

# “CENTRO DE INVESTIGACIÓN Y ECOLEGIO”

Parque para el Desarrollo y Estudio de Energías Renovables (PDEER)

Proyecto Final de Graduación para optar por el grado de  
Licenciatura en Arquitectura

Universidad de Costa Rica

Facultad de Ingeniería

Escuela de Arquitectura

Douglas Valerio Valerio - 943628

Ernesto Avilés Madrigal - 940371

Sede Rodrigo Facio I-2019

# RESUMEN

El Parque para el Desarrollo y Estudio de Energías Renovables es un proyecto que busca desarrollar procesos de investigación, producción, enseñanza y proyección de diversos tipos de energías y derivados (biodiesel, aceite, glicerina, fertilizantes, ente otros) a partir de diferentes materias primas vegetales: tempate (*Jatropha curcas*), coyol (*Acrocomia vinifera*) e higuera (*Ricinus communis*). El proyecto plantea también la producción de otras energías: eléctrica (solar, mareomotriz, eólica) y biomasa (biodigestores). Se ubica en Tárcoles, cantón de Garabito, en una finca de 70 Ha colindante al manglar de Guacalillo.

En su escala macro consta de cuatro componentes, que conforman el conjunto:

1. Etapa Industrial
2. Investigación y Enseñanza
3. Ciencia y Cultura
4. Comercial y Ecoturismo

La presente investigación se aboca al desarrollo y diseño de la infraestructura del componente dos, *Investigación y Enseñanza*, formado por el Centro de Investigación, un sub conjunto de edificios que incluye un edificio de laboratorios, un auditorio e invernaderos, y el *Ecolegio*, un centro de enseñanza media enfocado en la visión y temática del parque.

# COMITÉ EXAMINADOR

Director: Arq. Omar Chavarria Abarca



---

Lector 1: Msc. Eduardo Bertheau Oros



---

Lector 2: Ing. Julio César Carmona Madrigal



---

Invitado 1: Arq. Rolando Cedeño De La Cruz



---

Invitado 2: Arq. Franklin Vargas Mena



---

# DEDICATORIA

Esta tesis está dedicada la memoria de mi madre María Eugenia Madrigal, la cual falleció durante el tiempo de desarrollo de este trabajo. Siempre estuvo ahí, dando aliento y ayudando en lo que podía. Lo hizo hasta el último momento, Agradecido por siempre.

Agradecimiento especial a mi padre Eduardo y a mis hermanos Eduardo, Emmanuel, Eladio, por su apoyo en los momentos clave del proyecto, así como a María Rosa González, mi segunda “madre” y a su hija Lidia, por su aliento y colaboración en todo momento.

Y finalmente a todas las personas que de una u otra forma nos han ayudado y han hecho que el trabajo se realice con éxito en especial a aquellos que nos abrieron las puertas y compartieron sus conocimientos

Ernesto

A mi esposa y mi madre, las mujeres que me “forzaron” a terminar este proceso algún día...

Douglas

# ÍNDICE

COMITÉ EXAMINADOR.....	i
DEDICATORIA .....	ii
ÍNDICE .....	iii
TABLA DE ILUSTRACIONES .....	vii
PREFACIO .....	x
CAPÍTULO I .....	1
MARCO INTRODUCTORIO .....	1
1.1 INTRODUCCIÓN.....	2
1.2 JUSTIFICACIÓN .....	8
1.3 FORMULACIÓN.....	10
1.4 OBJETO DE ESTUDIO .....	19
CAPÍTULO II .....	22
OBJETIVOS.....	22
2.1 OBJETIVO GENERAL.....	23
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	23
CAPÍTULO III .....	25
METODOLOGÍA .....	25

3.1 DIAGRAMA METODOLÓGICO.....	26
3.2 ETAPAS DE LA METODOLOGÍA.....	28
3.3 CRONOGRAMA.....	33
CAPÍTULO IV.....	34
MARCO TEÓRICO.....	34
4.1 INTRODUCCIÓN.....	35
4.2 LAS MATERIAS PRIMAS.....	37
4.2.1 Jatropha curcas.....	37
4.2.2 Acrocomia vinífera.....	40
4.2.3 Ricinus comunis.....	42
4.3 ENERGÍAS RENOVABLES.....	44
4.3.1 Energía Alternativa.....	45
4.3.2 Energía Solar.....	46
4.3.3 Biomasa.....	51
4.4 CONCEPTOS.....	55
4.4.1 Sostenibilidad.....	55
4.4.2 Arquitectura Sostenible.....	55
4.4.3 Estrategias.....	57
4.5 BASES DE DISEÑO.....	60
4.5.1 Laboratorios.....	60
4.5.2 Auditorios.....	62

4.5.3 Invernaderos .....	66
4.5.4 Espacios Educativos.....	68
4.5.5 Residencias Estudiantiles .....	71
4.6 REFERENCIAS.....	73
CAPÍTULO V .....	74
ANÁLISIS .....	74
5.1 Análisis FODA .....	75
5.2 Diagnóstico del problema .....	77
6.3 Definición Estratégica de Ubicación de Componentes .....	87
6.3.1 Accesos.....	88
6.3.2 Cobertura Vegetal .....	89
6.3.3 Topografía .....	90
6.3.4 Zonas inundables .....	91
6.3.5 Vistas .....	92
6.3.6 Vientos .....	93
6.3.7 Huella Solar .....	94
6.4 Resultados.....	97
6.4.1 Tabla de resumen.....	97
6.4.2 Zonificación .....	98
6.4.3 Pautas de diseño .....	99
6.4.4 Parámetros de arquitectónicos.....	99

6.4.5 Respuesta arquitectónica.....	101
6.4.6 Morfología.....	103
6.4.7 Estructura de campo .....	106
CAPÍTULO VI .....	108
PROPUESTA ARQUITECTÓNICA.....	108
6.1 CENTRO DE INVESTIGACIÓN .....	109
6.1.1 Conceptualización .....	109
6.1.2 Programa arquitectónico .....	113
6.1.3 Conjunto.....	116
6.1.4 Edificio de Laboratorios .....	119
6.1.5 Auditorio .....	126
6.1.6 Invernaderos .....	131
6.2 Ecolegio .....	133
6.2.1 Conceptualización .....	133
6.2.2 Programa Arquitectónico.....	144
6.2.3 Conjunto Ecolegio .....	147
6.2.4 Edificio Administrativo .....	150
6.2.5 Centro Educativo.....	155
6.2.6 Residencias.....	158
BIBLIOGRAFÍA.....	164

# TABLA DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1: Diagrama PDEER. Fuente: Autores .....	xii
Ilustración 2: Consumo energético mundial. Fuente: BP Energy Outlook 2017 .....	2
Ilustración 3: Emisiones mundiales de Co2. Fuente: Global Carbon Project .....	5
Ilustración 4: Fuentes de producción energía primaria. Fuente: Informe Estado de la Nación, 2017 .....	6
Ilustración 5: Diagrama de Desarrollo Sostenible. Fuente: <a href="https://es.wikipedia.org/Desarrollo_sostenible">https://es.wikipedia.org/Desarrollo_sostenible</a> .....	9
Ilustración 6: Mapa de ubicación. Fuente: Google Earth .....	11
Ilustración 7: Datos estación meteorológica Damas. Fuente: IMN.....	12
Ilustración 8: Imagen satelital. Fuente: Google Earth.....	14
Ilustración 9: Plano topográfico. Fuente: Desarrollador .....	15
Ilustración 10: Diagrama de usos. Fuente: Autores.....	18
Ilustración 11: Descripción de componentes: Fuente: Autores.....	21
Ilustración 12: Diagrama metodológico. Fuente: Autores.....	26
Ilustración 13: Cronograma de actividades. Fuente: Autores .....	33
Ilustración 14: Extractor mecánico de aceite. Fuente: Desarrollador .....	39
Ilustración 15: Jatropha curcas. Fuente: <a href="http://carbonecapture.us">carbonecapture.us</a> .....	39
Ilustración 16: Palma de coyol. Fuente: <a href="http://bbc.com/mundo/noticias">bbc.com/mundo/noticias</a> .....	41
Ilustración 17: Fruto de coyol. Fuente: <a href="http://portalmacauba.com.br">portalmacauba.com.br</a> .....	41
Ilustración 18: Higuera. Fuente: Tomada en sitio.....	43
Ilustración 19: Semillas y aceite de ricino. Fuente: <a href="http://bior.mx">bior.mx</a> .....	43
Ilustración 20: Parque solar en Nevada. Fuente: <a href="http://wikipedia.org">wikipedia.org</a> .....	50
Ilustración 21: Calentador de agua térmico. Fuente: <a href="http://solar-energía.net">solar-energía.net</a> .....	50
Ilustración 22: Diagrama planta de tratamiento. Fuente: <a href="http://tratamientodeaguasresiduales.net">tratamientodeaguasresiduales.net</a> .....	54
Ilustración 23: Diagrama de biodigestor. Fuente: <a href="http://wikipedia.org">wikipedia.org</a> .....	54
Ilustración 24: Diagrama arquitectura bioclimática. Fuente: Autores.....	56
Ilustración 25: Diagrama de sostenibilidad. Fuente: Autores .....	56

Ilustración 26: Soleamiento, ventilación y piel exterior. Fuente: Autores .....	59
Ilustración 27: Tabla de resumen referencias. Fuente: Autores .....	73
Ilustración 28: Diagrama de ubicación de usos. Fuente: Elaboración propia.....	110
Ilustración 29: Planta esquemática. Fuente: Elaboración propia.....	111
Ilustración 30: Planta esquemática. Fuente: Elaboración propia.....	112
Ilustración 31: Planta ilustrada de conjunto. Fuente: Elaboración propia .....	116
Ilustración 32: Planta arquitectónica de conjunto. Fuente: Elaboración propia.....	117
Ilustración 33: Vista de conjunto Centro de Investigación .....	118
Ilustración 34: Edificio de Laboratorios, Nivel 1 .....	119
Ilustración 35: Edificio de Laboratorios, Nivel 2.....	120
Ilustración 36: Edificio de Laboratorios, Nivel 3.....	121
Ilustración 37: Cortes, elevaciones y vistas, Edificio de Laboratorios .....	122
Ilustración 38: Elevaciones y vistas, Centro de Investigación.....	123
Ilustración 39: Vista externa, Edificio de Laboratorios .....	124
Ilustración 40: Vista externa, Edificio de Laboratorios .....	125
Ilustración 41: Planta de distribución, Auditorio.....	126
Ilustración 42: Plantas y Elevaciones, Auditorio.....	127
Ilustración 43: Elevación y vistas, Auditorio .....	128
Ilustración 44: Vista exterior, Centro de Investigación .....	129
Ilustración 45: Vista exterior, Centro de Investigación .....	130
Ilustración 46: Esquemas y vista externa, Invernaderos.....	131
Ilustración 47: Vista de conjunto, Centro de Investigación.....	132
Ilustración 48: Planta de conjunto, Ecolegio .....	147
Ilustración 49: Planta de conjunto, Ecolegio .....	148
Ilustración 50: Vista de conjunto, Ecolegio.....	149
Ilustración 51: Nivel 1 y elevación. Edificio Administrativo .....	150
Ilustración 52: Niveles 2 y 3, vistas externas. Edificio Administrativo.....	151
Ilustración 53: Elevaciones. Edificio Administrativo .....	152

Ilustración 54: Vista exterior. Edificio Administrativo .....	153
Ilustración 55: Vista exterior. Edificio Administrativo .....	154
Ilustración 56: Nivel inferior, vistas externas. Centro Educativo .....	155
Ilustración 57: Nivel superior, elevación y vista externa. Centro Educativo.....	156
Ilustración 58: Vista de conjunto. Centro Educativo .....	157
Ilustración 59: Planta de distribución y elevación. Residencias.....	158
Ilustración 60: Distribución, corte, elevación y vista externa. Residencias .....	159
Ilustración 61: Vista externa. Residencias .....	160
Ilustración 62: Vista externa. Residencias .....	161
Ilustración 63: Vista externa, Residencias .....	162
Ilustración 64: Conjunto General, Centro de Investigación y Ecolegio.....	163

# PREFACIO

El Parque para el Desarrollo y Estudio de Energías Renovables (PDEER), nace como una iniciativa privada de la empresa **Green Acres**, por medio de su desarrollador Sr. Eduardo Acosta M., cuya propuesta consiste en el desarrollo de un plan piloto que tiene por principal objetivo la investigación, enseñanza, producción y la proyección de energías alternas y derivados (biodiesel, aceite, glicerina, fertilizantes, ente otros) a partir de materias primas vegetales: tempate (*Jatropha curcas*), coyol (*Acrocomia vinifera*) e higuera (*Ricinus communis*). Así mismo el proyecto plantea una serie de procesos de producción de otras energías: eléctrica (solar, mareomotriz, eólica) y biomasa (biodigestores). Como resultado de la aplicación de estos procesos dentro del parque, el proyecto se plantea ser autosustentable en su consumo energético. El lugar donde se desarrollará este proyecto es una finca de 70 hectáreas ubicada en Tárcoles, cantón de Garabito.

El planeamiento y desarrollo de este proyecto plantea un reto al ser precursor en su temática e innovador en sus resultados, provocando un cambio de paradigma del consumo energético.

El parque consta a nivel macro de cuatro componentes:

1 - Industrial:

Constituido por la plantación de las especies a procesar (tempate, coyol e higuera), el área de acopio y procesamiento, áreas complementarias y la planta central de tratamiento.

## 2- Investigación y Enseñanza:

Conformado por los laboratorios de producción e investigación, un auditorio, área de exposiciones, un Ecolegio que responda a la temática propia del Parque y el albergue estudiantil del mismo.

## 3- Ciencia y Cultura:

Proyección a científicos y visitantes, se contará con un pabellón científico, un anfiteatro, un parque solar y estaciones experimentales de diferentes campos.

## 4- Comercial Eco-turística

Eco-Hotel, con amenidades y actividades de bajo impacto, las cuales van ligadas a la función principal del parque.



*Ilustración 1: Diagrama PDEER. Fuente: Autores*

Estando el componente Industrial en funcionamiento actualmente, esta investigación se centrará en el desarrollo del componente Investigación y Enseñanza, logrando así dar continuidad al desarrollo del parque en el orden lógico de los procesos de cada componente.

Debido a la diferencia funcional de los dos temas que constituyen el componente Investigación y Enseñanza, se abordan individualmente pero formando un único proyecto.

La intención del diseño y desarrollo del Centro de Investigación y del Ecolegio es brindar recursos y herramientas al PDEER que amplíen sus posibilidades funcionales, sociales y económicas.

# **CAPÍTULO I**

## **MARCO INTRODUCTORIO**

## 1.1 INTRODUCCIÓN

El modelo energético actual se basa mayormente en el consumo de energías fósiles, petróleo y sus derivados, gas natural, carbón mineral, entre otras. Este modelo en todo su proceso, desde la extracción y hasta después de su consumo final, produce un alto impacto tanto al medio ambiente como a niveles económicos y sociales.

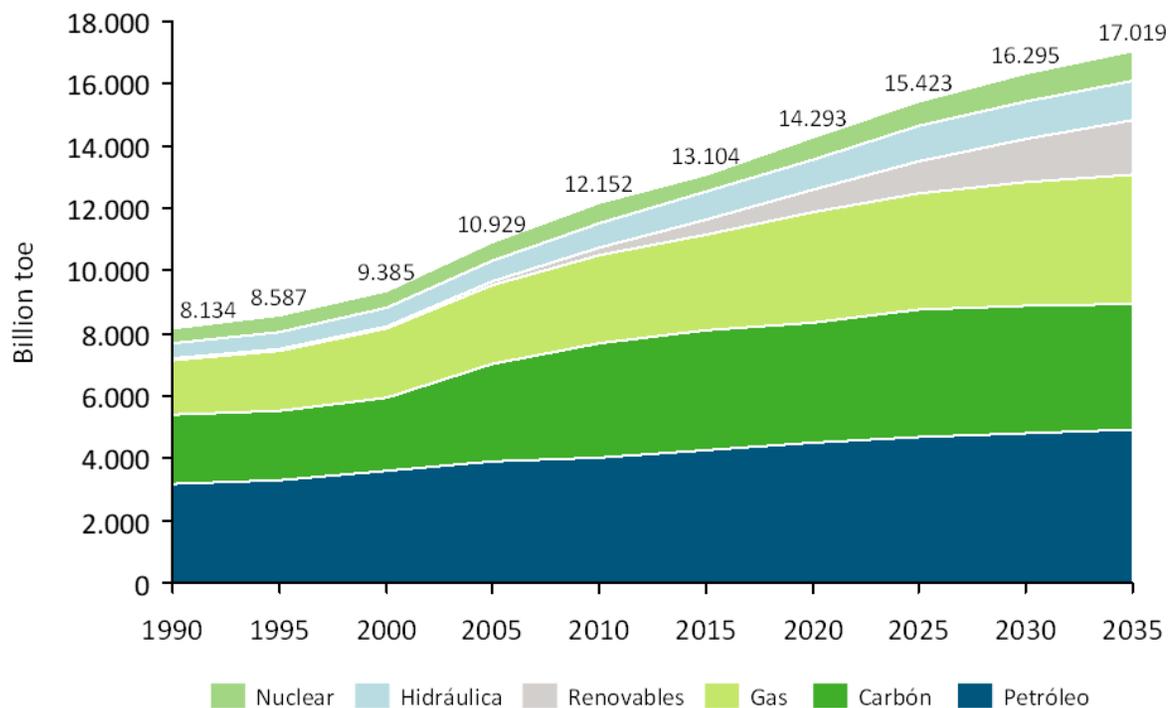


Ilustración 2: Consumo energético mundial. Fuente: BP Energy Outlook 2017

### *Petróleo:*

El petróleo es una mezcla de compuestos orgánicos, principalmente hidrocarburos insolubles en agua.

Se produce en el interior de la Tierra, por transformación de la materia orgánica acumulada en sedimentos del pasado geológico y puede acumularse en trampas geológicas naturales, de donde se extrae mediante la perforación de pozos.

Es un recurso no renovable y actualmente también es la principal fuente de energía y materia prima para la generación de una gran variedad de derivados, entre los que se incluyen la mayoría de los plásticos. El petróleo líquido puede presentarse asociado a capas de gas natural.

Debido a la importancia fundamental como materia prima, la venta del petróleo y sus derivados es un pilar fundamental del mercado mundial y la política exterior de varios países.

El petróleo es insoluble en agua y por lo tanto, difícil de limpiar. Además, la combustión de sus derivados produce productos residuales: partículas, CO<sub>2</sub>, SO<sub>x</sub> (óxidos de azufre), NO<sub>x</sub> (óxidos nitrosos), etc. La combustión de los derivados del petróleo es una de las principales causas de emisión de CO<sub>2</sub>, cuya acumulación en la atmósfera favorece el cambio climático.

### *Gas natural:*

El gas natural es un hidrocarburo mezcla de gases ligeros de origen natural. Principalmente contiene metano, y normalmente incluye cantidades variables de otros alcanos, y a veces un pequeño porcentaje de dióxido de carbono,

nitrógeno, ácido sulfhídrico o helio. Constituye una importante fuente de energía fósil liberada por su combustión. Se extrae, bien ya sea de yacimientos independientes (gas no asociado), o junto a yacimientos petrolíferos o de carbón (gas asociado a otros hidrocarburos y gases).

El CO<sub>2</sub> emitido a la atmósfera tras la combustión del gas natural se trata de un gas de efecto invernadero que contribuye al calentamiento global de la Tierra. Esto se debe a que el CO<sub>2</sub> es transparente a la luz visible y ultravioleta, mientras que absorbe la radiación infrarroja que emite la superficie de la Tierra al espacio exterior, ralentizando el enfriamiento nocturno de esta.

#### *Carbón mineral:*

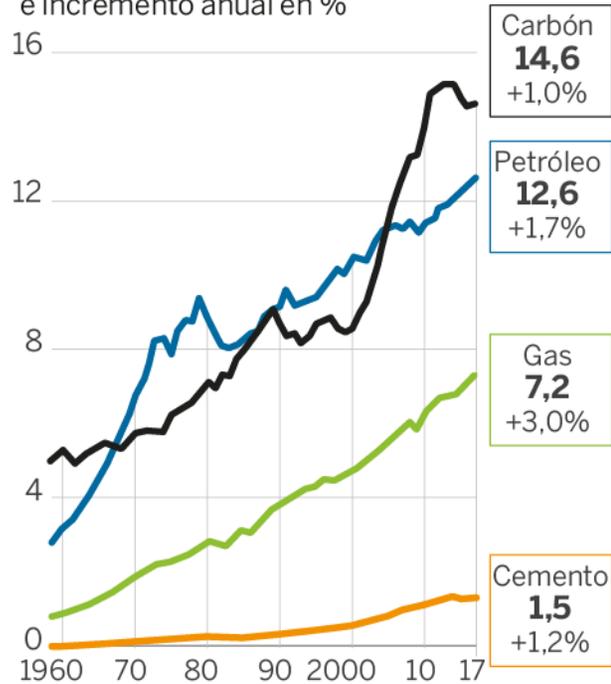
El carbón o carbón mineral es una roca sedimentaria organógena de color negro, muy rica en carbono y con cantidades variables de otros elementos, principalmente hidrógeno, azufre, oxígeno y nitrógeno, utilizada como combustible fósil. Es un recurso no renovable. Se extrae mediante la minería, tanto subterránea como a cielo abierto.

El carbón provoca serios daños al medio ambiente, principalmente porque su utilización como fuente de energía se da por medio de la combustión que libera grandes cantidades de gases.

En el proceso de combustión se libera sustancias contaminantes que se vierten al medioambiente y que traen efectos nocivos como la lluvia ácida, el efecto invernadero y la formación de smog, tres de las grandes problemáticas ambientales de esta era.

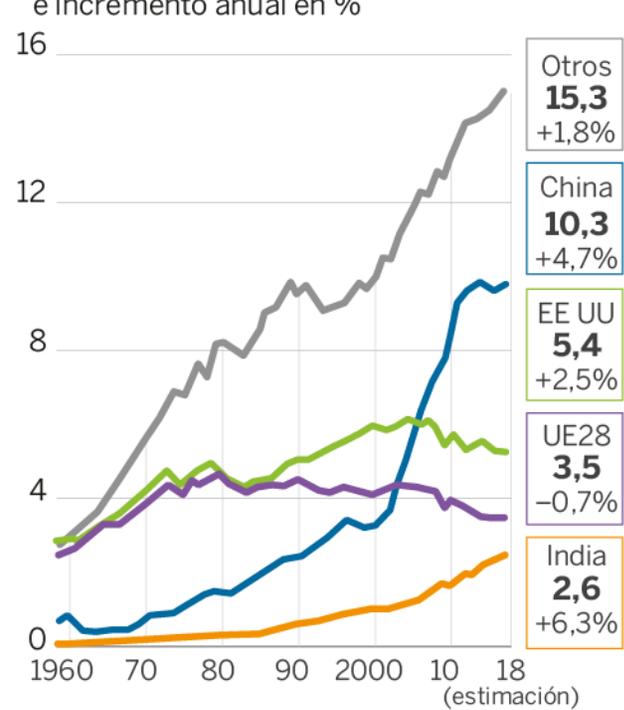
### POR COMBUSTIBLE

En gigatoneladas al año  
e incremento anual en %



### POR REGIONES

En gigatoneladas al año  
e incremento anual en %

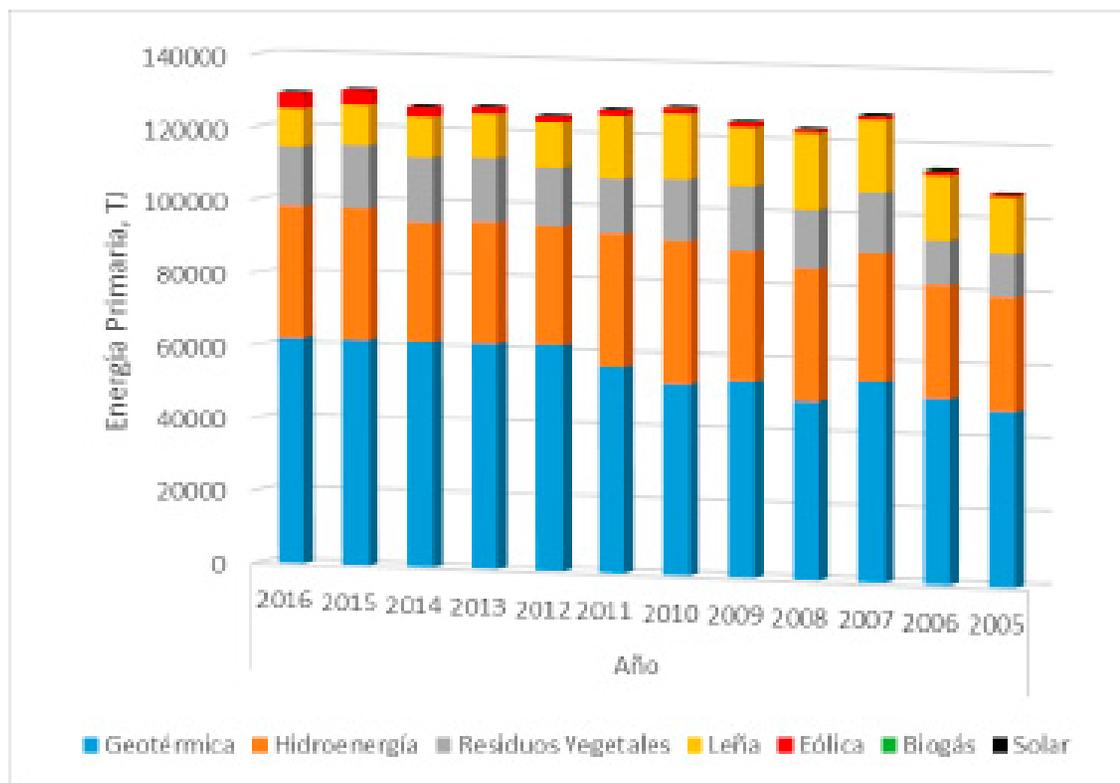


Fuente: Global Carbon Project. EL PAÍS

Ilustración 3: Emisiones mundiales de Co2. Fuente: Global Carbon Project

*Contexto nacional:*

Costa Rica es parte de este modelo de consumo de energías fósiles y sus afectaciones directas, con el petróleo y sus derivados mayormente, el gas en escala menor y carbón (carbón vegetal y leña).



*Ilustración 4: Fuentes de producción energía primaria. Fuente: Informe Estado de la Nación, 2017*

En contrapunto al modelo de consumo de combustibles fósiles, el país ha implementado con éxito políticas y programas de gestión, protección y manejo ambiental, tales como:

- En 1982 se crea la ley 6794, “Ley de Creación de Parques Nacionales y Reservas Biológicas”, alcanzando hoy en día una cobertura del 26% del territorio nacional.
- En 1997 se pone en marcha el plan de pago por servicios ambientales, como parte de la Ley Forestal 7575.
- En 2015 y por 285 días, el 100% de la energía eléctrica se produjo con energías renovables como eólica, geotérmica, solar e hidroeléctrica, impulsadas por el Instituto Costarricense de Electricidad.
- Programa de declaración de Carbono neutralidad para empresas privadas e instituciones.

Impulsado por estos logros, el país se plantea la meta de Carbono Neutralidad, C-Neutro, para el año 2021. Esto es “el balance entre la cuantificación de las emisiones y las acciones de reducción y remoción/compensación de gases efecto invernadero. La reducción se logra con acciones y o proyectos de optimización y aprovechamiento de fuentes de energías alternativas. La remoción/compensación se logra mediante la protección de bosques o establecimiento de proyectos específicos que muestren la captura de CO<sub>2</sub> a través de la actividad fotosintética.”  
[\(https://www.earth.ac.cr/es/about-earth/carbono-neutro/spanish-que-es-carbono-neutro/\)](https://www.earth.ac.cr/es/about-earth/carbono-neutro/spanish-que-es-carbono-neutro/)

Para alcanzar la meta del C-Neutro, el gobierno estableció en abril de 2018, los pasos a seguir para cumplir con el “*Programa País de Carbono Neutralidad 2.0*”. Uno de esos pasos es el lanzamiento del Sistema Nacional de Métrica de Cambio Climático, una herramienta que velará por la recopilación, monitoreo y reporte de datos

relacionados con el cambio climático tanto a nivel nacional, como territorial, sectorial y de acciones climáticas.”  
(<https://www.larepublica.net/noticia/costa-rica-lanza-nuevo-programa-para-alcanzar-carbono-neutralidad>)

En ese contexto se pretende desarrollar el presente trabajo de investigación y diseño, que se basa en una de esas iniciativas de índole privada enfocada en alcanzar la meta C-Neutro, y cuyo principal interés es establecer un modelo de desarrollo sostenible, principalmente mediante el cultivo y procesamiento de recursos vegetales para extraer biodiesel y sus derivados, así como mediante otros tipos de energías alternativas, contemplado una serie de estrategias de producción, distribución, ahorro y reutilización de los recursos propios de la finca, convirtiendo al proyecto, en un modelo de innovación en ese campo tanto en Costa Rica como para el resto del mundo.

## **1.2 JUSTIFICACIÓN**

En Costa Rica, existe la materia prima y el capital humano para empezar con el estudio y la industrialización de energías alternativas limpias, en busca de un desarrollo sostenible, la armonía entre lo social, lo ambiental y lo económico tratando de llegar a un punto de equilibrio entre sus partes.



*Ilustración 5: Diagrama de Desarrollo Sostenible. Fuente: [https://es.wikipedia.org/Desarrollo\\_sostenible](https://es.wikipedia.org/Desarrollo_sostenible)*

Como una iniciativa de origen privado, surge el proyecto del Parque para el Desarrollo y Estudio de Energías Renovables (PDEER), que busca ser un modelo de estudio y desarrollo en este campo, lo que contribuirá al avance de la implementación del modelo de energías alternativas limpias en el país. Este proyecto podría servir de ejemplo y dar pautas, para establecer una forma de pensamiento y desarrollo, más amigable y equitativo dentro del modelo de desarrollo en el cual está inmerso el país.

## 1.3 FORMULACIÓN

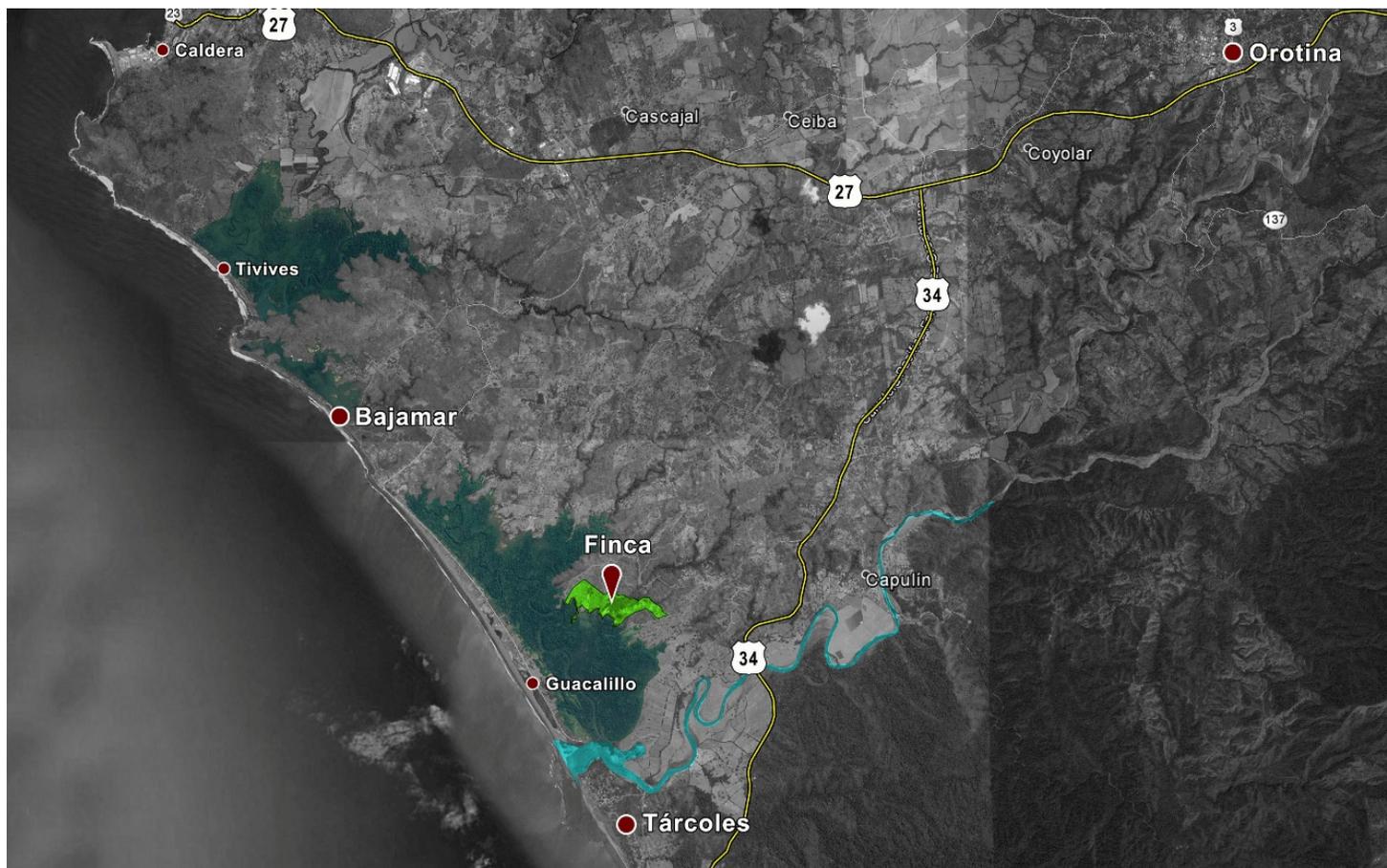
### *Ubicación y entorno inmediato.*

La finca se ubica en el pacífico central de Costa Rica, específicamente en Tárcoles, distrito #2 del cantón de Garabito en la provincia de Puntarenas.

Dicha finca posee una extensión de 70 hectáreas, con una topografía irregular (existen tanto planicies como pendientes) y es colindante con el manglar de Guacalillo. Se encuentra ubicada en la Zona Litoral Pacífico 3 (ZPL-3) dentro de la Región Pacífico Central, según la regionalización oficial de Costa Rica establecida por el Ministerio de Planificación Nacional (MIDEPLAN).

Su acceso principal es a través de una calle secundaria lastreada de 3,5 Km a partir del kilómetro 8 de la Ruta Nacional 34, “Costanera”, en el sector de Bajo Capulín.

Se encuentra en una zona de vocación y uso mayoritariamente agropecuario, que se combina con algunos proyectos y actividades de turismo sostenible, dado el gran potencial ecológico del manglar y la cercanía con el océano en Playa Guacalillo.



*Ilustración 6: Mapa de ubicación. Fuente: Google Earth*

## Clima.

El clima es *tropical*, con temperatura promedio de 30° centígrados, humedad relativa del 85% y con precipitaciones promedio de 500 mm durante los meses de invierno. (Según datos de I.M.N)

**Damas**  
Ubicación: Aguirre

Lat: 9° 28' 59" Norte Lon: 84° 12' 0" Oeste Altitud: 6 m.s.n.m.  
Tipo: Manual  
Período  
Lluvia: 1983 - 2016  
Temperatura: 1983 - 2016  
Humedad: 1998 - 2016

### Promedios mensuales

Mes	Temperatura (°C)			Humedad Relativa(%)	Lluvia (mm)	Días con lluvia (mm)
	Max.	Min.	Med.			
ENE	31.3	21.8	26.6	81	57.6	7
FEB	32.0	22.0	27.0	78	29.0	4
MAR	32.5	22.7	27.6	77	41.5	6
ABR	32.3	23.4	27.9	81	159.6	13
MAY	31.3	23.4	27.3	85	420.4	22
JUN	30.9	23.2	27.0	86	413.0	23
JUL	30.8	22.9	26.8	86	437.0	25
AGO	30.6	22.8	26.7	87	494.3	26
SEP	30.4	22.7	26.6	87	527.8	25
OCT	30.1	22.8	26.4	88	600.7	26
NOV	30.0	22.8	26.4	88	398.5	23
DIC	30.6	22.4	26.5	85	163.6	15

Tiene los siguientes límites físicos:

- a- Límite norte: Fincas.
- b- Límite sur: Manglar de Guacalillo.
- c- Límite este: Fincas.
- d- Límite oeste: Manglar de Guacalillo.

*Ilustración 7: Datos estación meteorológica Damas. Fuente: IMN*

*Estado actual.*

La finca en el pasado tuvo una función agropecuaria antes de ser adquirida por el dueño actual, quien ha ido desarrollando el cultivo de las especies tales como *Jatropha*, Coyol e Higuierilla como principal actividad del sitio. También, se ha regenerado parte del bosque y del manglar que habían sido talados.

La población más cercana a la finca es la comunidad de Tárcoles, cuya economía se basa en pesca artesanal, ganadería, cultivo de frutas como melón y sandía en las cercanías del río Tárcoles.

Según datos del censo del 2011, contaba con 5544 habitantes, cantidad que corresponde al 32% de la población del cantón de Garabito en ese momento.

El proyecto planteado, tanto en su escala de conjunto como cada uno de sus componentes, constituiría un enclave en una zona de muy bajo desarrollo, constituyéndose en foco de trabajo y de progreso.

Las poblaciones de afectación inmediata serían:

- a- Guacalillo
- b- Tárcoles
- c- Bajamar

Poblaciones de afectación mediata:

a- Orotina

b- Jacó



*Ilustración 8: Imagen satelital. Fuente: Google Earth*



Ilustración 9: Plano topográfico. Fuente: Desarrollador

### *Formulación.*

En nuestro país, se ha dado prioridad al modelo genérico de progreso y transporte que el resto del mundo nos ha impuesto, dejando de lado la innovación y el desarrollo de otras alternativas más acordes al desarrollo sostenible. Además, la problemática de la contaminación y el cambio climático van íntimamente ligadas a este modelo de desarrollo consumista. Este sistema de consumo energético en el que nuestro país está inmerso está lejos de cambiar.

Lo que el proyecto propone es un cambio al paradigma de desarrollo en donde el consumo se trate de manera más responsable con el ambiente y con una visión más equitativa hacia la sociedad.

El proyecto en sí se presenta como una finca modelo formada por cuatro componentes: Industrial, en donde se planta, se cosecha, se acopia y se procesa las materias primas. Investigación y Enseñanza, que investiga, desarrolla y proyecta energías alternativas. Ciencia y Cultura, donde se muestran otras formas de generación de energías tales como la solar o el biogás. Comercial y Ecoturística, desarrollando actividades complementarias que refuerzan la visión primordial del Parque y dan una proyección más profunda e integral al público en general.

Al estar en funcionamiento el componente Industrial, corresponde el desarrollo del componente Investigación y Enseñanza, conformado por el Centro de Investigación y el Ecolegio, como una continuidad lógica funcional de los procesos que permitirán la conformación del Parque.

La principal importancia de este componente es la proyección de su temática y los resultados de ésta, a nivel ambiental, social y económico, logrando insertar las actividades del PDEER a nivel local y regional.

*Proyección ambiental.*

Producción de energías alternativas y derivados como temática principal del Parque, sumado al desarrollo de infraestructura de bajo impacto adaptada al entorno físico climático, buscando ser ejemplo de desarrollo sostenible.

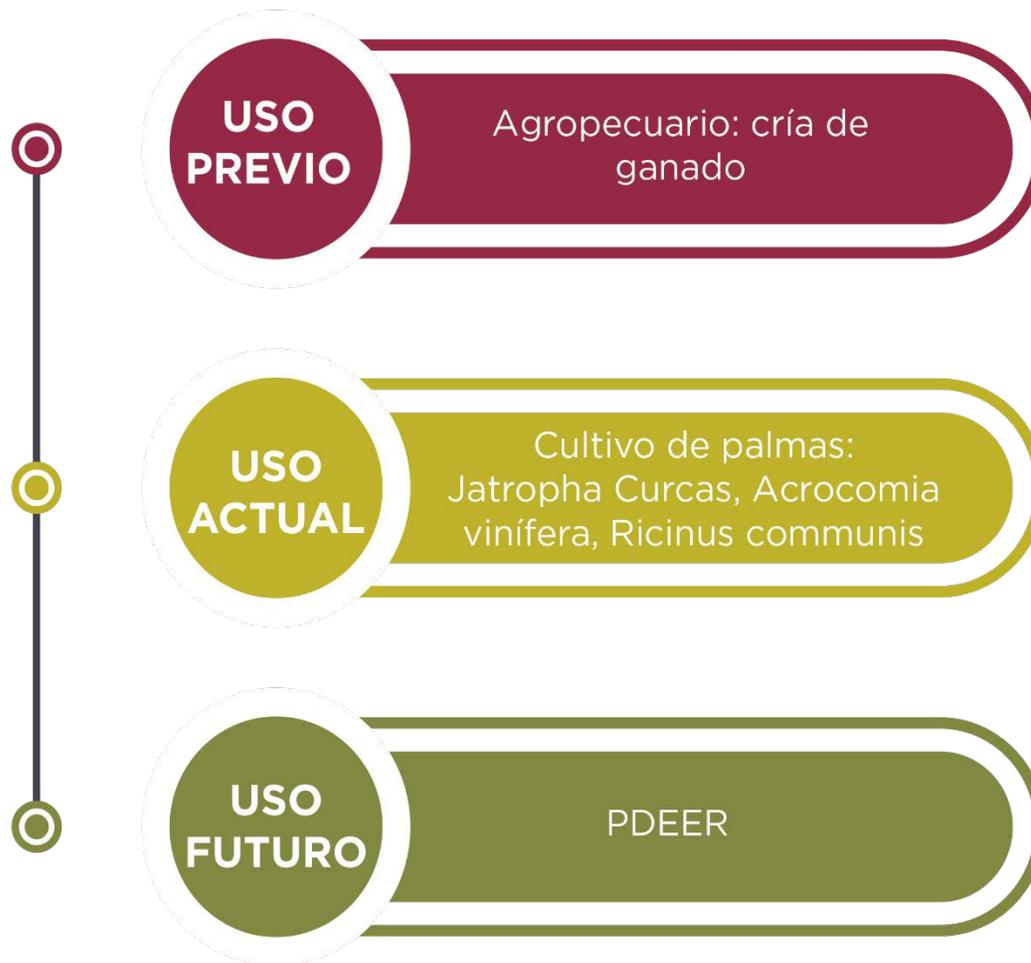
*Proyección social:*

La formación integral bajo los conceptos planteados de una nueva generación de estudiantes mediante un modelo de educación científico-humanista, aprovechando los recursos teórico-prácticos y procesos que el Parque provee.

*Proyección económica:*

Propone un modelo de producción de energías renovables, tales como biodiesel, biogás y eléctrica generada por diferentes métodos (solar, mareomotriz, eólica) que logre ser una alternativa al modelo de consumo energético fósil actual.

El Centro de Investigación y el Ecolegio como generadores de empleo y desarrollo regional mediante la implementación de sus actividades.



*Ilustración 10: Diagrama de usos. Fuente: Autores*

## 1.4 OBJETO DE ESTUDIO

Se plantea establecer un conjunto de actividades que conformen el “Parque para el Desarrollo y Estudio de Energías Renovables (PDEER)”.

En dicho Parque se desarrollarán tres tipos principales de energía:

1. Bio diésel y derivados: Se producirá a partir de tres plantaciones diferentes, tempate (*Jatropha curcas*), coyol (*Acrocomia vinífera*) e higuera (*Ricinus communis*).
2. Energía eléctrica: Desde de un parque de paneles solares.
3. Bio gas: Producción de gas metano mediante digestores de biomasa y estiércol.

El desarrollador del proyecto PDEER plantea conformar un plan maestro basado en cuatro componentes:

### *Componente 1: Industrial*

Esta etapa está constituida por la plantación, el área de acopio y procesamiento de materias primas, áreas complementarias y la planta central de tratamientos.

### *Componente 2: Investigación y Enseñanza*

En esta etapa se implementará los laboratorios de producción e investigación, un auditorio y área de exposiciones, un “Ecolegio” con la temática propia del Parque y el albergue estudiantil del mismo.

### *Componente 3: Ciencia y Cultura*

En esta otra etapa, que será de proyección a científicos y visitantes se contará con una Pabellón científico, un anfiteatro, un “Parque solar” y estaciones experimentales de diferentes campos.

### *Componente 4: Comercial y Eco-Turística*

En esta fase se proyectará un “Ecohotel” y condo-habitaciones con actividades y amenidades de bajo impacto, las cuales están ligadas a la función principal del Parque.

En la finca actualmente se encuentra en proceso de construcción y funcionamiento el componente 1, en sus labores de plantación, acopio y procesamiento de materias primas.



Ilustración 11: Descripción de componentes: Fuente: Autores

# **CAPÍTULO II**

## **OBJETIVOS**

## **2.1 OBJETIVO GENERAL**

Diseño de la infraestructura para el componente Investigación y Enseñanza, formado por el Centro de Investigación especializado en el estudio y desarrollo de biodiesel y sus derivados, y el campus del Ecolegio, dentro de la visión de un modelo alternativo de investigación, producción y desarrollo del Parque para el Desarrollo y Estudio de Energías Renovables (PDEER).

## **2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

1- Desarrollar un análisis tomando en cuenta los criterios morfológicos, climatológicos y funcionales del sitio, así como la vocación del proyecto, para adaptar la propuesta de diseño arquitectónica del componente Investigación y Enseñanza dentro de la finca.

2- Establecer, a partir del análisis, pautas de diseño para lograr el ordenamiento de las actividades, espacios y flujos propios del componente Investigación y Enseñanza.

3- Diseñar una propuesta arquitectónica para los laboratorios y espacios complementarios del Centro de Investigación, utilizando las pautas obtenidas en el análisis, proyectadas para el acopio, experimentación, desarrollo y difusión del biodiesel y sus derivados a partir de las materias primas vegetales existentes en la finca.

4- Diseñar una propuesta arquitectónica para el campus del Ecolegio, utilizando los conceptos de energías renovables y carbono neutral propios de la temática del Parque, aprovechando de los recursos existentes en la finca, para trazar los espacios de enseñanza, investigación, recreación y hospedaje del alumnado, del cuerpo docente y administrativo.

# **CAPÍTULO III**

## **METODOLOGÍA**

### 3.1 DIAGRAMA METODOLÓGICO

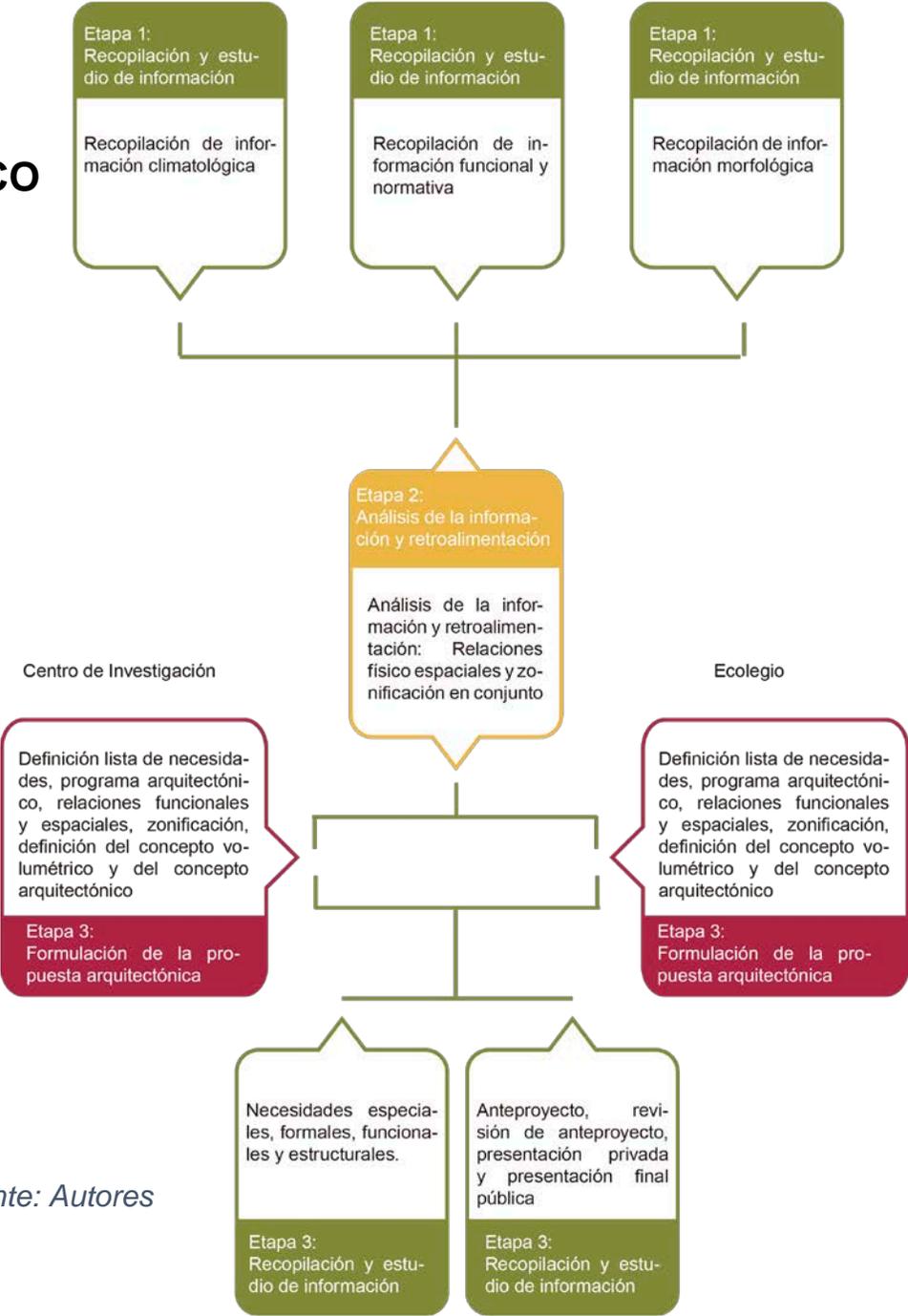


Ilustración 12: Diagrama metodológico. Fuente: Autores

La metodología de investigación se ha dividido en cuatro etapas y por la naturaleza de la ella se hará uso de variedad de técnicas de recopilación y análisis de información, como revisión bibliográfica, análisis de proyectos similares, mapeos, trabajo de campo y trabajo de taller.

Estas etapas son las siguientes:

*Nivel trabajado en conjunto*

- Etapa 1: Recopilación de información climatológica, morfológica, funcional y de normativas actuales aplicables al sitio.
- Etapa 2: Análisis y retroalimentación de la información. Relaciones físico-espaciales y zonificación del conjunto de la etapa II del Parque.

*Niveles trabajado individualmente*

- Etapa 3: Definición de las necesidades, programa arquitectónico, relaciones físico-espaciales y zonificación de cada proyecto.
- Etapa 4: Desarrollo de la propuesta arquitectónica y presentación.

Para lograr los objetivos de los proyectos se utilizará la siguiente metodología:

## 3.2 ETAPAS DE LA METODOLOGÍA

### Etapa 1

A) Recopilación de información climatológica:

- Precipitación
- Humedad
- Viento
- Temperatura
- Asoleamiento

En la fase climatológica se hará revisión bibliografía.

Fuente: Instituto Meteorológico Nacional.

Base de datos especializada.

b) Recopilación de información de aspectos funcionales y de normativas:

Usuarios: tipología, cantidad, temporalidad, etc.

Normativas ambientales y los planes de desarrollo que existen en la zona por parte de la municipalidad.

En la fase de aspectos funcionales y normativas se realizarán revisión bibliográfica, entrevistas, análisis de proyectos similares.

Fuente:

Instituto Nacional de Estadística y Censos. (INEC).

Ministerio de Obras Públicas y Transportes. (MOPT).

Municipalidad de Garabito.

Secretaría Técnica Nacional Ambiental (SETENA).

Ministerio de Ciencia, Tecnología y Telecomunicaciones. (MICIT).

Instituto Costarricense de Electricidad (ICE).

Base de datos especializada.

c) Recopilación de aspectos morfológicos.

Levantamiento topográfico del terreno.

Levantamiento plan métrico de la infraestructura existente en el terreno.

Levantamiento fotográfico de la infraestructura existente en el terreno y del entorno inmediato.

Recopilación de información sobre infraestructura secundaria en el sitio.

Para la parte de aspectos morfológicos se realizará revisión bibliográfica y trabajo de campo.

Fuente:

Visitas de campo.

Municipalidad de Garabito.

Entrevistas

Recopilación bibliográfica

## **Etapas 2**

- A- Estructura del referente conceptual de cada proyecto (marco teórico).
- B- Análisis de la información recopilada.
- C- Análisis FODA y conclusiones.
- D- Retroalimentación.

A partir de este punto, se trabajará individualmente. Aunque se utilicen los mismos términos para definir las acciones de cada etapa, cada miembro se estará refiriendo a su proyecto en específico, ya sea el Centro de Investigación o el Ecolegio. Se utiliza una sola lista para no hacer repetitiva la etapa, ya que son los mismos pasos pero para diferentes proyectos.

### **Etapas 3**

- A- Definición de la lista de necesidades por proyecto.
- B- Definición del programa arquitectónico por proyecto.
- C- Definir relaciones espaciales y funcionales de la lista de necesidades en cada proyecto.
- D- Zonificación en el terreno de los espacios y sus relaciones.

Para la primera parte de esta etapa se realizará revisión bibliográfica, mapeos de las variables en el terreno escogido para cada proyecto en específico, trabajo de campo y trabajo de taller.

Fuente:

Base de datos especializada.

- E- Definición de concepto volumétrico del proyecto.

Para la segunda parte se realizará revisión bibliográfica, mapeos y trabajo de taller (Maquetas y modelos volumétricos para cada proyecto).

Fuente:

Trabajo en taller.

Base de datos especializada.

#### **Etapas 4**

Definición de concepto arquitectónico para cada proyecto.

Concepto formal.

Concepto funcional.

Concepto estructural.

Concepto espacial.

A- Diseño del cada anteproyecto.

Presentación y revisión del anteproyecto.

Presentación del texto final.

Preparación para presentación pública.

Presentación pública.

Para la parte de diseño se realizara trabajo de taller, mediante plantas, elevaciones, cortes, isométricos maquetas y modelos virtuales para cada uno de los dos proyectos.

Fuente: Trabajo de taller, base de datos especializada.

### 3.3 CRONOGRAMA

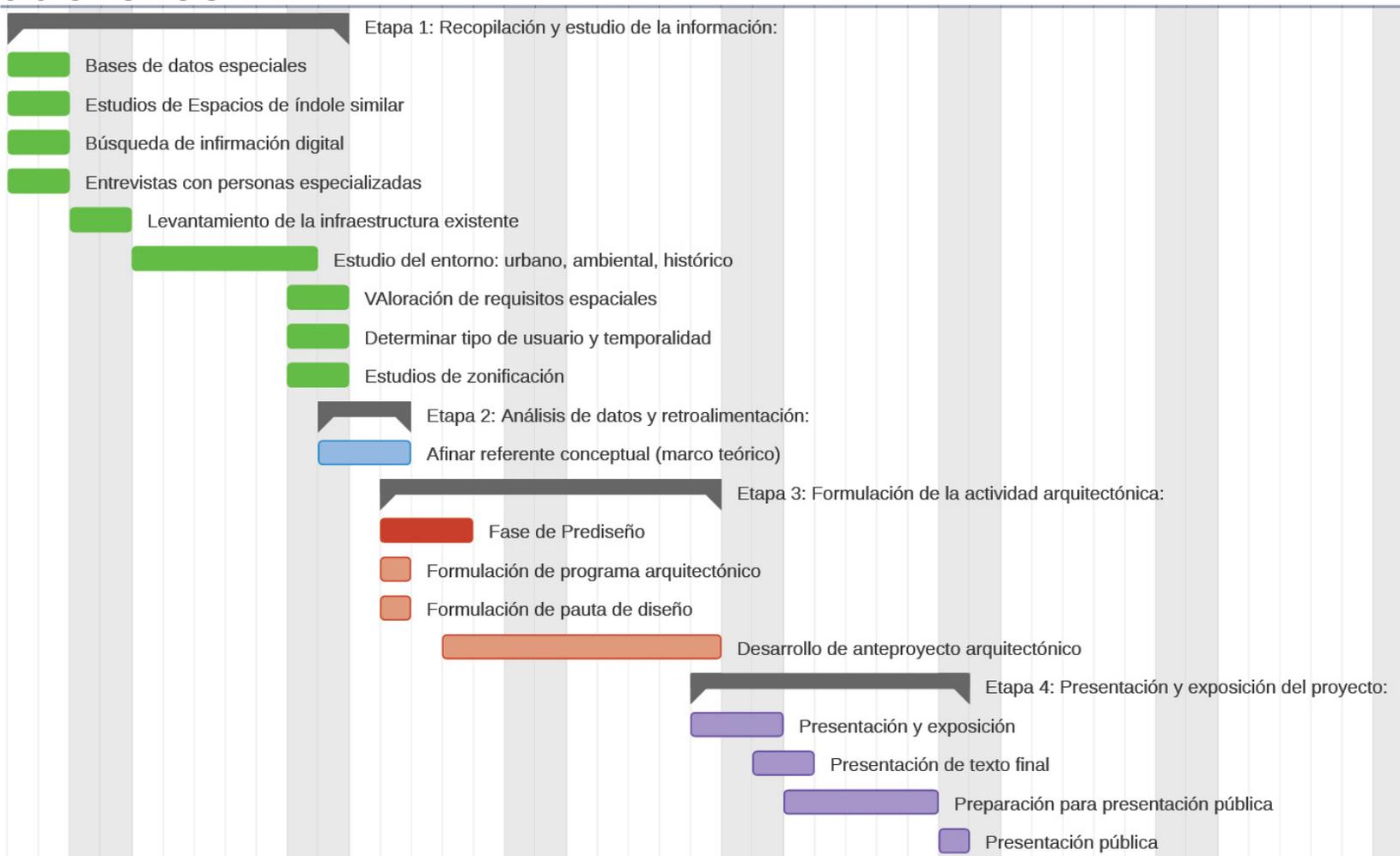


Ilustración 13: Cronograma de actividades. Fuente: Autores

# **CAPÍTULO IV**

## **MARCO TEÓRICO**

## 4.1 INTRODUCCIÓN

El marco teórico debe servir para brindar las bases teórico-conceptuales del proyecto, dando así las herramientas adecuadas para aumentar el conocimiento sobre el tema. El objetivo es determinar conceptos y pautas para este proyecto y posibles desarrollos futuros de esta índole, y aplicarlos en el diseño arquitectónico tanto del Centro de Investigación como del Ecolegio.

Este marco teórico se organiza sobre los conceptos de:

- Investigación
- Estudio de las energías renovables.
- La premisa sobre la necesidad que tiene el país de crear infraestructura.
- Programas que posibiliten el desarrollo de éstas energías.

### **Medios Alternativos de Producción Energética.**

Dentro de este marco abordamos las experiencias y necesidades en la producción de fuentes de energía a base de recursos alternativos como:

- Biodiesel y derivados, a partir de diversas materias primas.
- Parque solar, desarrollando energía eléctrica fotovoltaica y térmica.

- Biomasa, aprovechando el alto volumen de residuos del Parque.
- Tratamiento de aguas residuales.

Conceptos ligados a la producción alterna de energías:

- Sostenibilidad.
- Arquitectura bioclimática.
- Huella cero.
- Innovación.

### **La Producción de Biodiesel y sus Derivados.**

El uso de aceites vegetales para mover motores de combustión no es una idea nueva, desde hace más de un siglo se han producido diversos intentos para usarlos como biocombustibles. Rudolf Diesel dedicó los últimos años de su vida a este campo del conocimiento, y en el prólogo del libro que publicó en el año 1913 escribió: “...*el uso de aceites vegetales como combustible para motores puede ser insignificante actualmente. Pero dichos aceites pueden llegar a ser, con el curso del tiempo, tan importantes como el petróleo y el carbón lo son hoy en día...*” (Diesel, 1913).

Sin embargo, la profecía de Diesel no se ha cumplido. Los diseños de los motores de tipo diésel han sido asociados inseparablemente al uso de aceites derivados del petróleo. Este hecho fue causado por el crecimiento de una

infraestructura mundial basada en la extracción, refinación y comercialización del petróleo, lo que presentaba menores costos de extracción, y frenó el desarrollo de una infraestructura de combustibles de origen vegetal.

## **4.2 LAS MATERIAS PRIMAS**

En la actualidad, el aceite de semillas de soya, girasol, higuera, coyol, entre otras, está siendo usado para la producción de biodiésel. Sin embargo, la jatropha, el coyol y la higuera son las plantas con más potencial como materia prima en los países tropicales, dado tanto su adaptabilidad a terrenos y condiciones difíciles como a la variedad de productos medicinales e industriales extraíbles de sus semillas.

### **4.2.1 Jatropha curcas**

Jatropha curcas, conocida como piñón, tempate o jatropa, es una planta que tiene propiedades medicinales e industriales, de considerable potencial para la producción de biodiesel.

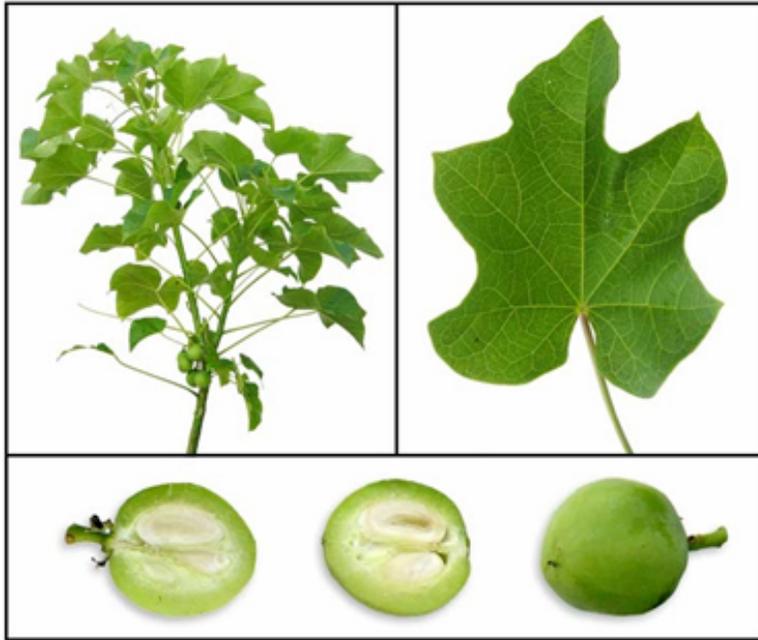
La Jatropha es un arbusto o árbol pequeño, originario de América pero ampliamente cultivado en países de Asia y África; es reconocida por ser un excelente cultivo debido a que se adapta fácil a zonas áridas, semiáridas y de alta pluviosidad, además, tiene pocas plagas y enfermedades. Es próspera en suelos de baja fertilidad y en terrenos

baldíos permite recuperar nutrientes, restaurar y rehabilitar suelos afectados por la erosión y mejorar la captura de carbono por el suelo.

Alcanza hasta 5m de altura, tiene una vida productiva de 40-50 años, produce un fruto oval de unos 30mm aproximadamente, cada fruto contiene de 2 a 3 semillas.

Productos:

- Aceite: Se obtiene al procesar las semillas secas del fruto de Jatropha. Existen dos formas, extracción por solventes y de manera mecánica mediante trituración. De éste proceso se obtiene el aceite y la pasta residual.
- Biodiesel: Se produce en laboratorio al hacer reaccionar metanol con los triglicéridos presentes en la materia prima, aceite de Jatropha en este caso.
- Glicerina: Se obtiene, en una cantidad apreciable, como residuo de la producción del biodiesel. Su aplicación principal es la producción de jabones.
- Fertilizantes: A partir de la pasta residual.



*Ilustración 15: Jatropha curcas. Fuente: carbonecapture.us*



*Ilustración 14: Extractor mecánico de aceite. Fuente: Desarrollador*

#### 4.2.2 Acrocomia vinífera

El coyol es una de las especies de palma de Costa Rica que más abunda en las planicies guanacastecas y pacífico central, su nombre científico es *Acrocomia vinifera*, es una palmera de entre 13 y 20 m de altura y de 3 a 4,5 m de diámetro de copa, cubierto de una corteza lisa y oscura, dotada de espinas fuertes y rectas de hasta 15 cm de largo.

Su fruto tiene forma globosa de entre 3-4 cm de diámetro y se da en racimos, se divide en cuatro partes: la cáscara, la pulpa, el endocarpio (parte dura que envuelve a la semilla) y la almendra. Casi todo en este fruto es aprovechable, se puede emplear en la alimentación humana, la oleoquímica y la cosmética, con su pulpa se produce un aceite recomendado para la fabricación de biodiesel, además, al procesar tanto los frutos como la cáscara, se obtiene una pasta rica en proteínas buena para alimentar al ganado. El endocarpio se puede emplear para el tratamiento del carbón activado, que se utiliza como filtro para purificar aire y líquidos.

Productos:

- Aceite de coyol: Se extrae de la pulpa del fruto, se puede utilizar en alimentación humana, la oleoquímica y en la industria cosmética.
- Biodiesel y biokeroseno: Producidos a partir del aceite de pulpa de coyol.
- Carbón: Se produce a partir del endocarpio (parte dura que envuelve a la semilla),
- Alimento animal: La pasta producida al procesar los frutos es una fuente de alimento para el ganado.



*Ilustración 16: Palma de coyol. Fuente: [bbc.com/mundo/noticias](http://bbc.com/mundo/noticias)*



*Ilustración 17: Fruto de coyol. Fuente: [portalmacauba.com.br](http://portalmacauba.com.br)*

### 4.2.3 Ricinus comunis

La higuera o ricino es una planta arbustiva, originaria de África tropical y posiblemente de la India; y se ha extendido en los climas cálidos de todo el mundo. De color verde claro a azul grisáceo, en ocasiones rojiza mide hasta 6 metros de alto, su tallo es engrosado y ramificado, sus hojas son van de los 10 a 60 centímetros. Requieren sol directo o media sombra. Se desarrollan en climas cálidos a templados y en ambientes subhúmedos.

El fruto es globuloso, casi siempre cubierto por abundantes púas, tiene tres cavidades, cada una con una semilla. Las semillas son muy tóxicas, por la presencia de ricina, que es una de las toxinas biológicas más potentes que se conocen.

El aceite de higuera extraído de las semillas, posee múltiples usos y características que lo convierten en un producto versátil y de alta calidad. No es comestible, pero es ampliamente empleado como una materia prima para muchos productos de la industria química e industrial. Plásticos, resinas y biodiesel son producidos a partir de este aceite.

Productos:

- Aceite de ricino: Extraído de las semillas secas del fruto de higuera.
- Biodiesel: Producido al hacer reaccionar el aceite de ricino con el metanol. Es un biodiesel de alta calidad con potencial en la industria aeronáutica.

- Resinas y polímeros: lementos residuales tras la producción del biodiesel. Se utilizan como materia prima para la producción de plásticos.
- Fertilizantes: Se producen con la pasta residual.



*Ilustración 18: Higuera. Fuente: Tomada en sitio*



*Ilustración 19: Semillas y aceite de ricino. Fuente: bior.mx*

## 4.3 ENERGÍAS RENOVABLES

Definición:

Se denomina energía renovable a la energía que se obtiene de fuentes naturales virtualmente inagotables, ya sea por la inmensa cantidad de energía que contienen, o porque son capaces de regenerarse por medios naturales.

Tipos:

- Eólica
- Geotérmica
- Hidroeléctrica
- Mareomotriz
- Solar
- Undimotriz
- Biomasa
- Biocarburantes.

### 4.3.1 Energía Alternativa

Un concepto similar, pero no idéntico es el de las energías alternativas: una energía alternativa, o más precisamente una fuente de energía alternativa es aquella que puede suplir a las energías o fuentes energéticas actuales, ya sea por su menor efecto contaminante, o fundamentalmente por su posibilidad de renovación.

El concepto energía alternativa nació hacia los años 70 del pasado siglo, cuando empezó a tenerse en cuenta la posibilidad de que las energías tradicionalmente usadas, energías de procedencia fósil, se agotaran en un plazo más o menos corto y era necesario encontrar alternativas más duraderas. Actualmente ya no se puede decir que sean una posibilidad alternativa: son una realidad y el uso de estas energías, se extiende por todo el mundo y forman parte de los medios de generación de energía normales.

Las fuentes renovables de energía pueden dividirse en dos categorías: no contaminantes o limpias y contaminantes.

#### Energías Limpias:

- El viento: energía eólica.
- El calor de la Tierra: energía geotérmica.
- Los ríos y corrientes de agua dulce: energía hidráulica o hidroeléctrica.

- Los mares y océanos: energía mareomotriz.
- El Sol: energía solar.
- Las olas: energía undimotriz.

#### Energías Contaminantes:

Las contaminantes se obtienen a partir de la materia orgánica o biomasa, y se pueden utilizar directamente como combustible (madera u otra materia vegetal sólida), bien convertida en bioetanol o biogás mediante procesos de fermentación orgánica o en biodiesel, mediante reacciones de transesterificación (reacción entre el metanol y los triglicéridos de la materia prima) y de los residuos urbanos.

#### **4.3.2 Energía Solar**

La energía solar es una fuente de vida y origen de la mayoría de las demás formas de energía en la Tierra. Cada año la radiación solar aporta a la Tierra la energía equivalente a varios miles de veces la cantidad de energía que consume la humanidad. Recogiendo de forma adecuada la radiación solar, esta puede transformarse en otras formas de energía como energía térmica o energía eléctrica utilizando paneles solares.

Mediante colectores solares, la energía solar puede transformarse en energía térmica, y utilizando paneles fotovoltaicos la energía lumínica puede transformarse en energía eléctrica. Ambos procesos nada tienen que ver entre sí en cuanto a su tecnología. Así mismo, en las centrales térmicas solares se utiliza la energía térmica de los colectores solares para generar electricidad.

Una importante ventaja de la energía solar es que permite la generación de energía en el mismo lugar de consumo mediante la integración arquitectónica en edificios. Así, podemos dar lugar a sistemas de generación distribuida en los que se eliminen casi por completo las pérdidas relacionadas con el transporte, que en la actualidad suponen aproximadamente el 40 % del total, y la dependencia energética.

#### *Energía solar térmica:*

Se trata de recoger la energía del sol a través de paneles solares y convertirla en calor el cual puede destinarse a satisfacer numerosas necesidades. Por ejemplo, se puede obtener agua caliente para consumo doméstico o industrial, o bien para dar calefacción a hogares, hoteles, colegios o fábricas. También se podrá conseguir refrigeración durante las épocas cálidas. En agricultura se pueden conseguir otro tipo de aplicaciones como invernaderos solares que generen mejores cosechas en calidad y cantidad, los secaderos agrícolas consumen mucha menos energía si se combinan con un sistema solar, y plantas de purificación o desalinización de aguas sin consumir ningún tipo de combustible. Con este tipo de energía se podría reducir más del 25 % del consumo de energía convencional en viviendas.

### *Energía solar fotovoltaica:*

La energía solar fotovoltaica consiste en la transformación directa de la radiación solar en energía eléctrica.

Esta transformación en energía eléctrica se consigue aprovechando las propiedades de los materiales semiconductores mediante las células fotovoltaicas. El material base para la fabricación de paneles fotovoltaicos suele ser el silicio. Cuando la luz del Sol (fotones) incide en una de las caras de la célula solar genera una corriente eléctrica. Esta electricidad generada se puede aprovechar como fuente de energía.

Este tipo de energía se usa principalmente para producir electricidad a gran escala a través de redes de distribución, aunque también permite alimentar innumerables aplicaciones y aparatos autónomos, abastecer proyectos o viviendas aisladas de la red eléctrica.

Principalmente se diferencian dos tipos de instalaciones fotovoltaicas:

- Instalaciones fotovoltaicas de conexión a red, donde la energía que se produce se utiliza íntegramente para la venta a la red eléctrica de distribución.
- Instalaciones fotovoltaicas aisladas de red, que se utilizan para autoconsumo, ya sea una vivienda asilada, una estación repetidora de telecomunicación, bombeo de agua para riego, etc.

*Parque solar/Huerta solar:*

Una huerta solar o granja es un recinto o espacio en el que pequeñas instalaciones fotovoltaicas de diferentes titulares comparten infraestructuras y servicios.

La diferencia entre parque solar y huerta solar está en el tamaño y en su carácter industrial o agrario. Un parque solar es una central solar y se refiere a una instalación de gran tamaño, más industrial compuesta por varias plantas solares que requieren una sala de control centralizada y transformadores de alta tensión.

La huerta solar se refiere a instalaciones individuales de pequeños productores con la intención de producir energía a pequeña escala para venderla a la red eléctrica. Huerta solar tiene su origen en el carácter agrícola porque se realizan encima de huertas, campos o pastos y porque metafóricamente se cultiva el sol para producir energía como otro cultivo más de la tierra.



*Ilustración 21: Calentador de agua térmico. Fuente: solar-energía.net*



*Ilustración 20: Parque solar en Nevada. Fuente: wikipedia.org*

### 4.3.3 Biomasa

La biomasa es una fuente de energía basada en el aprovechamiento de materias orgánicas de origen vegetal o animal, incluyendo los productos y subproductos resultantes de su transformación. Bajo la denominación de biomasa se recogen materiales energéticos de muy diversas clases: residuos forestales, residuos agrícolas leñosos y herbáceos, residuos de procesos industriales diversos, cultivos energéticos, materiales orgánicos contenidos en los residuos sólidos urbanos, biogás procedente de residuos ganaderos o de residuos biodegradables de instalaciones industriales, de la depuración de aguas residuales urbanas o de vertedero, etc. Pueden también incluirse bajo la denominación de biomasa, los biocombustibles, que tienen su principal aplicación en el transporte.

Las aplicaciones de la biomasa se pueden englobar en dos grupos:

- Aplicaciones domésticas e industriales que funcionan mediante la combustión directa de la biomasa.
- Aplicaciones vinculadas a la aparición de nuevos recursos y nuevas técnicas de transformación, como la gasificación.

#### *Biodigestor.*

Un digestor biológico o biodigestor, en su forma más simple es, un contenedor cerrado, hermético e impermeable (llamado reactor), dentro del cual se deposita materia orgánica como desechos vegetales y frutales (excluyendo a los cítricos ya que acidifican el medio), excremento de rumiantes o humanos, en determinada dilución con agua, esta

mezcla mediante la fermentación anaerobia por acción de microorganismos, es degradada obteniendo como producto gas metano(biogás) y un subproducto liquido (biol), el cual puede ser utilizado como fertilizante ya que es rico en nitrógeno, fósforo y potasio.

Este tipo de tecnología tiene un gran potencial para el cuidado del ambiente ya que disminuye la cantidad de desechos vertidos a los ecosistemas y además se produce una fuente de energía relativamente limpia.

#### *Planta de Tratamiento de aguas residuales:*

Las aguas residuales son generadas por residencias, instituciones y locales comerciales e industriales. Estas pueden ser tratadas dentro del sitio en el cual son generadas, por ejemplo, tanques sépticos u otros medios de depuración, o bien pueden ser recogidas y llevadas mediante una red de tuberías, y eventualmente bombas, a una planta de tratamiento.

El tratamiento de aguas residuales consiste en una serie de procesos físicos, químicos y biológicos que tienen como fin eliminar los contaminantes presentes en el agua efluente del uso humano.

La tesis fundamental para el control de la polución por aguas residuales, ha sido tratar dichas aguas en plantas de tratamiento, que hacen parte del proceso de remoción de los contaminantes y dejar que la naturaleza lo complete en el cuerpo receptor. Para ello, el nivel de tratamiento requerido está en función de la capacidad de autopurificación natural del cuerpo receptor. A la vez, esta capacidad natural es función, principalmente, del caudal del cuerpo receptor, de su contenido en oxígeno, y de su "habilidad" para re-oxigenarse. Por lo tanto el objetivo del tratamiento de las

aguas residuales es producir efluente reutilizable en el ambiente y un residuo sólido o fango, también llamado biosólido o lodo, convenientes para su disposición o reutilización.

Etapas del proceso:

- Tratamiento físico. Es la remoción de sólidos mediante tamizado o trampa de mallas.
- Tratamiento biológico. Se degrada la materia orgánica disuelta mediante procesos biológicos bacterianos, haciendo pasar el agua por diferentes filtros activos. Este proceso puede ser aeróbico o anaeróbico (con o sin oxígeno). En esta etapa se generan los lodos.
- Tratamiento químico. Se remueve la carga bacteriana producida en la etapa anterior mediante cloración.
- Efluente natural. El agua se descarga a un cauce permanente natural.

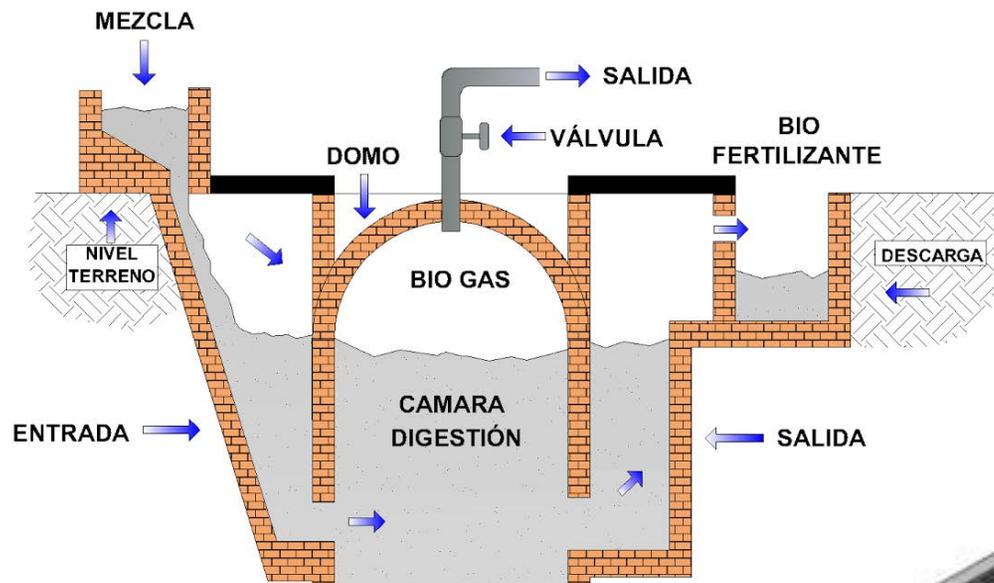


Ilustración 23: Diagrama de biodigestor.  
Fuente: wikipedia.org

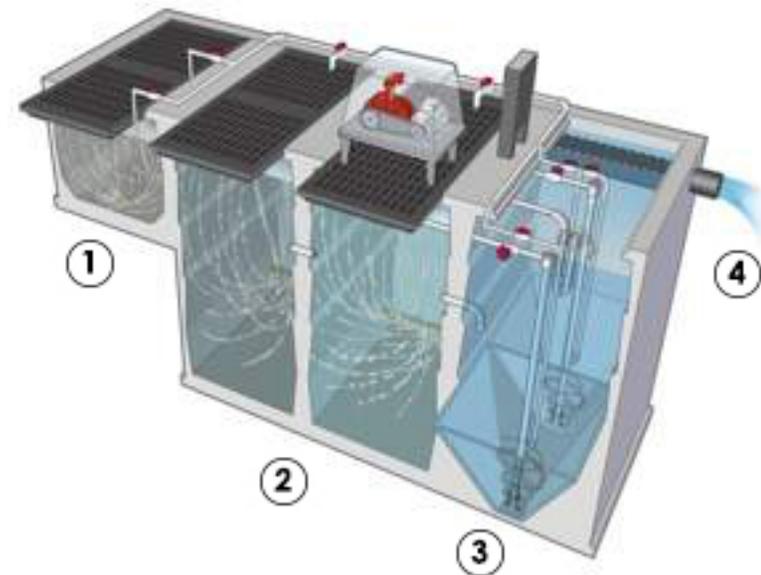


Ilustración 22: Diagrama planta de tratamiento. Fuente: [tratamientodeaguasresiduales.net](http://tratamientodeaguasresiduales.net)

- 1- Separación de sólidos
- 2- Filtración biológica
- 3- Tratamiento químico
- 4- Descarga a efluente

## **4.4 CONCEPTOS**

### **4.4.1 Sostenibilidad**

El concepto de desarrollo sostenible va ligado a todas las actividades humanas y tiene como objetivo mantener la calidad general de vida, asegurar el acceso continuado a los recursos y evitar los daños ambientales. Además, su misión es la de cumplir las necesidades de la generación actual, sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer las suyas propias. Puede ser apreciada como la búsqueda del desarrollo y bienestar humano sin degradar el entorno.

La funcionabilidad de la sostenibilidad se basa en tres ámbitos, económico, ambiental y social. Estos deben mantener un equilibrio para lograr el bienestar a largo plazo. Entre lo económico y lo ecológico se debe considerar la viabilidad, entre lo social y lo económico la equidad, y entre lo social y lo ecológico la soportabilidad. En la arquitectura, desde el punto de vista de la armonía, es importante considerar todas las áreas de la vida en el espacio en que se crea, a partir de los elementos que interactúan.

### **4.4.2 Arquitectura Sostenible**

La arquitectura bioclimática, ecológica o sostenible considera el edificio como un a segunda piel, que debe proporcionar confort y disminuir el consumo de energía. Por tanto, se dirige a la construcción de edificaciones que se integren en el ecosistema local con la utilización de materiales y técnicas propias del lugar y aprovechando al máximo

las condiciones climáticas y geográficas, agotando todas las soluciones de adecuación climática pasivas, antes de implantar sistemas activos. Además, debe atender prioritariamente el uso de energías renovables y el manejo de los excedentes. Para establecer esas estrategias se utilizaran herramientas tales como la Carta Solar, el Heliodon, entre otras.



Ilustración 25: Diagrama de sostenibilidad. Fuente: Autores

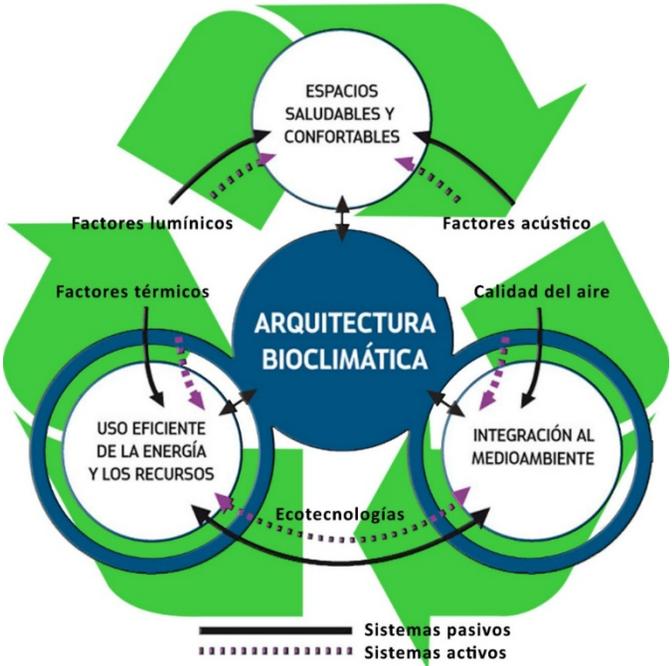


Ilustración 24: Diagrama arquitectura bioclimática. Fuente: Autores

### 4.4.3 Estrategias

El diseño de los edificios que conforman el componente Investigación y Enseñanza tiene como eje central los conceptos de la arquitectura bioclimática y debe ser ejemplo de ello teniendo un consumo energético en balance que resulte en edificios sin huella ecológica.

Para conseguir esos resultados se plantean tres estrategias de diseño:

#### *1- Adaptación al entorno.*

El objetivo principal del diseño es alcanzar los niveles de confort adecuados, temperatura, iluminación, ventilación, etc., aprovechando al máximo las características naturales del lugar y adecuando los criterios del diseño a las condiciones del entorno. Algunos puntos básicos de adaptación al entorno son:

- Orientación.
- Forma y dimensión del edificio.
- Proporción, orientación y protección solar de los vacíos.
- Integración de elementos naturales (agua, vegetación).

## *2- Piel exterior.*

Es importante conseguir un cerramiento que reduzca el flujo térmico entre dos entornos a temperaturas diferentes. Con esto se conseguirá reducir los niveles indeseados de calor por conducción del exterior al interior, mayoritariamente, así como humedades en las paredes o condensaciones. Esto se puede conseguir a través de:

- Sistemas constructivos con aislamiento térmico.
- Ventanerías con control UV.
- Sistemas de parasoles como segunda piel.

## *3- Eficiencia energética.*

Gestionar el uso eficiente de la energía mediante:

- Aplicación de energías renovables al consumo energético del edificio.
- Tratamiento de los residuos generados.
- El diseño como herramienta de ahorro energético: correcta ventilación e iluminación natural, facilidad de acceso, reducción de recorridos, fácil intercomunicación entre personas.

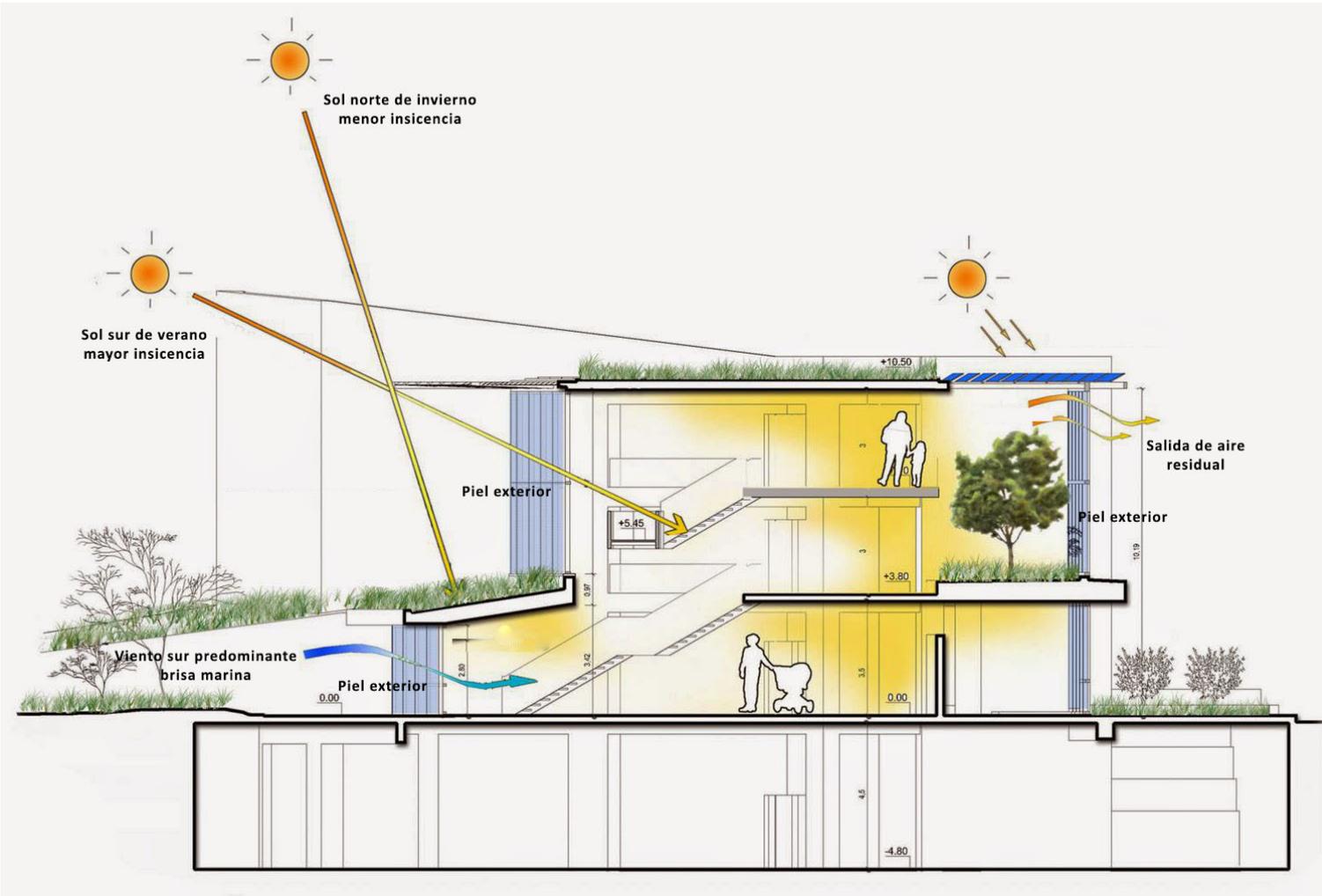


Ilustración 26: Soleamiento, ventilación y piel exterior. Fuente: Autores

## **4.5 BASES DE DISEÑO**

### **4.5.1 Laboratorios**

El diseño de laboratorios debe hacerse pensando no sólo en los equipos de trabajo sino también en las personas que allí van a trabajar. Por ello el diseño inicial de un laboratorio ha de contemplar los equipos que se van a emplear y las necesidades espaciales, de comunicación, de almacenamiento y de realización tanto del trabajo propio del laboratorio como del trabajo intelectual y administrativo que lleva asociado.

El diseño de un laboratorio consta de tres etapas: la ubicación, el dimensionamiento y la distribución interior de las diversas áreas. Sin embargo, en cada una de estas tres etapas siempre debe de estar presente la tipología del laboratorio, el conocimiento del tipo de laboratorio va a obligar al diseñador a pensar en la adecuada distribución de las diferentes áreas de trabajo, resultando en espacios más aptos y seguros, tanto para los usuarios como para el exterior del laboratorio.

La ubicación del laboratorio es una de las decisiones más relevantes a considerar, juega un papel importante en los temas relativos a la seguridad y medioambientales. El entorno puede condicionar los requerimientos de seguridad que se le debe de exigir al laboratorio y, también, puede condicionar su desarrollo futuro al no permitir ampliaciones, en caso de crecimiento de su actividad.

En cuanto al diseño interior, se requiere la consideración de aspectos técnico-constructivos, entre los que podemos citar:

- Los suelos deben de soportar cargas pesadas, también, ser resistentes a la transmisión de vibraciones para evitar interferir en ciertas medidas, sobre todo en laboratorios de investigación. Así mismo, ser resistentes a productos químicos y a la caída de objetos que puedan dañarlo. Además deben tener un punto de drenaje para recoger los vertidos.
- El techo de los laboratorios debe cumplir condiciones de resistencia a la presión y al fuego tanto como las paredes. Además, los techos deben ser fácilmente lavables y no deben de permitir la adherencia de polvo ni la absorción de productos. En el caso de falsos techos, éstos han de ser construidos con material resistente al fuego, deben estar correctamente fijados al techo.
- Las paredes deben de estar insonorizadas, sobre todo las paredes exteriores. También las interiores para crear en el laboratorio un área de trabajo cómoda y agradable.

También aspectos físico-ambientales:

- Los laboratorios deben estar adecuadamente ventilados, con zonas de entrada y salida de aire.
- El aire viciado no debe de llevarse a otras zonas de trabajo donde pueda molestar, y debe de filtrarse antes de salir al exterior.

- La iluminación interior. Preferentemente ha de disponerse de iluminación natural, por ello deben diseñar espacios con amplias entradas de luz natural. De no ser posible, se recurrirá a la iluminación artificial que habrá de mantenerse entre 500 y 2000 lux.

Sobre el mobiliario, es importante tener en cuenta que este ha de permitir trabajar con comodidad y no ser un elemento que genere disconformidad. Se debe considerar el peso del mobiliario sobre la capacidad del suelo, no debe sobrecargarse el volumen interno del laboratorio con muebles puesto que interferiría en su uso mismo y en los espacios de circulación, poniendo en riesgo la seguridad del laboratorio.

El laboratorio es un lugar de trabajo que debe de reunir unas condiciones especiales que permitan desarrollar el trabajo para el que fue creado y que además garantice la seguridad de las personas presentes y las que están en su entorno. Por su naturaleza, un laboratorio está en constante cambio, provocado por el conocimiento implicado en sus tareas. De manera que el diseño inicial de un laboratorio debe de desarrollarse sobre esta premisa.

#### **4.5.2 Auditorios**

Un auditorio es, en esencia, un espacio multiusos donde se presentan diversas actividades, desde danza, música y teatro, hasta exposiciones y conferencias. Todas las actividades que se realizan en un auditorio son fundamentalmente visuales, se viven en directo, aunque puedan incorporarse el cine, el vídeo y el sonido pregrabado. Deben cumplir con requerimientos específicos de diseño, tanto arquitectónico como de interior y acústico, para

satisfacer todas las necesidades de los diferentes usos y garantizar el confort que permita la concentración del observador en la escena.

El programa de necesidades en el diseño de auditorios es similar, aunque según el uso que tiene existen necesidades específicas que distinguen unos de otros. Todos deben cumplir ciertos requisitos para un funcionamiento adecuado. Tenemos así, como consideraciones principales de diseño:

1- *La acústica.*

Para conseguir un auditorio satisfactorio en el aspecto acústico es necesario controlar: sonido de fondo, la reverberación de la sala y la eliminación de ecos.

Sonido de fondo es el sonido asociado al ambiente inmediato, lo constituyen diferentes tipos de ruido, sonidos externos como el tráfico, y el ruido interior, el originado por el funcionamiento mismo del auditorio.

Reverberación es la persistencia de un sonido después que la fuente del sonido ha parado. Los tiempos de reverberación dependen del volumen del espacio y de la cantidad de materiales absorbentes que contenga. Por lo general, el público y las butacas proporcionan la mayor parte de la absorción, pero algunas veces es necesario agregar algún absorbente a una o varias paredes.

Eliminación de Ecos. Deben evitarse las superficies reflectantes paralelas, que producen eco, y las paredes curvas o enfrentadas que concentran los sonidos de reflexión retardados; o bien una o más de las superficies reflectantes deberán tratarse con materiales absorbentes del sonido

## 2- *La visual.*

Una buena visual para cada uno de los espectadores es primordial en el diseño de auditorios, esto se logra mediante la pendiente correcta de piso que garantice los ángulos de visión adecuados. Estos ángulos visuales son los que establecen las proporciones de la sala. La separación de la última fila hasta la boca del escenario no debe de superar 24 m en los teatros, siendo la máxima distancia a la que aún se reconoce a una persona. La anchura de la sala de espectadores está en función de que los espectadores sentados en los extremos laterales puedan ver el escenario.

## 3- *Materiales y acabados.*

Recubrimiento de muros. En el interior del auditorio se pueden utilizar varios materiales, algunos absorben el sonido como la tela, el corcho y la alfombra; otros lo reflejan como la madera y el concreto. Se recomienda que en el interior del escenario los muros, pilastras, así como el piso, deberán ser impermeables y a prueba de fuego.

Cielo. El diseño de este debe ser estudiado ya que es el elemento más expuesto al clima, cubren el edificio y en el caso de un teatro el diseño de esta repercute en la acústica del auditorio

#### *4- Iluminación.*

La iluminación en los teatros tiene fines muy diversos, desde los arquitectónicos hasta los prácticos como en el caso de la escena. La iluminación debe proporcionar condiciones precisas para que los objetos personas y movimientos puedan ser reconocidos con rapidez y claridad así como crear un ambiente agradable.

#### *5- Ventilación.*

La ventilación se utiliza con diversos fines, de los cuales el más común es el control de la humedad y la condensación. En los teatros, el aire de ventilación se usa para reemplazar el aire viciado, controlar olores y eliminar el humo. La ventilación contribuye en gran parte al confort de los ocupantes, ya que las personas permanecen un tiempo considerable dentro del edificio en una misma posición y lugar. La ventilación se logra, por dos métodos: el mecánico y el natural. En ambos casos, el aire de ventilación debe tomarse del exterior. Se introduce en los edificios a través de aberturas con pantallas o rejillas con o sin ductos.

Los auditorios son espacios complejos que acogen diversas actividades, por lo tanto su diseño debe responder a los requerimientos de todas ellas para garantizar el confort y el buen aprovechamiento del mismo por parte de los usuarios.

### 4.5.3 Invernaderos

A la hora de diseñar un invernadero es importante en primer lugar contemplar la ubicación del mismo, las recomendaciones generales serían:

- Exposición mínima a los vientos dominantes.
- Exposición máxima al sol.
- La mejor orientación sería la este a oeste con los cultivos orientados de norte a sur para evitar las posibles sombras.
- Fácil acceso.
- Cercanía a fuentes de agua.

Como elemento indispensable el invernadero debe contar con ventilación, esta puede situarse en las zonas altas de los laterales. Si el invernadero está dotado de ventanas no hay que olvidar incluir en ellas una malla anti-insectos.

Hay muchas formas de invernadero, los tipos más habituales son:

### *1- Invernadero túnel.*

Es el invernadero más habitual, tiene la ventaja de ser de fácil instalación. Más resistente al viento por su aerodinámica. La ventilación se suele situar en el frente y la parte trasera por lo que se producen corrientes de aire suficientes para una correcta aireación. Por su forma se evitan sombras y se reparte mejor la luz por el interior del invernadero.

### *2- Invernadero capilla.*

Se trata invernaderos de techos planos y rectos, su forma se asemeja a una iglesia. Son apropiados para lugares dónde hay fuertes contrastes térmicos ya que el techo inclinado evita la caída del agua de condensación sobre las plantas. En este tipo de invernaderos es muy sencillo construir ventanas para la ventilación. No obstante es importante cubrir esas ventanas con malla mosquitera. La cubierta deberá tener una pendiente del 30%.

### *3- Domo geodésico.*

Los domos son una excelente alternativa para usarlos como invernaderos, debido al micro clima que se genera en el interior. Las diferentes dimensiones de los domos hacen que se pueda adaptar como grandes invernaderos o como pequeños ambientes controlados.

#### 4.5.4 Espacios Educativos

El aula es el ambiente donde se realiza el proceso de enseñanza, aprendizaje mediante el diálogo, con la participación del docente, que orienta el proceso, y los alumnos. Tanto el diseño del aula como el mobiliario requerido deben facilitar las variadas interacciones que ahí ocurren: profesor-alumno, alumno-alumno, internas-externas.

Se ha comprobado que los estudiantes desarrollan mejores resultados cuando se flexibiliza el espacio en cuanto a la distribución del mobiliario, que permite distintas formas de organización de las actividades. El diseño debe permitir realizar trabajos tanto personales, como en pequeños equipos y/o en conjunto.

El mejor diseño será el que permita la mayor flexibilidad en la enseñanza, presentación y exposición de materias.

Algunas de las reglamentaciones que de acuerdo al MEP se deberán considerar son:

- Se establece el área mínima del salón de clase, en 1.5m<sup>2</sup> por alumno. El máximo de alumnos recomendado por aula debe ser de 30 alumnos(as).
- La luz natural que reciban los espacios educativos deberá ser directa, de preferencia proveniente del norte o si esta orientación no es posible, los ventanales se tratarán con la protección adecuada contra la radiación solar. Las ventanas deberán tener una dimensión mínima equivalente a una quinta parte de la superficie del piso. No se podrá utilizar como único recurso la iluminación cenital.

- Los muros opuestos a las ventanas deberán tener aberturas ubicadas de tal manera que permitan la ventilación cruzada, cuya magnitud será determinada por las condiciones climáticas de la zona.
- Se deberá contar con servicios sanitarios separados para hombres y mujeres, tanto para los alumnos como para los profesores. La cantidad de piezas sanitarias para alumnos se calcularán en la siguiente forma: Un inodoro y un orinal o mingitorio por cada cuarenta alumnos. Un inodoro por cada treinta alumnos. Un lavabo por cada ochenta alumnos. Un bebedero por cada 100 alumnos. En planta baja, la cantidad de muebles sanitarios se incrementará en un 10%.
- Los pasillos tendrán como mínimo un ancho de 2,40m para los primeros 400m<sup>2</sup> de planta útil y se aumentarán a razón de 0,60m por cada cien metros adicionales o fracción.
- El área de vestíbulos, patios, plazas y pasillos será de un mínimo del 5% del área total construida.
- La superficie libre mínima deberá calcularse a razón de 4m<sup>2</sup> por alumno. Dentro de la superficie libre deberá destinarse una zona pavimentada o enzacatada para juegos, no menor de 2,25m<sup>2</sup> por alumno. El área restante de la superficie libre deberá destinarse a jardines.
- Los parqueos deben ubicarse dentro de las instalaciones del centro educativo o en un radio máximo de 200 metros.

- Los sistemas de accesibilidad deben cumplir con la ley 7600 (discapacidad) y con la 7935 (adultos mayores).

Todos los edificios que se destinen a la enseñanza deberán contar como mínimo con los siguientes espacios:

- Salas de clase
- Administración.
- Patio cubierto o salón multiuso.
- Instalaciones sanitarias.
- Pasillos y/o corredores techados.

Otros espacios, cuya inclusión dependerá del plan de estudio, son:

- Espacio para la enseñanza especializada tales como: laboratorios, talleres y similares.
- Espacios para educación física.
- Espacios complementarios como biblioteca, comedor y enfermería.

La ubicación de los diferentes edificios dentro del centro educativo debe ser distribuida de acuerdo a los criterios técnicos más razonables y funcionales posibles, de manera que sean determinadas áreas específicas para deportes, área administrativa, talleres, laboratorios y otros. Cada área debe tener correlación con las edificaciones contiguas y ubicarse en función de la actividad principal a desarrollarse. No se debe mezclar edificios ni aulas con funciones ni

propósitos incompatibles. La administración, comedor e instalaciones deportivas deben estar en sitios con fácil acceso vehicular y peatonal, cerca de parqueos. La administración en particular dentro de lo posible debe contar con buena visibilidad hacia el resto de las edificaciones a fin de ejercer un adecuado control y supervisión.

#### **4.5.5 Residencias Estudiantiles**

Las residencias estudiantiles deben generar una estrecha relación tanto funcional como de imagen con el resto de edificios educativos. Deben fusionarse actividades que permitan el máximo de aprovechamiento del espacio, es por ello que se hace fundamental conectar los recintos y no distanciarlos. Además, el diseñador debe proyectar un conjunto unitario y armónico con el fin de que el alumnado sienta la relación del internado y su entorno.

Los dormitorios se organizarán de acuerdo a la capacidad y a la edad de los alumnos. El espacio debe recrear condiciones de confort adecuados a las zonas climáticas donde esté inserto. Debe permitir una adecuada ventilación y facilidad de limpieza. Mobiliario confortable, de fácil movilidad para limpieza, considerando espacios para guardar y un lugar que el alumno considere propio.

Las reglamentaciones del MEP para estos espacios son:

- La capacidad de los dormitorios se calculará a razón de diez metros cúbicos por cama como mínimo.
- Los ventanales deberán tener como mínimo una superficie equivalente a la quinta parte del área del piso.

- Los dormitorios contarán con servicios sanitarios de acuerdo con el número de camas, debiendo tener como mínimo:

- Un inodoro por cada veinte camas o fracción de veinte.
- Un orinal o mingitorio por cada treinta camas o fracción de treinta.
- Un lavabo por cada diez camas o fracción de diez.
- Una ducha por cada diez camas.

## 4.6 REFERENCIAS

<p><b>Centro de Investigación</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Investigación y desarrollo de energías alternas</li> <li>• Lugar donde se combina la investigación con la proyección y comercialización de dichas energías</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ubicación estratégica: Dominio visual – Jerarquía</li> <li>• Simbolismo: Plantación – Laboratorios Acopio - Invernaderos</li> </ul>		<p>CEDER. Soria, España</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Estudio energías alternas</li> <li>• Proyección</li> <li>• Arquitectura bioclimática</li> </ul> <p>CIRCE. Zaragoza, España</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Investigación</li> <li>• Innovación</li> <li>• Bio-construcción</li> </ul>
<p><b>Ecolegio</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Colegio técnico de enseñanza media enfocado en la temática del Parque.</li> <li>• Aprendizaje <i>in situ</i>.</li> <li>• Actividad de alto impacto – balance neutro</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Acceso único – Control – Seguridad.</li> <li>• Terraza de mayor área</li> <li>• Ubicación estratégica de biodigestores y planta de tratamiento.</li> </ul>		<p>CIER. Aresketamendi, España</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vivencia</li> <li>• Enseñanza</li> <li>• Auto suficiencia</li> </ul> <p>EARTH. Guápiles, C.R.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Educación</li> <li>• Innovación</li> <li>• Valores</li> </ul>

Ilustración 27: Tabla de resumen referencias. Fuente: Autores

# **CAPÍTULO V**

## **ANÁLISIS**

## 5.1 Análisis FODA

Empezamos con un análisis general del contexto en el que se desarrollará el proyecto, para tener una imagen clara del panorama que tiene el proyecto PDEER y sus posible alcances, así como de las posibles estrategias a tomar en cuenta para su desarrollo.

FORTALEZAS	OPORTUNIDADES
<p>1- Entorno Físico-ambiental facilitador del desarrollo del mismo.</p> <p>2- Aprovechamiento de recursos existentes (cultivo y elementos naturales del terreno).</p>	<p>1- Proyecto pionero en su ámbito.</p> <p>2- Momento de cambio del paradigma de producción energética.</p>
AMENAZAS	DEBILIDADES
<p>1- Falta de una cultura energética sostenible.</p> <p>2- Poca penetración en el mercado de dichas energías.</p>	<p>1- Difícil acceso al mismo.</p> <p>2- Poca proyección a la comunidad en este momento.</p>



## FORTALEZAS

- 1- Entorno Fisico-ambiental facilitador del desarrollo del mismo.
- 2- Aprovechamiento de recursos existentes (cultivo y elementos naturales del terreno).



## OPORTUNIDADES

- 1- Proyecto pionero en su ámbito.
- 2- Momento de cambio del paradigma de producción energética.



## AMENAZAS

- 1- Falta de una cultura energética sostenible.
- 2- Poca penetración en el mercado de dichas energías.



## DEBILIDADES

- 1- Dificil acceso al mismo.
- 2- Poca proyección a la comunidad en este momento.

## 5.2 Diagnóstico del problema

Para realizar un análisis integral y lo más veraz posible, establecimos un cuadro metodológico de diagnóstico con las variables que se consideraron como de influencia, directa e indirecta, en el proyecto y he implementamos herramientas para medir y establecer parámetros cualitativos del mismo. Las clasificamos en “sistemas” para establecer vínculos entre las que contaban una misma temática y características en común. Estos “sistemas” fueron agrupados en 4 ámbitos:

Sistema Físico-Espacial: Compete a los elementos físicos y perceptuales propios del terreno y del contexto inmediato en estudio.

Sistema Físico-Ambiental: Corresponde a factores medioambientales y a su posible influencia sobre la finca. Además se toma en cuenta el impacto del ser humano tanto en el sitio como en sus alrededores.

Sistema Político-Económico: Comprende factores de carácter político (reglamentos y leyes) y económicos (actividades, crecimiento y sostenibilidad de la zona), que puedan afectar de diversa forma al proyecto.

Sistema Socio-Cultural: Compila los factores y relaciones de índole social y cultural de la zona.

### Tabla de diagnóstico

Sistema Físico-Espacial				
Campo específico	Factores relevantes	Herramientas	Fuentes	Para qué?
Ubicación geográfica	Localización, topografía, tipo de suelo, hidrografía.	Información estadística y bibliográfica, internet y mapeo.	MOPT, INEC. SETENA, Municipalidad de Garabito, otras fuentes.	Establecer las condiciones del terreno para una mejor adaptabilidad del proyecto.
Contexto	Uso de suelo, densidad de uso, bordes, escala, estado físico, otros.	Información estadística y bibliográfica, F.O.D.A., internet y mapeo.	MOPT, INEC. SETENA, Municipalidad de Garabito, trabajo de campo y otras fuentes.	Identificar las variables (fortalezas y debilidades) del contexto que afectarían de una u otra forma al proyecto. Establecer lineamientos de diseño y de programación referentes al entorno.
Vialidad y accesos	Tipo y cantidad de accesos, señalización,	Información estadística y bibliográfica, internet	MOPT, Municipalidad de Garabito,	Identificar las necesidades y problemáticas de los sistemas viales y sus complementos, para establecer

	sistemas de transporte.	y mapeo.	trabajo de campo y otras fuentes.	estrategias de manejo aplicables al desarrollo del proyecto.
Morfología y estructura de campo	Tipología en planta y elevación, volumetría del sitio, tipología de ejes, jerarquías, hitos y nodos, recorridos, ritmos, otros.	Información estadística y bibliográfica, internet, mapeo, levantamiento fotográfico y bocetos.	MOPT, Municipalidad de Garabito, trabajo de campo y otras fuentes.	Identificar patrones morfológicos y crear una estructura lógica de ordenamiento formal para plantear estrategias y lineamientos de diseño aplicables al sitio en estudio.
Percepción físico espacial (paisaje, temporalidad, otros)	Percepción general del sitio, composición visual, componentes (bióticos, abióticos y antrópicos), factores variantes, otros.	Información estadística y bibliográfica, internet, mapeo, levantamiento fotográfico y bocetos.	Trabajo de campo y otras fuentes.	Identificar las condiciones de calidad y fragilidad del paisaje para establecer un mejor ordenamiento espacial para el proyecto.
Infraestructura existente	Edificios, infraestructura vial, redes de servicios, otros.	Información estadística y bibliográfica, F.O.D.A., internet, mapeo y levantamiento.	MOPT, Municipalidad de Garabito, trabajo de campo., otras fuentes.	Identificar las condiciones y posicionamiento de la infraestructura existe para plantear estrategias de planificación a la hora de proyectar el desarrollo.

Sistema Físico-Ambiental				
Campo específico	Factores relevantes	Herramientas	Fuentes	Para qué?
Clima	Precipitación, humedad, temperatura, vientos y asoleamiento.	Información estadística y bibliográfica, internet y mapeo.	IMN, otras fuentes.	Identificar las condiciones ambientales del sitio para plantear estrategias tales como orientación, control climático, materialidad, entre otros.
Contaminación	Aérea, acústica, visual y sólida.	Información estadística y bibliográfica, F.O.D.A., internet y mapeo.	SETENA, Municipalidad de Garabito, trabajo de campo y otras fuentes.	Identificar posibles focos contaminantes y su posible influencia en el terreno.
Manejo de residuos y sostenibilidad ambiental	Manejo (sólidos, agua y otros), diseño bioclimático, materiales,	Información estadística y bibliográfica, F.O.D.A., internet, mapeo, levantamiento	Municipalidad de Garabito, Instituto de arquitectura tropical, entrevistas, trabajo de	Establecer estrategias de manejo ambiental de manera integral y sostenible.

	sistemas constructivos, energías alternativas, entre otros.	fotográfico y bocetos.	campo y otras fuentes.	
Zonas de manejo de riesgo	Zonas propensas a derrumbes, hundimientos, inundaciones, entre otros.	Información estadística y bibliográfica, internet, mapeo, levantamiento fotográfico y bocetos.	CNE, Municipalidad de Garabito, trabajo de campo y otras fuentes.	Identificar zonas de alta fragilidad ambiental y establecer estrategias de manejo y control de riesgos.
Zonas protegidas	Existencia de áreas protegidas tales como parques nacionales, refugios de vida silvestre humedales, corredores biológicos, ZMT, entre otros.	Información estadística y bibliográfica, internet, mapas, levantamiento fotográfico y bocetos.	MINAE, SINAC, SETENA, trabajo de campo y otras fuentes.	Establecer estrategias de manejo (restricción, distanciamiento, transición, entre otras) de las zonas de influencia sobre las áreas protegidas.

Sistema Político-Económico				
Campo específico	Factores relevantes	Herramientas	Fuentes	Para qué?
Actividades económicas de la zona	Espacios comerciales, industriales y agropecuarios en el sitio y sus alrededores.	Información estadística y bibliográfica, F.O.D.A., internet y mapeo.	Municipalidad de Garabito, trabajo de campo y otras fuentes.	Identificar el patrón comercial de la zona.
Índices de crecimiento, influencia y sostenibilidad económica de la zona	Estado actual y proyecciones, proyectos de desarrollo económico en la zona.	Información estadística y bibliográfica, F.O.D.A., internet, mapeo.	INEC, IEN, Municipalidad de Garabito, trabajo de campo y otras fuentes.	Identificar oportunidades de mejorar el desarrollo económico de la zona y establecer estrategias para posibles panoramas de impacto del proyecto.

Valor de suelo	Valoración económica del sitio y de los terrenos circundantes.	Información estadística y bibliográfica, internet, mapeo.	INEC, MH, Municipalidad de Garabito, trabajo de campo y otras fuentes.	Establecer referencias sobre plusvalía de la zona.
Regulación de la zona, leyes y normativa técnica que pueden influir en el proyecto	Plan Regulador del cantón, código de construcción, código sísmico de CR, reglamentos del SETENA y MINAE, reglamentos del CFIA, reglamentos del MS, reglamentos del MEP, Ley 7600: Ley de igualdad de oportunidades para personas con discapacidad.	Información estadística y bibliográfica, internet.	CFIA, MINAE, SETENA, MS, MEP, NEUFERT, Sistema Costarricense de información Jurídica, trabajo de campo y otras fuentes.	Identificar y agrupar la legislación pertinente para la tramitología y el desarrollo del proyecto.

Sistema Socio-Cultural				
Campo específico	Factores relevantes	Herramientas	Fuentes	Para qué?
Tendencias Socioculturales de la zona.	Perfil sociocultural de los habitantes de la zona y de los posibles usuarios del proyecto, identidad y participación en grupos culturales y de desarrollo en los alrededores, patologías de la zona (inseguridad, drogadicción, prostitución, entre otros)	Información estadística y bibliográfica, F.O.D.A., internet y mapeo.	INEC. IEN, Municipalidad de Garabito, trabajo de campo y otras fuentes.	Establecer el perfil de los habitantes, así como de los posibles usuarios del proyecto, identificar patrones de comportamiento de los lugareños y cómo puede afectar al proyecto.
Servicios y sostenibilidad sociocultural de la zona.	Instituciones públicas y privadas importantes para la comunidad, Grupos de apoyo y desarrollo de la zona, Programas y proyectos de ayuda comunal de la zona.	Información estadística y bibliográfica, F.O.D.A., internet y mapeo.	MOPT, INEC. SETENA, Municipalidad de Garabito, trabajo de campo y otras fuentes.	Identificar las variables (fortalezas y debilidades) del contexto que afectarían de una u otra forma al proyecto. Establecer lineamientos de

				diseño y de programación referentes al entorno.
--	--	--	--	---

Lista de acrónimos utilizados en la tabla de diagnóstico
CFIA: Colegio Federado de Ingenieros y Arquitectos. CNE: Comisión Nacional de Emergencias. FODA: Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas. IEN: Informe del Estado de la Nación. IMN: Instituto Meteorológico Nacional. INEC: Instituto Nacional de Estadística y censos. MEP: Ministerio de Educación Pública. MINAE: Ministerio de Ambiente y Energía. MOPT: Ministerio de Obras Públicas y Transporte. MS: Ministerio de Salud. SETENA: Secretaría Técnica Nacional. SINAC: Sistema Nacional de Áreas de Conservación. ZMT: Zona Marítimo Terrestre.

Dentro de las variables consideradas en la tabla de diagnóstico, se hizo un descarte de aquellas que no generaron algún tipo de influencia sobre el objeto de estudio.

Ahora bien, con la recopilación de información y la retroalimentación de las misma, se concluyó que algunas de las variables no son aplicables al proyecto, algunas otras no tienen información al respecto y otras tantas ni siquiera existen en el lugar. Para tener más clara esta situación, se adjunta la siguiente tabla resumen, estableciendo cuáles variables van a ser analizadas porque son de importancia para el proyecto y cuáles no aplican para el mismo.

Variables aplicables al proyecto y forma de análisis de cada una	No hay información suficiente, no es relevante o no aplica
Ubicación geográfica (Anotaciones y Mapeo de tipo McHarg)	Infraestructura existente (Poca infraestructura- no relevante)
Contexto (Anotaciones y Bocetos)	
Vialidad y accesos (Anotaciones y Mapeo de tipo McHarg)	Tendencias socioculturales de la zona (Casi nula influencia sobre proyecto- enclave)
Morfología y estructura de campo (Anotaciones y Bocetos)	
Percepción físico espacial (Anotaciones, Bocetos y Mapeo de tipo McHarg)	Servicios y sostenibilidad sociocultural de la zona (Casi nula en la zona)
Clima (Anotaciones y Mapeo de tipo McHarg)	
Contaminación (Anotaciones)	Índices de crecimiento, influencia y sostenibilidad económica de la zona (Poco desarrollo e influencia)
Manejo de residuos y sostenibilidad ambiental (Anotaciones)	
Zonas de manejo de riesgo (Anotaciones y Mapeo de tipo McHarg)	Valor del suelo (No relevante para el proyecto)
Zonas protegidas (Anotaciones y Mapeo de tipo McHarg)	

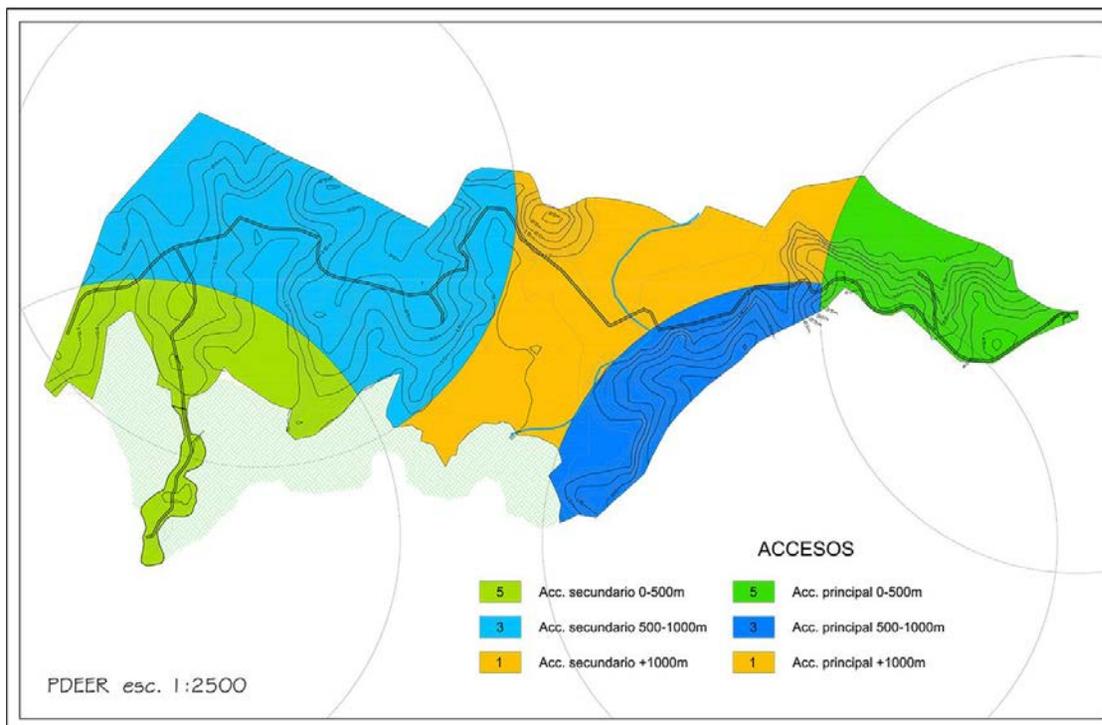
Actividades económicas de la zona (Anotaciones)	Tendencias socioculturales de la zona (Casi nula influencia sobre proyecto- enclave)
Regulación de la zona, leyes y normativa técnica que pueden influir en el proyecto (Anotaciones)	

### 6.3 Definición Estratégica de Ubicación de Componentes

Mediante la siguiente metodología de análisis, se pretende establecer zonas adecuadas para el desarrollo de las 4 etapas del proyecto PDEER, según las características propias de cada etapa, a través del mapeo de variables, consideradas de importancia y estableciendo rangos evaluativos en cada uno. Como parte final de este proceso se realiza un traslape de todos los mapas para establecer zonas con mayor puntaje y así, ubicar las diferentes etapas según su vocación y características.

### 6.3.1 Accesos

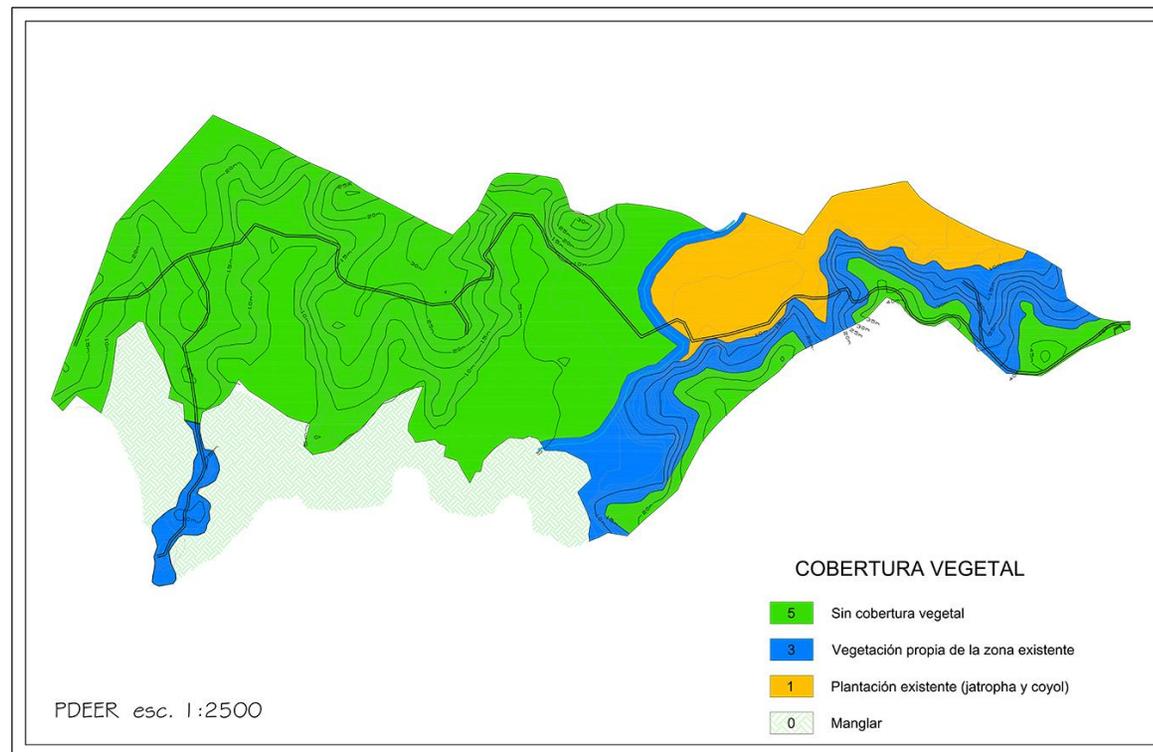
Para esta variable, se zonificó la finca, en base al factor distancia de los dos accesos que tiene la misma. El principal vehicular y el secundario fluvial a través de los canales del manglar.



Mediante los radios de acción, se determinaron zonas de mayor o menor accesibilidad dentro de la finca y así se les otorgó una valoración de cada uno de los accesos.

### 6.3.2 Cobertura Vegetal

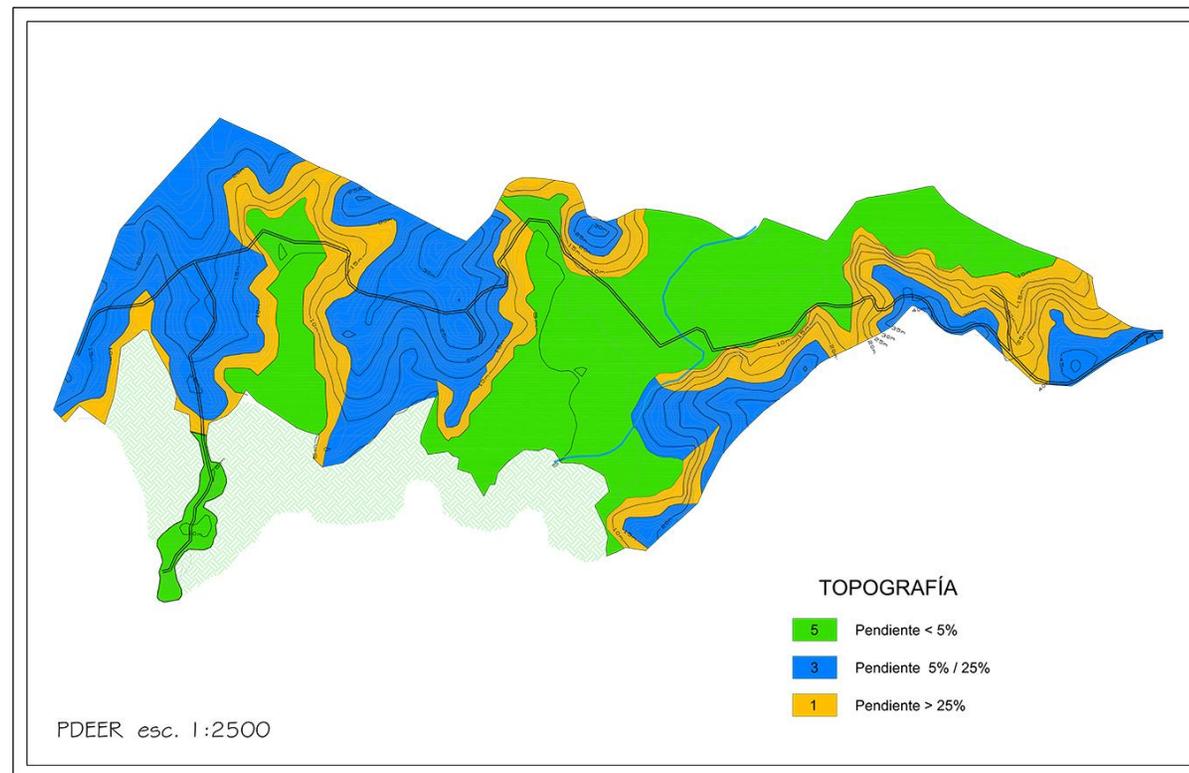
Este análisis zonifica la cobertura vegetal de la finca según la existencia de la misma, a modo general.



Se determinaron zonas sin cobertura vegetal, zonas de cultivo, y áreas de vegetación existente. Como se indicó al principio de este punto, para nuestros efectos, las áreas óptimas son las de menor cobertura vegetal porque implica menor impacto.

### 6.3.3 Topografía

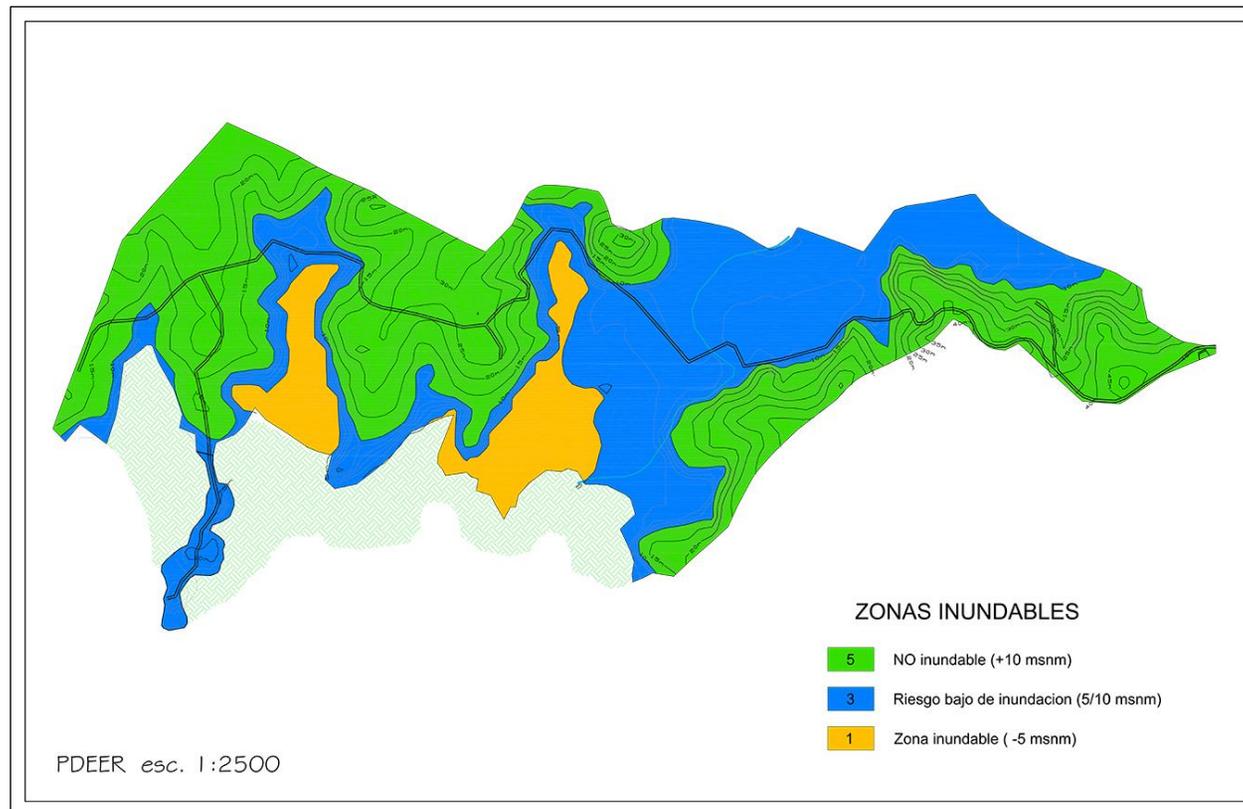
Con el siguiente mapeo, se estudian las características físico-morfológicas de la finca.



A partir del levantamiento topográfico con curvas de nivel (a cada metro) se determinaron zonas desarrollables para las necesidades del proyecto.

### 6.3.4 Zonas inundables

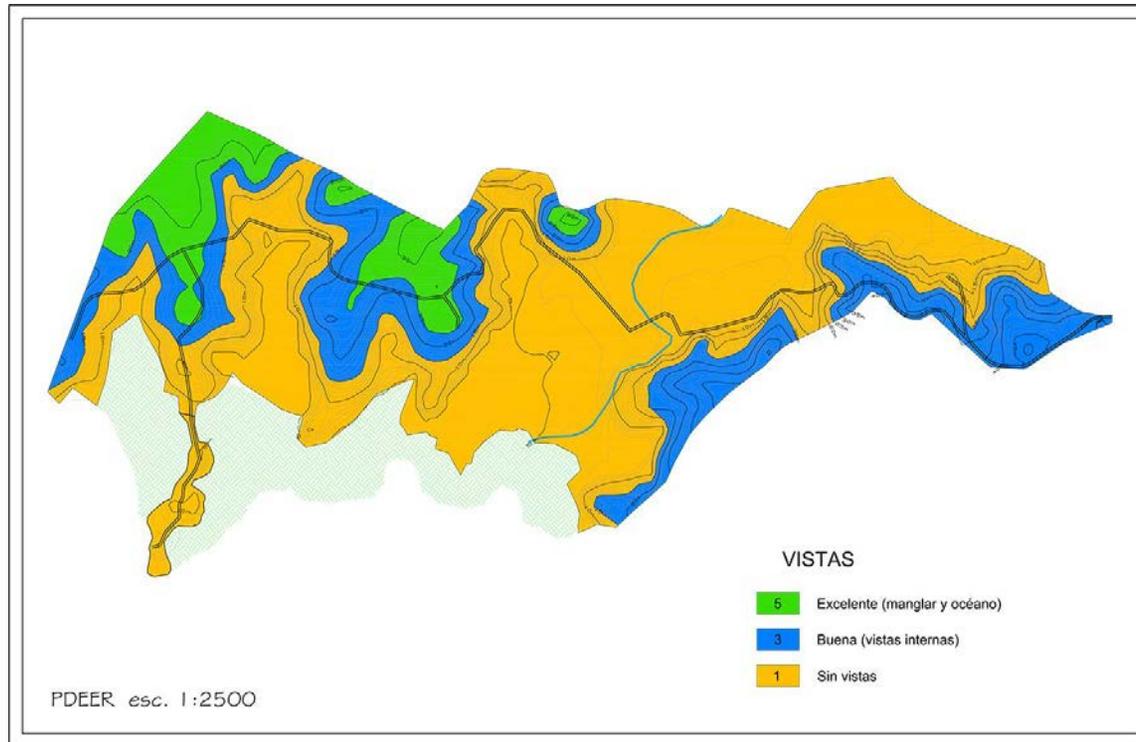
Mediante este estudio se establece zonas de riesgo para el desarrollo y va muy ligado al análisis de topografía realizado anteriormente.



Se determinaron áreas de posible inundación según la geomorfología, escorrentía y temporalidad del lugar.

### 6.3.5 Vistas

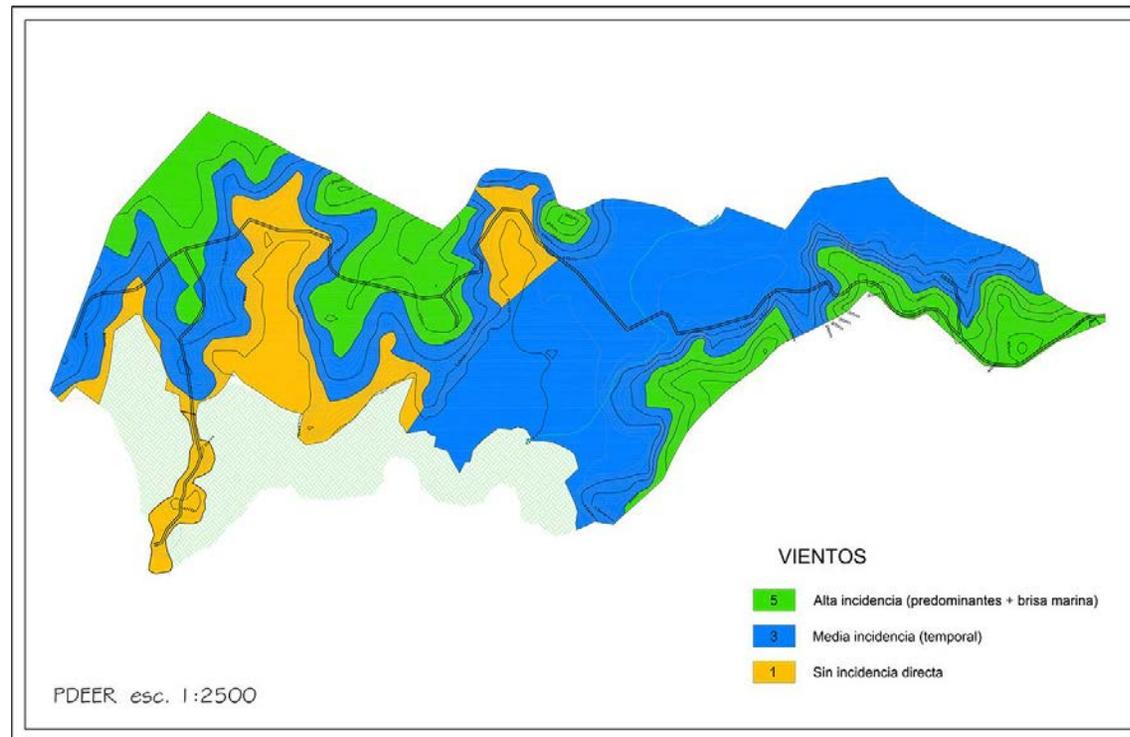
Se toma como parámetros los puntos de la finca con mayor y mejor calidad de panorámica paisajística.



Se establecen y clasifican zonas con alcance visual tanto al océano como al manglar, zonas de control visual interno y zonas con vistas marginales.

### 6.3.6 Vientos

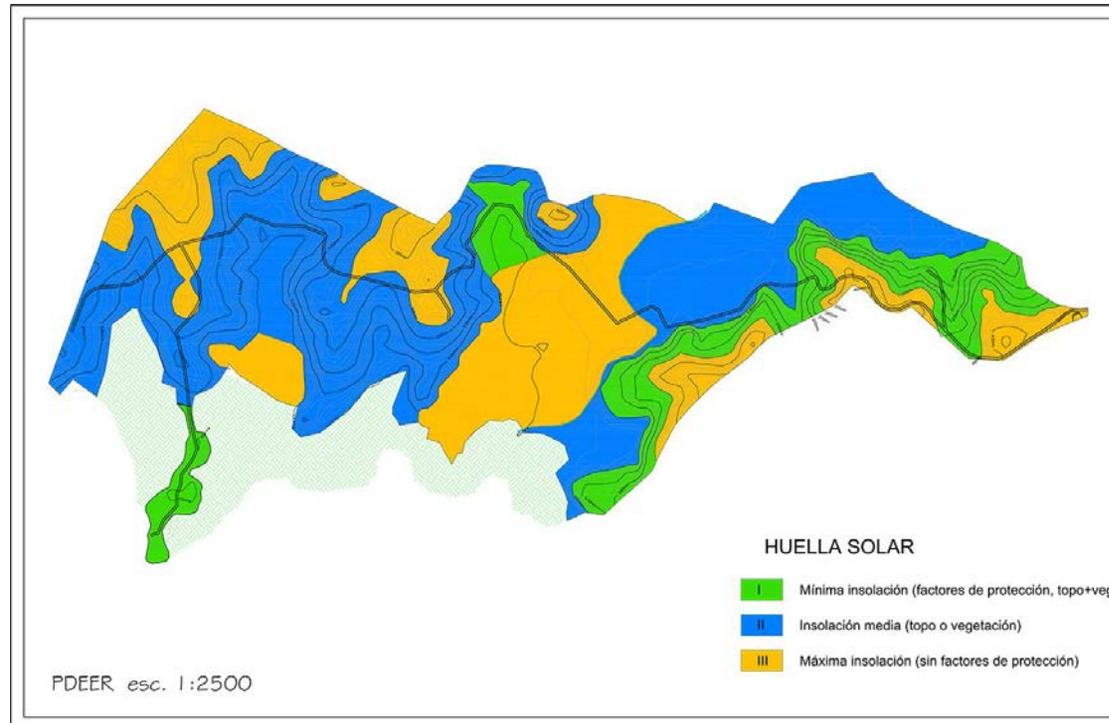
En esta variable se busca analizar la influencia sobre el terreno de los vientos predominantes, así como de las brisas marinas.



Se determinaron zonas de incidencia directa de ambos tipos de viento y zonas sin incidencia directa debido principalmente a su morfología.

### 6.3.7 Huella Solar

Se pretende establecer zonas de asoleamiento y protección solar de la finca según sus características geofísicas (relieve y vegetación) y haciendo un resumen de su temporalidad.



Se determinaron zonas de máxima, media y mínima exposición a los rayos solares durante el transcurso del día. Es un resumen de la temporalidad donde se incluyen incidencia del sol de la mañana, del medio día y del sol de la tarde en uno solo mapa.

Mediante la sobreposición de las matrices se obtiene una cuantificación de las variables utilizadas, resultando en zonas de mayor y menor valoración. A partir de la valoración de las zonas, se determinó la ubicación de las etapas correspondientes a los requerimientos del proyecto según sus características y sus necesidades.

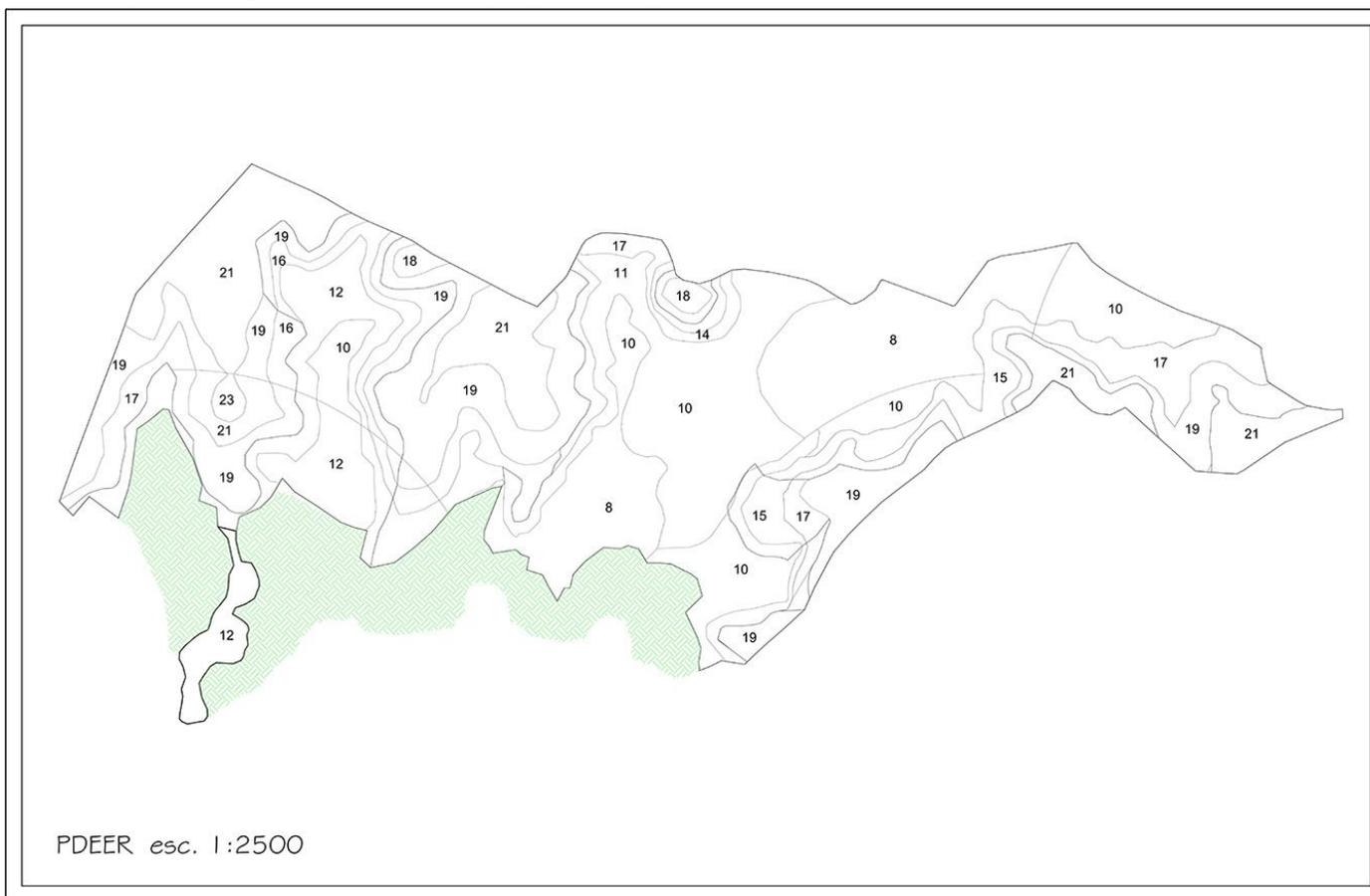
Como resultado de las matrices, también se generaron una serie de parámetros generales que establecen las pautas en común a seguir en el desarrollo del proyecto.

En el siguiente mapa resumen se presenta la sobre posición de los mapas de las diferentes variables utilizadas en el análisis físico-morfológico y climático de la finca en estudio, siendo estos:

- Acceso
- Topografía
- Vistas
- Cobertura vegetal
- Zonas inundables
- Vientos
- Huella solar

Para su interpretación se utilizó la suma de los valores generados por cada una de estas variables. La resultante fue un rango de valor de tres escalas, considerando como zona óptima la sumatoria con resultado entre 18-25, zona desarrollable el área con valores de 12-18, y zona marginal los resultados menores a 12.

El resultado del análisis mostrado anteriormente nos llevó a obtener una caracterización las zonas de idoneidad para el desarrollo y su rango de valor en el proyecto objeto de este estudio.

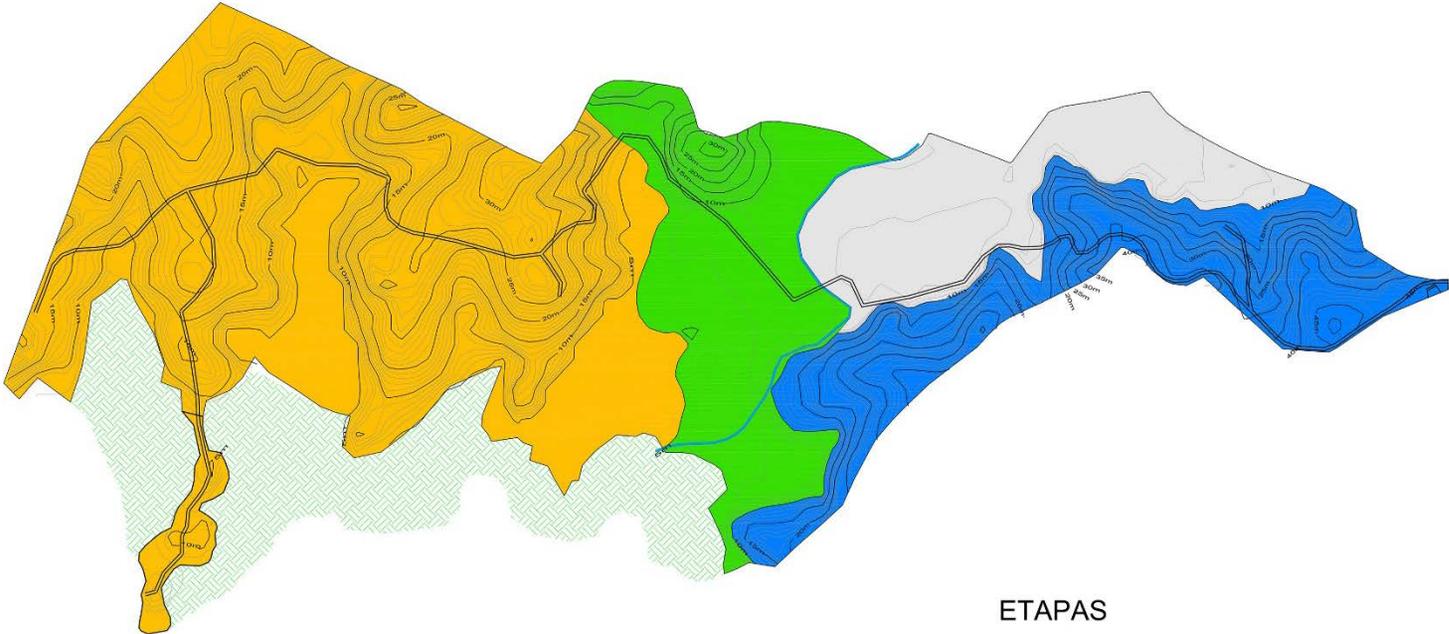


## 6.4 Resultados

### 6.4.1 Tabla de resumen



### 6.4.2 Zonificación



**01**  
**INDUSTRIAL:**  
 a- Ingreso y control  
 b- Plantación  
 c- Acopio  
 d- Area de procesos

**02**  
**INVESTIGACIÓN Y ENSEÑANZA:**  
 a- Centro de Investigación  
 b- Ecolegio

**03**  
**CIENCIA Y CULTURA:**  
 a- Pabellón Científico  
 b- Parque Solar  
 c- PTAN  
 d- Biodigestores

**04**  
**COMERCIAL Y ECO TURÍSTICA:**  
 a- Eco Hotel  
 b- Amenidades

**ETAPAS**

- I INDUSTRIAL
- II INVESTIGACIÓN Y ENSEÑANZA
- III ENERGÍAS LIMPIAS
- IV ECO - HOTEL

### 6.4.3 Pautas de diseño



### 6.4.4 Parámetros de arquitectónicos

Cubiertas: Preferible con materiales que eviten la transmisión de calor, con aislante térmico y pintadas de colores claros. Pendiente no menor de 10%.

Morfología: Cubiertas separadas de las paredes, muros que permitan aislación térmica de moderada a fuerte, ventanas pequeñas hacia el sur y oeste, con aleros amplios. Al noreste ventanería amplia para captar sol de la mañana e iluminación indirecta.

Orientación: Eje principal preferiblemente con dirección este-oeste para aprovechar lo más posible el viento predominante y las brisas marinas.

Iluminación: Dentro de lo posible, iluminación natural indirecta, preferible utilizando la luz del norte y sistemas de iluminación cenital con filtros. En espacios de trabajo que lo requieran utilizar luz artificial tipo led.

Ventilación: Preferiblemente natural, ubicada de tal forma que se pueda aprovechar el viento predominante y las brisas marinas para generar ventilación cruzada así como ventilación cenital.

Altura de recintos: Altura no menor de 2.80 metros.

Rompe-vientos: Utilización de árboles y de elementos arquitectónicos para aminorar, desviar y aprovechar las corrientes de aire.

Parasoles: Utilización para protección de moderada a total de la radiación solar, con intención hacia el este y total hacia el sur y el poniente. Extensiones, patios y corredores: Preferiblemente hacia el sur y oeste con sombreaderos naturales. Aprovechar espacio de sobra formado por los volúmenes y protegiendo de brisas fuertes.

Colores: En la medida de lo posible utilizar colores claros para mayor reflexión de los rayos solares.

Materialidad: Por la salinidad, al estar tan cerca de la costa, se optó por utilizar concreto, piedra y madera como materiales predominantes en los proyectos.

#### **6.4.5 Respuesta arquitectónica**

Proteger con parasoles y aleros los espacios internos, asegurar una ventilación natural amplia, conjugar las orientaciones. En general, es una zona con escasez de materiales de construcción de origen local, por la precaria vegetación y excesiva salinidad, lo cual influye en la prematura oxidación de los elementos de hierro empleado en los edificios. Uso de la vegetación y del agua como regulador térmico en patios y zonas intermedias. Uso de zonas intermedias sombreadas (cono de sombra).

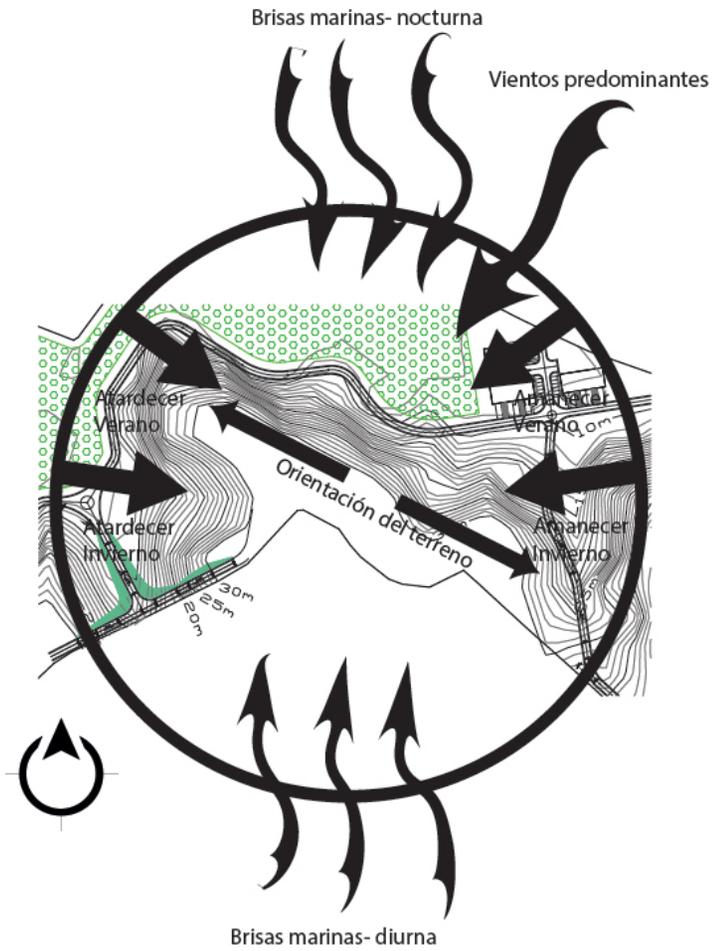
Observando los dos terrenos bajo las mismas condiciones ambientales del contexto se puede ver claramente que son afectados de diferente manera por la forma y direccionalidad de cada uno, es justo en este punto, en donde arranca el análisis individual de cada proyecto tomando en cuenta los parámetros arquitectónicos nombrados anteriormente. Cada uno se encargará de escoger las estrategias adecuadas apegándose a los parámetros y resolviendo cada uno de los espacios según sus condiciones y necesidades.

El terreno del Centro de investigación, va a tener amplio rango de asoleamiento durante la mañana y parte de la tarde. Una de las caras largas da hacia el noreste permitiendo el aprovechamiento de la luz indirecta.

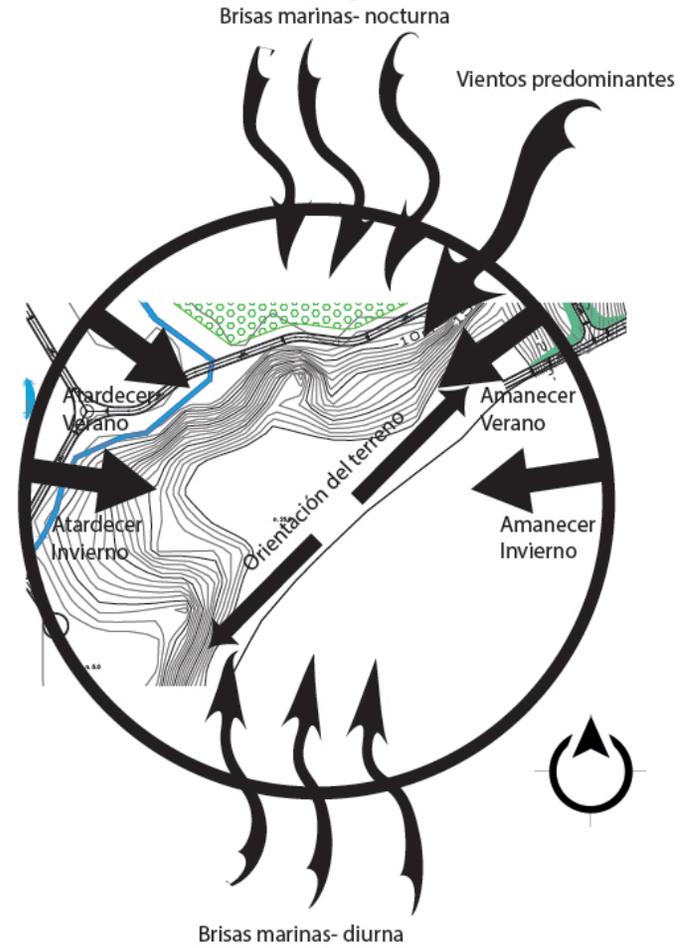
Los vientos predominantes y las brisas marinas lo golpean por las caras más largas del mismo.

El terreno del Ecolegio posee las condiciones contrarias al terreno del Centro de Investigación, asoleamiento de la mañana en la cara corta y un fuerte asoleamiento durante el día el día y al atardecer. Aprovechamiento intermedio de la luz indirecta.

## Terreno para desarrollo del Centro de Investigaciones



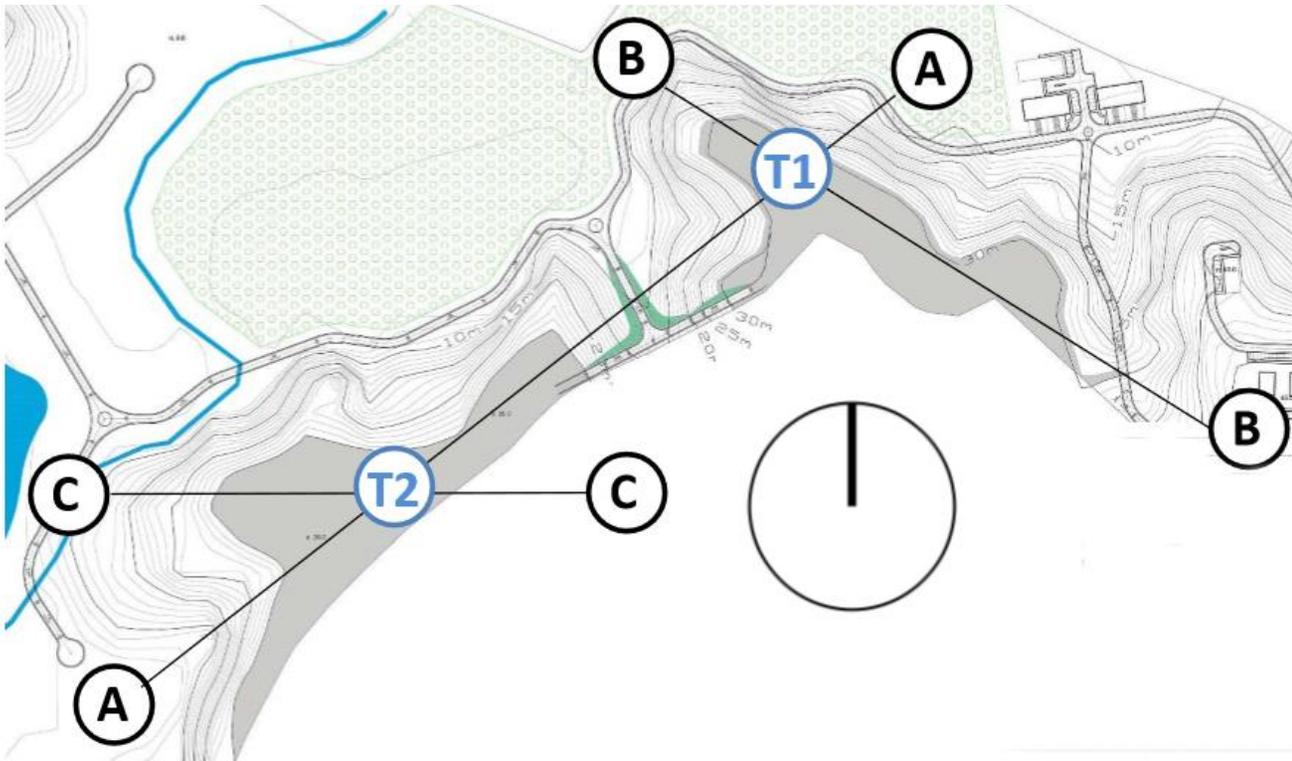
## Terreno para desarrollo del Ecolegio



#### **6.4.6 Morfología**

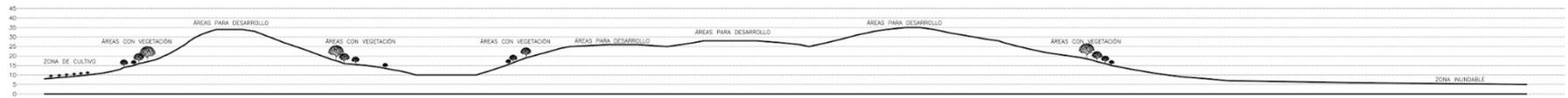
La forma del terreno es abrupta pero con espacios desarrollables. La direccionalidad de las cumbres nos muestra dos ejes principales muy marcados. Uno pequeño en sentido NO-SE y otro más grande en sentido SO-NE. Luego se trazaron las huellas de las posibles zonas aprovechables para el desarrollo de cada una de las cimas, tratando de aminorar el impacto, y se estableció que la más pequeña sería destinada para el centro de investigaciones y la más amplia sería para el Ecolegio, debido a la complejidad, tamaño, cantidad de necesidades y por el número de usuarios de cada proyecto. En cuanto al viento predominante, se puede decir que golpea la cara corta del lote y será mejor opción aprovechar las brisas marinas, tanto diurnas como nocturnas. El terreno del Ecolegio posee las condiciones contrarias al terreno del Centro de Investigación, asoleamiento de la mañana en la cara corta y un fuerte asoleamiento durante el día el día y al atardecer. Aprovechamiento intermedio de la luz indirecta del norte. En cuanto al viento predominante, se puede decir que golpea la cara corta del lote y será mejor opción aprovechar las brisas marinas, tanto diurnas como nocturnas.

Se puede observar en los perfiles del terreno que las cumbres son los espacios más desarrollables, tanto por su extensión, su ubicación privilegiada y porque hay un menor impacto, tanto en la vegetación existente como en lo que se refiere al terraceo del terreno.



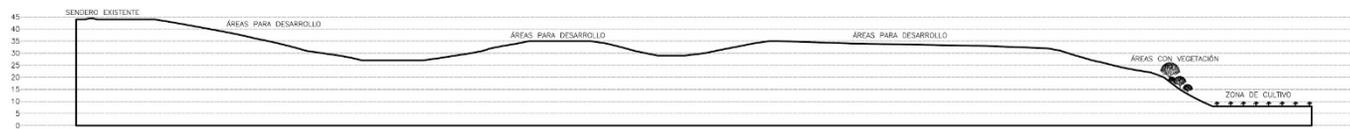
	Área (m <sup>2</sup> )	Corte (m <sup>3</sup> )
Terraza 1	12,072 m <sup>2</sup>	35,000 m <sup>3</sup>
Terraza 2	16,339 m <sup>2</sup>	47,000 m <sup>3</sup>

El perfil principal es el que atraviesa las dos cumbres del componente II, muestra en parte la direccionalidad de ambas, casi perpendicular la una con la otra, así como la pendiente aprovechable y la hondonada que será el sitio de acceso a ambos proyectos.



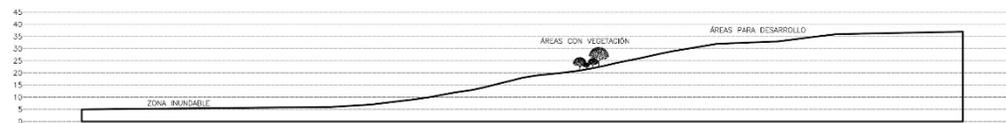
C O R T E A - A

En el segundo perfil se aprecia la extensión y la regularidad de la cumbre de la derecha, en donde se proyecta el Centro de Investigaciones.



C O R T E B - B

En este último perfil se aprecia un desnivel considerable pero con espacios desarrollables, sobre todo en la cima. El corte transversal de la cumbre de la izquierda, en donde se proyecta el Ecolegio.

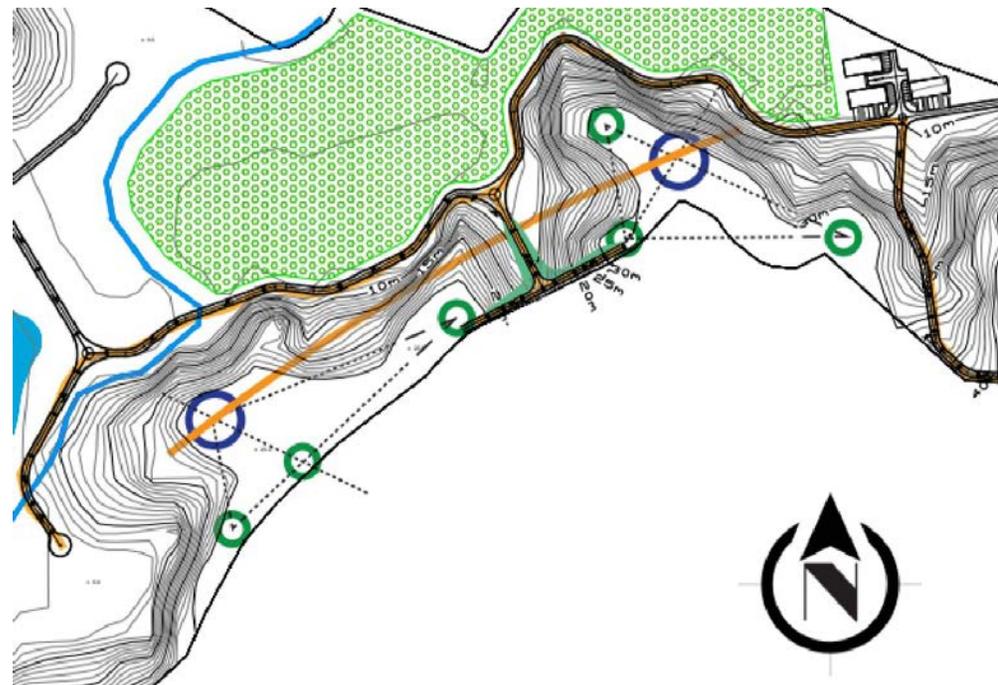


C O R T E C - C



Se establecieron ejes secundarios y se trazó el recorrido de la calle de ingreso, reforzando el vínculo mencionado anteriormente entre ambos proyectos.

La estructura de campo sugirió dos conjuntos de cuatro elementos cada uno, conteniendo un punto focal jerárquico en cada una de las explanadas, justo en el punto de intercepción de los ejes e integrados a una tríada de puntos de menor jerarquía que generan una serie de ejes secundarios entre sí. Así mismo, los puntos principales están interconectados entre sí por un eje de transición, el cual, refuerza la jerarquía entre ambos.



# **CAPÍTULO VI**

## **PROPUESTA ARQUITECTÓNICA**

## **6.1 CENTRO DE INVESTIGACIÓN**

### **6.1.1 Conceptualización**

Es un conjunto de edificios que debe combinar tanto la investigación propia de las diferentes energías como la proyección de los resultados a grupos específicos como inversionistas, investigadores, estudiantes y a la comunidad. Está conformado por tres diferentes actividades y su infraestructura necesaria:

#### 1- Edificio de Laboratorios:

Un edificio que alberga tres distintos laboratorios, correspondientes a cada una de las materias primas producidas en el PDEER, (tempate, coyol e higuera), además de sus espacios y necesidades auxiliares así como áreas de exposición, amenidades y administrativas.

Debe adaptarse en su diseño y dar una respuesta a las condicionantes físico-ambientales y climáticas del entorno inmediato en que se encuentra. También, tanto su consumo energético como su huella (producto residual), deben estar en balance.

Su ubicación debe ser estratégica y brindarle jerarquía, puesto que es el espacio principal del conjunto.

#### 2- Auditorio:

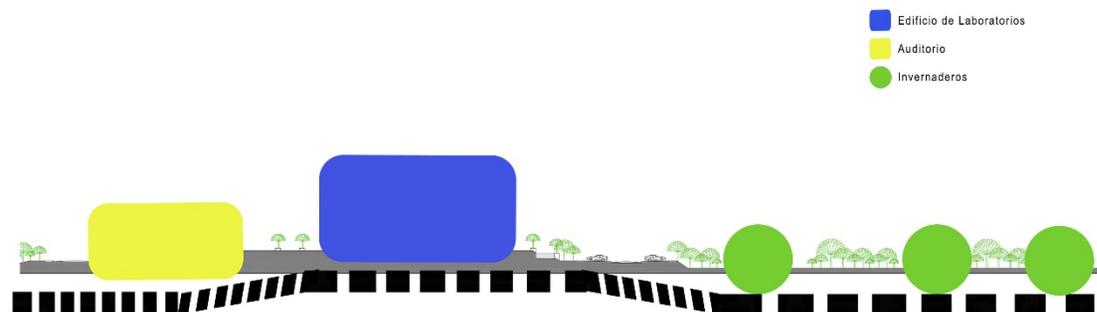
El auditorio es, un espacio multiusos donde se presentan diversas actividades, relacionadas tanto al Centro de Investigación y su función de proyectar los resultados de sus desarrollos a grupos específicos, como del Ecolegio, esto por cuanto es a su vez el auditorio principal de dicho espacio, siendo así el anclaje funcional entre ambos componentes.

Deben cumplir con los requerimientos específicos de diseño, tanto arquitectónico como de interior y acústico, para satisfacer todas las necesidades de los diferentes usos y garantizar el confort que permita la concentración del usuario.

Su ubicación debe reforzar el nexo con el Ecolegio.

### 3- Invernaderos.

Se plantean tres espacios de invernadero, uno en función por cada especie de las materias primas. Son la “incubadora” del Centro de Investigación, es aquí donde se separan y se reproducen las mejores semillas.



*Ilustración 28: Diagrama de ubicación de usos. Fuente: Elaboración propia*

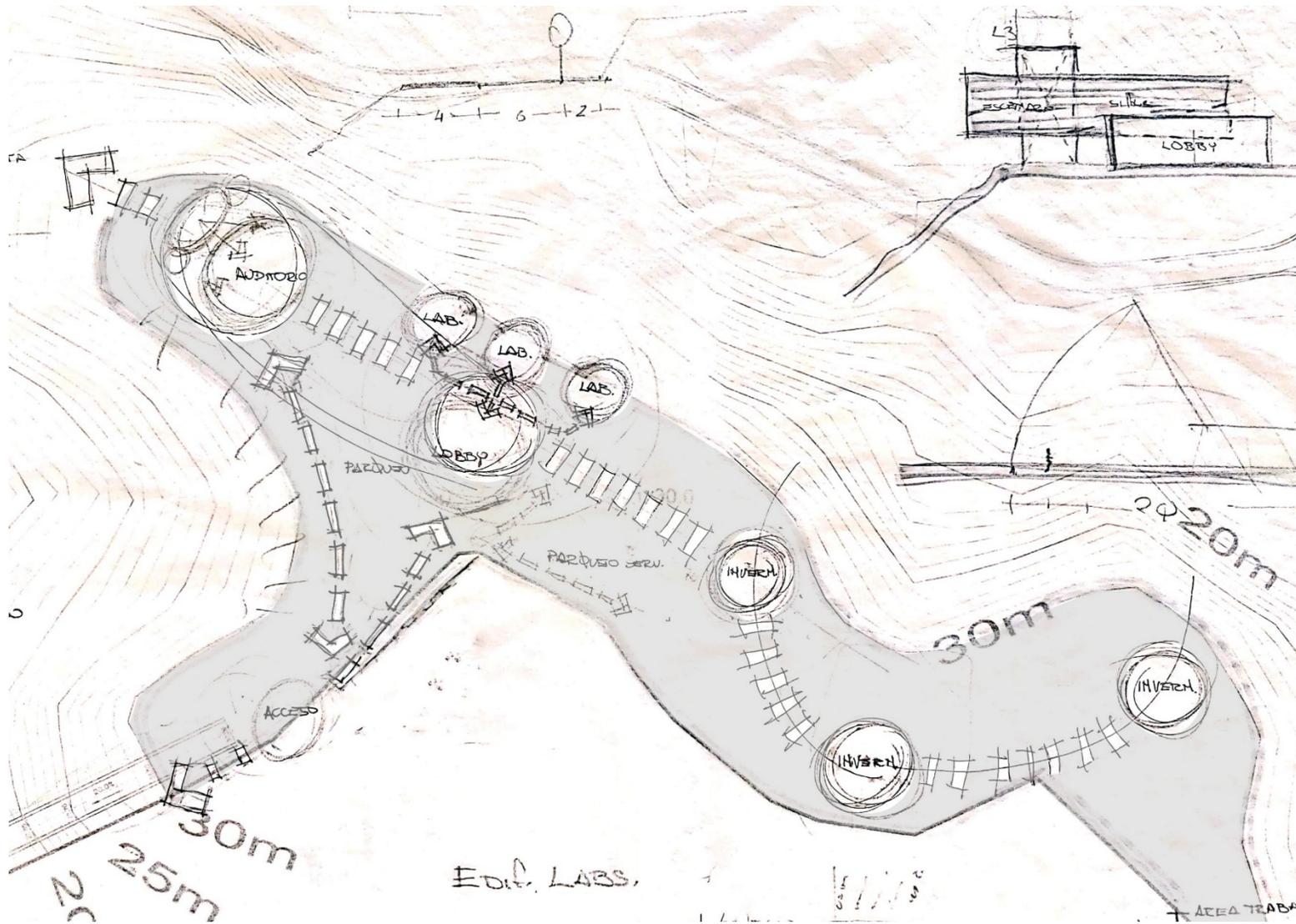
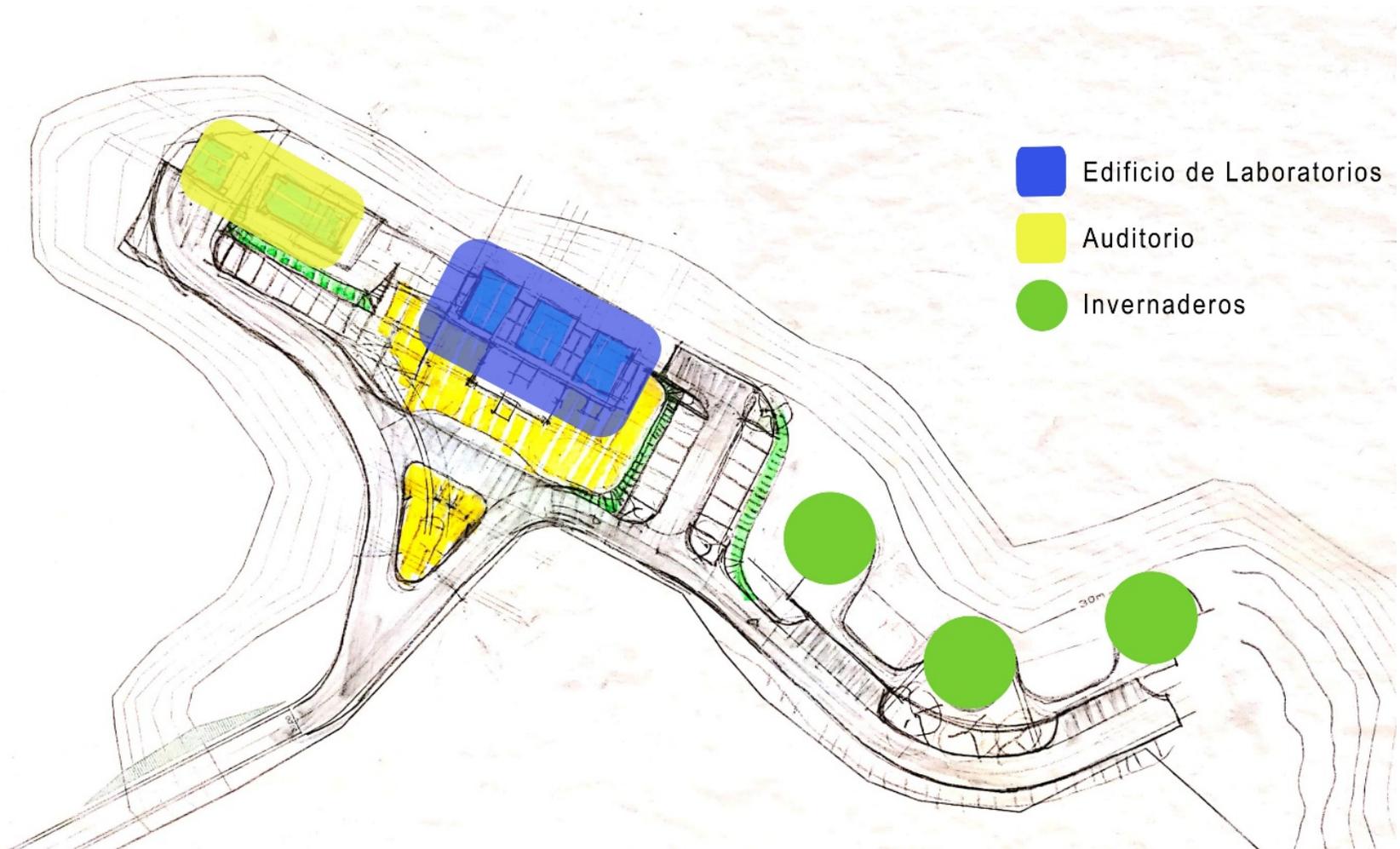


Ilustración 29: Planta esquemática. Fuente: Elaboración propia



*Ilustración 30: Planta esquemática. Fuente: Elaboración propia*

### 6.1.2 Programa arquitectónico

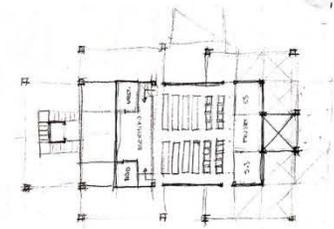
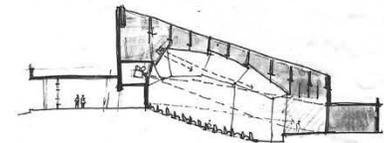


# PROGRAMA ARQUITECTÓNICO

MÓDULO	UNIDAD	COMPONENTES	CANTIDAD	USUARIOS			RESTRICCIÓN DE USO			ÁREA		DIAGRAMAS DE RELACIONES ESPACIALES
				PERFIL	CANTIDAD EN TOTAL	PRIVADO	REGULADO	PÚBLICO	COMPONENTE	TOTAL		
EDIFICIO DE LABORATORIOS	AMENIDADES	PARQUEO EXTERNO	20	VISITANTES	100				13.75	275.0		
		CASSETILLA DE CONTROL	1	GUARDAS	2				13.5	13.5		
		CARGA Y DESCARGA	2	PERSONAL INTERNO RUTEROS	6				24.50	49.00		
		BODEGA GENERAL	1	MISCELANEOS	1				28.0	28.0		
		SALON	2	VISITANTES ESTUDIANTES	30				32.0	64.0		
		S.S.	2	VISITANTES ADMINISTRATIVOS INVESTIGADORES	8				16.0	32.0		
		CAFETERÍA	1	VISITANTES ADMINISTRATIVOS INVESTIGADORES	32				128.0	128.0		
		COCINA Y ESPACIOS COMPLEMENTARIOS	1	COCINEROS	4				32.0	32.0		
	LOBBY	VESTIBULO PRINCIPAL	1	VISITANTES ADMINISTRATIVOS INVERSIONISTAS INVESTIGADORES ESTUDIANTES	50				144.0	144.0		
	ADMINISTRACIÓN	RECEPCIÓN / INFORMACIÓN	2	VISITANTES ADMINISTRATIVOS	1				4.0	8.0		
		SALA DE ESPERA	2	VISITANTES ADMINISTRATIVOS ESTUDIANTES	12				16.0	32.0		
		SECRETARIA	1	VISITANTES ADMINISTRATIVOS	1				16.0	16.0		
		ASISTENTE ADM.	1	VISITANTES ADMINISTRATIVOS	1				16.0	16.0		
		OFICINA DE GERENTE	1	VISITANTES ADMINISTRATIVOS	6				32.0	32.0		
		SALA DE REUNIONES	1	ADMINISTRATIVOS VISITANTES	15				32.0	32.0		
		BODEGA	1	ADMINISTRATIVOS	1				4.0	4.0		
		OF. MERCADEO Y CONTABILIDAD	1	ADMINISTRATIVOS	2				24.0	24.0		
		OF. DE INVESTIGADORES	1	VISITANTES INVESTIGADORES	4				24.0	24.0		
		SALA DE INVESTIGADORES	1	VISITANTES INVESTIGADORES	8				32.0	32.0		
		S.S.	3	VISITANTES ADMINISTRATIVOS INVESTIGADORES	3				4.0	12.0		
		BALCON	3	ADMINISTRATIVOS INVESTIGADORES	12				16.0	48.0		
		LABORATORIOS	LAB. JATROPHA	AREA DE TRABAJO	1	VISITANTES INVESTIGADORES	15 / 5				80.0	80.0
	LAB. REACTIVOS			1	INVESTIGADORES	2				8.0	8.0	
	BODEGA			1	INVESTIGADORES	1				4.0	4.0	
	S.S. UNICO			1	INVESTIGADORES	1				4.0	4.0	
	LAB. COYOL		AREA DE TRABAJO	1	VISITANTES INVESTIGADORES	15 / 5				80.0	80.0	
			LAB. REACTIVOS	1	INVESTIGADORES	2				8.0	8.0	
			BODEGA	1	INVESTIGADORES	1				4.0	4.0	
S.S. UNICO			1	INVESTIGADORES	1				4.0	4.0		
LAB. HIGUERILLA	AREA DE TRABAJO		1	VISITANTES INVESTIGADORES	15 / 5				80.0	80.0		
	LAB. REACTIVOS		1	INVESTIGADORES	2				8.0	8.0		
	BODEGA		1	INVESTIGADORES	1				4.0	4.0		
	S.S. UNICO		1	INVESTIGADORES	1				4.0	4.0		

# PROGRAMA ARQUITECTÓNICO

PROGRAMA ARQUITECTÓNICO									
AUDITORIO	AUDITORIO	VESTÍBULO	1	VISITANTES INVERSIONISTAS ESTUDIANTES				42.0	42.0
		AREA DE BUTACAS	1	VISITANTES INVERSIONISTAS ESTUDIANTES	120			130.0	130.0
		S.S	2	VISITANTES INVERSIONISTAS ESTUDIANTES	6			12.0	24.0
	PROYECCIÓN	SALA DE PROYECCION	1	TECNICO	1			8.0	8.0
		BODEGA	1	TECNICO	1			6.0	6.0
		ASCENSOR	2	TECNICO	2			2.25	2.25
	ESCENARIO	ESCENARIO	1	ACTORES EXPOSITORES	20			30.0	30.0
		AREA DE ENSAYOS	1	ACTORES EXPOSITORES	15			18.5	18.5
		CAMERINOS	2	ACTORES EXPOSITORES	6			9.0	18.0
		S.S	2	ACTORES EXPOSITORES	2			3.0	6.0
		LOCKERS	2	ACTORES EXPOSITORES	2			3.0	6.0
	INVERNADEROS	INVERNADERO	3	INVESTIGADORES VISITANTES ESTUDIANTES	30 5			113.0	339.0
CARGA Y DESCARGA		2	PERSONAL INTERNO	4			24.50	49.00	
PARQUEOS		20	VISITANTES	100			13.75	275.0	



### 6.1.3 Conjunto



Ilustración 31: Planta ilustrada de conjunto. Fuente: Elaboración propia



Ilustración 32: Planta arquitectónica de conjunto. Fuente: Elaboración propia



*Ilustración 33: Vista de conjunto Centro de Investigación*

6.1.4 Edificio de Laboratorios



Ilustración 34: Edificio de Laboratorios, Nivel 1

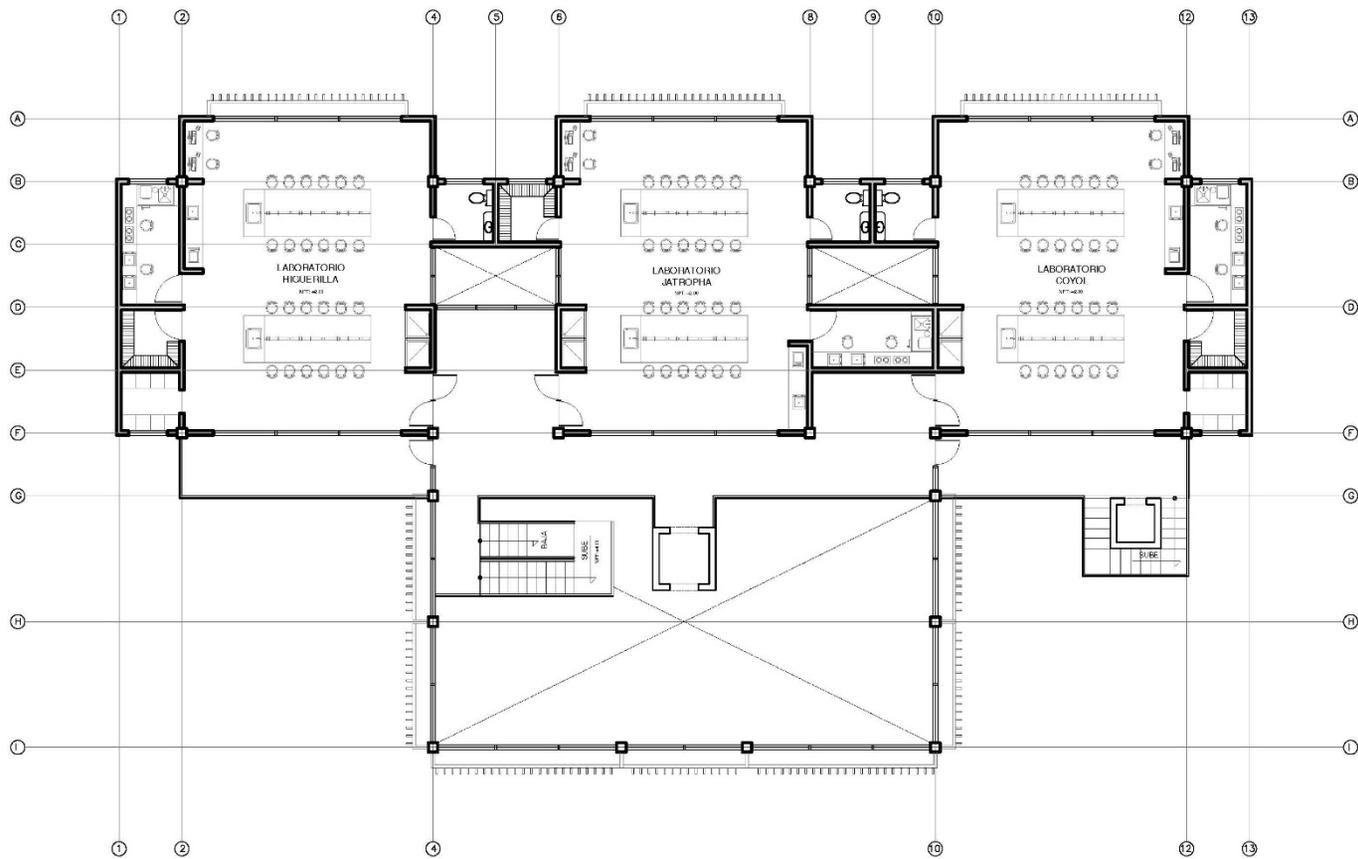
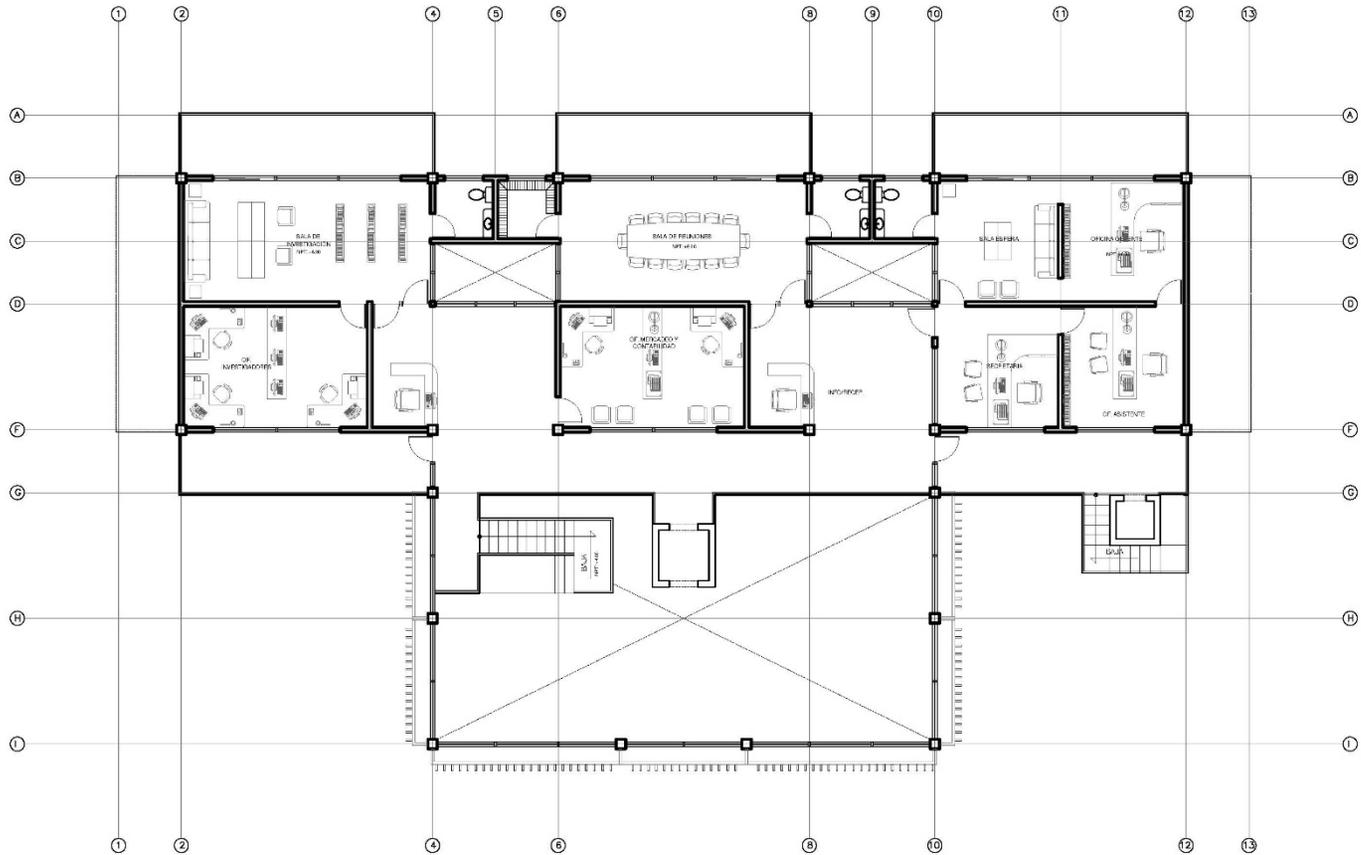
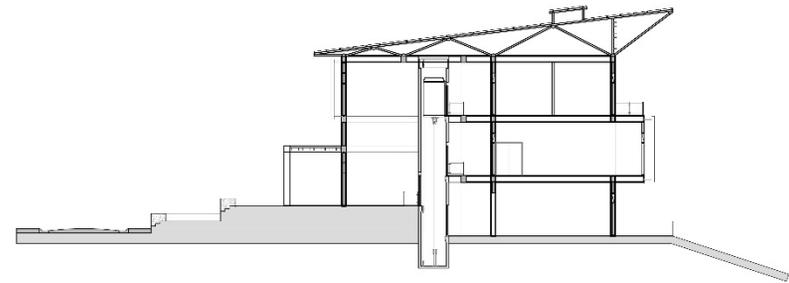
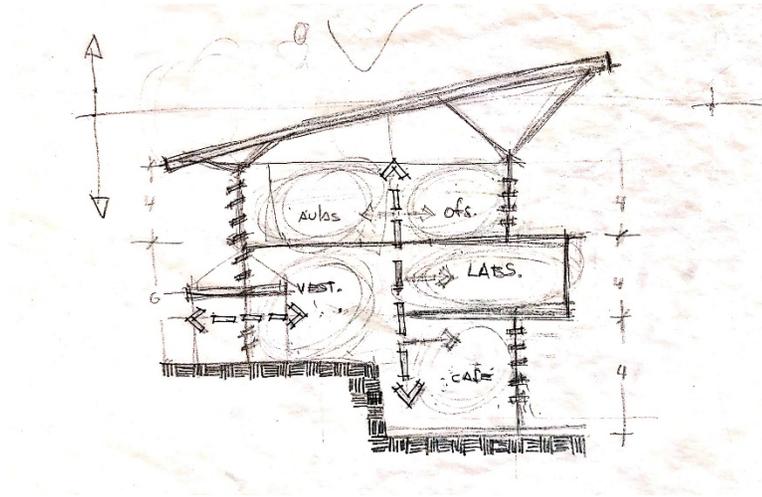


Ilustración 35: Edificio de Laboratorios, Nivel 2



*Ilustración 36: Edificio de Laboratorios, Nivel 3*



*Ilustración 37: Cortes, elevaciones y vistas, Edificio de Laboratorios*





*Ilustración 38: Elevaciones y vistas, Centro de Investigación*





*Ilustración 39: Vista externa, Edificio de Laboratorios*



*Ilustración 40: Vista externa, Edificio de Laboratorios*

6.1.5 Auditorio

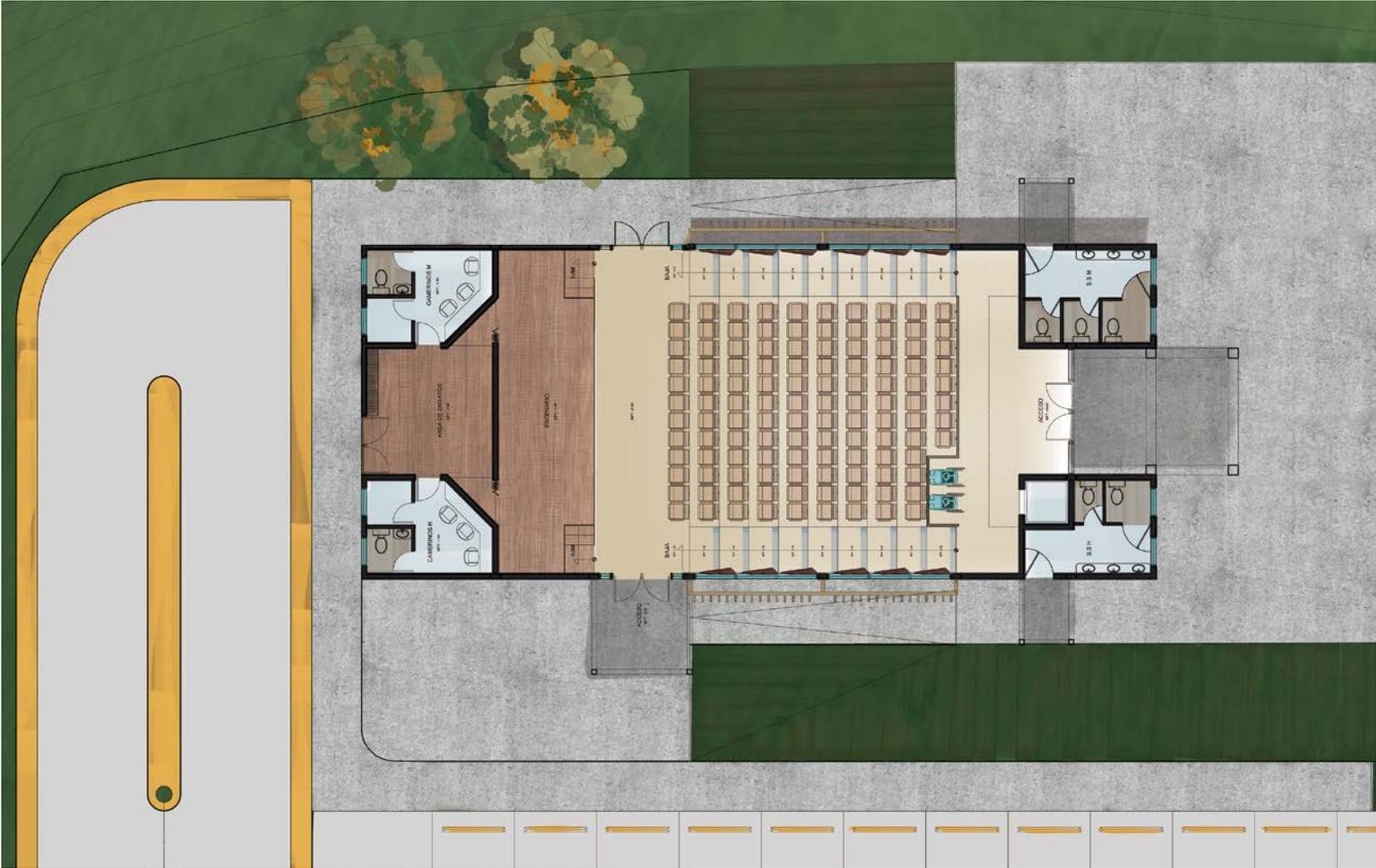


Ilustración 41: Planta de distribución, Auditorio

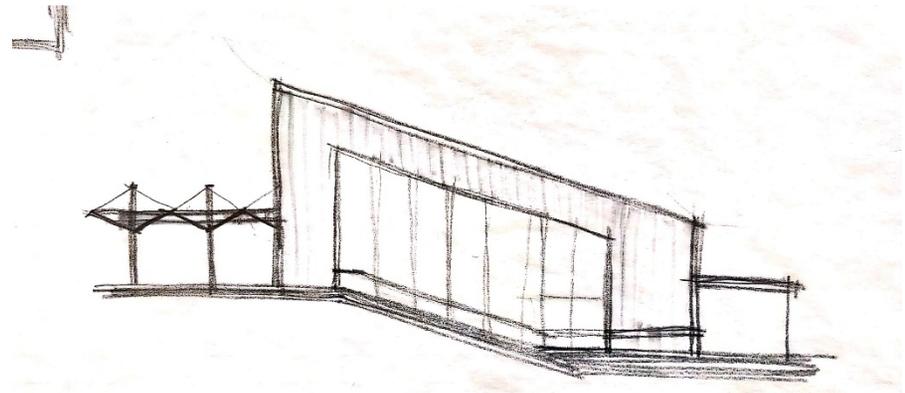
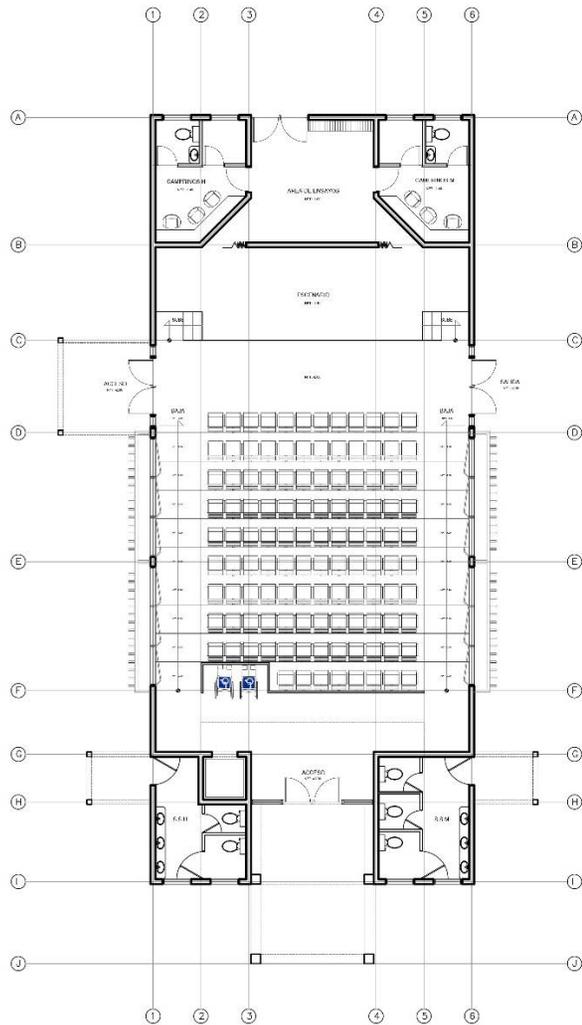
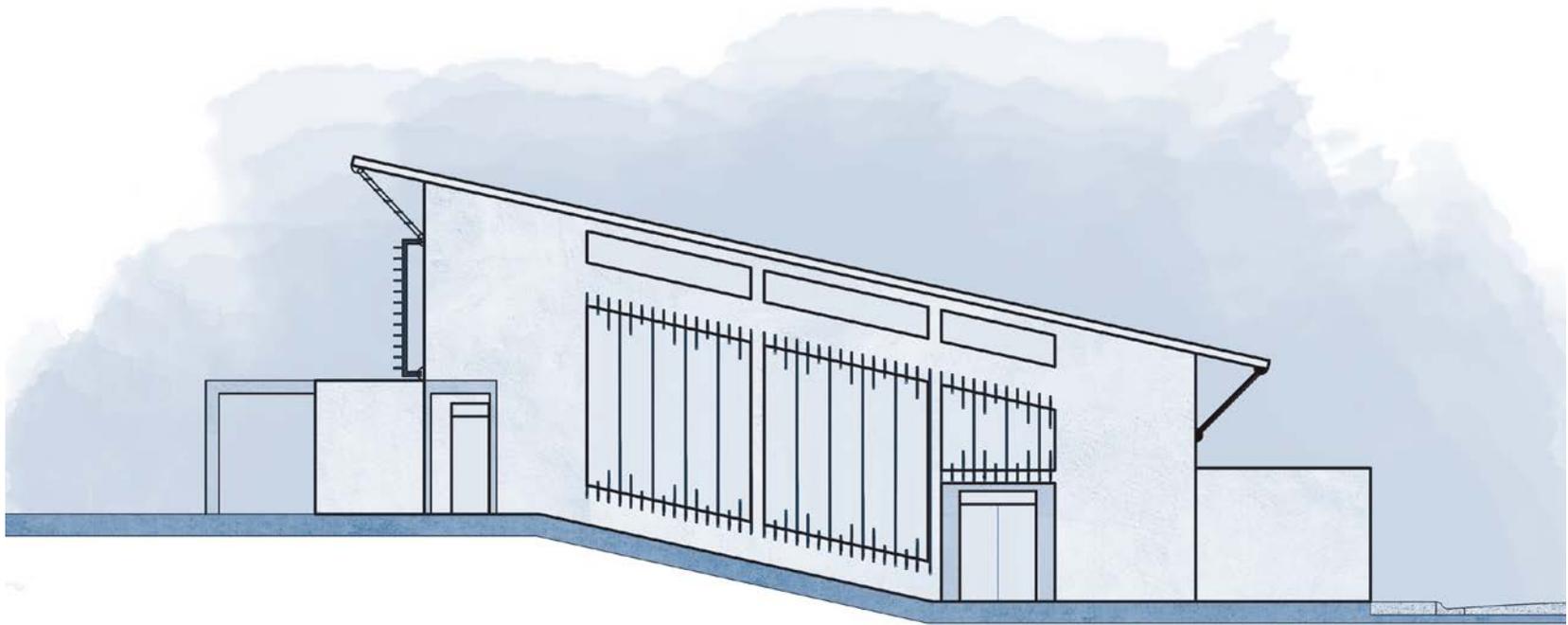


Ilustración 42: Plantas y Elevaciones, Auditorio



*Ilustración 43: Elevación y vistas, Auditorio*





*Ilustración 44: Vista exterior, Centro de Investigación*



*Ilustración 45: Vista exterior, Centro de Investigación*

### 6.1.6 Invernaderos

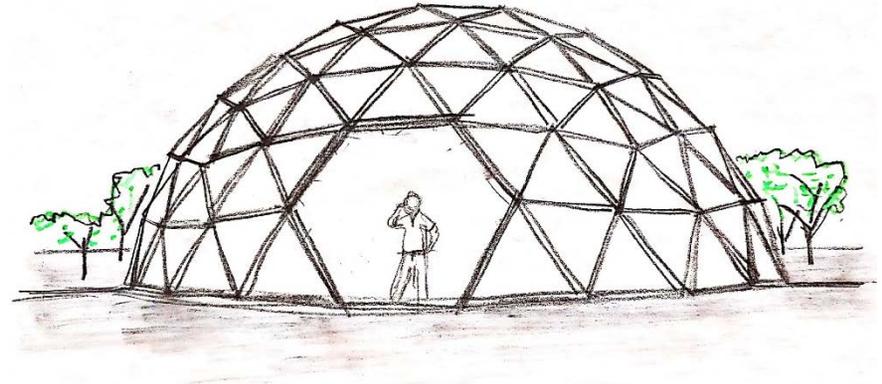
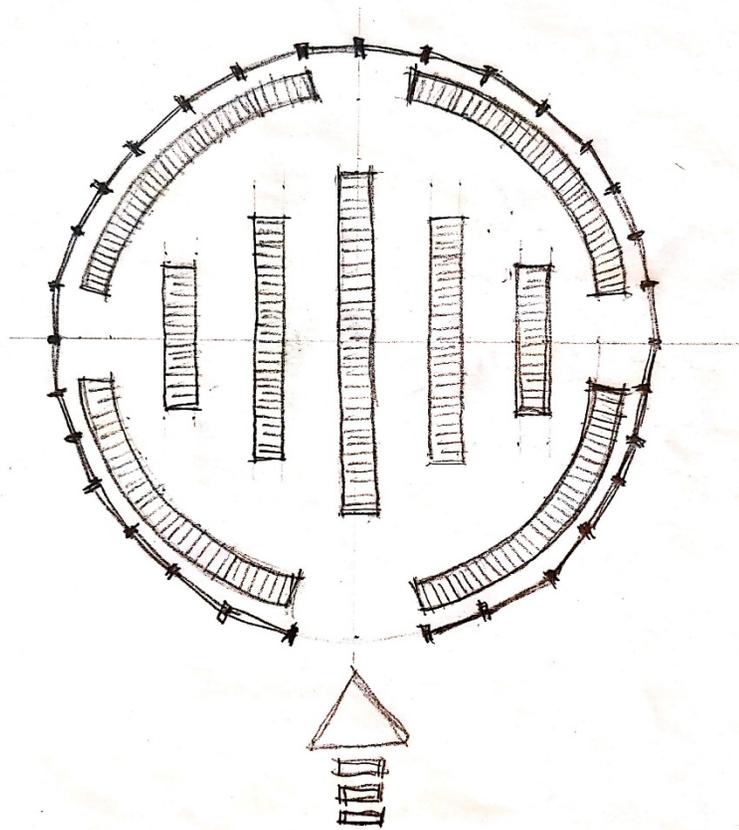


Ilustración 46: Esquemas y vista externa, Invernaderos



*Ilustración 47: Vista de conjunto, Centro de Investigación*

## 6.2 Ecolegio

### 6.2.1 Conceptualización

El Ecolegio recibirá una población estudiantil de 250 estudiantes como máximo. Este número se deriva de las proyecciones establecidas por el dueño de la finca, ya que él posee una escuela privada en Garabito y ese es el número proyectado de graduandos de la escuela que planea recibir en un principio.

Se le llama Ecolegio por varias razones, la primera es que se planea implementar un programa educativo de modalidad de formación Humanista-Científica con énfasis en la temática del proyecto (energías alternativas). También se plantea que tanto en su construcción, así como en su desarrollo, funcionamiento y mantenimiento se maneje los conceptos de sostenibilidad y autosuficiencia, para cumplir con el objetivo de la temática propia del proyecto.

Primero se deben establecer las necesidades básicas de los usuarios principales, los estudiantes, para integrarlas a las necesidades del proyecto.



El nivel de educación media, de 5 años de duración y comprende el grupo de edad de entre los 13 y 17 años. Teniendo en cuenta esto se establece un programa de estudio que comprenda los siguientes módulos de aprendizaje:

*Áreas educativa y recreativa:*

*Aulas:*

LC: Lenguaje y comunicación (español: gramática, redacción, ortografía, comprensión de lectura)

O: Orientación

M: Matemáticas

IE: Idioma extranjero (Inglés)

E.C.S: Estudio y comprensión de la sociedad y las culturas (Estudios sociales, filosofía, cívica)

*Laboratorios:*

ET: Educación tecnológica (Computación y robótica)

E.C.N: Estudio y comprensión de la naturaleza (Biología, Química. Física, Ecología)

*Multiuso y gimnasio:*

EF: Educación física

*Talleres:*

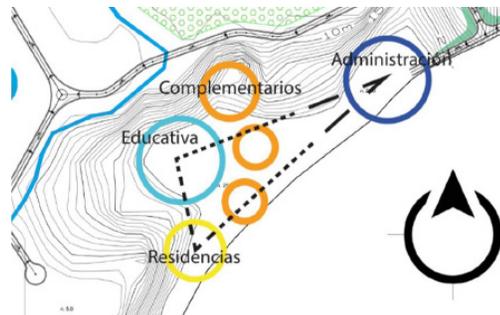
EA: Educación artística (Artes plásticas, artes musicales, artes dramáticas, artes industriales)

*Áreas Administrativas y complementarias:*

Administración, biblioteca, área de exposiciones, comedor, enfermería, oficinas, bloques de servicios sanitarios y residencias.

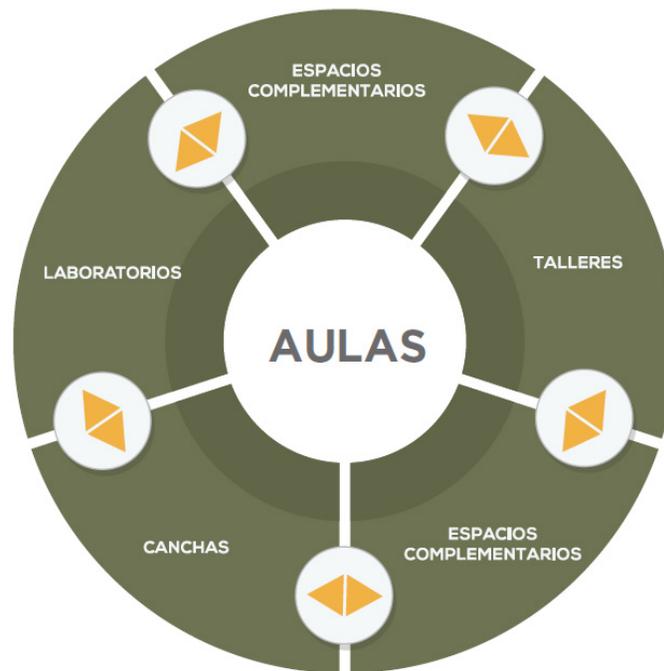
Utilizando la estructura de campo planteada en el análisis, se hace un primer acercamiento a la ubicación en el terreno de los espacios, según su función. Planteando una triada de componentes en los vértices del triángulo conformado en la estructura de campo, se determina los bordes del proyecto y sus posibles funciones.

En el ingreso se puso el área administrativa, en el vértice central el área educativa y en el vértice opuesto al ingreso se plantea las residencias estudiantiles. El triángulo, marca los ejes que posiblemente se conviertan en flujos vehiculares y peatonales.



Ahora bien, teniendo en cuenta los módulos de aprendizaje, planteados en el cuadro anterior, se plantean los espacios necesarios para cada uno y sus modalidades de uso y así, potenciar las habilidades de los alumnos, según sus niveles, e espacios que cumplan con los requisitos óptimos para el desarrollo integral.

Por jerarquía, se establecen las aulas como núcleo principal, del cual están sustentados los tres subnúcleos secundarios (laboratorios, talleres y canchas) mediante una relación directa entre estas y el núcleo primario. Teniendo en cuenta este concepto como idea generatriz, se puede establecer una serie de relaciones secundarias (directas o indirectas) entre estos espacios y el resto de espacios complementarios del complejo.



### *Permeabilidad y grados de privacidad*

Por la naturaleza del proyecto, se deben establecer niveles de permeabilidad de los espacios sin necesidad de cortar los flujos y relaciones entre ellos.

Los grados de privacidad se trabajan mediante los diferentes niveles del Ecolegio, es decir, que el primer nivel, es el que tiene relación directa con el ingreso y los visitantes, o sea, es de carácter más público, en un segundo nivel contienen características de espacio público con ciertas áreas restringidas y el tercer nivel, es meramente para uso prioritario de estudiantes, profesores y algunos administrativos. Mediante la siguiente matriz se expondrán de mejor manera este punto:

	VISITANTES	ADMINISTRATIVOSP	ROFESORES	ESTUDIANTES
INGRESO	●	●	●	●
ÁREA ADMINISTRATIVA	●	●	●	●
PLAZAS	●	●	●	●
ÁREA RECREATIVA CANCHAS	●	●	●	●
ÁREAS COMPLEMENTARIAS	●	●	●	●
ÁREA EDUCATIVA: Aulas, laboratorios y talleres	●	●	●	●
ÁREA HABITACIONAL RESIDENCIAS ESTUDAINTELES	●	●	●	●

Implementando este análisis sobre el mapa del sitio de emplazamiento del ecolegio y teniendo definido el ingreso al mismo, podemos establecer el rango de permeabilidad del proyecto y al mismo tiempo, nos da un indicio de adonde debe ir cada espacio según la restricción de uso. Se puede observar que a como se va ingresando al terreno se va escalando en nivel de restricción, aplicando la lógica funcional de permeabilidad de los usuarios del proyecto. Los usos restringidos de algunos espacios se miden por la temporalidad y uso del mismo, por ejemplo, cuando hay algún festival de índole deportiva, cultural o científica, se permitirá el ingreso de visitantes, pero en días normales de clase no.



## *Parámetros*

Para efectos del proyecto del Ecolegio se establecieron algunas directrices propias para el ordenamiento de la propuesta, así como para lograr un lenguaje arquitectónico coherente en respuesta al contexto y a sus necesidades.

Directrices contextuales: Se refieren a los factores físico-ambientales que influyen directamente sobre la superficie en la cual se proyecta el emplazamiento del Ecolegio.

- Aprovechamiento de vegetación existente. Aumentar cantidad de vegetación propia de la zona, tanto en las faldas como en el interior del proyecto para lograr tres objetivos: protección solar y de vientos, estabilización de terrenos y reintegración de flora y fauna al sitio.
- Terraceo pensado en el aprovechamiento de los desniveles del terreno para la proyección de los espacios del proyecto.
- Acceso vehicular único, para mejor control de ingreso, con circuito compacto y carril interno exclusivo para autobuses.
- Como la orientación del lote tiene un eje longitudinal en sentido Noreste-Suroeste, utilizar las estrategias climáticas en sus caras dependiendo de su inclinación con respecto al Norte, así como de su temporalidad.
- Aprovechamiento de las vistas hacia el mar, el manglar y el resto de la finca y sus alrededores, a través de espacios al aire libre al borde del emplazamiento mediante aberturas visuales. Para los edificios se proyectan

vistas dirigidas a los puntos de interés mencionados, con intención de lograr espacios internos con “telón de fondo natural” y así lograr introducir la naturaleza dentro de los mismos.

6) Integración simbiótica, por función y cercanía, con parque solar y área de procesamiento de desechos.

### *Directrices conceptuales*

Se refiere al planteamiento de ideas generadoras de funciones específicas, que se plantean dentro del proyecto, para crear un sistema dinámico e integral de actividades que establezcan un patrón de auto-sostenibilidad del mismo. Al ser un proyecto de alta complejidad, por su vocación, su temática, su contexto y por todas las variables que lo afectan, se debe tener claro su funcionamiento ordenado y conciso. Para eso, se utilizó el listado de conceptos básicos de Eco urbanismo (Ruano, 1999), en donde se acuñan un grupo de ideas de cómo debe enfocar un proyecto bajo la concepción de visión ecologista.

Un aspecto muy importante a tomar en consideración es que siendo la finca, un enclave, lejos de cualquier desarrollo urbano, la mayoría de estos conceptos deben contemplarse de manera introspectiva o sea hacia adentro de la misma, pero teniendo proyectado que funcionarán para cada una de sus partes de manera completa e integral.

1) Movilidad: Separación de flujos vehiculares y peatonales con la menor cantidad posible de cruces entre ambos. Flujo vial corto, formando un circuito de entrada y salida, tomando en cuenta las condiciones y forma del

terreno, así como la jerarquización del transporte público por encima del privado. Los flujos peatonales se plantean de manera más orgánica, creando recorridos simples y cortos dentro de los edificios, para mayor eficiencia, y para los exteriores se conciben espacios de recorrido hacia la periferia, que sean más largos pero amenos, con elementos de ritmos, pausas, vistas, nodos, entre otros, tratando de que sean integra-dos al terreno. Es importante incluir un vínculo peatonal entre el Ecolegio y el Centro de Investigación, por ser proyectos complementarios en donde se pueden realizar actividades de manera integral entre ambas partes.

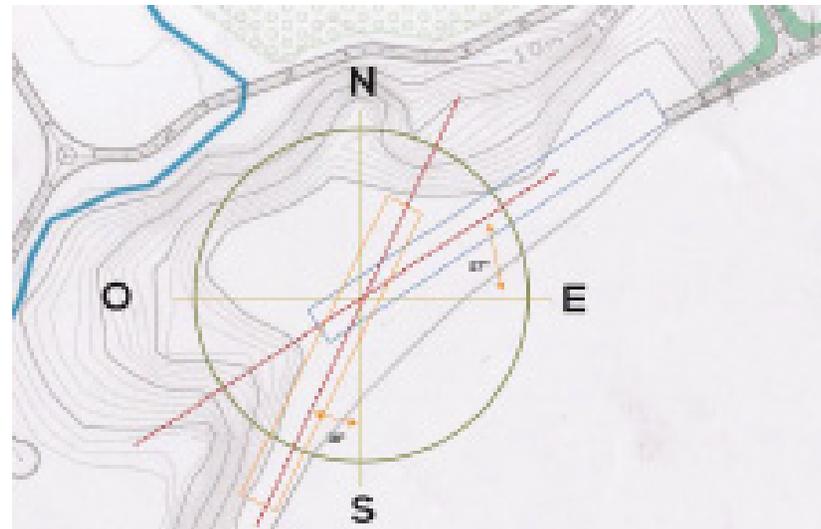
2) Recursos: Los recursos de mayor importancia para el desarrollo y funcionamiento del proyecto lo conforman el terreno en sí, el contexto en el que se ubica, además de sus condiciones físico-ambientales. La plantación también será elemento clave para potenciar el proyecto debido a que es uno de los puntos fuertes de la temática propuesta para el mismo. En cuanto a utilizar materia prima del sitio, se tomó la decisión de no extraer nada de la finca para provocar el menor impacto posible.

3) Participación: Propiciar mediante el diseño y manejo de estrategias, la creación de roles para cada participante del proyecto de manera tal, que el complejo funcione como un “organismo” en donde cada parte cumpla con una función específica, de manera que pueda mantener un desarrollo sostenible del proyecto.

4) Comunidad: Creación de espacios para realización de actividades de diversa índole, que propicien interacciones sociales. Proyección de espacios alternativos al estudio: espacios para reunión, para practicar deporte, para el ocio, entre otros.

5) Revitalización: Uno de los puntos del proyecto es la recuperación de la vegetación propia de la zona, devastada debido a la función agropecuaria que tuvo en el pasado. Sembrar de manera estratégica y apoyar la vegetación ya existente en el sitio para tratar de recuperar posibles corredores biológicos, además de proteger y amortiguar los efectos climáticos sobre partes vulnerables del proyecto. Debe haber un equilibrio en la relación simbiótica entre el proyecto y la vegetación circundante.

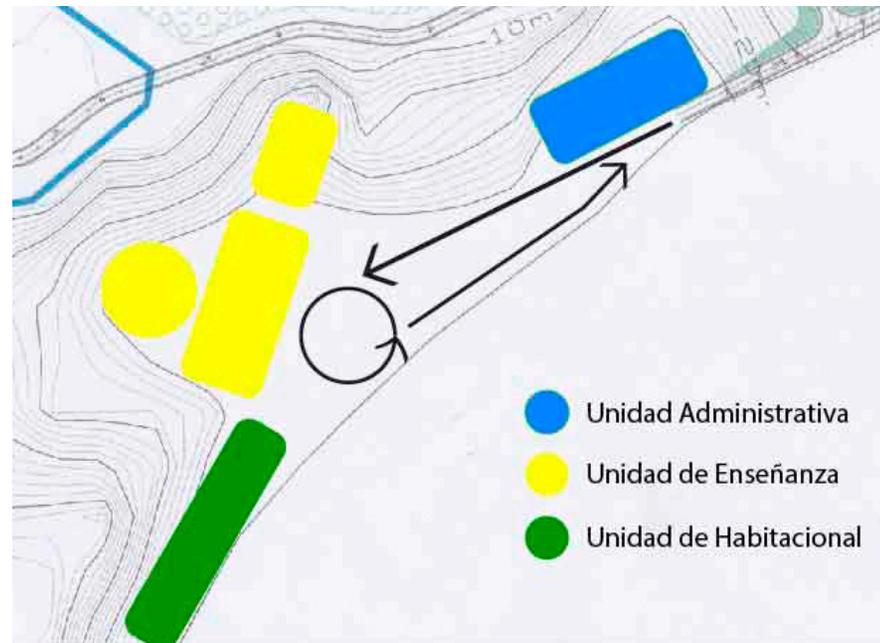
6) Telepuertos: Establecer estrategias tecnológicas que permitan un funcionamiento más eficaz y de menor con-sumo energético. El hecho de ser un enclave refuerza el condicionante de la utilización de las telecomunicaciones para funciones de proyección e intercambio de conocimientos y recursos propios de la temática del proyecto, así como de aspectos más cotidianos.



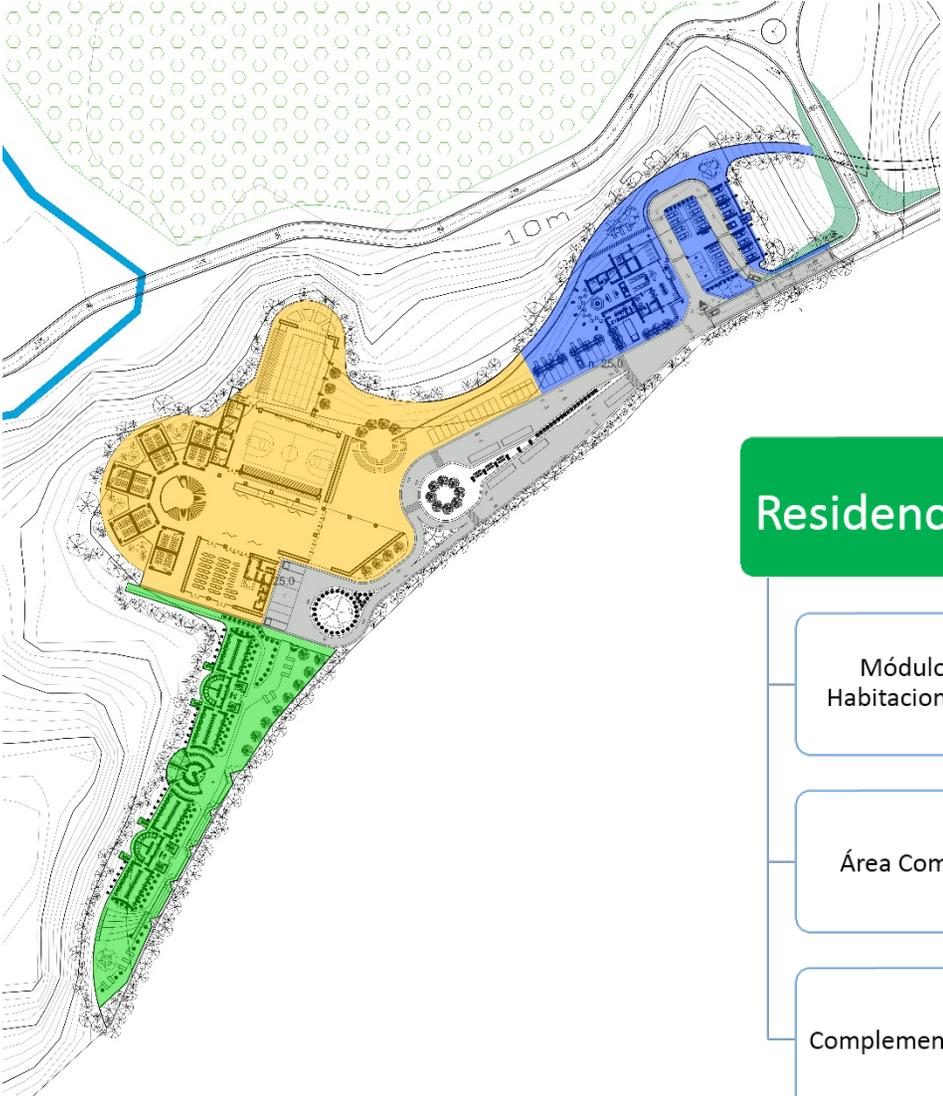
### *Zonificación general*

La configuración general se basa en las directrices anteriores, en donde cada uno de los elementos del edificio pretende alimentar la actividad de cada una de las plazas y parques, y estas a la vez, relacionándose con su contexto. En el croquis de primeras intenciones muestra la búsqueda de la amalgama del proyecto con la morfología del terreno, tratando de maximizar en lo posible las terrazas establecidas para provocar el menor impacto en el sitio y lograr una simbiosis más “saludable”. También se insinúa la separación en 3 módulos principales,

Según su función: módulo administrativo, módulo educativo y módulo habitacional, así como los posibles flujos principales. Se empiezan a establecer jerarquías por altura, tamaño y función, así como un indicio leve de volumetría.



### 6.2.2 Programa Arquitectónico



#### Residencias

- Módulos Habitacionales
- Área Común
- Complementarios

#### Centro Educativo

- Aulas
- Espacios Recreativos
- Complementarios Interiores
- Complementarios Exteriores

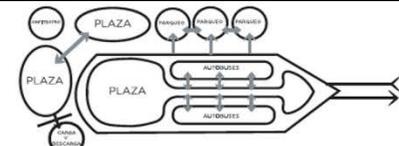
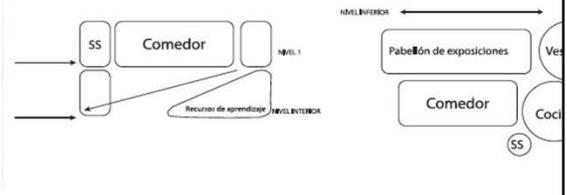
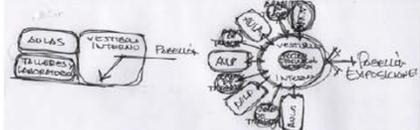
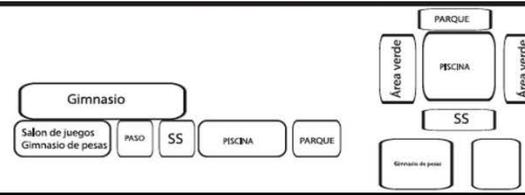
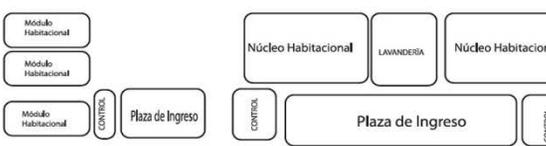
#### Edificio Administrativo

- Dirección
- Registro
- Dorm. Profesores
- Complementarios

# PROGRAMA ARQUITECTÓNICO

MÓDULO	UNIDAD	COMPONENTES	CANTIDAD	USUARIOS		RESTRICCIÓN DE USO			ÁREA		DIAGRAMAS DE RELACIONES ESPACIALES
				PERFIL	CANTIDAD EN TOTAL	PRIVADO	REGULADO	PÚBLICO	COMPONENTE	TOTAL	
MÓDULO ADMINISTRATIVO	COMPLEMENTARIOS	PARQUEO EXTERNO	15	VISITANTES	75				13.75	206.25	
		CASSETILLA DE CONTROL	1	GUARDAS	2				4.50	4.50	
		CARGA Y DESCARGA	2	VISITANTES RUTEROS	6				24.50	49.00	
		BODEGA DE MANTENIMIENTO	1	MISCELÁNEOS	1				6.00	6.00	
		LIBRERÍA	1	VISITANTES ADMINISTRATIVOS ESTUDIANTES	25				100.00	100.00	
		S.S. DIFERENCIADOS	3	VISITANTES ADMINISTRATIVOS ESTUDIANTES	8				12.00	36.00	
		CAFETERÍA	1	VISITANTES ADMINISTRATIVOS ESTUDIANTES	50				150.00	150.00	
		COCINA Y ESPACIOS COMPLEMENTARIOS	1	COCINEROS	5				55.00	55.00	
	REGISTRO	RECEPCIÓN	1	VISITANTES ADMINISTRATIVOS ESTUDIANTES	2				10.00	10.00	
		SALA DE ESPERA	1	VISITANTES ADMINISTRATIVOS ESTUDIANTES	25				65.00	65.00	
		SECRETARÍA	1	VISITANTES ADMINISTRATIVOS ESTUDIANTES	10				40.00	40.00	
		BODEGA DE INSUMOS	1	MISCELÁNEOS ADMINISTRATIVOS	1				9.00	9.00	
	DIRECCIÓN	RECEPCIÓN DE DIRECCIÓN	1	VISITANTES ADMINISTRATIVOS ESTUDIANTES	1				9.00	9.00	
		SALA DE ESPERA	1	VISITANTES ADMINISTRATIVOS ESTUDIANTES	12				40.00	40.00	
		CUBÍCULOS	2	VISITANTES PROFESORES ESTUDIANTES	16				12.00	24.00	
		SALA DE REUNIONES	1	VISITANTES ADMINISTRATIVOS PROFESORES	20				55.00	55.00	
		PROVEEDURÍA	1	ADMINISTRATIVOS	2				11.50	11.50	
		OFICINA DE ORIENTACIÓN	1	VISITANTES ADMINISTRATIVOS ESTUDIANTES	6				45.00	45.00	
		OFICINA DE DIRECCIÓN	1	VISITANTES ADMINISTRATIVOS ESTUDIANTES	6				50.00	50.00	
	HABITACIONAL DE PROFESORES E INVITADOS	PARQUEO INTERNO	22	PROFESORES ADMINISTRATIVOS	110				800.00	800.00	
		ÁREA COMÚN	2	VISITANTES ADMINISTRATIVOS PROFESORES	150				400.00	800.00	
		ÁREA RECREATIVA	1	VISITANTES ADMINISTRATIVOS PROFESORES	30				75.00	75.00	
		GIMNASIO	1	VISITANTES ADMINISTRATIVOS PROFESORES	10				75.00	75.00	
		BODEGAS MULTIUSO	3	MISCELÁNEOS ADMINISTRADOR	3				35.00	105.00	
		OFICINA DE ADMINISTRADOR	1	PROFESORES ADMINISTRADOR	3				35.00	35.00	
		S.S. DIFERENCIADOS	4	VISITANTES ADMINISTRATIVOS PROFESORES	8				11.50	46.00	
		MÓDULOS HABITACIONALES	16	VISITANTES ADMINISTRATIVOS PROFESORES	32				40.00	640.00	

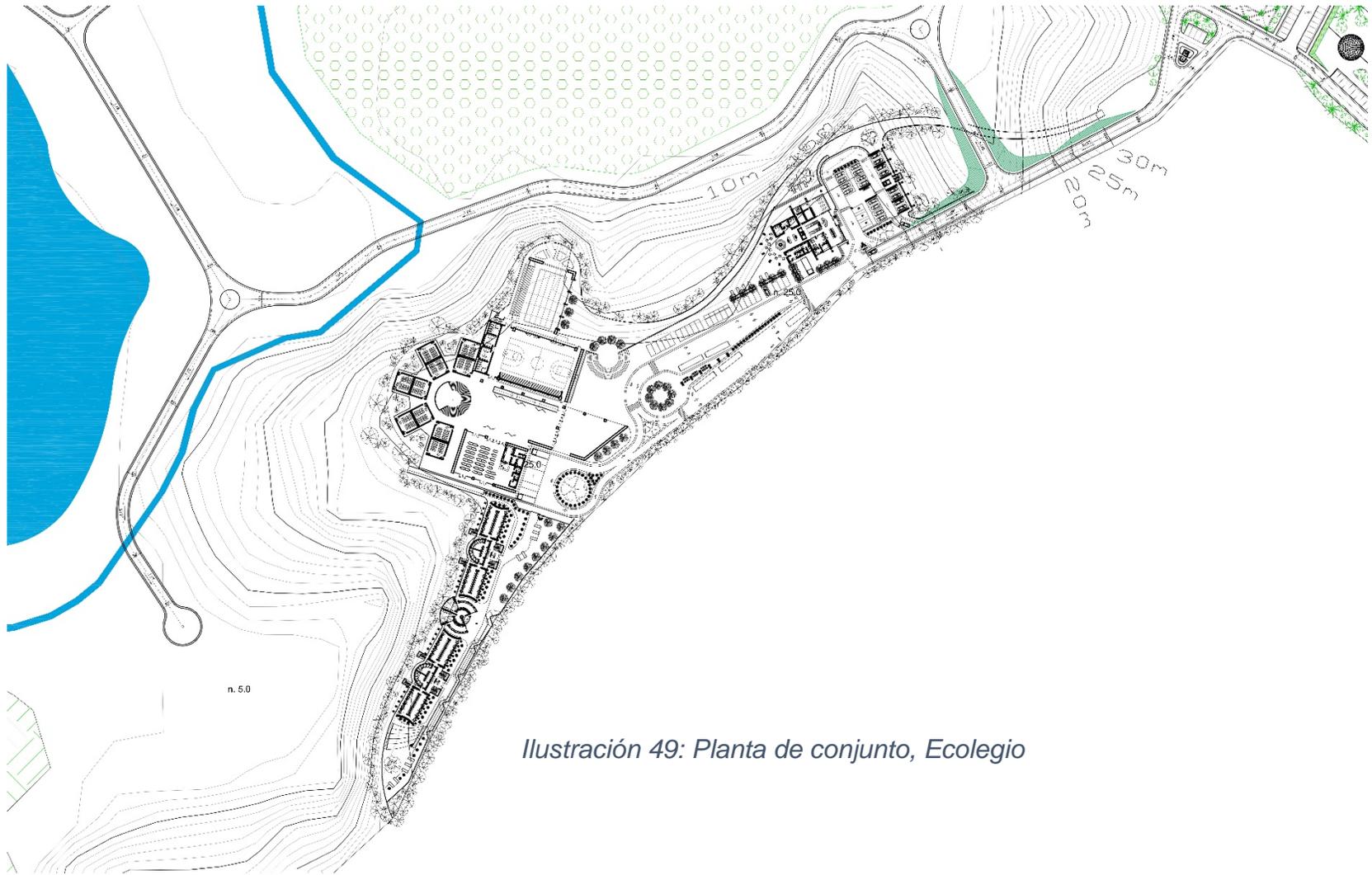
# PROGRAMA ARQUITECTÓNICO

MÓDULO	UNIDAD	COMPONENTES	CANTIDAD	USUARIOS		RESTRICCIÓN DE USO			ÁREA		DIAGRAMAS DE RELACIONES ESPACIALES
				PERFIL	CANTIDAD EN TOTAL	PRIVADO	REGULADO	PÚBLICO	COMPONENTE	TOTAL	
MÓDULO EDUCATIVO	COMPLEMENTARIOS EXTERIORES	PARQUEO EXTERNO	15	VISITANTES	75				13.75	206.25	
		PARQUEO DE AUTOBUSES	5	VISITANTES CONDUCTORES ESTUDIANTES	250				715.00	715.00	
		CARGA Y DESCARGA	2	VISITANTES RUTEROS	6				24.50	49.00	
		PLAZA DE INGRESO	3	VISITANTES PROFESORES ESTUDIANTES	900				300.00	1200.00	
		ANFITEATRO	1	VISITANTES PROFESORES ESTUDIANTES	150				275.00	275.00	
	COMPLEMENTARIOS INTERIORES	VESTÍBULO PRINCIPAL	1	VISITANTES PROFESORES ESTUDIANTES	150				480.00	480.00	
		PABELLÓN DE EXPOSICIONES	1	VISITANTES PROFESORES ESTUDIANTES	175				950.00	950.00	
		RECINTO DE RECURSOS DEL APRENDIZAJE	1	PROFESORES ESTUDIANTES	500				570.00	570.00	
		COMEDOR	1	VISITANTES PROFESORES ESTUDIANTES	265				400.00	400.00	
		COCINA Y ESPACIOS COMPLEMENTARIOS	1	COCINEROS	10				200.00	200.00	
		ENFERMERÍA	1	DOCTOR PROFESORES ESTUDIANTES	3				50.00	50.00	
		BODEGA DE MANTENIMIENTO	1	MISCELÁNEOS	1				10.00	10.00	
		S.S. DIFERENCIADOS	3	VISITANTES PROFESORES ESTUDIANTES	8				35.00	105.00	
	AULAS	VESTÍBULO INTERNO	1	PROFESORES ESTUDIANTES	265				450.00	450.00	
		RECINTOS ACADÉMICOS	10	PROFESORES ESTUDIANTES	265				130.00	650.00	
		TALLERES MULTIUSO	2	PROFESORES ESTUDIANTES	30				130.00	260.00	
		LABORATORIOS ESPECIALIZADOS	3	PROFESORES ESTUDIANTES	30				130.00	390.00	
		ÁREAS ABIERTAS DE TRABAJO	4	PROFESORES ESTUDIANTES	120				105.00	420.00	
	ESPACIOS PARA DEPORTES Y RECREACION	GINNASIO	1	VISITANTES PROFESORES ESTUDIANTES	250				1080.00	1080.00	
		PISCINA	1	VISITANTES PROFESORES ESTUDIANTES	250				795.00	795.00	
SALÓN DE JUEGOS		1	GUARDA ESTUDIANTES	100				350.00	350.00		
GINNASIO		1	ENTRENADORES ESTUDIANTES	35				275.00	275.00		
S.S. DIFERENCIADOS		6	VISITANTES PROFESORES ESTUDIANTES	35				160.00	160.00		
ÁREAS PARA RECREACIÓN AL AIRE LIBRE		3	VISITANTES PROFESORES ESTUDIANTES	250				850.00	850.00		
MÓDULO HABITACIONAL	RESIDENCIAS ESTUDIANTILES	CASETILLA DE CONTROL	3	GUARDA	6				4.50	13.50	
		PLAZA DE INGRESO	1	VISITANTES GUARDA ESTUDIANTES	500				1450.00	1450.00	
		MÓDULOS HABITACIONALES DIFERENCIADOS	12	ESTUDIANTES	125				200.00	2400.00	
		S.S. DIFERENCIADOS	6	ESTUDIANTES MISCELÁNEOS	125				50.00	300.00	
		LAVANDERÍA	1	ESTUDIANTES MISCELÁNEOS	30				105.00	105.00	
		ÁREA COMÚN	2	GUARDA ESTUDIANTES	30				35.00	70.00	

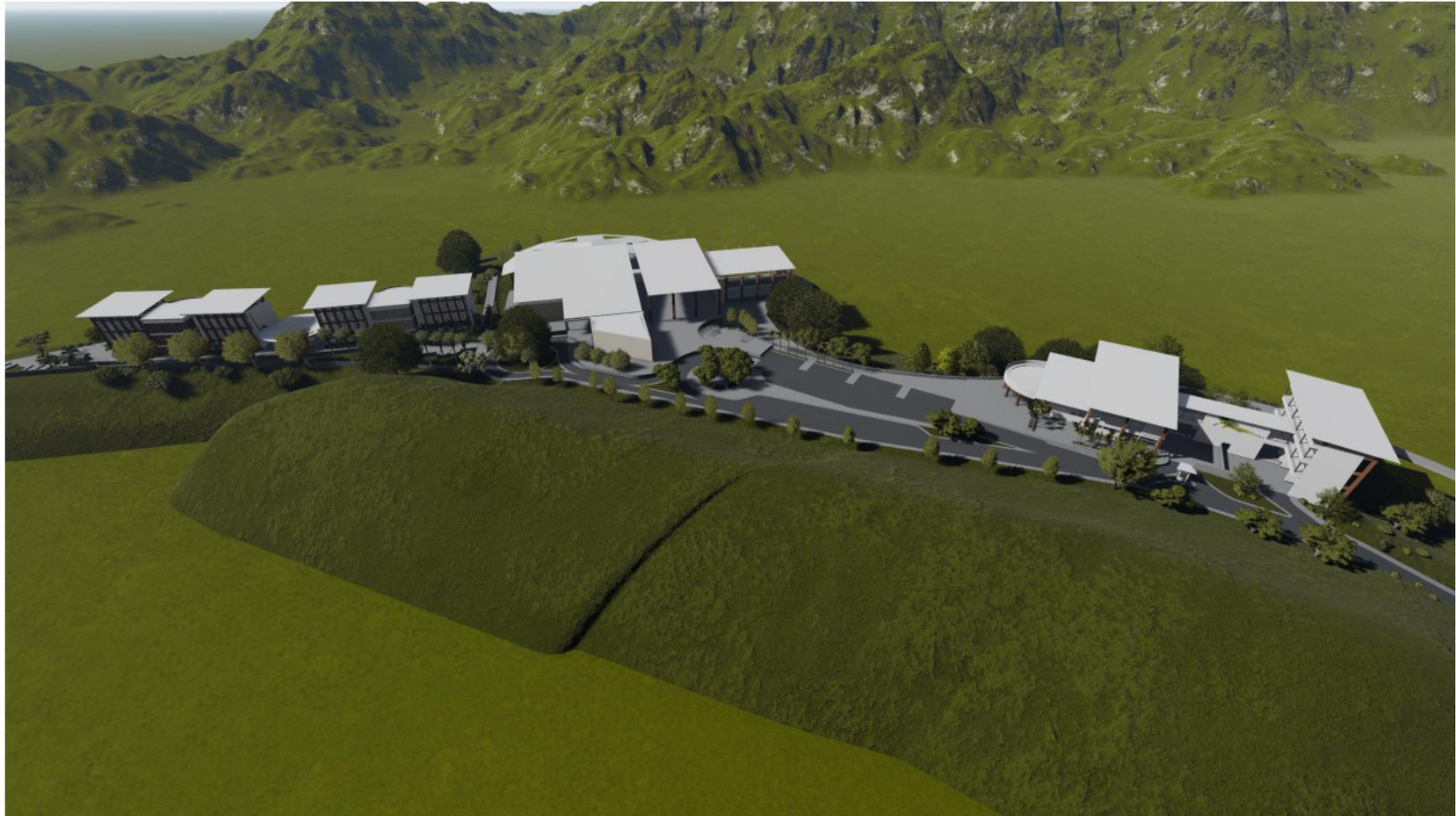
### 6.2.3 Conjunto Ecolegio



Ilustración 48: Planta de conjunto, Ecolegio



*Ilustración 49: Planta de conjunto, Ecolegio*



*Ilustración 50: Vista de conjunto, Ecolegio*

6.2.4 Edificio Administrativo

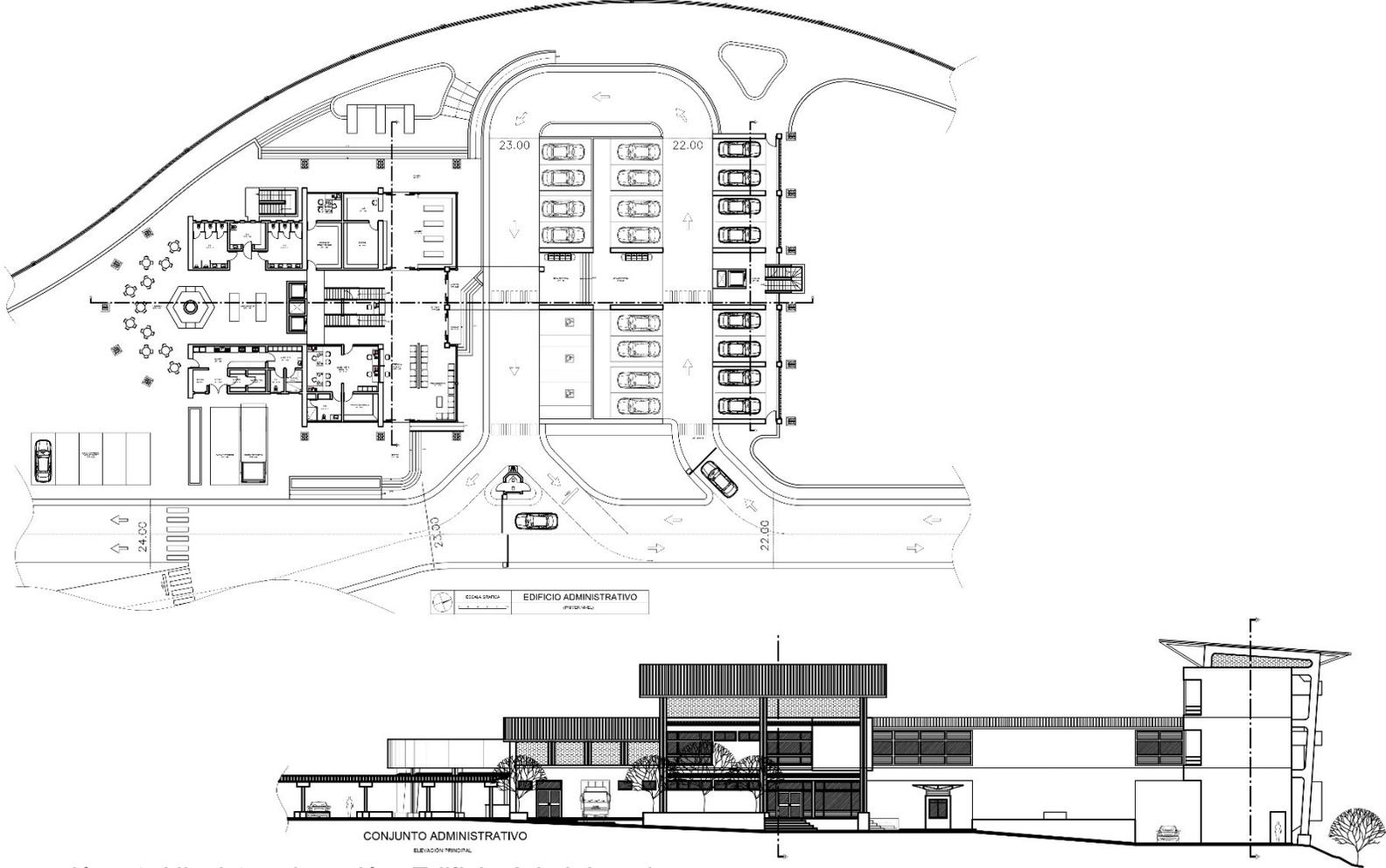
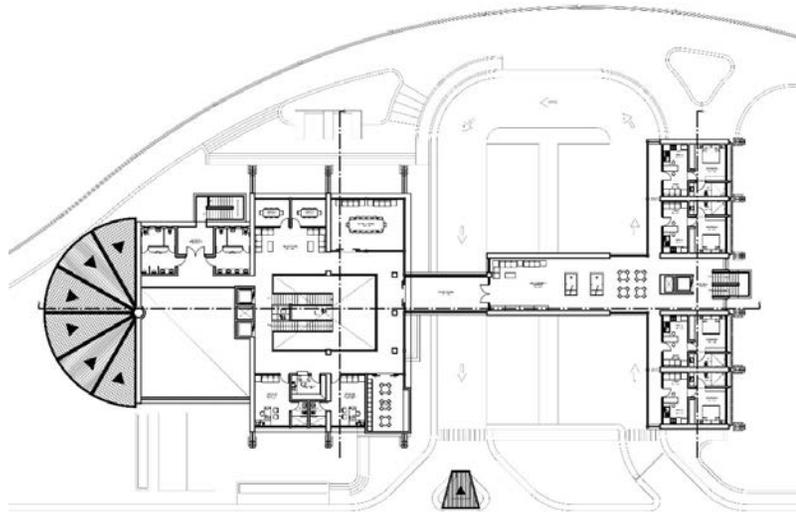
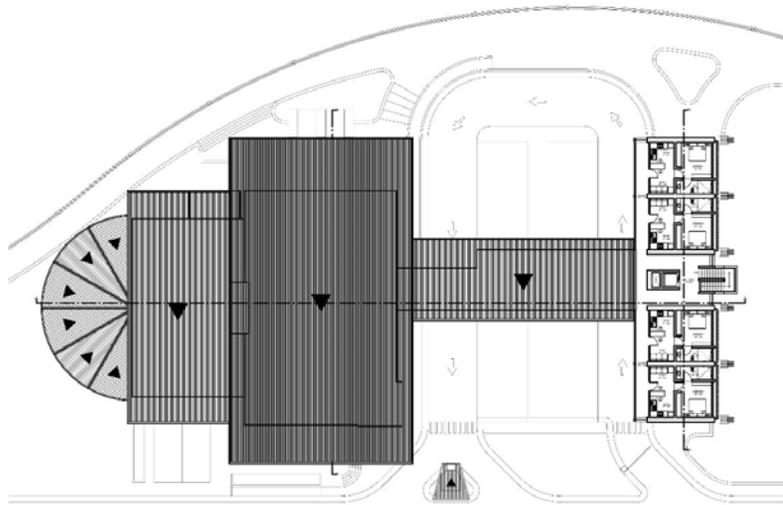


Ilustración 51: Nivel 1 y elevación. Edificio Administrativo



EDIFICIO ADMINISTRATIVO

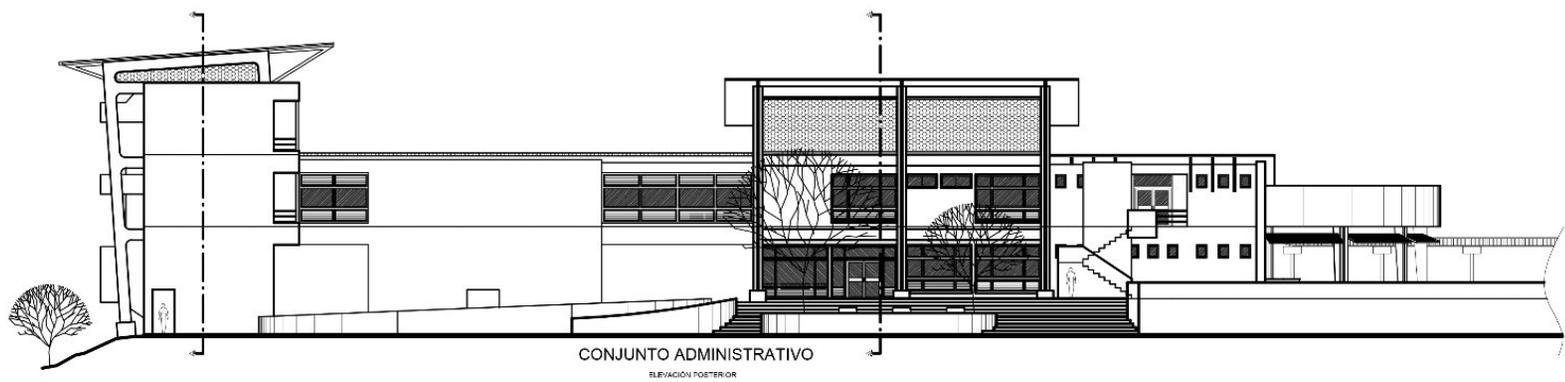
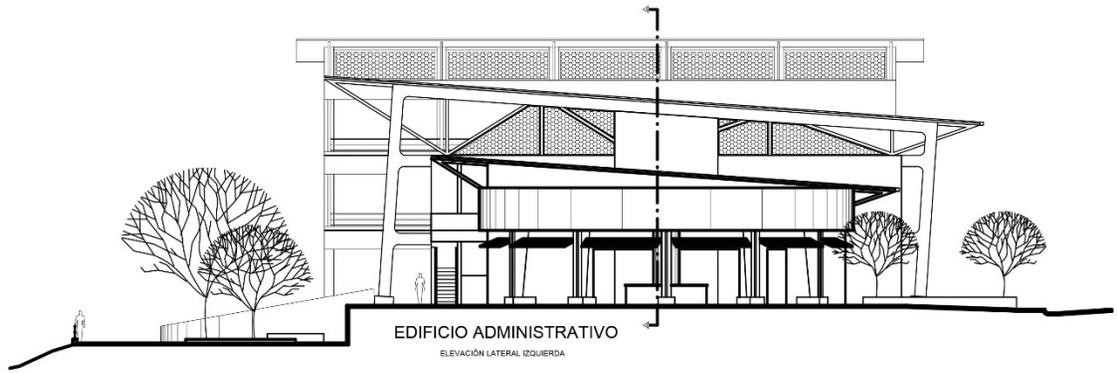


EDIFICIO ADMINISTRATIVO



*Ilustración 52: Niveles 2 y 3, vistas externas. Edificio Administrativo*





*Ilustración 53: Elevaciones. Edificio Administrativo*

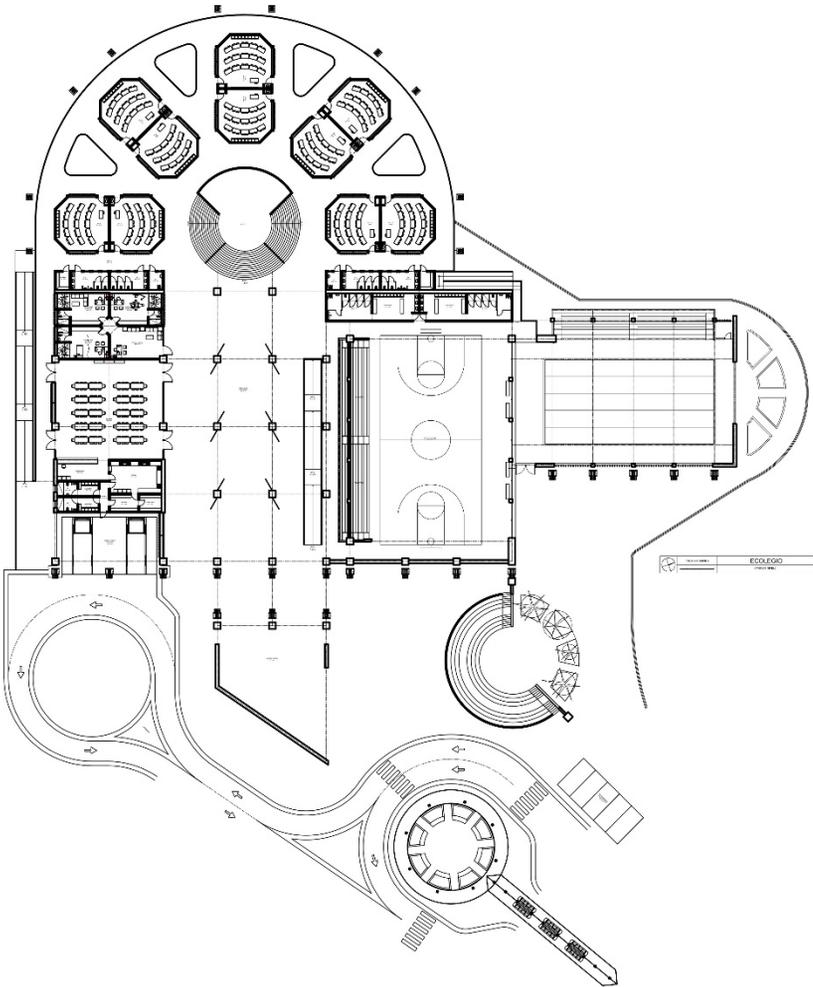


*Ilustración 54: Vista exterior. Edificio Administrativo*



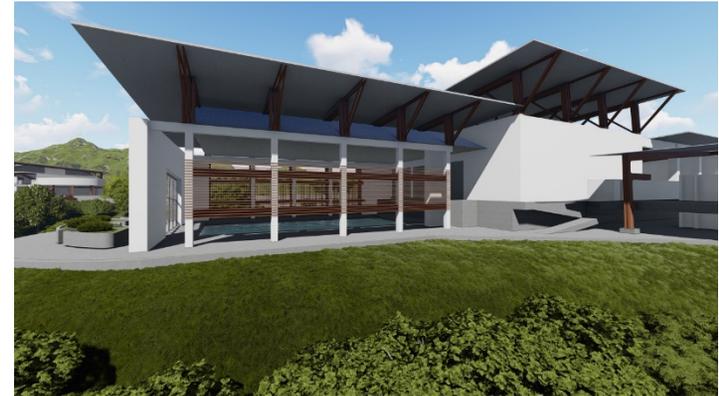
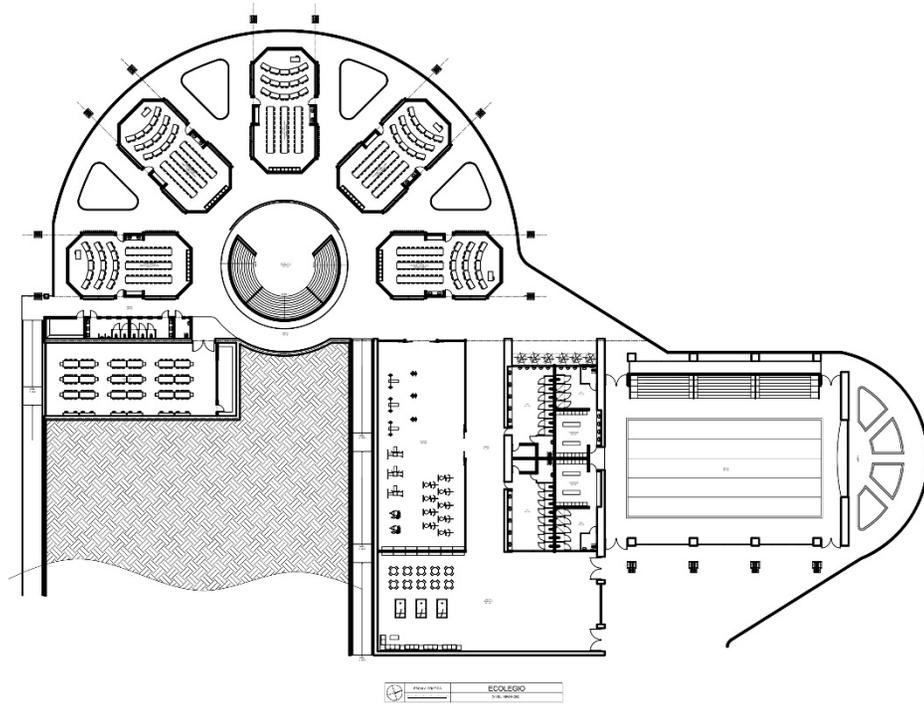
*Ilustración 55: Vista exterior. Edificio Administrativo*

6.2.5 Centro Educativo

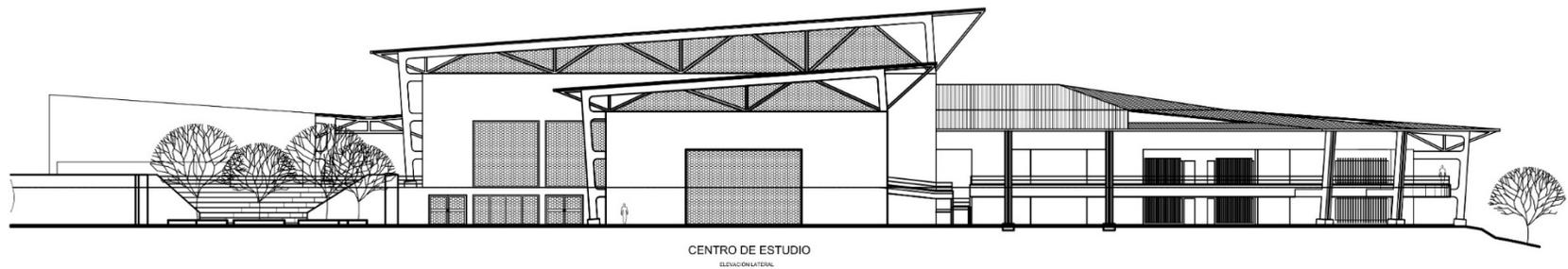


*Ilustración 56: Nivel inferior, vistas externas. Centro Educativo*





*Ilustración 57: Nivel superior, elevación y vista externa. Centro Educativo*





*Ilustración 58: Vista de conjunto. Centro Educativo*

6.2.6 Residencias

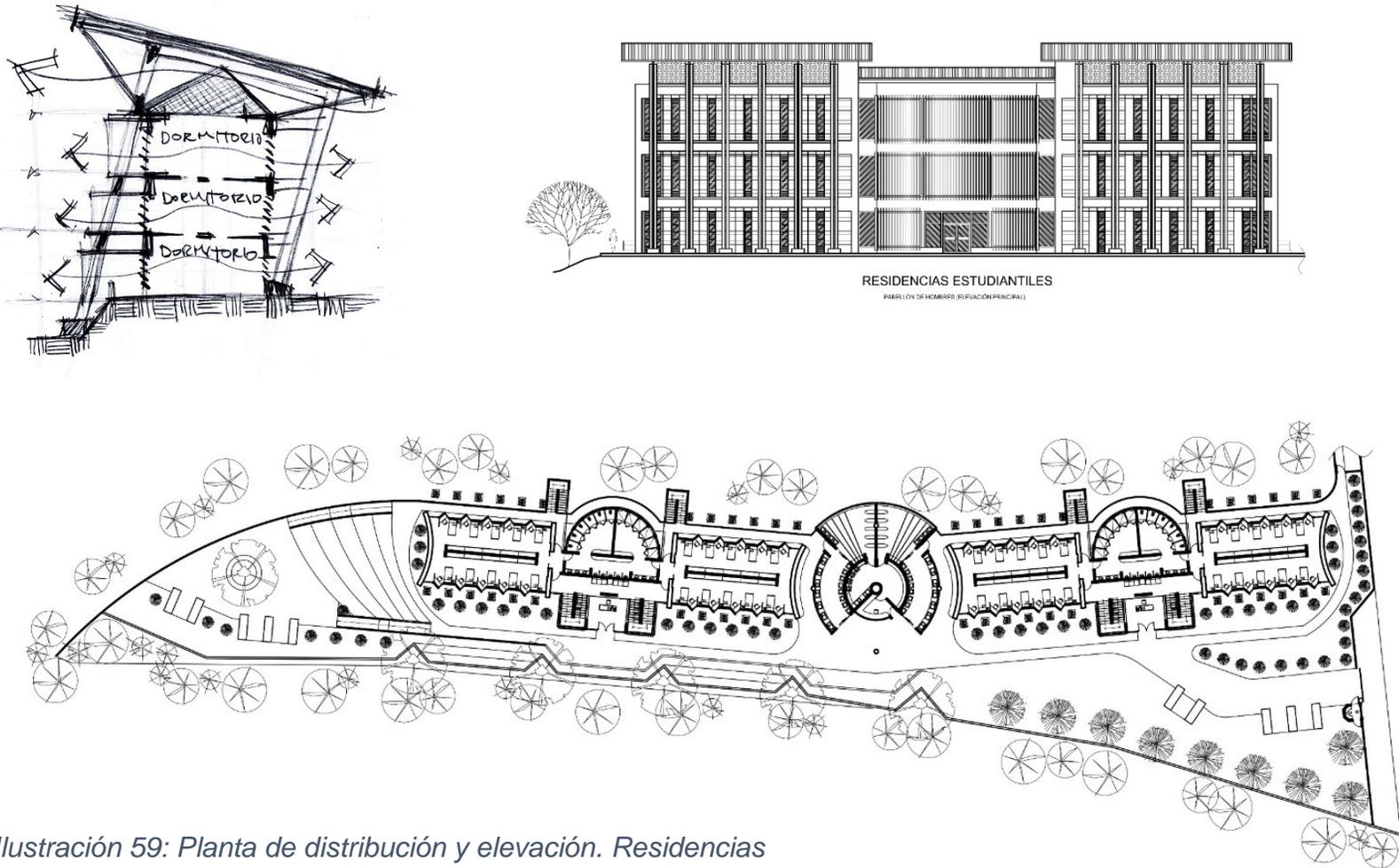
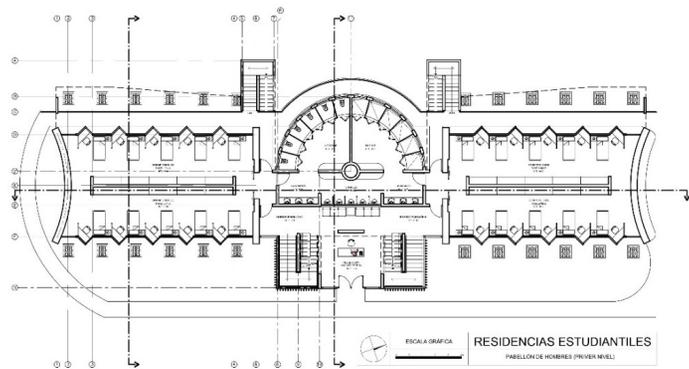


Ilustración 59: Planta de distribución y elevación. Residencias



*Ilustración 60: Distribución, corte, elevación y vista externa. Residencias*



*Ilustración 61: Vista externa. Residencias*



*Ilustración 62: Vista externa. Residencias*



*Ilustración 63: Vista externa, Residencias*



*Ilustración 64: Conjunto General, Centro de Investigación y Ecolegio*

# BIBLIOGRAFÍA

Rodríguez Méndez, Manuel y Cárcel Carrasco, Francisco. Consideraciones para el diseño de laboratorios en la industria química. Revista *3Ciencias*, Agosto 2013.

Arq. Estellés Díaz, R y Arq. Fernández Rodeiro, A. Guía para el diseño de auditorios. Curso de Acondicionamiento Acústico, 2005.

M.C. Sandoval Delgado, Manuel. Diseño Armónico de un Teatro-Auditorio. Artículo, Universidad de Guanajuato, 2004.

Romero Segura, María Roxana y Pardo Hernández, Ana Lizeth. Diseño interior en teatros. Tesis. Universidad del Istmo. Guatemala. 2003.

Yate Segura, Andrea Viviana. Evaluación del proceso de extracción del aceite de *Jatropha curcas L.* para la producción de biodiesel. Tesis. Universidad Nacional de Colombia. 2013.

Sánchez S., María y Castañeda S., Román. Usos y potencialidad de la Higuera en sistemas agroforestales en Colombia. Artículo, 2015.

Manir, Mónica. El coyol, el nuevo “oro verde” en Brasil. Artículo, BBC, 2017.

Estévez, Ricardo. Edificios Energía Cero. Revista Medio Ambiente. Mayo 2016.

Ing. Sevilla, Kenneth y Arq. Sanabria, Jorge. Compendio de normas y recomendaciones para la construcción de edificios para la educación (DIEE-MEP). Departamento de Investigación y Desarrollo, MEP, 2010.

Guía de Diseño de Espacios Educativos. MINEDUC-UNESCO, Chile, 2000.

