



**UNIVERSIDAD INTERNACIONAL DEL ECUADOR – SEDE LOJA
ESCUELA PARA LA CIUDAD, EL PAISAJE Y LA ARQUITECTURA
TESIS DE GRADO PARA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE ARQUITECTO**

**DISEÑO ARQUITECTÓNICO DE BAJO IMPACTO AMBIENTAL DE
UN CENTRO DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA EN LA RESERVA
“EL CRISTAL” DEL CANTÓN Y PROVINCIA LOJA**

Autor

Juan Pablo Samaniego Burneo

Director

Arq. Fernando Moncayo, Mg. Sc.

Loja - Ecuador

2020

Yo, **JUAN PABLO SAMANIEGO BURNEO** , declaro bajo juramento que el trabajo aquí escrito es de mi autoría, que no ha sido presentada anteriormente para ningún grado o calificación profesional y, que se ha consultado la bibliografía detallada .

Cedo mis derechos de propiedad intelectual a la Universidad Internacional del Ecuador, para que el presente trabajo sea publicado y divulgado en internet, según lo establecido en la Ley de Propiedad intelectual, reglamento y leyes.

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Juan Pablo Samaniego Burneo', with a stylized flourish below it.

Firma:

Yo, **ARQ. FERNANDO MONCAYO**, certifico que conozco al autor del presente trabajo siendo el responsable exclusivo tanto de su originalidad, autenticidad, como de su contenido.

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Fernando Moncayo', with a stylized flourish below it.

Firma:

Agradecimiento

Agradezco a mis padres, por apoyarme de manera incondicional en mi vida estudiantil, y me han mostrado el camino a la superación.

Y a mis hermanos, por brindarme su tiempo cuando más los he necesitado...

Dedicatoria

Este trabajo lo dedico a mis padres, por el deseo de superación y amor que me brindan cada día, y porque han sabido guiar mi vida por el sendero de la verdad a fin de poder honrar a mi familia con los conocimientos adquiridos, brindándome el futuro de su esfuerzo y sacrificio por ofrecerme un mañana mejor.

Introducción

La Reserva “El Cristal” se encuentra ubicada en una zona de suma importancia para el estudio científico, que permite realizar estudios para estudiantes y profesionales. Sin embargo, no se han implementado infraestructuras para dicho uso, sino únicamente infraestructuras de estadía para propietarios. Los cuales han generado problemas en el ámbito ambiental, por malas prácticas constructivas con procedimientos tradicionales de diseño. Generalmente, dichos procedimientos están enfocados a la durabilidad de las estructuras desde un enfoque clásico, dejando de un lado el aspecto ambiental de las infraestructuras

La Reserva se encuentra en zonas sensibles ambientalmente, ubicado en el sector de Cajanuma, contiguo al Parque Nacional Podocarpus, de ahí la importancia de mitigar el impacto ambiental, al menor grado posible por las construcciones de infraestructuras e instalaciones, estableciendo necesarios los procesos sostenibles para el medio.

Por ello se ha planteado, que los procedimientos de bajo impacto ambiental parten principalmente de los materiales a usarse en las propuestas, los cuales emiten altas emisiones de dióxido de carbono (CO_2) en sus etapas de extracción, fabricación, transporte, etc., que producen efectos negativos al medio natural.

Por lo que se propone el desarrollo de una propuesta arquitectónica de un centro investigación científica, el cual permita solucionar las necesidades de científicos y estudiantes en la Reserva “El Cristal”, y en las que se apliquen métodos de bajo impacto ambiental desde etapas tempranas de diseño, empleando metodologías BIM que facilitarán el estudio del impacto ambiental en base a los materiales a usarse.

Resumen

La Reserva “El Cristal” ha sido reconocida por su potencial científico por parte de fundaciones y universidades, sin embargo, actualmente no posee instalaciones para realizar estudios para estudiantes y científicos; es considerada como una zona de amortiguamiento del Parque Nacional Podocarpus por encontrarse en una zona colindante al mismo, por lo que la implementación de infraestructuras de carácter científico se ha previsto con mucha reflexión.

Se han desarrollado edificaciones con otros fines (estadía propietarios), las cuales han implementado prácticas constructivas y materiales que perturban el medio en general. Puesto que no se han considerado con anticipación una arquitectura que aplique métodos de bajo impacto ambiental desde etapas tempranas de diseño. Por lo que, para el desarrollo de la propuesta se tomó en consideración estrategias de bajo impacto ambiental en relación con el sitio a intervenir.

Además, se realizó un estudio de metodologías de bajo impacto ambiental, enfocado específicamente a los materiales aplicados en relación con las emisiones y el peso del material. Y, a su vez, se trabajó con metodologías BIM para cálculos precisos y rápidos, que permitieron una evaluación desde etapas tempranas de diseño en relación con el estado actual.

También se llevó a cabo un estudio del lugar, para determinar aspectos importantes para el diseño del centro de investigación, que permitieron generar un programa arquitectónico y un plan de necesidades. Y, por último, se propuso el diseño arquitectónico del centro investigativo considerando los aspectos de contaminación con el medio.

Como resultado, infraestructuras que permitan satisfacer las necesidades de las personas en el campo científico, considerando aspectos ambientales del sitio y del medio en general, al aplicar materiales de bajo impacto ambiental el cual redujo desde 70 % al 90 % las emisiones de CO₂ por metro cuadrado de construcción de los materiales a aplicarse.

Palabras clave: centro de investigación, impacto ambiental, metodologías BIM.

Abstract

The Reserve "The Crystal" has a number of potentials because it is a very diverse area which allows scientific studies for students and professionals. It is considered as a buffer zone of the Podocarpus National Park, being an area of great importance for scientific research, however, currently it does not have facilities to perform this type of activities, so the use of this area with the implementation of infrastructure Scientific nature is planned with much reflection.

Buildings have been developed for other purposes, which have implemented constructive and material practices that disturb the environment in general. Since an architecture that applies low environmental impact methods from early design stages has not been considered in advance.

Therefore, for the development of the proposal, low environmental impact strategies were considered in relation to the site to be intervened so as not to generate greater impact on the site.

A study of low environmental impact methodologies was also carried out, specifically focused on the materials applied in relation to the emissions with weight of the material. And in turn we worked with BIM methodologies for precise and rapid calculations, which allowed an evaluation from early design stages in relation to the current state.

A study of the place was also carried out, to determine important aspects for the design of the research center that allowed to generate an architectural program and a plan of needs. And finally, the architectural design of the research center was proposed considering the aspects of contamination with the middle.

As a result, infrastructure to meet the needs of people in the scientific field, considering environmental aspects of the site and the environment in general, when considering the materials applied with low environmental impact.

Keywords: Research Center, Environmental Impact, BIM Methodologies.

**DISEÑO ARQUITECTÓNICO DE BAJO IMPACTO AMBIENTAL DE UN
CENTRO DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA EN LA RESERVA “EL
CRISTAL” DEL CANTÓN Y PROVINCIA LOJA**

Agradecimiento	iii
Dedicatoria.....	iv
Introducción.....	v
Resumen.	vi
Abstract.....	vii
Capítulo 1.	¡Error! Marcador no definido.
Plan de investigación	¡Error! Marcador no definido.
1.1. Antecedentes.....	¡Error! Marcador no definido.
1.2. Planteamiento y formulación de problema	2
1.3. Justificación	5
1.4. Objetivos.....	7
Objetivo general.....	7
Objetivos específicos	7
1.5. Hipótesis	7
1.6. Metodología de la investigación.....	8
Capítulo 2.	9
Marco Teórico	9
2.1. Sostenibilidad	9
2.1.1. Relación edificación – sostenibilidad	10
2.1.2. Sostenibilidad en la arquitectura.....	10

2.1.3.Arquitectura sostenible.....	10
2.1.4. Arquitectura bioclimática	16
2.2.Análisis de ciclo de vida de la construcción.....	18
2.2.1.Necesidad de evaluar el ciclo de vida de los edificios	19
2.3. Impacto ambiental en la construcción.....	20
2.3.1. Por el uso del edificio	21
2.3.2. Emisiones de CO ₂ : extracción y fabricación de materiales	21
2.4.Centro de investigación en reservas naturales.....	22
2.4.1. Referentes de proyectos en zonas de protección; Error! Marcador no definido.	
2.4.2. Referentes de proyectos de bajo impacto ambiental en zonas de protección ...	24
2.5.Metodología: impacto ambiental en la construcción en los materiales.....	27
2.5.1. Consideraciones previas para metodologías a estudiar.....	27
2.5.2. Metodología de bajo impacto ambiental en base a los materiales	28
2.5.3. Bases de datos para caso de estudio.....	28
2.5.4. Metodologías BIM e impacto ambiental en la construcción	29
2.6.Marco normativo: Constitución del Ecuador -Norma Técnica Ecuatoriana INEN...32	
2.6.1. Contexto nacional	32
Capítulo 3.	35
Fase Diagnóstico.....	35
3.1.Análisis del contexto rural.....	35
3.1.1.Ubicación.....	35
3.1.2. Límites y área.....	35
3.1.3. Vialidad.....	36
3.1.4. Viviendas y Servicios Básicos del Sector.....	38

3.2.Análisis físico natural	38
3.2.1.Climatología - Temperatura.....	39
3.2.2.Precipitaciones	39
3.2.3.Nubosidad.....	40
3.2.4.Altimetría	41
3.2.5.Topografía -Reserva El Cristal	41
3.2.6. Suelos.....	43
3.2.7.Hidrografía.....	43
3.2.8. Soleamientos.....	45
3.2.9. Vientos Predominantes – Vientos Secundarios	46
3.2.10.Vegetación	46
3.2.11. Vegetación - Zona Baja Reserva El "Cristal"	48
3.2.12. Fauna.....	51
3.3. Análisis técnico constructivo- funcional	52
3.3.Síntesis del diagnóstico.	57
Capítulo 4.	61
Metodología de Diseño y Experimentación	61
4.1.Aplicación de metodología de diseño y experimentación.....	61
4.2.Fase I Procedimiento de Experimentación: Contaminación por materiales en estado actual.....	64
4.2.1. Impacto ambiental en Casa de Hacienda	6;Error! Marcador no definido.
4.2.2. Impacto ambiental en Vivienda de Estadía.....	69
4.2.3. Resultado del impacto ambiental generado por las edificaciones.	71
4.3.Fase II -Propuesta Diseño Arquitectónico Centro de Investigación.....	72
4.3.1. Problemática del sitio.....	72

4.3.2. Estrategias	74
4.3.3. Programa Arquitectónico y usuarios.....	76
4.3.4. Espacio Arquitectónico por áreas.	79
4.3.4. Proyecto Arquitectónico	80
4.4.Fase III-Evaluación de contaminación en propuesta del Centro de Investigación....	89
4.5.Discusión de reultados.....	93
5.Conclusiones.....	95
6. Recomendaciones	96
Bibliografía.....	97
ANEXOS 1	98
Experimentación de impacto ambiental en estado actual- Autodesk Revit.....	
Experimentación de impacto ambiental en propuesta - Autodesk Revit	
ANEXOS 2	¡Error! Marcador no definido. 10
Láminas Arquitectónicas	

Índice de Figuras

Figura 1. Casa de hacienda restaurada.....	3
Figura 2. Vivienda de estadía propietarios	4
Figura 3. Estudios científicos y forestales en la reserva “El Cristal”	5
Figura 4. Ciclo de los materiales.....	9
Figura 5. Explotación Minera- Rio Tinto	10
Figura 6. Principales procesos de impacto ambiental en la vivienda.....	11
Figura 7. Factores presentes en ecosistemas.....	12
Figura 8. Estrategias para una arquitectura de bajo impacto ambiental	14
Figura 9. Reducción y consumo energético.....	15
Figura 10. Esquemas de modulación	16
Figura 11. Corte bioclimático	17
Figura 12. Estrategias y principios bioclimáticos.....	17
Figura 13. Extracción de materiales- Rhode Island.....	20
Figura 14. Impacto ambiental de las edificaciones.....	21
Figura 15. Bosque etnoecológico- Onglan Alto Arajuno.....	22
Figura 16. Ej. Base de datos de impacto ambiental por tipos de material	29
Figura 17. Ubicación Reserva El Cristal	35
Figura 18. Límites naturales predios Reserva “ El Cristal ”	36
Figura 19. Vialidad hacia la Reserva “ El Cristal ”	37
Figura 20. Precipitaciones -Parroquia Malacatos.	40
Figura 21. Fotografía nubosidad - Reserva “ El Cristal”	40
Figura 22. Rango altimétrico del Cantón Loja.....	41
Figura 23. Perfil montañoso- Zona Cajanuma.....	41
Figura 24. Topografía Reserva “El Cristal”- Zona de intervención	42
Figura 25. Alzado 3d - zona de intervención.....	42
Figura 26. Corte longitudinal- Zona de Intervención	43
Figura 27. Mapeo hidrografía - Quebradas“ Reserva El Cristal”	44
Figura 28. Río Malacatos.....	44
Figura 29. Mapeo-Vientos Predominantes – Vientos Secundarios	46
Figura 30. Mapeo - Biodiversidad de la Reserva “ El Cristal ”	48

Figura 31. Plantas herbáceas orquídea.....	49
Figura 32. Planta de café.....	49
Figura 33. Biodiversidad - Plantaciones Reserva " El Cristal "	49
Figura 34. Bosque maderero- Reserva El Cristal	51
Figura 35. Especies de fauna presente en la Reserva " El Cristal	51
Figura 36. Emplazamiento de estado actual- Infraestructuras existente.....	52
Figura 37. Flujograma de metodología de diseño y experimentación	63
Figura 38. Modelado casa de hacienda Autodesk Revit- LOD 350-400, 332 m ²	64
Figura 39. Modelado viviendas de estadía Autodesk Revit- LOD 350-400, 121m ² ..	64
Figura 40. Ejemplo cálculo de impacto ambiental muro de tapial- Autodesk Revit ..	66
Figura 41. Ejemplo de cálculo de impacto ambiental columnas de hormigón armado - Autodesk Revit	66
Figura 42. Comparación visual por componente de construcción – Casa de hacienda	67
Figura 43. Comparación visual por tipo de material – Casa de hacienda.....	6; Error!
Marcador no definido.	
Figura 44. Comparación visual por componente – Vivienda de estadía.....	69
Figura 45. Comparación visual por tipo de material – Vivienda de estadía.....	70
Figura 46. Conceptualización de propuesta.....	80
Figura 47. Implantación General y Zonificación – Propuesta	81
Figura 48. Perspectivas propuesta.....	88
Figura 49. Comparación visual por componente – Invernadero de Orquidiario	90
Figura 50. Comparación visual por componente – Baños Secos.....	90
Figura 51. Comparación visual por componente – Viviendas de Estadía	91
Figura 52. Comparación visual por componente – Avistamiento de Aves.....	92
Figura 53. Variación de contaminación por metro cuadrado de construcción	93

Índice de Tablas

Tabla 1. Referente I en zonas de protección	23
Tabla 2. Referente II en zona de protección	24
Tabla 3. Proyecto de bajo impacto ambiental en zonas de protección	25
Tabla 4. Proyecto de bajo impacto ambiental en zonas de protección	26
Tabla 5. Ejemplo aplicado en estructura de una vivienda - Relación Nivel de desarrollo (LOD) con base de datos de impacto ambiental (GWP: emisiones de dióxido de carbono)	31
Tabla 6. Servicios básicos barrio Tres Leguas y Rumishitana	38
Tabla 7. Solsticios y equinoccios en la zona a intervenir	45
Tabla 8. Superficies y porcentajes de las unidades determinadas	47
Tabla 9. Superficies y porcentajes de las unidades determinadas.	50
Tabla 10. Fauna presente en la Reserva " El Cristal"	51
Tabla 11. Análisis técnico constructivo- Estado actual, Reserva " El Cristal"	54
Tabla 12. Síntesis del diagnóstico.....	58
Tabla 13. Listado de indicadores de Impacto Ambiental.	65
Tabla 14. Impacto ambiental por componente en Sistema Constructivo Tradicional - Casa de Hacienda.....	67
Tabla 15. Impacto ambiental por tipo de material en Sistema Constructivo Tradicional- Casa de Hacienda	68
Tabla 16. Impacto ambiental por componente de construcción en sistemas constructivos modernos – Vivienda de estadía. (121m ²).....	69
Tabla 17. Impacto Ambiental por tipo de material en sistemas constructivo-modernos – Vivienda de estadía. (121m ²)	70
Tabla 18. Centro de Interpretación (Casa de Hacienda) Área Interna 265.79.....	77
Tabla 20. Baños ecológicos- secos (Casa de Hacienda) Área Interna 265.79.....	79
Tabla 21. Invernadero de orquideas y zona de apicultura -Área 163m ²	79
Tabla 22. Avistamiento de aves -Área 203.28.....	79
Tabla 23. Descripción propuesta de infraestructura Centro de interpretación.....	82
Tabla 24. Descripción propuesta de infraestructura Baños Secos	83

Tabla 25. Descripción propuesta de infraestructura Viviendas de Estadía.....	84
Tabla 26. Descripción propuesta de infraestructura Avistamiento de Aves.	85
Tabla 27. Descripción propuesta de infraestructura Invernadero	86
Tabla 28. Impacto ambiental por componente de construcción. Propuesta – Invernadero de Orquidiario. (163m2).....	89
Tabla 29. Impacto ambiental por componente de construcción .Propuesta –Baños Secos (26.74m2).	90
Tabla 30. Impacto ambiental por componente de construcción. Propuesta –Viviendas de Estadía (105m2).....	91
Tabla 31. Impacto ambiental por componente de construcción. Propuesta – Avistamiento de Aves (203.16m2).....	91

Capítulo 1

Plan de Investigación

1.1. Antecedentes

La Reserva Natural “El Cristal” es una propiedad particular ubicada a 15 kilómetros de la ciudad de Loja, entre los sectores de Pueblo Nuevo y Tres Leguas, parroquia San Sebastián, cantón Loja, provincia de Loja. Desde la vía principal que conduce de Loja a Malacatos se accede por el Sendero Turístico de Caxarumi. Posee una extensión de 602,51 hectáreas; su altitud va desde los 1 950 msnm hasta los 3 250 msnm en la cordillera real del Parque Nacional Podocarpus.

La Reserva Natural se encuentra en la zona de amortiguamiento del Parque Nacional Podocarpus (PNP), lo que permitió que el Centro Administrativo del PNP se lo construya en los predios de la Reserva Natural “El Cristal”, a 2 700 msnm, en una extensión de 2,82 ha, al cual se llega por una vía de tercer orden desde el sector de Cajanuma.

El Parque Nacional Podocarpus (PNP), conocido mundialmente, se halla localizado en el límite fronterizo de las provincias de Loja y Zamora Chinchipe, es considerado como uno de los pocos bosques nublados en el mundo, posee una gran diversidad en sus ecosistemas, de ahí la importancia de su conservación, que ha sido reconocida por organismos nacionales e internacionales.

La topografía de la Reserva Natural cuenta con un relieve muy irregular, formado por montañas y colinas; la precipitación varía de acuerdo con la zona bioclimática, oscila entre 1 500 – 2 000 mm; la temperatura varía según la altitud, su rango es entre 6 – 22 °C.

De las 602,51 ha de la Reserva Natural, están destinadas 536,90 ha en la zona alta para la preservación del bosque nativo, denominado Proyecto Socio Bosque, y un área de 38,92 ha de bosque natural en la zona media; en la zona baja 10,73 ha se hallan plantaciones exóticas con bosque de pino, y 10,45 ha destinadas para sembríos agrosilvopastoriles (Ávila et al., 2012).

La preservación de los bosques nativos, como la plantación de especies exóticas, ha permitido que las quebradas El Cristal y San Francisco, que nacen en los predios de la Reserva, cuenten con un gran caudal de agua durante todo el año, desembocando en el río Malacatos junto con la quebrada el Monje, que nace en el predio colindante del sector norte (Ávila et al., 2012).

El reconocimiento a los propietarios de la Reserva por parte de fundaciones, como la Fundación San Francisco, de universidades como la Universidad Nacional de Loja, la Universidad Técnica Particular de Loja, así como organismos nacionales e internacionales, ha permitido la firma de cartas compromiso para estudios científicos por parte de biólogos, estudiantes y científicos apasionados por la Naturaleza, por su gran diversidad de flora y fauna, siendo esta zona un gran beneficio para el estudio científico. De hecho, actualmente se encuentra más enfocada en aprovechar su diversidad ecológica y producción agroforestal (Asanza et al., 2013).

Sin embargo, la Reserva “El Cristal” no posee infraestructuras e instalaciones necesarias para desarrollar con eficiencia las investigaciones, e incluso que los investigadores puedan pernoctar en el sitio, ya que, las ciencias relacionadas a la biología, por ejemplo, necesitan de actividades de muestreo y fotografías de la zona, en intervalos de tiempos continuos.

La infraestructura existente en la zona baja de acceso al predio cuenta con la casa de hacienda de cerca de 200 años, con un área de 330 m², que ha sido un ejemplo del correcto uso de materiales de bajo impacto ambiental (Asanza et al., 2013).

1.2. Planteamiento y formulación del problema

La Reserva “El Cristal” en la actualidad posee un gran potencial científico para estudiantes e investigadores, sin embargo, carece de un proyecto de diseño en cuanto a infraestructura y ambiente, por su difícil acceso en tiempos de máximo caudal de los afluentes, por no contar con un puente carrozable o peatonal a la antigua casa de hacienda, que permita la entrada y salida de insumos, así como la implementación de espacios destinados a científicos y estudiantes para desarrollar con eficiencia sus investigaciones.

Por otro lado, dentro de la Reserva existen construcciones destinadas a estadía para propietarios, que han generado problemas en el ámbito ambiental. Como lo es la remodelación de la antigua casa de hacienda y la construcción de tres nuevas edificaciones, en las que no se han utilizado materiales y prácticas constructivas sostenibles, para minimizar la agresión al medio ambiente, que son descritas a continuación:

1. La antigua casa de hacienda, que fue construida con materiales rústicos de bajo impacto ambiental, ciento por ciento naturales, como paredes de tapia, pisos de madera, cubierta de vigas de madera y teja común, etc., para su remodelación externa, si bien se ha cambiado la estructura de madera en su cubierta y corredores frontal y posterior, han intervenido diversos procedimientos que perturban el medio. Se encuentran por tanto materiales que son altamente contaminantes como: hormigón simple para pisos, pisos de gres con granillo, empastados en paredes, tejas, etc.

Figura 1. Casa de hacienda restaurada



Fuente y elaboración: el autor

2. Tres nuevas edificaciones se han construido en el sitio, cercanas a la antigua casa de hacienda, que no están destinadas para el estudio científico, sino para la producción agroforestal y hospedaje de los propietarios, en que se han aplicado asimismo procesos de construcción negativos al medio. Estas edificaciones están

compuestas con materiales contaminantes, en las que se ha implementado estructura de hormigón armado, mampostería de ladrillo, pisos de hormigón simple, instalaciones de PVC y cubierta de zinc.

Figura 2. Vivienda de estadía de propietarios



Fuente y elaboración: el autor

Dentro de las investigaciones que se han realizado en la Reserva “El Cristal”, se han efectuado diversos estudios medioambientales de todo tipo en sus diferentes zonas, sin embargo, no se han considerado estudios que evalúen los impactos que producen las construcciones e infraestructuras al medio ambiente.

Hablar, finalmente, que dentro del ámbito del diseño arquitectónico y sus procesos, que se vienen desarrollando en sus metodologías tradicionales, no se encaminan hacia una arquitectura sostenible. El concepto de sostenibilidad generalmente se ha mantenido en un ámbito más bien conceptual, haciéndose complejo el desarrollo de herramientas que permitan determinar el impacto ambiental del ciclo de vida de un proyecto (Martínez, 2015).

Las estrategias que se implementan en el diseño de bajo impacto ambiental, se las aplica en las etapas del desarrollo del diseño, ciertas metodologías que se utilizan actualmente en base a criterios de sostenibilidad como el *análisis de ciclos de vida de los edificios* (ACV), no están siendo puestas en desarrollo en el diseño arquitectónico, para determinar correctamente criterios ambientales que eviten este impacto negativo al medio (Acosta & Cilento, 2010). Generalmente, se analizan decisiones tomadas respecto a la

durabilidad de las estructuras desde el enfoque clásico, el cual considera únicamente los beneficios en cuanto al aumento de la vida útil de la obra (Martínez, 2015).

En consecuencia, en la fase de diseño no se tendrá presente únicamente la parte funcional del proyecto arquitectónico, como se lo realiza eventualmente en los procesos de diseño, teniendo como prioridad no solo la construcción y ejecución de un proyecto arquitectónico, sino también se tomarán en cuenta los aspectos técnicos y ecológicos dispuestos (Hernández y Delgado 2016). Por lo tanto, el proceso de diseño será enfocado a una arquitectura de bajo impacto ambiental, ya que estamos hablando ante todo de una zona de protección como la Reserva “El Cristal”, en la que no se han analizado previamente las instalaciones existentes.

1.3. Justificación

La Reserva Natural “El Cristal”, que permite gran acogida tanto para el estudio científico como para la producción agroforestal, es considerada una zona que posee una gran diversidad ecológica. Posibilita, además, una gran producción agrícola por la calidad de suelo, con gran variedad de café bajo sombra único en el sector, con bosques de plantaciones exóticas, como orquídeas presentes en el medio, que se pueden aprovechar para el cultivo, comercio y estudios de estas (Ávila et al., 2012).

En la actualidad, la Reserva “El Cristal”, en convenio con universidades, permite realizar estudios a los docentes y estudiantes dedicados a este tema, determinando así que, al implementar ciertas instalaciones serán útiles para repotenciar tanto al campo científico como agrícola.

Figura 1. Estudios científicos y forestales en la Reserva “El Cristal”



Se debe considerar, además, que la Reserva Natural “El Cristal” es de suma importancia en el sector, por encontrarse en la zona de amortiguamiento del Parque Nacional Podocarpus, y que gracias a la preservación que se ha venido dando por parte de los propietarios a su ecosistema durante varias décadas, ha permitido realizar estudios científicos en gran diversidad. De ahí la importancia de mitigar el impacto ambiental, al menor grado posible, por las construcciones de infraestructuras e instalaciones, determinando necesarios los procesos sostenibles en dicho medio.

Hablar de los procesos sostenibles dentro de la arquitectura, permitirá tener en cuenta cada una de las etapas de un proyecto de construcción, para determinar el impacto ambiental que se puede producir, por ejemplo: desde la selección de los materiales, en la que la Reserva “El Cristal” posee el potencial de utilizar materiales del sitio, hasta la etapa de término de la vida útil del proyecto, el cual no generará mayor impacto ambiental al sitio (Sostenible & Sostenible, 2012).

Estos procesos y metodologías pronosticarán el impacto negativo hacia un futuro, ya mencionado, que determinará acciones de naturaleza preventiva, desde sus inicios hasta el momento del término de la obra, analizando todos los factores negativos que se presenten. Será entonces un instrumento idóneo para valorar el deterioro medioambiental (Basbagill, Flager, Lepech, & Fischer, 2013).

Dicho esto, al aplicar estrategias de diseño considerando los efectos de una arquitectura de bajo impacto en la Reserva Natural “El Cristal”, se aprovechará de una mejor manera el entorno para beneficiar tanto al proyecto arquitectónico como al contexto natural; bajo esta consideración, se dará un aporte para la conservación del medio natural desde el punto de vista arquitectónico.

Por lo que la infraestructura que se propone cumplirá con los requerimientos necesarios para su funcionamiento y, a su vez, que el medio natural a intervenir no se verá afectado por dichas edificaciones, permitiendo así tener una relación en armonía del medio natural y el medio construido.

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo general

Diseñar un centro investigativo para estudiantes y científicos en la Reserva “El Cristal”, considerando una arquitectura de bajo impacto ambiental por medio de metodologías BIM para determinar una arquitectura sostenible en el medio natural a intervenir.

1.4.2. Objetivos específicos

- Investigar metodologías de arquitectura de bajo impacto ambiental en etapas tempranas de diseño, para emplear dichos métodos en la propuesta del diseño de infraestructuras de la Reserva “El Cristal”.
- Diagnosticar el sitio y sus diferentes zonas de la Reserva, para implementar correctamente las infraestructuras en el centro investigativo de la Reserva “El Cristal”.
- Implementar metodologías de arquitectura de bajo impacto ambiental en infraestructuras de la Reserva, mediante la aplicación de programas BIM.
- Diseñar la propuesta arquitectónica del centro de investigación en la Reserva “El Cristal”, considerando métodos de arquitectura de bajo impacto ambiental, para generar una arquitectura sostenible en el medio a intervenir.

1.5. Hipótesis

Aplicar métodos de bajo impacto ambiental en etapa temprana de diseño, permitirá un enfoque sostenible para mitigar los impactos negativos hacia el medio ambiente, proveniente del contenido de CO₂ de los materiales.

1.6. Metodología de la investigación

Para la elaboración de esta tesis se ha optado una metodología de investigación en base al método de Hernández Baptista (1998), adaptando los procesos de investigación en el campo de la arquitectura, en el que se ha podido optar un proceso de investigación con las siguientes fases:

Fase 1:

1. Idea de investigación.
2. Plantear el problema.
3. Establecer hipótesis.

Fase 2:

4. Se trabajará un marco teórico, mediante la recopilación de una exhaustiva bibliografía de conceptos, principios, métodos sostenibles. Revisar referentes a las metodologías propuestas.

Fase 3:

5. Se aplicará un método analítico – sintético: se analizará el terreno en todas sus interferencias, su contexto, ubicación orientación, etc.

Fase 4:

6. Se obtendrá también un método de experimentación - evaluación, con datos de arquitectura de bajo impacto ambiental, en relación con las emisiones de CO₂ de los materiales a utilizarse aplicando metodologías BIM.

Fase 5

7. Metodología de análisis arquitectónico – propuesta arquitectónica y comprobación de propuesta.

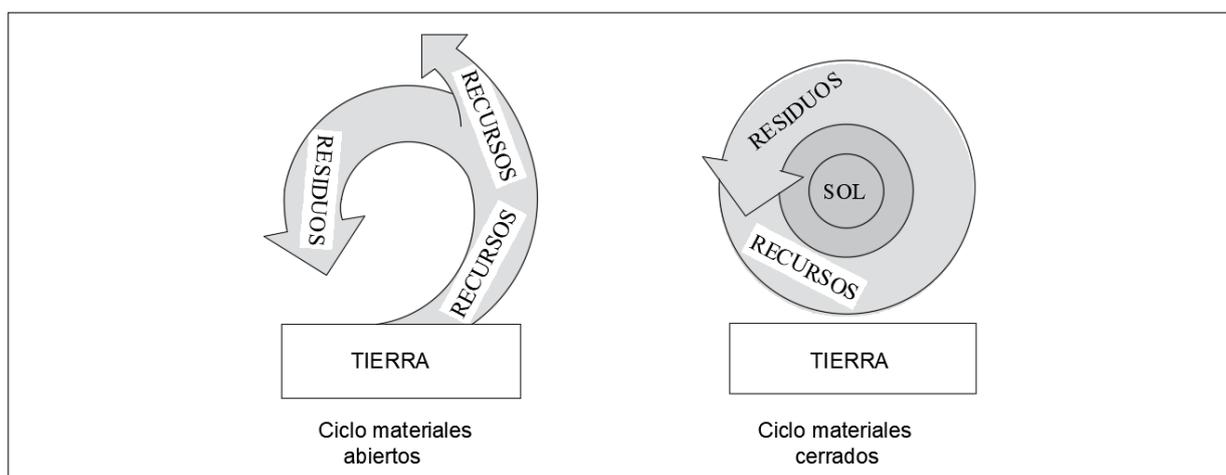
Capítulo 2

Marco Teórico

2.1. Sostenibilidad

El concepto de sostenibilidad se puede sintetizar como la capacidad de satisfacer las necesidades de las generaciones presentes (que deberían ser equitativas para toda la sociedad) sin hipotecar las de las generaciones futuras. A partir de este concepto, el crecimiento económico y el deterioro ecológico estarán indisolublemente ligados, cuestión que puede ejemplificarse fácilmente en el uso de los combustibles fósiles. No es sostenible nuestro modelo de desarrollo, ya que el agotamiento de los recursos naturales y la contaminación que supone su explotación condicionan severamente las posibilidades de las generaciones futuras, y las obliga a hacerse cargo de las consecuencias de nuestras acciones (Cuchi, 2009).

Figura 4. Ciclo de los materiales



Fuente: la qualitat ambiental als edificis. Albert Cuchi 2009

Elaborado por: el autor

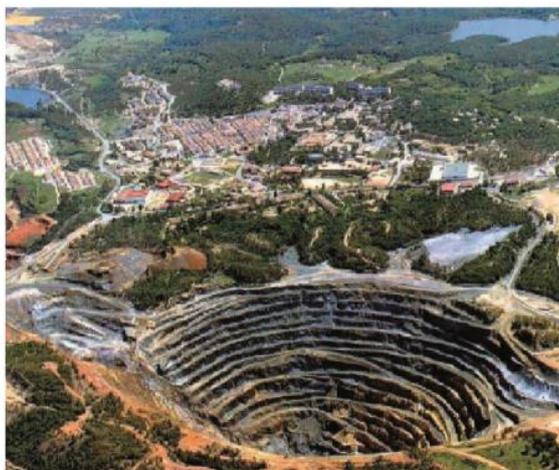
- Asumir el reto de la sostenibilidad supone ir hacia un modelo productivo donde todos los materiales nunca se transformen en residuos, sino que se recuperen como recursos, empleando energías renovables.
- Cerrar los ciclos materiales a través de la biosfera. Reciclar los materiales renovables.

Cerrar los ciclos materiales a través del sistema técnico e industrial. Reciclar los materiales no renovables (Cuchi, 2009).

2.1.1. Relación edificación – sostenibilidad

Según cita Cuchi (2009, p. 21), “La edificación a lo largo de la historia se ha basado en un modelo productivo dominante que tiene su origen en la revolución industrial, hace unos doscientos cincuenta años. Sin embargo, antes de llegar la revolución industrial los recursos se los obtenía sin sobrepasar gravemente la capacidad de la Naturaleza para producirlos, ni para asimilar los residuos generados”.

Figura 5. Explotación minera Río Tinto



Fuente: La qualitat ambiental als edificis
Elaboración: el autor

La rotura de esta condición de casi equilibrio produjo con la disposición indiscriminada de nuevas fuentes de energía, los fósiles, que permitieron acceder a los recursos minerales como no se había hecho hasta entonces. Y se puso en marcha una espiral de crecimiento ilimitado del consumo de recursos y de la generación de residuos. Por lo tanto, el modelo de la construcción dominante puede resumirse en la secuencia lineal extracción – fabricación - residuos (Cuchi, 2009).

2.1.2. Sostenibilidad en la arquitectura

La sostenibilidad en la arquitectura está relacionada directamente con los principios de “sostenibilidad ambiental”, ya que se ha determinado un alto grado de impactos

ambientales generados en el campo de la construcción y también la racionalización de los recursos naturales.

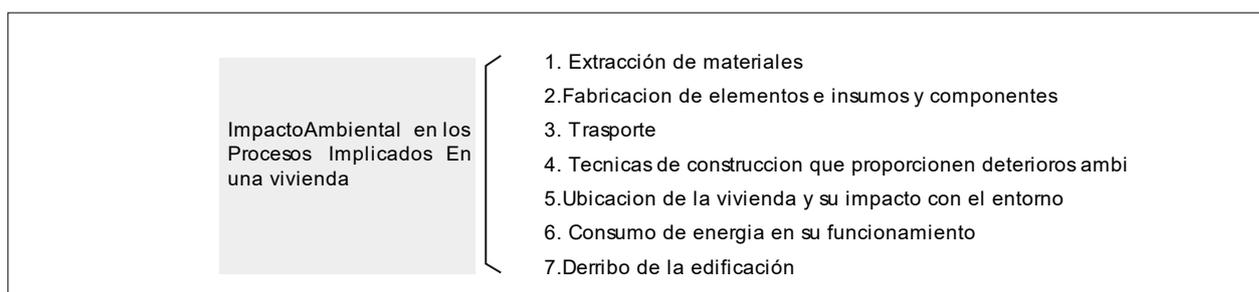
Por lo tanto, la sostenibilidad en la arquitectura integrará en los procesos del diseño elementos que permitan armonizar y optimizar la edificación en sus fases de producción (Colombia Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible [Minambiente], 2012).

La arquitectura por medio de la sostenibilidad adoptará responsabilidades ante los habitantes y el Planeta. Por lo tanto, se hará responsable de respetar los derechos naturales de los habitantes y el hábitat directamente relacionados a su quehacer profesional (Antúnez, 2008).

2.1.3. Arquitectura sostenible

Dentro de la arquitectura sostenible, se ha venido desarrollando una nueva variable a resolver, la cual nos habla del tiempo de vida útil de la construcción. Esto quiere decir que se tendrá presente el impacto del edificio durante toda su vida útil; desde la construcción de la edificación, el uso que tendrá la misma y, por último, su demolición (Minambiente, 2012). Por lo tanto, se tendrá presente el impacto ambiental en todos los procesos que estén implicados en una vivienda.

Figura 6. Principales procesos de impacto ambiental en la vivienda



Fuente: Colombia Ministerio ambiente y Desarrollo

Elaborado por: el autor

Algunas consideraciones de la Arquitectura Sostenible son:

- Garantizar el máximo nivel de bienestar y desarrollo de los ciudadanos.
- Posibilitar el mayor grado de bienestar y desarrollo de las generaciones venideras.

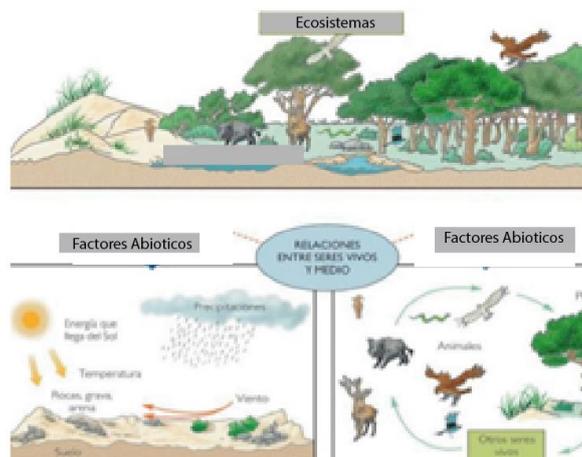
- Integrar el proyecto con los ciclos vitales de la Naturaleza.
- Aprovechar los recursos naturales, minimizando el impacto ambiental de las construcciones sobre el ambiente natural y sobre los habitantes.
- Ser eficiente en cuanto al consumo de energía.

En base a estos lineamientos, se expondrán diferentes autores que presentan estrategias y metodologías de arquitectura de bajo impacto ambiental, basados en principios de sostenibilidad, considerando que la propuesta del centro de investigación en la Reserva Natural “El Cristal” se emplazará en zonas ambientalmente sensibles.

• Importancia de los ecosistemas y su relación con el proyecto arquitectónico

Generalmente, los proyectistas poseen un concepto de entorno errado. El medio ambiente lo conciben únicamente como una zona física y espacial, considerándolo solo como un emplazamiento y ubicación geográfico, sin tener conciencia de los sistemas ecológicos y biológicos preexistentes en los terrenos en donde se emplazan los proyectos arquitectónicos (Yeang, 2005).

Figura 7. Factores presentes en ecosistemas



Fuente: es.slideshare.net/carrenespi/sostenibilidad-del-proyecto-de-arquitectura-y-su-impacto

Para abordar un proyecto ecológico es importante, primero, entender el concepto de ecosistema, ya que el proyecto estará relacionado directamente con el entorno, definiendo así al ecosistema como un conjunto de interacciones, tanto en componentes biológicos y físicos de medio ambiente. Hay que tener presente que un emplazamiento rural posee

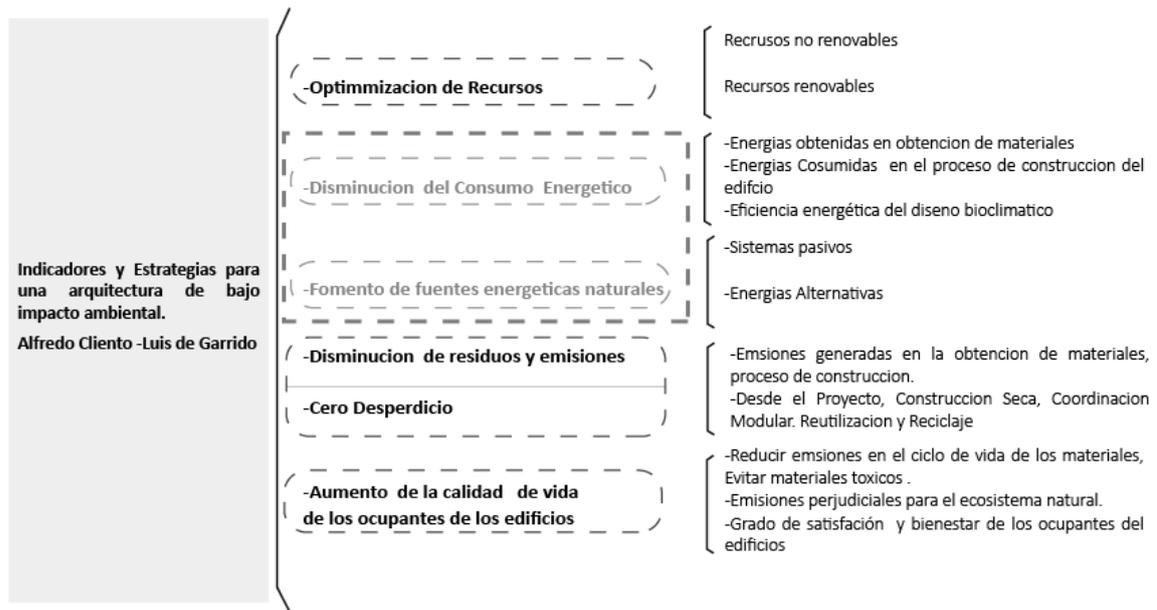
mayor complejidad en su diversidad ecológica, porque es más sensible a la intervención. Por lo tanto, el proyectista tendrá una visión ecológica considerando un emplazamiento como un ecosistema vivo y en funcionamiento. En tales proyectos se procederá a hacer un análisis exhaustivo del ecosistema.

El emplazamiento de un proyecto en zonas urbanizadas poseerá un ecosistema relativamente bajo. Por lo que tendrá consideración únicamente de componentes abióticos que influyen directamente con el proyecto (clima, suelos, geología de subsuelos, régimen de aguas, etc.) (Yeang, 2005). Cabe mencionar que el medio, al poseer gran variedad ecológica, como la Reserva “El Cristal”, el análisis del ecosistema puede simplificarse dando más énfasis en la vegetación y fauna presente.

- **Estrategias para las construcciones y las edificaciones sostenibles**

Es importante que para la toma de decisiones, desde etapas tempranas del diseño para una arquitectura de bajo impacto ambiental, deban ser gestionadas a partir de estrategias de sostenibilidad, que prevén acciones negativas al medio. Dicho esto, se expondrán a continuación dos autores que aplican estrategias y metodologías en base a principios de sostenibilidad, con el fin de contrastar información relevante de cada uno de ellos para la toma de decisiones en la propuesta de la Reserva “El Cristal”.

Figura 8. Estrategias para una arquitectura de bajo impacto ambiental



Fuente: Alfredo Ciento Sarli (2005); Luis de Garrido, (2009)

Elaborado por: el autor

Es claro que para que se dé una arquitectura sostenible, se debe cumplir con el mayor número de estrategias o indicadores sostenibles planteado anteriormente. Además, dichos principios permitirán contribuir a la recuperación del medio ambiente en todos sus aspectos, tanto social, económico y ecológico.

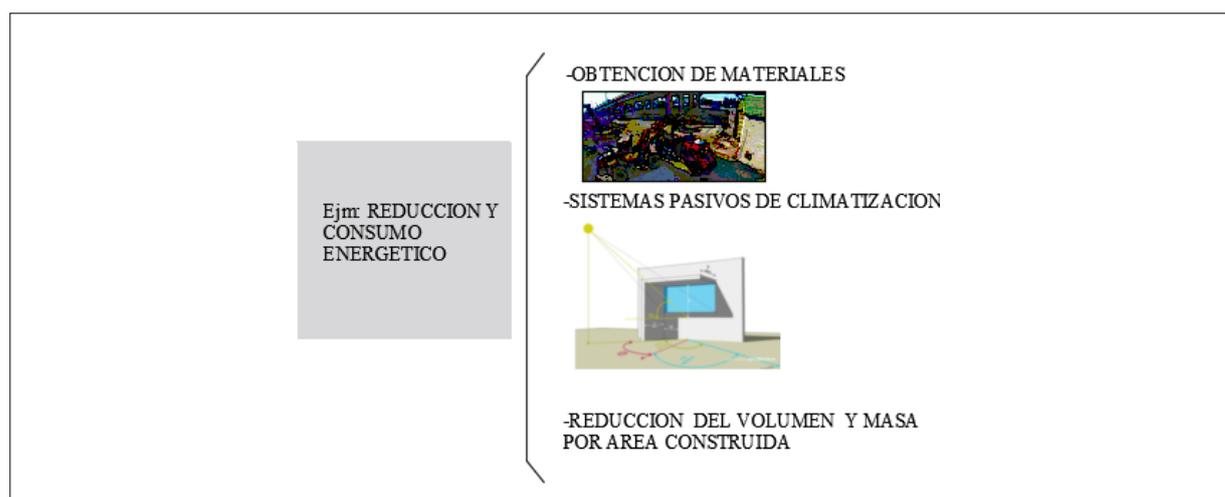
• Optimización de recursos

Esta estrategia estará enfocada principalmente a la reducción del consumo de materiales por metro cuadrado de construcción, con enfoque no solo al uso de recursos naturales sino también hacia la reutilización de los materiales ya aplicados. Hablar del consumo de materiales en este aspecto implicará también el disminuir el peso de construcción, el que dará un menor consumo energético al momento de construir. Además, otros factores importantes son la optimización de consumo de materiales por metro cuadrado de construcción, evitando así un sobredimensionamiento y el desperdicio (Acosta & Cilento, 2005).

• Disminución y racionalidad energética

Las estrategias de ahorro energético estarán relacionadas primeramente con el proceso de obtención de materiales en una edificación. Otro enfoque clave a esta estrategia tiene que ver con reducir el volumen y masa por área construida, por ejemplo, el uso de ladrillo hueco en vez de macizo, para así reducir el consumo de energía (Acosta & Cilento, 2005).

Figura 9. Reducción y consumo energético



Fuente: Acosta y Cilento, 2005

Elaborado: el autor

Además, la importancia del uso de recursos locales permitirá una gran racionalidad energética. También se suma el desarrollo y adopción de sistemas pasivos de ventilación, uso de sistemas con energía solar, eólica, etc. Así mismo, los cerramientos exteriores, cubiertas y ventanearías deben ser compatibles con las condiciones geo-ambientales del sitio, para así dar un confort a la persona (Acosta & Cilento, 2005).

• Disminución de residuos y emisiones - cero desperdicios

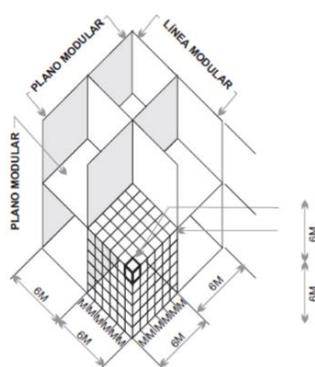
Desde etapas tempranas del proyecto se puede prever la magnitud de los desechos contaminantes que producirán los procesos de construcción y la edificación a lo largo de su ciclo de vida. Cilento (2005), nos habla que es necesario identificar y cuantificar las emisiones de los productos, para determinar qué medidas se deben y pueden tomar para

mitigarlo. Un claro ejemplo es diseñar procesos que disminuyan la energía incorporada en los materiales y componentes, para así tener una reducción significativa de CO₂.

De cierta forma, para poder reutilizar y reciclar es posible incorporar técnicas de construcción por la vía seca. Eso quiere decir evitar la adherencia superficial, como al utilizar morteros, pegas, soldaduras, etc. Y optar por la unión entre elementos a través de remaches, tornillos y uniones a presión, con el fin de tener la posibilidad de desensamblar una vez culminado la vida útil de la edificación (Acosta & Cilento, 2005).

Alfredo Cilento (2010), explica que la coordinación modular y dimensional disminuye en gran parte la generación de residuos, aplicando criterios modulares en el proyecto, materiales a utilizar y componentes para que se pueden instalar de manera que no generen desperdicios.

Figura 10. Esquemas de modulación



Fuente: <https://procesosconstructivos.files.wordpress.com/2011/05/ficha-9coordinacion3b3m-modular-4-glosario1.pdf>

Elaborado: el autor

2.1.4. Arquitectura bioclimática

En base a las estrategias de sostenibilidad ya expuestas, es importante considerar el consumo energético a lo largo de la vida útil del edificio. La arquitectura bioclimática tiene como competencia ayudar a reducir dicho consumo, ya que posee una gran eficacia medioambiental y de un menor coste.

Figura 11. Corte bioclimático



Fuente: <https://www10.aeccafe.com/blogs/arch-showcase/files/2013/03/GMARQ-CASA-A-28-Corte-Bioclimatico.jpg>
Elaborado: el autor

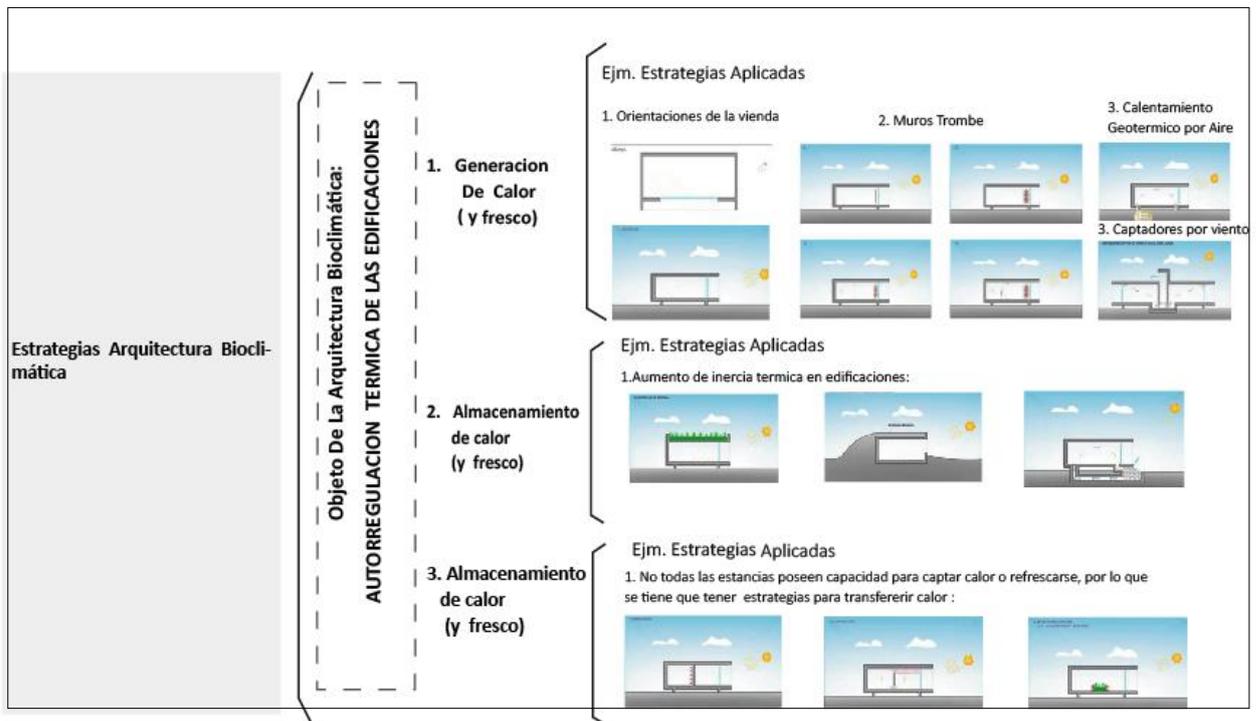
Lo que permite así que el proyectista sea capaz de controlar la luz, el espacio, el color, únicamente con su actividad proyectual (De Garrido, 2009).

Otro ejemplo que nos presenta De Garrido (2009), es que la toma de decisiones dentro de la arquitectura bioclimática es únicamente arquitectónica, se puede lograr que un edificio se refresque por sí solo en épocas de verano. Y, por el contrario, que en invierno se caliente sin necesidad de un consumo energético.

Hay que mencionar también que estos procesos permiten una mejor calidad de vida de los ocupantes de la edificación, al obtener óptimas condiciones de confort en los espacios (Minambiente, 2012).

En el siguiente esquema se muestran los principios aplicados para obtener una arquitectura bioclimática y sus estrategias, según De Garrido (2009).

Figura 12. Estrategias y principios bioclimáticos



Fuente: Luis de Garrido, 2009

Elaborado por: el autor

2.2. Análisis de ciclo de vida de la construcción

El sector de la construcción es responsable de un alto porcentaje de los impactos ambientales producidos. Hay muchos métodos disponibles para evaluar los impactos ambientales de los materiales y componentes dentro del sector de la construcción. Si bien son adecuados hasta cierto punto para un propósito particular, el presente trabajo considera un estudio de materiales en sus inicios de vida útil, en relación con su fabricación y cómo estos emiten emisiones de CO₂ al ambiente.

El ACV (Análisis de Ciclo de Vida), es una metodología para evaluar las cargas ambientales de procesos y productos durante todo su ciclo de vida. La evaluación incluye todo el ciclo de vida de un producto, proceso o sistema que abarca la extracción y procesamiento de materias primas: fabricación, transporte y distribución; uso, reutilización, mantenimiento, reciclaje y disposición final.

El ACV se ha convertido en una metodología ampliamente utilizada, debido a su forma integrada de tratar el marco, la evaluación del impacto y la calidad de los datos (Khasreen, Metat, 2009). Los procesos de análisis son complejos, es importante optimizar dichas metodologías para determinar el impacto producido en los procesos de construcción y determinar el ciclo de vida de sus materiales.

2.2.1. Necesidad de evaluar el ciclo de vida de los edificios

La industria de la construcción, los gobiernos, los diseñadores e investigadores de edificios, se ven afectados por la tendencia de la producción sostenible y las estrategias ecológicas. La importancia de obtener información sobre productos relacionados con el medio ambiente por parte de ACV es ampliamente reconocida, y ACV es una de las herramientas para ayudar a lograr prácticas de construcción sostenibles (Khasreen, Monkiz & Banfill, Phillip y Menzies, Gillian, 2009).

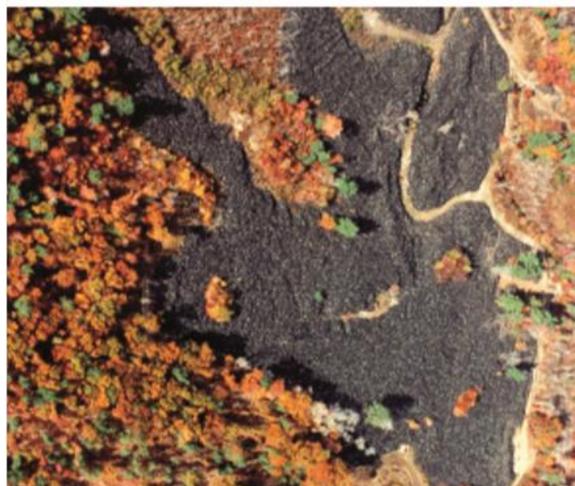
Por lo tanto, hay que considerar que:

- Primero, los edificios tienen una larga vida útil, a menudo más de 50 años, y es difícil predecir el ciclo de vida completo desde la cuna hasta la tumba (Khasreen, M. et al, 2009).
- Segundo, durante su vida útil el edificio puede sufrir muchos cambios en su forma y función, que pueden ser tan importantes, o incluso más significativos, que el producto original (Khasreen et al, 2009).
- Tercero, muchos de los impactos ambientales de un edificio ocurren durante su uso. El diseño adecuado y la selección de materiales son críticos para minimizar las cargas ambientales en uso (Khasreen et al, 2009).
- En cuarto lugar, hay muchas partes interesadas en la industria de la construcción. El diseñador, que toma las decisiones sobre el edificio final o su rendimiento requerido, no produce los componentes, ni tampoco construye el edificio (Khasreen et al, 2009).

2.3. Impacto ambiental en la construcción

Las principales causas del impacto ambiental de la arquitectura radican en el consumo de recursos no renovables y en la generación de residuos contaminantes, ambos en aumento acelerado. Este enfoque se considerará como principal punto de estudio en el presente trabajo. Considerando que el principal efecto es la destrucción del capital natural que se encuentra en la Naturaleza.

Figura 13. Extracción de materiales- Rhode Island

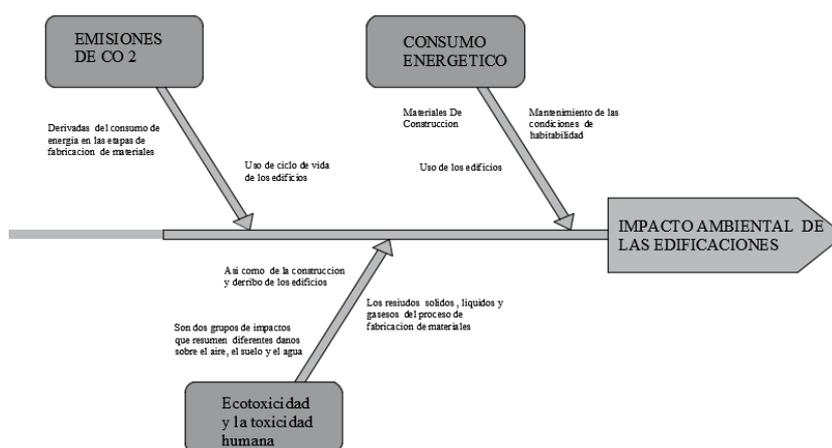


Fuente: Albert Cuchi, 2009
Elaborado por: autor

Son ejemplos la tala de los bosques nativos, el agotamiento de los combustibles fósiles, la disminución de las reservas de agua, o la contaminación de la atmósfera con gases como el dióxido de carbono (CO₂) (Cuchi, 2009).

Según Cuchi (2009), el impacto ambiental de las edificaciones puede sintetizarse en los efectos que se describen a continuación en la Figura 14:

Figura 14. Impacto ambiental de las edificaciones



Fuente: Cuchi, (2009)
Elaborado por: el autor

2.3.1. Por el uso del edificio

El consumo de recursos energéticos durante la vida útil del edificio es determinado por los consumos destinados a cada uso energético. En el caso de un edificio de viviendas, los usos más importantes son climatización, calefacción, refrigeración, agua caliente sanitaria (ACS), cocina, aparatos electrodomésticos e iluminación. El consumo energético final para la mayoría de estos usos dependerá tanto de la potencia instalada como del uso y la gestión que se haga (Cuchi, 2009).

2.3.2. Emisiones de CO₂: extracción y fabricación de materiales

Las emisiones de CO₂, según lo explica Cuchi (2009), son el principal gas causante de efecto invernadero que provoca el calentamiento global, y en la que, de acuerdo al ciclo de vida de los materiales, son derivadas principalmente del consumo de energía en las etapas de fabricación de materiales y uso en el ciclo de vida de los edificios.

La elección de los materiales es fundamental en las posibilidades futuras de reducción de emisiones, un campo al que no se han dedicado muchos esfuerzos y que no se toma en consideración al hablar de emisiones causadas por los edificios. Según Cuchi (2009, p. 73): “Para el cálculo y el análisis de las emisiones de CO₂ causadas por la

fabricación de los materiales se suelen incorporar y relacionar valores de masa, energía y emisiones asociadas”. Dichos valores servirán para la aplicación de metodologías en esta investigación, estableciendo base de datos que permitan determinar el impacto generado en todas las edificaciones.

2.4. Centro de investigación en reservas naturales

Un centro de investigación se entenderá como el medio edificado, apto para realizar actividades de carácter científico dentro de un límite, el cual posee potencialidades para desarrollar actividades prácticas y de estudio que abarcan carreras como la biología, ingeniería ambiental, ciencias naturales, ciencias químicas, entre otras.

Figura 15. Bosque etnoecológico - Onglan Alto Arajuno



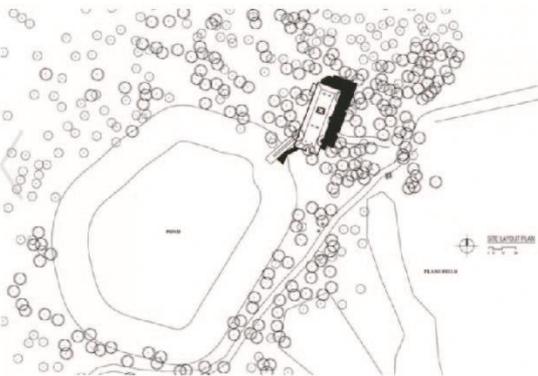
Fuente: Revelo (2014)
Elaborado por: el autor

Las áreas protegidas son lugares que generalmente cuentan con las características para implementar centros de investigación para estudiantes e investigadores, generando grandes beneficios para la preservación del ecosistema local, respondiendo así a la preocupación por las consecuencias de los cambios climáticos y la mala administración de los recursos naturales que son sobre explotados (Revelo, Pazmiño, Mata y Avilés, 2014).

2.4.1. Referentes de proyectos en zonas de protección

Se expondrán a continuación algunos referentes de arquitectura en zonas de protección. Los siguientes proyectos se exponen principalmente por su similitud al programa de necesidades en el Centro Investigativo de la Reserva “El Cristal”, en donde se analizarán sus objetivos, funcionamiento, programa arquitectónico y cómo el proyecto se relaciona con el lugar (Tablas 1 y 2).

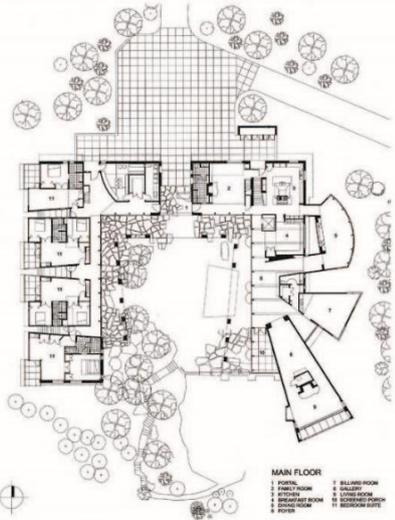
Tabla 1. Referente I en zonas de protección

REFERENTE	DESCRIPCION DEL PROYECTO
<p data-bbox="209 741 798 770">Arquitectos: Vitti Sthapati Brindo Ltd, Ehsan Khan</p> <p data-bbox="209 804 810 869">Centro de Interpretación de la Naturaleza Nishorgo Oirabot</p>  	<p data-bbox="887 741 1485 842">-Se emplaza en un bosque protegido de la reserva natural en el distrito de Chittagong. Posee una superficie de 288 m2 y fue edificado en el 2008</p> <p data-bbox="887 882 1485 1014">-Tiene como objetivo el de conservar la biodiversidad a través del ecoturismo y excursiones. La idea que engloba el proyecto es de admirar y cuidar la naturaleza</p> <p data-bbox="887 1055 1485 1187">- Las personas tiene la oportunidad en su segundo nivel de apreciar las vistas hacia el lugar, acompañada de una área de exposiciones y exhibición de documentos que informa al visitante el lugar.</p> <p data-bbox="887 1227 1485 1359">- Este se implanta sobre el paisaje del terreno, el cual se tiene un gran respeto hacia la naturaleza, los árboles se mantiene intactos y forma parte de las construcciones .</p> <p data-bbox="887 1400 1485 1603">-En cuanto a su sistemas constructivo el edificio posee una estructura de muros de hormigon portante, estos soportan los voladizos de las losas de concreto , los árboles tambien atraviesas esta estructura con el fin de no causar impacto negativos al medio ambiente</p>

Fuente: Schiller, Evans, Labeur, Delbene (2001)

Elaborado por: el autor

Tabla 2. Referente II en zona de protección

REFERENTE	DESCRIPCION DEL PROYECTO
<p data-bbox="292 349 702 376">Arquitectos: Barton Phelps Associates</p>  	<p data-bbox="871 409 1422 560">-Se encuentra ubicada en una zona rural de aproximadamente 400 hectareas. El centro posee un area de 889m2 ,se emplaza sobre una elevacion de roca caliza . En esta predomina gran vegetacion y tambien bordea el Rio Osage</p> <p data-bbox="871 622 1422 772">-La edificacion funciona como un centro de retiro / o para conferencias rurales, por que se emplaza en una reserva ecológica de suma importancia. El cual se presta para la acogida de estudiantes, milias, instituciones educativas etc.</p> <p data-bbox="871 801 1422 891">- En lo que corresponde a su materialidad predominan en gran parte la piedra y la madera, los cuales son autoctonos del lugar.</p> <p data-bbox="871 920 1422 1070">- En cuanto a su configuración espacial esta coformado por un grupo de habitaciones en forma de U que enmarcan un patio central, pensado para la interaccion social y su vez permite vistas hacia el lugar para permitir la vivencia con le medio natural.</p>

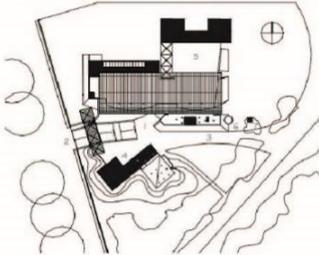
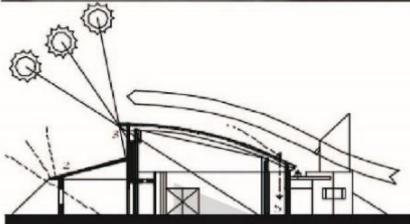
Fuente: Schiller, Evans, Labeur, Delbene (2001)

Elaborado por: el autor

2.4.2. Referentes de proyectos de bajo impacto ambiental en zonas de protección

Se analizarán a continuación dos proyectos que demuestran una arquitectura de bajo impacto ambiental, en que se han implementado estrategias de sostenibilidad, la integración de sistemas solares en la arquitectura y, a su vez, la efectiva implementación de estrategias de diseño bioclimático, demostrando así una gran factibilidad para el medio natural (Tablas 3 y 4).

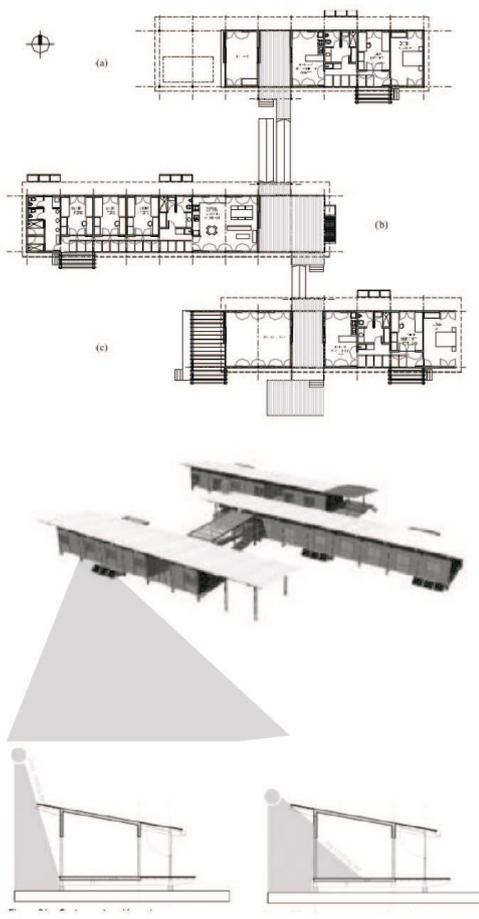
Tabla 3. Proyecto de bajo impacto ambiental en zonas de protección

REFERENTE	DESCRIPCION DEL PROYECTO
<p>Desarrollado: Centro de investigacion Habitat y energía, Cihe, Fadu-Uba</p> <p>Centro de interpretacion de la reserva Ecologica, Costanera Sur. Gobierno de la Ciudad de Buenos Aires</p>  <p>Figura 1 Emplazamiento: 1 explanada acceso 2 acceso peatonal, 3 sendero peatonal 4 patio merienda, 5 patio SUM.</p>    <p>Estudio de Ventanas Captadores de luz solar</p>	<p>-El proyecto se emplaza en una zona plana . Sus suelos poseen una baja resistencia portante. Existen un tipo de vegetacion alta, propia del lugar.</p> <p>-Tiene como objetivo ayudar de manera didactica a escuelas que visitan la reserva. Permitiendoles interpretar la Reserva Ecologica.</p> <p>ESTRATEGIAS</p> <p>- Optimizacion de los recursos. Aprovecha la luz natural y la captacion de energia sola e implementa recursos bioclimaticos.</p> <p>-Para la implementacion de materiales la edificacion parte de la evaluacion de los mismos, buscando las mejores alternativas:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1.Materias primas renovables y reciclables <p>Bajo impacto energetico: extracción, fabricacion y colocacion en obra</p> <ol style="list-style-type: none"> 2.Mínimo impacto en salud de habitantes 3.Materiales reutilizables en etapa de demolicion. <p>- Implementación de instalaciones no convencionales.Con el fin de racionalizar recursos naturales como el agua :</p> <ol style="list-style-type: none"> 1.Reciclado de aguas grises 2.Recolección de agua de lluvia de las cubiertas, para destinarlos a espacios exteriores y depositos de inodoros <p>-Instalacion Termo mecanica</p> <p>-Utilizacion de sistemas solares</p>

Fuente: Schiller, Evans, Labeur, Delbene (2001)

Elaborado por: el autor

Tabla 4. Proyecto de bajo impacto ambiental en zonas de protección

REFERENTE	DESCRIPCION DEL PROYECTO
<p>Con el asesoramiento del Programa de Asistencia Técnica en Arquitectura Bioambiental de la Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo, Universidad de Buenos Aires, a través de un convenio entre el Programa PNUD, Naciones Unidas, y la FADU-UBA.</p> <p>Estación de Biosfera Yabotí, Reserva Natural La Esmeralda, Provincia de misiones -Argentina</p>  <p>Estudio realizado de la proyección solar en verano e invierno</p>	<p>- El sitio es muy sensible ambientalmente generando posibles inconvenientes en su entorno, el proyecto en si de muestra nuevos enfoques ambientales en arquitectura.</p> <p>-El programa, esta compuesto por tres elementos principales: la vivienda de Guarda Parques, con taller, depósito y estacionamiento semi-cubierto, la vivienda del Director Residente, con estudio y laboratorio, y el alojamiento para 12 investigadores tesistas y pasantes.</p> <p>-Existen lugares de reunion esparcimiento y descanso, los cuales son muy habitables permitiendo tener proteccion solar y las lluvias del sitio. Proporcionando asi espacios mejor habitables</p> <p>ESTRATEGIAS</p> <p>Por lo que se ha planteado :</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Que la edificacion respete las especies existentes 2.Estrategias bioambientales 3.Aprovechamiento de energias renovables 4.Uso de materiales de bajo impacto ambiental 5. Instalaciones no convencionales(sanitarias) y uso racional del agua

Fuente: Schiller, Evans, Labeur, Delbene (2001)

Elaborado por: el autor

2.5. Metodología: impacto ambiental en la construcción en los materiales

Con las estrategias ya estudiadas, las cuales permiten determinar una arquitectura de bajo impacto ambiental, se complementará el estudio planteando métodos cuantitativos en base a la premisa “Desperdicios y Emisiones”, ya examinada anteriormente, en donde se analizan las emisiones de CO₂, con el fin de evaluar con exactitud el impacto ambiental que se ha producido en la Reserva “El Cristal”, mediante el uso de los materiales empleados en las nuevas edificaciones, incluida la casa de hacienda, que a diferencia de las otras dos, esta posee materiales de tierra.

Con esto se determinarán las emisiones de CO₂ que produce cada material y el consumo energético aplicado para la obtención de los mismos, para poder comparar por medio de esta evaluación diferentes tipos de materiales, que servirán para la toma de decisiones durante las fases de diseño.

2.5.1. Consideraciones previas para metodologías a estudiar

Las edificaciones producen dos tipos principales de impacto ambiental, como ya se había analizado anteriormente: el generado por el uso a lo largo de su vida útil y el generado por su construcción, de los cuales el primero es el más significativo pues comprende energía de climatización, alumbrado, uso de elementos mecánicos, sistemas de seguridad y señalización, consumo y desecho de aguas, además de un lapso mucho mayor (Arreaza, Avallaneda y Gonzales, 2015).

Los aspectos relacionados con la construcción resultan menos importantes en cuanto a impacto, pues comprenden principalmente lo relativo a materiales de construcción (producción, transporte, desechos, etc.) y procesos constructivos (Arreza et.al, 2015). Este impacto ambiental en los procesos de construcción se analizará en este apartado, enfocado específicamente al impacto de los materiales.

2.5.2. Metodología de bajo impacto ambiental en base a los materiales

En base a las consideraciones previas se tomarán referencias de autores reconocidos, como Albert Cuchi, y artículos publicados sobre minimización del impacto ambiental en la construcción de viviendas plurifamiliares (Arreaza et al., 2015), y se desarrollará el estudio de evaluación de edificaciones en la hacienda “EL Cristal”, considerando el peso de los materiales de construcción más utilizados en las edificaciones (kg de material, mJ/kg de material, kg de CO₂ eq./kg de material). Y se procederá a aplicar a una base de datos, se cuantificará el peso, la energía incorporada y las emisiones de dióxido de carbono equivalente para el área de una unidad en la edificación seleccionada, obteniendo de esta manera la cuantificación del impacto ambiental (Arreaza et al., 2015).

2.5.3. Bases de datos para caso de estudio

Es necesario determinar una base de datos para los materiales de la reserva “El Cristal”, del libro de Hegger, artículo científico *Environmental Impact of Construction Materials and Practices*, y además, el artículo: *Construcciones de tierra del siglo XXI*, considerando materiales para sistemas constructivos tradicionales, determinando datos específicos como kg de material, mJ/kg de material, kg de CO₂ eq./kg de material, para finalmente calcular la contaminación de toda la edificación por metro cuadrado de construcción (Figura 16, por resolver en fase de experimentación de acuerdo con el diagnóstico del sitio).

Figura 16. Ejemplo base de datos de impacto ambiental por tipos de material

FAMILIA	MATERIAL	DENSIDAD	ENERGIA	EMISIONES
orgánicos	tablero contraxapado conifera	430 Kg/m ³	5,96 MJ/Kg	0 g CO ₂ /Kg
	tablero MDF	725 Kg/m ³	13,5 MJ/Kg	0 g CO ₂ /Kg
	escuadría conifera	450 Kg/m ³	1,3 MJ/Kg	0 g CO ₂ /Kg
	semisólido pino FSC	450 Kg/m ³	1,35 MJ/Kg	0 g CO ₂ /Kg
	parquet flotante	430 Kg/m ³	6,1 MJ/Kg	0 g CO ₂ /Kg
petreos	hormigón	2340 Kg/m ³	0,66 MJ/Kg	107 g CO ₂ /Kg
	hormigón ligero	1500 Kg/m ³	0,66 MJ/Kg	107 g CO ₂ /Kg
	bovedilla cerámica	750 Kg/m ³	2,22 MJ/Kg	140 g CO ₂ /Kg
	arena de río	1600 Kg/m ³	1,64 MJ/Kg	101 g CO ₂ /Kg
	baldosa de grés	2000 Kg/m ³	3,58 MJ/Kg	571 g CO ₂ /Kg
	placa de yeso	850 Kg/m ³	3,12 MJ/Kg	176,5 g CO ₂ /Kg
	mortero hidráulico	2250 Kg/m ³	0,96 MJ/Kg	173 g CO ₂ /Kg
	mortero de cemento	1900 Kg/m ³	1,13 MJ/Kg	204 g CO ₂ /Kg
	revestimiento pétreo	2250 Kg/m ³	0,96 MJ/Kg	173 g CO ₂ /Kg
	ladrillo macizo (12x25x7)	1600 Kg/m ³	2,5 MJ/Kg	175 g CO ₂ /Kg
	ladrillo hueco (12x25x7)	750 Kg/m ³	2,22 MJ/Kg	140 g CO ₂ /Kg
	ladrillo hueco doble	750 Kg/m ³	2,22 MJ/Kg	140 g CO ₂ /Kg
	ladrillo hueco sencillo	750 Kg/m ³	2,22 MJ/Kg	140 g CO ₂ /Kg
	azulejo cerámica esmaltada	2000 Kg/m ³	3,58 MJ/Kg	571 g CO ₂ /Kg
	yeso	1300 Kg/m ³	1,13 MJ/Kg	136 g CO ₂ /Kg
	cartón yeso	1300 Kg/m ³	1,13 MJ/Kg	136 g CO ₂ /Kg
	lana de roca	70 Kg/m ³	14 MJ/Kg	80 g CO ₂ /Kg
vidrio	2490 Kg/m ³	8 MJ/Kg	569 g CO ₂ /Kg	
metálicos	acero 1ª fusión	7850 Kg/m ³	24 MJ/Kg	1700 g CO ₂ /Kg
	acero 2ª fusión (85%)	7850 Kg/m ³	11 MJ/Kg	930 g CO ₂ /Kg
	malla electrosoldada 1ª fusión	7850 Kg/m ³	24 MJ/Kg	1700 g CO ₂ /Kg
	chapa de acero 1ª fusión	7850 Kg/m ³	24 MJ/Kg	1700 g CO ₂ /Kg
	acero galvanizado 1ª fusión	7850 Kg/m ³	24 MJ/Kg	1700 g CO ₂ /Kg
	perfil de acero 1ª fusión	7850 Kg/m ³	24 MJ/Kg	1700 g CO ₂ /Kg
	aluminio 1ª fusión	2700 Kg/m ³	271 MJ/Kg	22000 g CO ₂ /Kg
	aluminio 2ª fusión (50%)	2700 Kg/m ³	182 MJ/Kg	14.000 g CO ₂ /Kg
materiales de síntesis	poliestireno expandido	15 Kg/m ³	115 MJ/Kg	468 g CO ₂ /Kg
	poliestireno extrusionado	25 Kg/m ³	162 MJ/Kg	840 g CO ₂ /Kg
	pintura paramento interior	-	27'11 MJ/m ²	4 g CO ₂ /m ²
	imprimación asfáltica	1100 Kg/m ³	5 MJ/Kg	489 g CO ₂ /Kg
	betún elastomérico	1100 Kg/m ³	5 MJ/Kg	489 g CO ₂ /Kg
	geotextil de poliéster	910 Kg/m ³	75 MJ/Kg	1820 g CO ₂ /Kg

Fuente: Arreaza et al.,

Elaborado por: el nautor

2.5.4. Metodologías BIM e impacto ambiental en la construcción

Se ha realizado un estado de arte de acuerdo con las metodologías BIM para el cálculo del impacto ambiental en relación con los materiales aplicados, en base a dos autores de artículos científicos.

Dichos estudios concuerdan que el software BIM son herramientas sostenibles que permiten un análisis de impacto desde etapas tempranas de diseño. Sin embargo, ha

existido cierto desafío por determinar cómo aplicar estas herramientas desde las primeras etapas de diseño.

Basbagill, Flager, Lepech, Fischer (2013), en su artículo científico “Application of life-cycle assessment to early stage building design for reduced embodied environmental impacts”, aseguran que una parte significativa de los impactos del ciclo de vida de un edificio está determinada por las decisiones tomadas en las primeras etapas de diseño. La elección de materiales con bajos impactos incorporados en esta etapa, por lo tanto, tiene el potencial de reducir significativamente el impacto del ciclo de vida de un edificio. Sin embargo, la evaluación del desempeño ambiental de estas decisiones y las estrategias para generar alternativas que mejoran el desempeño de los diseños, generalmente no se realizan hasta la etapa de desarrollo del diseño.

Afirman que el ACV (Análisis de Ciclo de Vida) es una herramienta efectiva para la toma de decisiones en la etapa inicial de la industria, los diseñadores deben, por lo tanto, estar capacitados para comprender qué material y decisiones de dimensionamiento determinan más significativamente el impacto ambiental de un edificio y qué decisiones son menos importantes. Este conocimiento puede ser parte de un proceso integrado de retroalimentación de impacto ambiental habilitado por BIM, en el que los diseñadores se centran en decisiones con gran impacto durante las primeras etapas de diseño (Basbagill et. al, 2013).

Por lo tanto, tienen como objetivo el utilizar una metodología con un proceso automatizado o semiautomático que proporcione información sobre el impacto ambiental en muchos diseños de edificios. Un elemento central del método es la integración del software BIM con ACV, en los que se maneja base de datos de impacto ambiental por componentes de edificaciones.

Estas propiedades incluyen las densidades de material y los factores de CO₂ incorporados, o la cantidad equivalente de dióxido de carbono asociado con la energía de la materia prima de los materiales, la energía requerida para procesar los materiales en componentes de construcción y la energía del ciclo de combustible para todos los procesos pre operacional. El cálculo de la huella de carbono pre operacional es el primer

paso en este proceso. El uso de fórmulas de cantidad de material es una parte esencial de este cálculo, los cuales se ingresarán al Software BIM (Basbagill et. al, 2013).

Otros autores que tratan el impacto ambiental en relación a los materiales podemos observarlo en el artículo *Continuous BIM-based assessment of embodied environmental impacts throughout the design process* (Cavalliere, Habert, Dell'Osso, Hollberg, 2019), el cual tiene un mayor alcance en cuanto al estudio del impacto ambiental en relación a los materiales, en donde el método aplicado utiliza diferentes bases de datos de LCA (Análisis de Ciclo de Vida) con diferentes niveles de detalle para el nivel específico de desarrollo (LOD) del BIM (Tabla 5).

Tabla 5. Ejemplo aplicado en la estructura de una vivienda - Relación nivel de desarrollo (LOD) con base de datos de impacto ambiental (GWP: emisiones de dióxido de carbono)

BASE DE DATOS: BAUTEILKATALOG			BASE DE DATOS : KBOB	LOD 400	LOD 300	LOD 200	LOD100
Categorías de construcción	Componentes de construcción	Soluciones Constructivas	MATERIALES				
Estructura	Muro de Carga	Marco de madera de construcción	Madera Dura	GWP	GWP	GWP: Max, Min, Promedio	GWP: Max, Min, Promedio
			Tablero Aislante de fibra de madera	GWP			
			...	GWP			
		Construcción de marco de hormigón	Concreto	GWP	GWP		
			Acero de refuerzo	GWP			
			...	GWP			
...	...	GWP	GWP				

Fuente: Cavalliere., Et al (2019)

Elaborado por: el autor

Es importante entender el concepto (LOD), que se define como cada elemento que representa el contenido de información del objeto. En general, el LOD de BIM se describe en cinco pasos como LOD 100a, LOD 500 (Cavalliere et al, 2019).

En la práctica, LOD 500 rara vez se alcanza durante el proceso de diseño porque el esfuerzo de modelado es inmenso y se refiere al modelo tal como está construido. En algunos estudios se describe un LOD intermedio, por ejemplo 350 (Cavalliere et al, 2019).

La evaluación de los impactos ambientales incorporados se realiza mezclando constantemente las bases de datos de LCA, y los resultados de dicha investigación muestran que ahora es posible calcular los impactos incorporados en todas las etapas de diseño, al mismo tiempo que son consistentes con los resultados del proyecto completado. Por lo tanto, el método permite estimar el impacto ambiental final incorporado con una precisión cada vez mayor y de esa manera proporcionar información para la toma de decisiones a lo largo de todo el proceso de diseño (Cavalliere et al, 2019).

Por lo tanto, evalúa continuamente los impactos ambientales incorporados en todas las fases del proceso de diseño del edificio utilizando BIM y mezclando bases de datos de LCA con diferentes niveles de detalle (LOD) (Cavalliere et al, 2019).

Dichos procesos que desarrolla necesitan de bases de datos por componentes de las edificaciones, en las que actualmente no se han desarrollado para nuestro medio, no obstante, la metodología aplicada consta de procesos automatizados, tal como se citó a los primeros autores, determinando que con una base de datos simple, con acceso a nuestro medio, por tipo material, llegaría a ser muy útil para el cálculo del impacto ambiental.

2.6. Marco normativo: Constitución de Ecuador-Norma Técnica Ecuatoriana

INEN

2.6.1. Contexto nacional

La nueva Constitución de Ecuador aprobada en el 2008, brinda un marco orientador de gran importancia, no solo porque incorpora los derechos de la Naturaleza (Capítulo séptimo, Art. 71-74), sino también porque integra elementos claves sobre el manejo de los recursos naturales y el desarrollo sustentable. A la actual constitución, se suman leyes específicas para las áreas protegidas, así como declaratorias internacionales, varias de las cuales el Ecuador las ha suscrito y a través de diversas acciones busca ponerlas en práctica.

• Constitución de la República del Ecuador 2008

La Constitución Ecuatoriana del 2008, en la sección segunda sobre ambiente sano dice: Art. 15.- El Estado promoverá, en el sector público y privado, el uso de tecnologías ambientalmente limpias y de energías alternativas no contaminantes y de bajo impacto. En el capítulo séptimo sobre derechos de la Naturaleza, Art. 73.- El Estado aplicará medidas de precaución y restricción para las actividades que puedan conducir a la extinción de especies, la destrucción de ecosistemas o la alteración permanente de los ciclos naturales.

En la sección séptima sobre biosfera, ecología urbana y energías alternativas: Art. 413.- El Estado promoverá la eficiencia energética, el desarrollo y uso de prácticas y tecnologías ambientalmente limpias y sanas, así como de energías renovables, diversificadas, de bajo impacto y que no pongan en riesgo la soberanía alimentaria, el equilibrio ecológico de los ecosistemas ni el derecho al agua.

• Sistema Nacional del Áreas Protegidas

El Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SNAP), fue establecido en 1976, y se rige por los siguientes objetivos básicos (Art. 168 TULAS, 2002):

- Propender a la conservación de los recursos naturales renovables acorde con los intereses sociales, económicos y culturales del país;
- Preservar los recursos sobresalientes de flora y fauna silvestres, paisajes, reliquias históricas y arqueológicas, fundamentados en principios ecológicos;
- Perpetuar en estado natural muestras representativas de comunidades bióticas, regiones fisiográficas, unidades biogeográficas, sistemas acuáticos, recursos genéticos y especies silvestres en peligro de extinción;
- Proporcionar oportunidades de integración del hombre con la Naturaleza; y,
- Asegurar la conservación y fomento de la vida silvestre para su utilización racional en beneficio de la población.

Define, además, el Art. 170, que las actividades permitidas dentro del SNAP son: la preservación, protección, investigación, recuperación y restauración, educación y cultura, recreación y turismo controlados, pesca y caza deportiva controladas, aprovechamiento racional de la fauna y flora silvestres; actividades debidamente autorizadas por el Ministerio del Ambiente.

Capítulo 3

Fase de Diagnóstico

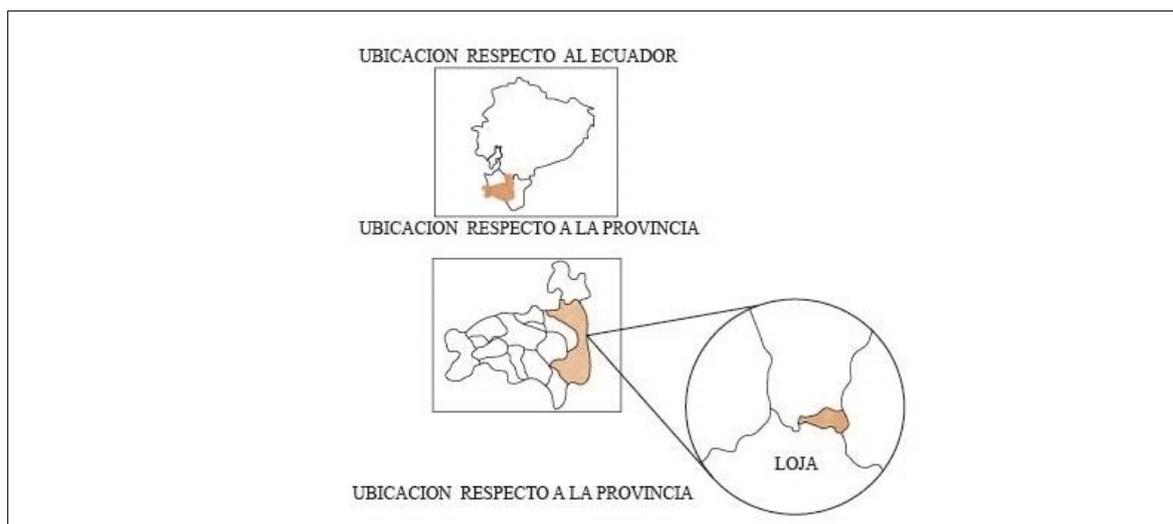
3.1. Análisis del contexto rural

Se han analizado todos los aspectos del entorno en donde se encuentra ubicado la Reserva “El Cristal”, con el fin de abordar las principales características del sitio, para una implantación correcta del centro investigativo.

3.1.1. Ubicación

La propuesta para el centro de investigación en la Reserva “El Cristal” estará ubicada en la Región Sur de Ecuador, provincia y cantón Loja, en el sector de Curitroje y Pueblo Nuevo, entre las comunidades de Pueblo Nuevo y Tres Leguas.

Figura 17. Ubicación Reserva El Cristal



Fuente: Plan de Manejo de la Biodiversidad de la Hacienda El Cristal, Cantón y Provincia Loja
Elaborado por: el autor

3.1.2. Límites y área

Los límites del área son:

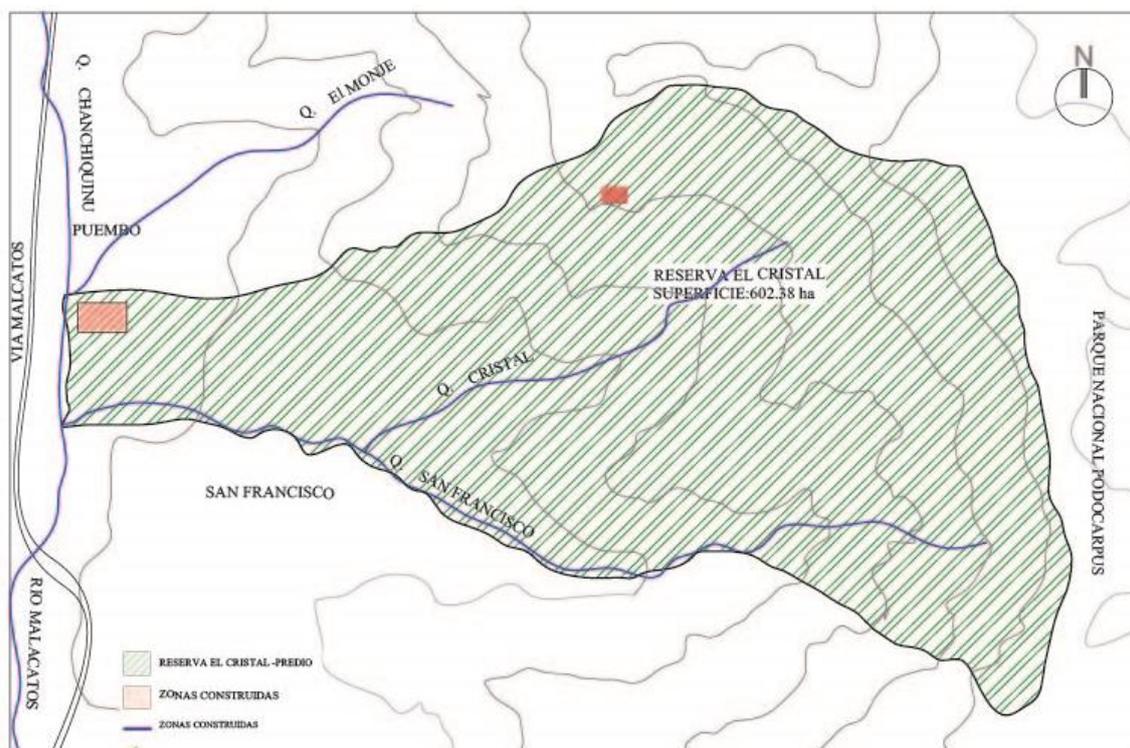
Norte: con el poblado de Pueblo Nuevo y Curitroje, y con la quebrada El Monge.

Sur: con el poblado de San Francisco y la quebrada San Francisco.

Este: Parque Nacional Podocarpus (PNP).

Oeste: río Malacatos.

Imagen 2. Límites naturales predios Reserva “El Cristal”



Fuente: Plan de Manejo de la Biodiversidad de la Hacienda El Cristal, Cantón y Provincia Loja
Elaborado por: el autor

3.1.3. Vialidad

Para acceder a la zona donde se encuentra ubicado el predio, desde la ciudad de Loja en un tiempo aproximado de 30 minutos, se toma la carretera de primer orden E682, a 13 km en dirección al sur.

Para ingresar a la Reserva “El Cristal”, existen diversos accesos de los que se ha considerado como principales: Rumizhitana - Tres Leguas, que se conectan al Sendero Turístico Caxarumi por medio de vías de servidumbre y de tercer orden, y esta a su vez a la Reserva “El Cristal”.

Para trasladarse al bosque nublado andino y páramos (parte media 2 600 msnm y alta 2 600-3 250 msnm) del predio se utiliza la vía Loja - Cajanuma - Centro Administrativo o refugio del Parque Nacional Podocarpus (PNP) (Asanza et al., 2013).

Figura 19. Vialidad hacia la Reserva “El Cristal”



En la actualidad, la vía de primer orden Loja - Malacatos, es atendida por servicios de transporte público, que permiten el recorrido hasta las rutas de tercer orden, por medio de empresas de transporte como: Vilcabambaturis, Unión Cariamanga, Sur Oriente, Yantzaza, Nambija, y servicios de Taxi Ruta, además de transporte privado. En lo que corresponde al Sendero Turístico Caxarumi, está considerado como un sendero ecológico, por lo que está enfocado también como un ciclo ruta.

3.1.4. Viviendas y servicios básicos del sector

Se han determinado dos localidades cercanas a la Reserva “El Cristal”, que son los barrios Rumizhitana y Tres Leguas, los cuales constan de equipamientos e infraestructura, como áreas recreativas, equipamientos religiosos, canchas de uso múltiple, etc.

Existe gran cantidad de viviendas de tipo tradicional y rústico, con un sistema constructivo mixto de madera, adobe, bahareque y tapia, en su gran mayoría con característica de portal, sin embargo, hay viviendas de tipo moderno, con un sistema constructivo mixto de hormigón armado, estructura metálica, mampostería de ladrillo, teja, cubierta de ardex, etc.

En cuanto a los servicios básicos encontramos, Tabla 6:

Tabla 6. Servicios básicos barrios Tres Leguas y Rumizhitana

En cuanto a los servicios básicos de las localidades, se ha determinado :	
Rumishitana: Sistema alcantarillado combinado y letrinas con descarga directa al Río Malacatos, agua potable, servicio de luz eléctrica con tendido eléctrico, telefonía móvil por sectores y telefonía fija	
Tres leguas: Sistema alcantarillado combinado y letrinas con descarga directa al Río Malacatos, agua entubada, servicio de luz eléctrica, telefonía móvil por sectores y telefonía fija	

Elaborado por: el autor

3.2. Análisis físico natural

En cuanto al análisis físico natural, se han estudiado varias características generales en base a los ecosistemas presentes en la Reserva, que aborda aspectos climáticos como también un estudio de la vegetación y fauna del lugar.

3.2.1. Climatología - Temperatura

En cuanto se refiere al clima, partiendo desde el sector de Cajanuma hasta llegar al barrio Pueblo Nuevo, encontramos un clima templado lluvioso, influenciado por las condiciones climáticas amazónicas y la interacción de la vegetación local; sus precipitaciones varían entre 1 500 a 2 000 mm anuales, con temperaturas de 6 a 12 °C, presentes en la parte alta de este sector (Asanza et al., 2013).

Desde Pueblo Nuevo hasta llegar al sector de Rumizhitana se consolida la transición de templado lluvioso a templado húmedo, también con influencia del clima de la Amazonía y la vegetación local. Por lo que en la Reserva “El Cristal” la temperatura varía según la altitud, oscila entre 6 – 22 °C, siendo la temperatura promedio de 12 °C, y un rango de altitud 1 905 a 3 200 msnm (Asanza et al., 2013).

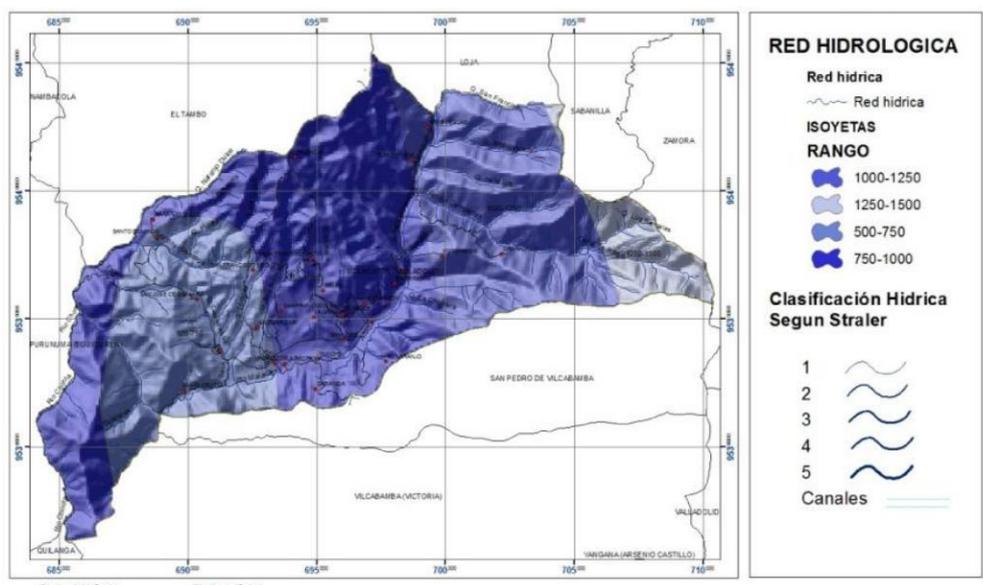
La humedad relativa es siempre superior al 80 %. Este tipo de clima es predominante en las partes altas (Asanza et al., 2013).

3.2.2. Precipitaciones

La zona en donde se encuentra ubicada la Reserva “El Cristal” puede presentar gran variación en cuanto a sus precipitaciones, porque abarca diversos pisos altitudinales; se caracteriza por una perenne presencia de nubes y lluvia la mayor parte del año, que varía de 1 000 hasta los 1 500 mm anuales (Plan de Manejo y Ordenamiento Territorial, 2014-2022).

En la Figura 20 se representan las precipitaciones en la parroquia Malacatos, en donde se determinan los diferentes rangos de lluvias en sus diversas zonas, siendo el sector de la Reserva “El Cristal” el que presenta el mayor rango de lluvias en todo el año.

Figura 20. Precipitaciones parroquia Malacatos



Fuente: Plan de desarrollo y ordenamiento Territorial (2014-2022).
Elaborado por: el autor

3.2.3. Nubosidad

La Reserva “El Cristal” se encuentra emplazada entre la zona de amortiguamiento del Parque Nacional Podocarpus, caracterizada por su gran diversidad en sus ecosistemas, siendo este uno de los pocos bosques nublados en la mayor parte del tiempo. Las condiciones micro climáticas locales del bosque montano favorecen la formación de nubes y neblina por el continuo contacto con la vegetación, razón por la cual las lluvias se presentan en la mayor parte del año (Asanza et al., 2013).

Figura 21. Nubosidad - Reserva “El Cristal”

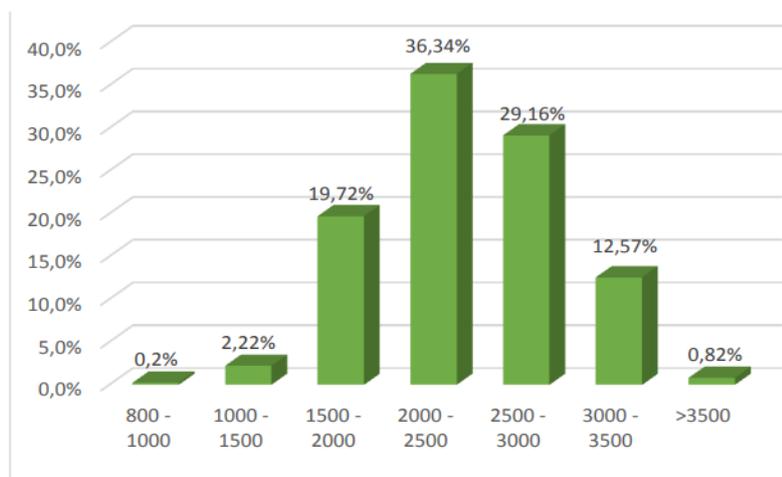


Fuente y elaboración: el autor

3.2.4. Altimetría

Se ha determinado que la parroquia Malacatos perteneciente al cantón Loja, posee un amplio rango de variación de relieve, que está influenciado por la cordillera de los Andes que lo atraviesa, va desde los 800 msnm hasta más de 3 500 msnm; sus rangos más representativos en general de 2 000 a 3 500 msnm (Pou Loja, 2014-2022).

Figura 22. Rango altimétrico del cantón Loja



Fuente: Plan de desarrollo y ordenamiento Territorial (2014-2022)

Figura 23. Perfil montañoso zona de Cajanuma

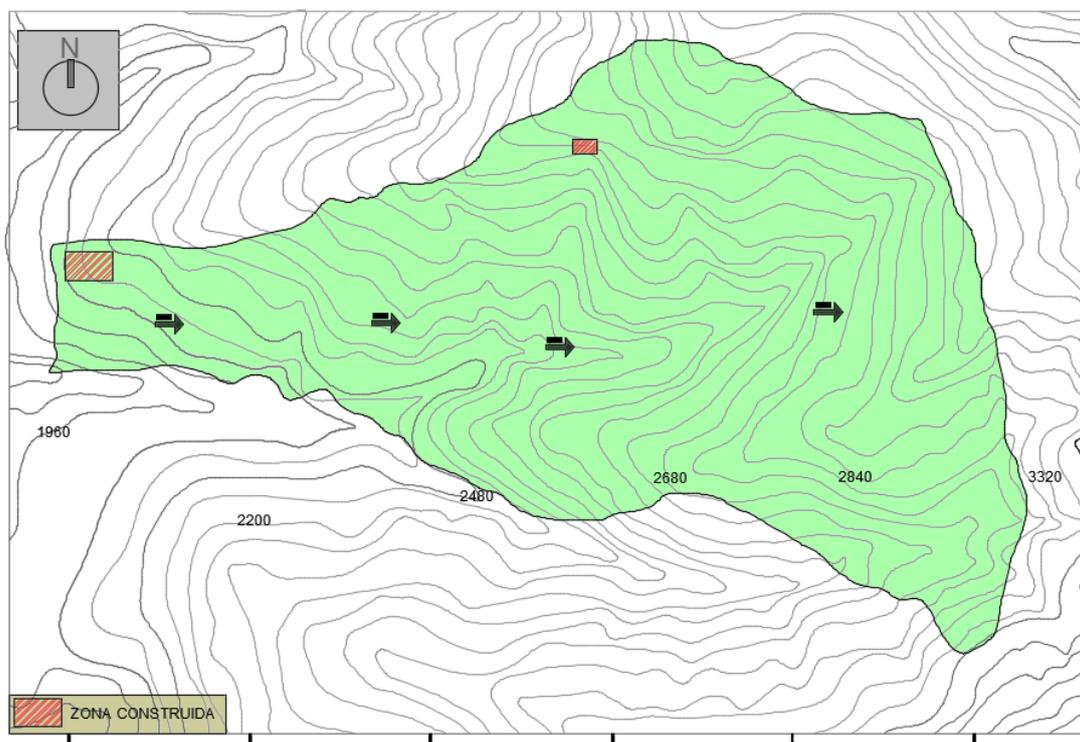


Fuente: www.googleMaps.com

3.2.5. Topografía Reserva El Cristal

La topografía de la zona en donde se encuentra ubicada la Reserva “El Cristal” refleja un relieve muy montañoso, marcado y prominente, de gran variedad superficial o como sistema de dunas, con pendientes positivas máximas del 35 % (Asanza et al., 2013).

Figura 24. Topografía Reserva “El Cristal”- Zona de intervención

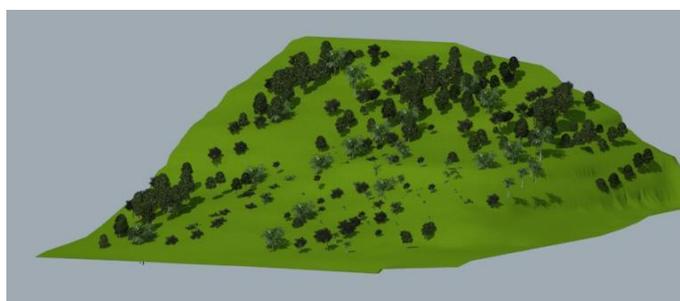


Fuente: Plan de Manejo de la Biodiversidad de la Hacienda El Cristal, Cantón y Provincia Loja

Elaborado por: el autor

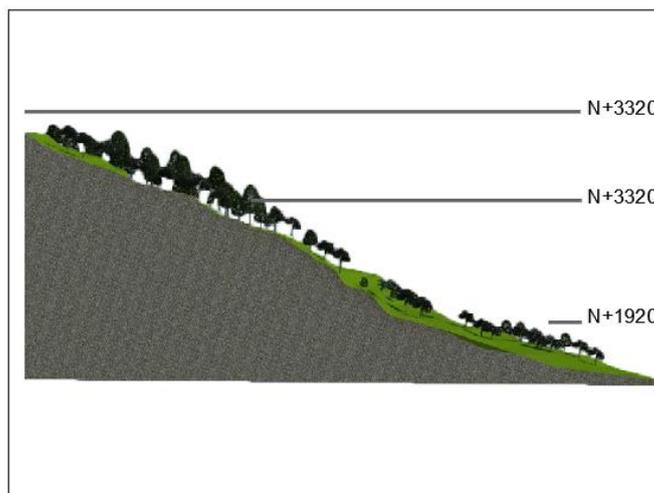
Sin embargo, ciertos sectores dentro de la Reserva “El Cristal” cuentan con menores pendientes, como lo es la zona baja y media, que son las principales zonas para intervenir.

Figura 25. Alzado 3d - zona de intervención



Elaborado por: el autor

Figura 26. Corte longitudinal - Zona de Intervención



Elaborado por: el autor

3.2.6. Suelos

El sitio posee suelos con condiciones únicas para que se desarrolle una gran variedad de productos agrícolas y árboles forestales; presentan una textura franco-arcillosa y franco-arcillo limosa, con un pH ácido de 4,7 y el contenido de materia orgánica es de aproximadamente 5,65 % (Asanza et al., 2013).

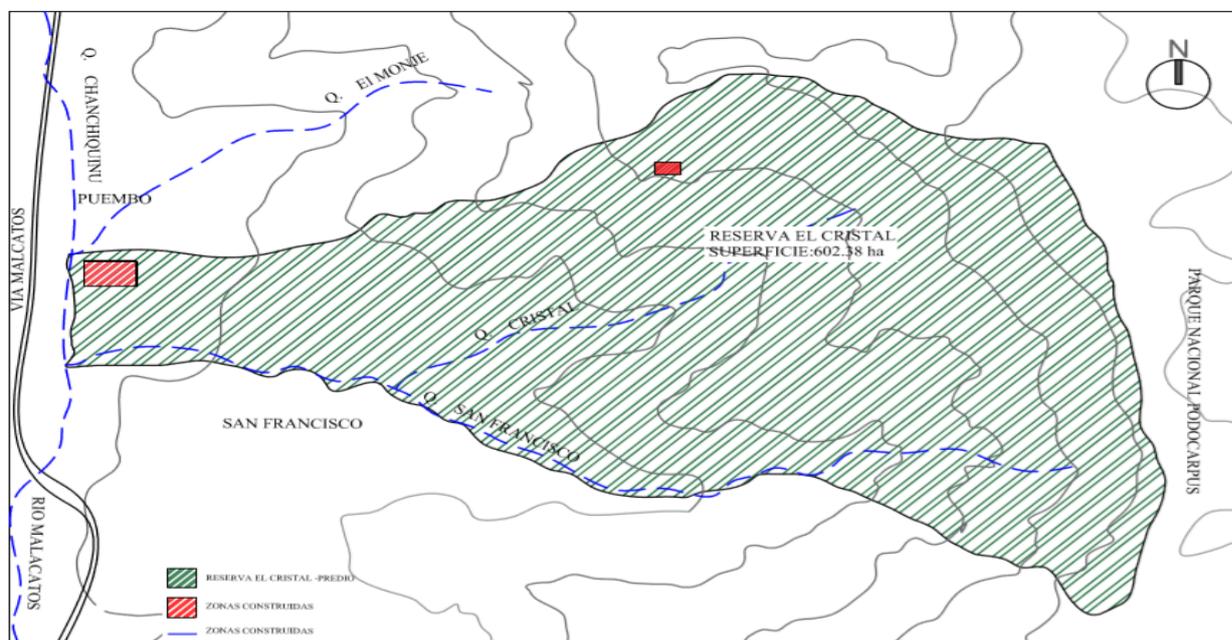
Además, cuenta con un drenaje bueno, sin peligro para las construcciones. Por lo tanto, existe poca o nula restricción, por riesgo bajo de erosión e inestabilidad y buena regeneración potencial (Asanza et al., 2013).

3.2.7. Hidrografía

En la hacienda El Cristal atraviesan tres grandes quebradas de suma importancia en la zona. Las quebradas El Cristal, El Monje y San Francisco, esta última que nace en la Reserva “El Cristal” y, a su vez, posee un mayor caudal que las otras dos corrientes que confluyen en la zona.

Las tres quebradas poseen una apariencia limpia, clara, y aguas blancas (rápidos, cascadas). Sin embargo, es un factor no dominante en la zona a intervenir ya que se requieren tiempos prolongados de recorridos hacia las quebradas (Asanza et al., 2013).

Figura 27. Mapeo hidrografía – quebradas “Reserva El Cristal”



Fuente: Plan de Manejo de la Biodiversidad de la Hacienda El Cristal, Cantón y Provincia Loja
Elaborado por: el autor

El afluente más cercano a la casa de hacienda y a las instalaciones presentes es el río Malacatos, localizado a 1,5 km desde las infraestructuras; sin embargo, para la llegada a la Reserva “El Cristal” es necesario el cruce de este río, que en tiempos de elevado caudal no es posible el cruce por automóvil.

Figura 28. Río Malacatos

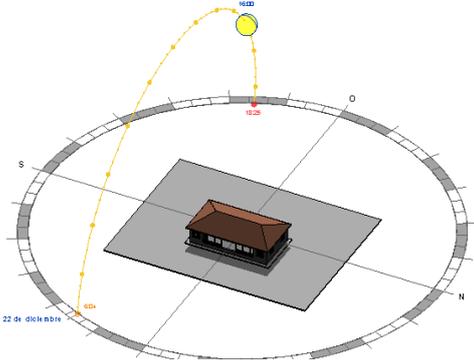
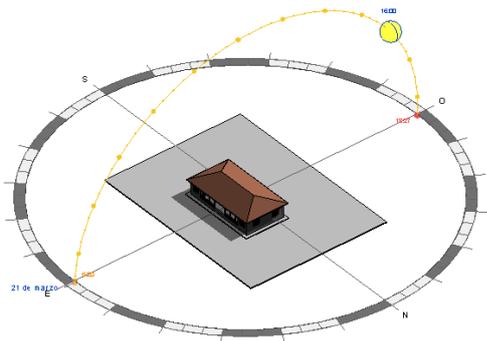
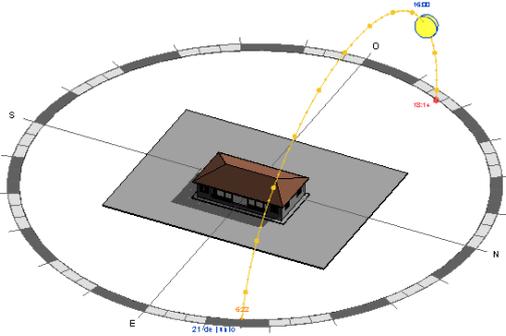
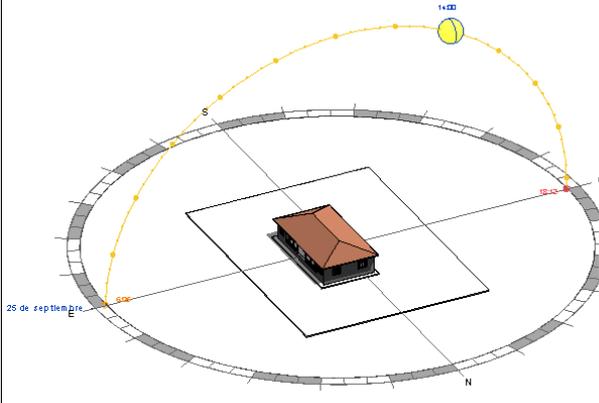


Fuente: el autor

3.2.8. Soleamientos

En la Tabla 7 se observan los solsticios y equinoccios, determinando los ángulos respecto al horizonte, para así evaluar el recorrido solar en el sitio, con el fin de aprovechar la luz solar al máximo y tener espacios confortables térmicamente, lo cual se empleará de acuerdo con las decisiones futuras de las propuestas.

Tabla 7. Solsticios y equinoccios en la zona a intervenir

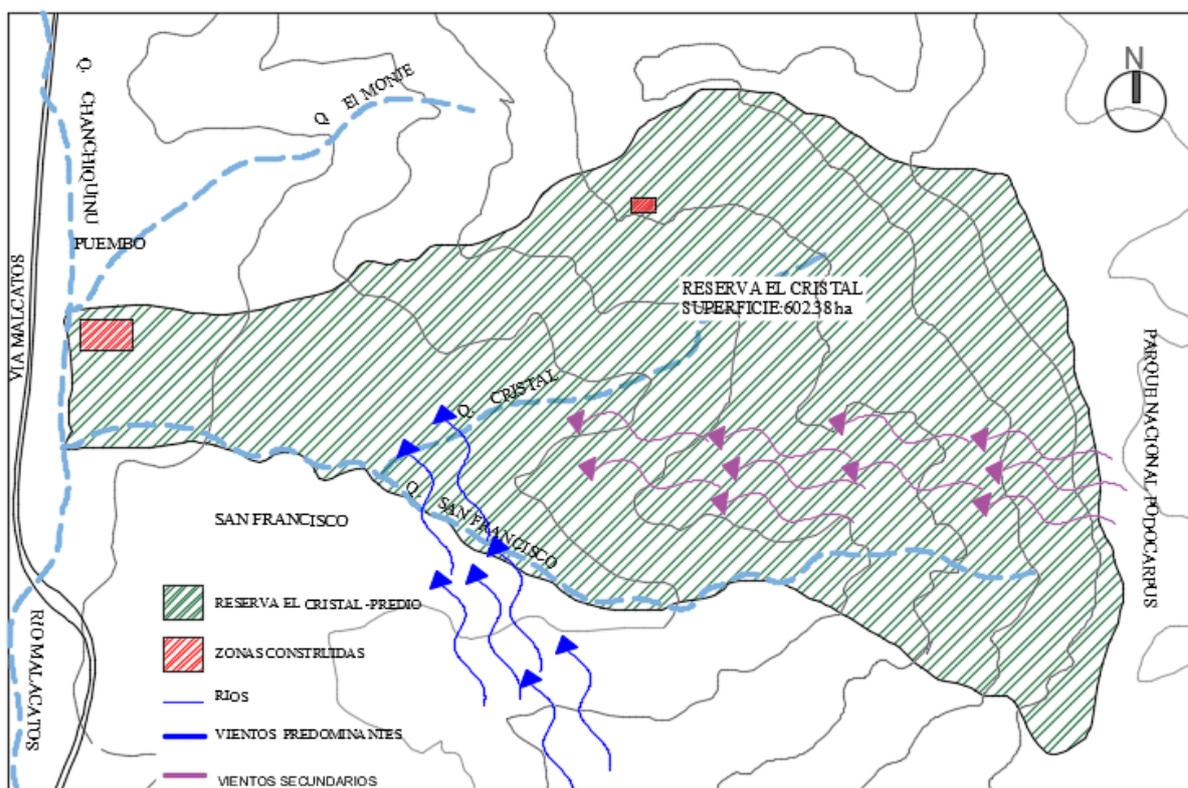
Equinoccio	Solsticio
<p data-bbox="240 689 754 725">22 de diciembre (16:00) Frío. Mayor</p> <p data-bbox="240 763 480 799">Zenit 12:00 -70.33</p> 	<p data-bbox="780 689 1278 725">Solsticios. 21 de marzo (16:00) Calor</p>  <p data-bbox="788 1238 1273 1274">Ángulo de mayor Zenit 12:00 - 82.53</p>
<p data-bbox="240 1388 754 1424">21 de junio (16:00) Frío. Ángulo de</p> <p data-bbox="240 1462 584 1498">mayor Zenit 12:00 - 61.92</p>  <p data-bbox="240 1973 453 2009">Elaborado por: el autor</p>	<p data-bbox="780 1388 1353 1424">Solsticios: 23 de septiembre (14:00) Calor</p>  <p data-bbox="780 1933 1262 1968">Ángulo de mayor Zenit 12:00 - 82.21</p>

3.2.9. Vientos predominantes – vientos secundarios

Los vientos dominantes vienen del sureste, el viento medio anual tiene una velocidad de 1,2 m/s; los meses en los cuales los vientos tienen mayor fuerza son julio y agosto, con 1,9 m/s y 2,5 m/s, respectivamente (Asanza et al., 2013).

Las direcciones de los vientos también están influenciadas principalmente por la orientación y la altitud; los vientos primarios se presentan en dirección sur – este a noroeste y los secundarios de este a oeste.

Figura 29. Mapeo vientos predominantes – vientos secundarios



Fuente: Plan de Manejo de la Biodiversidad de la Hacienda El Cristal, Cantón y Provincia Loja
Elaborado por: el autor

3.2.10. Vegetación

La Reserva “El Cristal” está constituida por ecosistemas singulares (naturales y antrópicos), con una alta diversidad y endemismo a nivel del país; en la Tabla 8 y el

siguiente mapeo (Figura 30), se visualiza la composición de las diferentes especies en cuanto a su flora a manera de zonificación (Ávila et al., 2012).

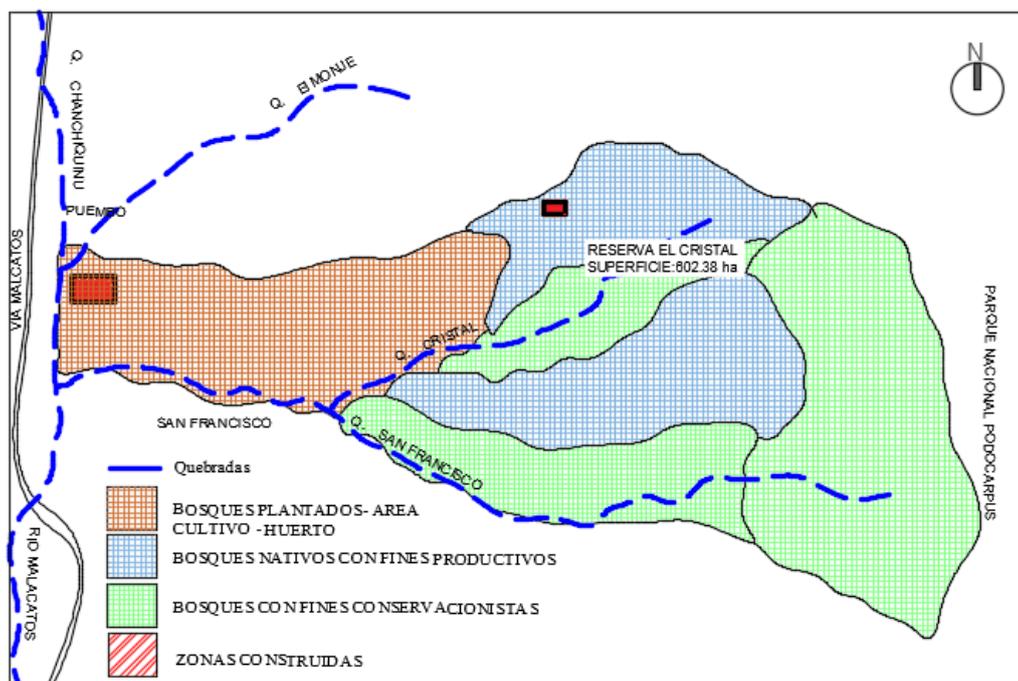
Tabla 8. Superficies y porcentajes de las unidades determinadas

Zona	Unidad	Superficie ha	Porcentaje
Alta	Páramo arbustivo	215,3	35,9
	Páramo herbáceo	32,7	5,45
Media	Matorral	49,5	8,35
	Bosque nativo	201,6	33,61
Baja	Sistemas agroforestales	4,5	0,75
	Plantaciones de Pino	7,3	1,21
	Plantaciones de Eucalipto	6,6	1,10
	pastos	6,2	1,00
	Sistem silvpastoril	21,5	3,58
	Regeneración	54,5	9,05
	Total:		599,7

Fuente: Plan de Manejo de la Biodiversidad de la Hacienda El Cristal, Cantón y Provincia Loja

Elaborado por: el autor

Figura 30. Mapeo - biodiversidad de la Reserva “El Cristal”



Fuente: Plan de Manejo de la Biodiversidad de la Hacienda El Cristal, Cantón y Provincia Loja

Elaborado por: el autor

Sin embargo, hay que tener presente que la zona a intervenir para el centro de interpretación en la Reserva “El Cristal” abarcará únicamente la zona baja, por lo que se analizarán más adelante las especies más comunes en cuanto a su flora y también algunas especies madereras presentes en el lugar, con fin de diseño para el centro de interpretación.

3.2.11. Vegetación - zona baja Reserva “El Cristal”

Los sistemas agroforestales existentes en la parte baja de la hacienda El Cristal corresponden a una superficie de 3,44 ha; las principales especies de los cultivos de producción son: café, naranjilla, tomate de árbol, guineo y frutales cítricos, cultivos que se encuentran asociados a varias especies maderables nativas como: cedro, guararo, guayacán, laurel costeño, entre otras. También se encuentra gran variedad de orquídeas (Ávila et al., 2012).

Figura 31. Plantas herbáceas orquídea



Fuente: anónimo

Figura 32. Plantas de café



Fuente: anónimo

Figura 33. Biodiversidad - plantaciones Reserva " El Cristal "



Fuente: anónimo

Un aspecto importante a analizar en la Reserva "El Cristal" son los productos forestales maderables, que dentro de la construcción no generan un impacto ambiental negativo en el proceso de obtención del material, el cual se puede hacer uso para la propuesta del centro de investigación, siendo este un material propio del lugar.

Por lo tanto, se determinaron las principales plantaciones maderables en el siguiente cuadro considerando a la madera pino y eucalipto, como las más importantes para la construcción.

Tabla 9. Superficies y porcentajes de las unidades determinadas

Tipo de ecosistema	Tipo de madera	Volumen de madera (m ³ /ha)
Plantaciones forestales (zona baja)	Pino	1444,50
	Eucalipto	1075,75
Bosque secundario de aliso (zona media)	Aliso	247554,17
Bosque nativo (zona alta)	<i>Weinmannia glabra</i> L.f.	8,65
	<i>Clethra revoluta</i> (Ruiz & Pav.) Spreng.	16,03
	<i>Miconia sp.</i>	2,20
	<i>Morella pubescens</i> (Humb. & Bonpl. ex Willd.) Wilbur	4,94
	<i>Nectandra laurel</i> Ness	4,94
	<i>Schefflera acuminata</i> (Pavón) Harms	8,65

Fuente: Plan de Manejo de la Biodiversidad de la Hacienda El Cristal, Cantón y Provincia Loja
Elaborado por: el autor

Figura 34. Bosque maderero- Reserva “El Cristal”

Fuente y elaboración por: el autor

3.2.12. Fauna

De acuerdo con la fauna del lugar, existe una gran diversidad de especies, no tan esporádica. Destacan la pava de monte *Penelope barbata*, para el grupo de las aves, y en mamíferos, el añango *Conepatus chinga*, el chucurillo *Mustela frenata*, el venado *Odocoileus virginianus* y la guanchaca *Didelphis marsupialis* (Ávila et al., 2012).

Figura 35. Especies de fauna presente en la Reserva “El Cristal”



Fuente: anónimo

A continuación, en la Tabla 10 se muestran las diversas especies de aves y mamíferos en el sector.

Tabla 10. Fauna presente en la Reserva “El Cristal”

Taxón	Familia	Nombre científico	Nombre común
Aves	<i>Columbidae</i>	<i>Columba fasciata</i>	Torcaza
	<i>Cuculidae</i>	<i>Crotophaga sulcirostris</i>	Garrapatero
	<i>Cracidae</i>	<i>Penelope barbata.</i>	Pava de monte
	<i>pPicidae</i>	<i>Piculus rivolii</i>	Carpintero
	<i>Tinamidae</i>	<i>Nothoprocta sp.</i>	Perdiz de montaña
	<i>Accipitridae</i>	<i>Buteo sp.</i>	Gavilán
	<i>Turdidae</i>	<i>Turdusfuscater</i>	Mirlo grande
	<i>Turdidae</i>	<i>Turdus obsoletus</i>	Mirlo
	<i>Turdidae</i>	<i>Turdus reevei</i>	Mirlo dorsiplanizo
Mamíferos	<i>Mustelidae</i>	<i>Conepatus chinga</i>	Añango

	<i>Dasyproctidae</i>	<i>Dasyprocta punctata</i>	Guatusa
	<i>Dasypodidae</i>	<i>Dasypus no vemcinctus</i>	Armadillo
	<i>Didelphidae</i>	<i>Didelphis marsupialis</i>	Guanchaca
	<i>Felidae</i>	<i>Felis concolor</i>	León – puma
	<i>Mustelidae</i>	<i>Mustela frenata</i>	Chucurillo
	<i>Cervidae</i>	<i>Odocoileus virginianus</i>	Venado de páramo
	<i>Sciuridae</i>	<i>Sciurus granatensis</i>	Ardilla
	<i>Agoutiidae</i>	<i>Stichomysta czanowskii</i>	Yamala

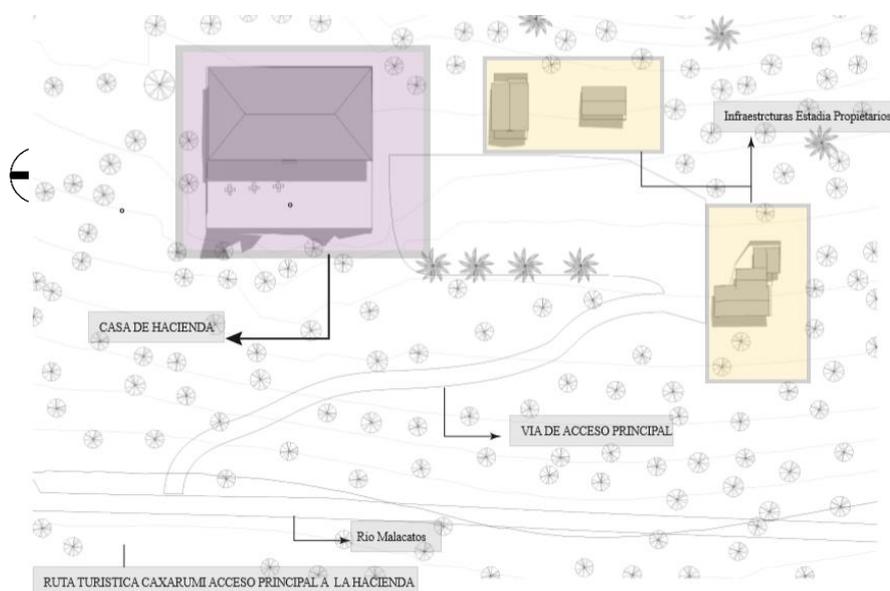
Fuente: Plan de Manejo de la Biodiversidad de la Hacienda El Cristal, Cantón y Provincia Loja

Elaborado por: el autor

3.3. Análisis técnico constructivo - funcional

La Reserva “El Cristal” consta de diferentes infraestructuras, emplazadas en la zona baja, a 250 m del acceso principal, con diferentes fines, especialmente de estadía a propietarios y cuidadores que pernoctan en el sitio, por lo que cuenta con tres viviendas destinadas para este fin.

Figura 36. Emplazamiento de estado actual - infraestructura existente



Elaborado por: el autor

También se encuentra la casa de hacienda, construida hace aproximadamente 150 años, por lo que actualmente está en proceso de restauración, sin embargo, no cumple con ninguna función en la Reserva, porque ha sido restaurada únicamente su envoltura exterior, dejando sus espacios internos en abandono.

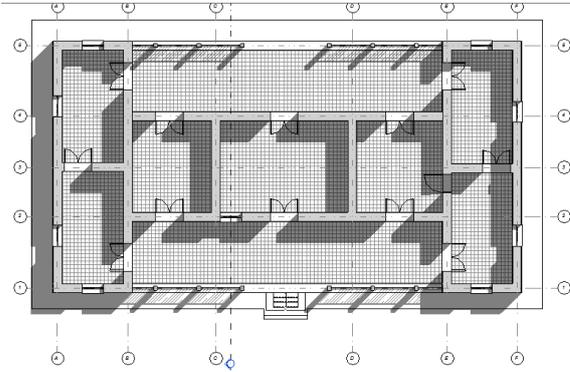
Se han analizado también las infraestructuras presentes para el secado de café, junto a la casa de hacienda, denominadas marquesinas, que se encuentran en estado regular.

Por lo tanto, se ha determinado que no cuenta con infraestructuras destinadas al estudio científico, para que se realicen actividades de este tipo.

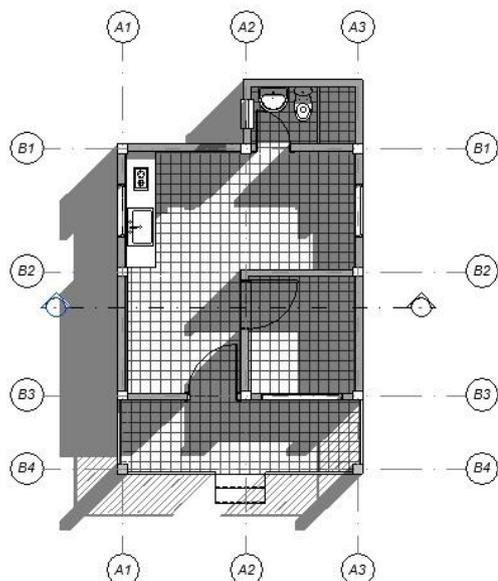
En cuanto al análisis técnico constructivo de las infraestructuras presentes en la Reserva “El Cristal” podemos determinar diferentes tipos de construcciones que se han desarrollado en diferentes épocas, como es el caso de la casa de hacienda, a diferencia de las otras edificaciones que han sido construidas con sistemas constructivos modernos en que se han implementado materiales más contaminantes que la casa de hacienda.

En la Tabla 11 se detallan los diferentes sistemas constructivos y servicios básicos que constan cada infraestructura en las diferentes edificaciones.

Tabla 11. Análisis técnico constructivo - estado actual, Reserva “El Cristal”

Infraestructura sistema constructivo mixto: Moderno -Tradicional - Casa de Hacienda	
 <p>Planta única</p>	 <p>Fachada frontal</p>
<p>Sistema constructivo - Materiales</p>	<p>Servicios básicos</p>
<p>Elementos Cimentaciones: cimentación corrida para muro de tapial Pisos: gres – cerámica Estructura - mampostería: muros de tapial Carpintería: perfilería de madera y vidrio Cubierta: estructura de madera, cielo raso de madera, teja Restaurada solo su envolvente exterior.</p>	<p>No cuenta con Servicios básicos</p>

Infraestructura 2. Sistema constructivo moderno, Vivienda I



Sistema constructivo - materiales

Elementos

Cimentaciones: zapatas corridas de hormigón armado

- Pisos: hormigón armado, cerámica

-Estructura: sistema mixto, columnas de hormigón armado – vigas de hormigón armado. Pórtico frontal con columnas y vigas de madera.

-Mampostería: ladrillo visto - tabiquería de madera interno, piedra.

Carpintería: perfilería metálica, vidrio, madera.

Cubierta: estructura de madera, cubierta de ardex

Servicios básicos

Servicio de luz eléctrica, con tendido eléctrico.

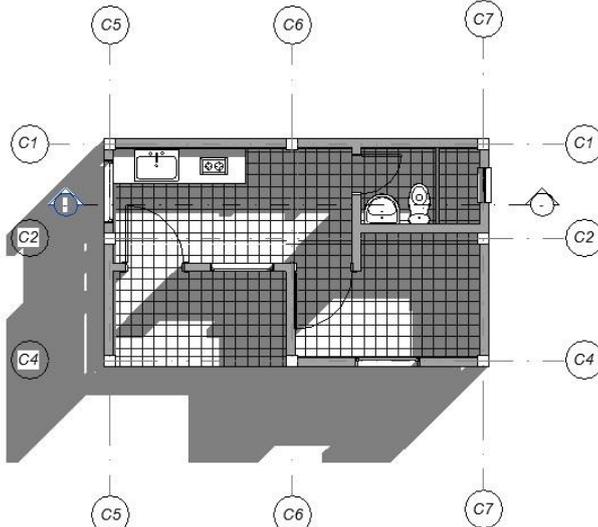
Batería sanitaria con descarga a pozo séptico.

Servicio de agua entubada.

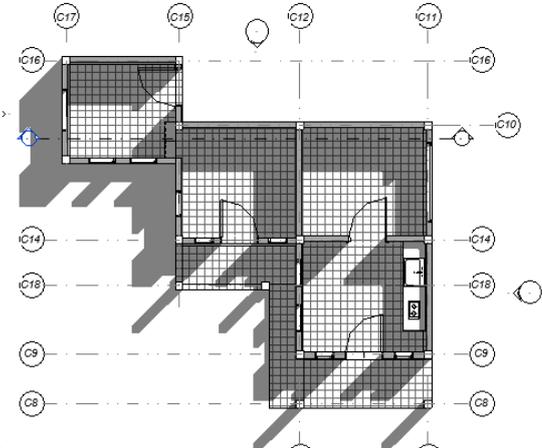
No posee teléfono público ni servicio a internet.

Cobertura móvil

Infraestructura 2. Sistema constructivo moderno, Vivienda II

	
<p>Sistema constructivo - materiales</p>	<p>Servicios básicos</p>
<p>Elementos</p> <ul style="list-style-type: none"> -Cimentaciones: zapatas corridas de hormigón armado -Pisos: hormigón armado, cerámica -Estructura: sistema mixto columnas de hormigón armado – vigas de hormigón armado. Pórtico frontal con columnas y vigas de madera -Mampostería: ladrillo visto - tabiquería de madera interno, piedra -Carpintería: perfilera metálica , vidrio, madera -Cubierta: estructura de madera, cubierta de ardex 	<ul style="list-style-type: none"> Servicio de luz eléctrica con tendido eléctrico Batería sanitaria con descarga a pozo séptico Servicio de agua entubada No posee teléfono público ni servicio a internet Cobertura de móvil

Infraestructura 2. Sistema constructivo moderno, Vivienda III

	
<p>Sistema Constructivo - materiales</p>	<p>Servicios básicos</p>
<p>Elementos</p> <ul style="list-style-type: none"> -Cimentaciones: zapatas corridas de hormigón armado -Pisos: hormigón armado, cerámica -Estructura: sistema mixto columnas de hormigón armado – vigas de hormigón armado. Pórtico frontal con columnas y vigas de madera -Mampostería: ladrillo visto - tabiquería de madera interno Carpintería: perfil metálico, vidrio Cubierta: estructura de madera, cubierta de ardex 	<ul style="list-style-type: none"> Servicio de luz eléctrica, con tendido eléctrico Batería sanitaria con descarga a pozo séptico Servicio de agua entubada No posee teléfono público ni servicio a internet Cobertura de móvil

Elaborado por: el autor

3.4. Síntesis del diagnóstico

De acuerdo con el diagnóstico analizado se ha realizado una recapitulación de toda la información más relevante con el fin de implementar estrategias para el diseño, y ayudar a la toma de decisiones futuras, analizado en la siguiente tabla.

Tabla 12. Síntesis del diagnóstico

Apartados	Diagnóstico	Aspectos Positivos // Negativos	Resolución
Topografía	La topografía es variable, está entre el 25 % y 35 %, considerando zonas con menos pendientes, en donde se implantará el proyecto, específicamente en la zona baja de la Reserva “El Cristal”.	A. Positivo: -Factor positivo que favorece para sus visuales, y para la implementación de infraestructuras como avistamientos de aves A. Negativo: -Es un factor conflictivo para la construcción, ya que opta por procesos de desalojo de tierras, el cual genera un impacto negativo al medio.	-Plantear una arquitectura, adaptada a la topografía, la cual permita un menor impacto al medio natural.
Soleamientos	Se ha determinado los solsticios y equinoccios, determinando los ángulos respecto al horizonte, para así evaluar el recorrido solar en el sitio.	A. Positivo: Aprovechar la luz solar al máximo, y tener espacios confortables térmicamente.	-Implementar espacios confortables térmicamente de acuerdo a la orientación solar. -Implantación de estrategias bioclimáticas.
Precipitaciones	Las precipitaciones en la zona de intervención están presentes en la mayor parte del año, siendo uno de los sectores con mayores precipitaciones de la parroquia Malacatos, las que van de 1000 mm a 1500 mm anuales.	A. Positivo: Las precipitaciones permiten mecanismos de recolección de aguas lluvias, que permite un ahorro de agua, además para riego en la Reserva “El Cristal”	Implementación de cubiertas en el centro de investigación con pendientes del 1 %, adaptados con sistemas de recolección de agua lluvias.
Hidrografía	La reserva “El Cristal” consta de tres quebradas de suma importancia en el sector, sin embargo no confluyen en la zona de intervención, presentado únicamente inconvenientes en la zona baja para el acceso principal.	A. Positivo: Las quebradas y ríos de la reserva “El Cristal” poseen buena calidad, que servirán para el abastecimiento de agua en las infraestructuras planteadas.	-Plantear puentes carrozables, para el acceso principal hacia la Reserva “El Cristal” Implementar sistema de agua para las infraestructuras.

Vegetación - Fauna	En los diferentes ecosistemas y rangos altitudinales existen abundantes especies que corresponden a grupos biológicos: fauna y flora.	A. Positivo: -Posee el potencial para el estudio científico de la zona.	-Implementar Infraestructuras destinadas al estudio científico.
Vientos	El viento medio anual tiene una velocidad de 1,2 m/s, los meses en los cuales los vientos tienen mayor fuerza son julio y agosto, con 1,9 m/s y 2,5 m/s, respectivamente. Sin embargo, esto dependerá por sus diferentes pisos altitudinales en la Reserva "El Cristal".	A. Positivo: -Permitirá aprovechar energías renovables por medio de los vientos dominantes, en zonas altas de la Reserva "El Cristal". -Permitirá espacios con buena ventilación de acuerdo a las infraestructuras que lo requieran.	Es conveniente determinar orientaciones correctas en las infraestructuras destinadas, considerar así la orientación y disposición de los vanos.
Emplazamiento	La Reserva "El Cristal", consta de diferentes infraestructuras, emplazadas en la zona baja, destinados a fines de estadía, la casa de hacienda, así como ciertas infraestructuras para actividades agroforestales.	A. Positivo: Las infraestructuras presentes, se encuentran en zonas de fácil acceso. A. Negativo: -Cuenta con infraestructuras en estado de abandono.	-Su emplazamiento se desarrollará en la zona baja de la Reserva "El Cristal", considerando las zonas con más potencial científico.
Accesibilidad	-La hacienda El Cristal carece de un acceso principal por un puente carrozable que permita el cruce de sus ríos. -Se ha planteado propuestas, de senderos que permiten apreciar la belleza escénica del sitio, de acuerdo con sus potenciales en sus diferentes zonas.	A. Negativo Actualmente carece de buenas accesibilidades que permitan conectar las potencialidades del sitio.	Diseñar e implementar una red de senderos con todas las zonas de la Reserva Natural "El Cristal"

Sistemas constructivos	Se determinaron diferentes tipos de construcciones que se han desarrollado en diferentes épocas, como es el caso de la casa de hacienda que a diferencia de las otras edificaciones han sido construidas con sistemas constructivos modernos en el que se han implementado materiales más contaminantes que la casa de hacienda.	<p>A. Negativo:</p> <p>-Las edificaciones cuentan con sistemas constructivos altamente contaminantes con respecto a sus materiales.</p> <p>A. Positivo:</p> <p>-Los sistemas constructivos permitirán evaluar el impacto ambiental generado por las mismas para determinar estrategias en un futuro.</p>	<p>-Reutilización de infraestructuras (casa de hacienda).</p> <p>-Evaluación del impacto ambiental de los materiales para determinar cuáles se llegará a utilizar.</p>
------------------------	--	--	--

Fuente y elaboración: el autor

Capítulo 4

Metodología de Diseño y Experimentación

Como propuesta final del proyecto, se diseñará una infraestructura de bajo impacto ambiental para el Reserva “El Cristal”, enfocada específicamente a los materiales aplicados en base a sus emisiones de CO₂. Para llegar a ello se aplicará una metodología experimentación y diseño que se desarrollará conjuntamente para obtener dicha propuesta.

4.1. Aplicación de metodología de diseño y experimentación

Para la aplicación de la metodología se han determinado diferentes fases, descritas a continuación:

Fase I

Como primer punto y en base a la problemática del sitio, se evaluarán las edificaciones presentes para determinar qué componentes de las edificaciones han contaminado más, y con estos antecedentes se procederá a plantear estrategias de los materiales a utilizar en la propuesta.

Para realizar este proceso, ya mencionado en el estudio de marco teórico o estado de arte, se tomará como referencia a autores reconocidos como Albert Cuchi y artículos publicados: minimización del impacto ambiental en la construcción de viviendas plurifamiliares (Arreaza et al., 2015), en la que se determinará el impacto ambiental por cada material, considerando el peso de los materiales, la energía incorporada y la emisión de dióxido de carbono equivalente para el área de una unidad en la edificación seleccionada, obteniendo de esta manera la cuantificación del impacto ambiental.

Para el cálculo del impacto ambiental, se trabajará juntamente con metodologías BIM, con el software Autodesk Revit, el cual servirá para determinar el impacto

ambiental de las edificaciones, ayudando a la toma de decisiones en base a los materiales a aplicarse desde etapas tempranas de diseño. Por lo que se modelarán las edificaciones a un nivel de desarrollo LOD 350 o 400, para obtener un nivel de detalle alto del componente de construcción.

Para el cálculo definitivo, se realizará una base de datos de los materiales para ingresarlos directamente al software y determinar el cálculo ambiental de manera automática.

Luego de este proceso se evaluará, por gráficos ilustrativos (Excel), a fin de determinar los sistemas de la edificación y los materiales que producen mayor impacto y de esta manera poder aplicar en la propuesta el material con menor impacto ambiental.

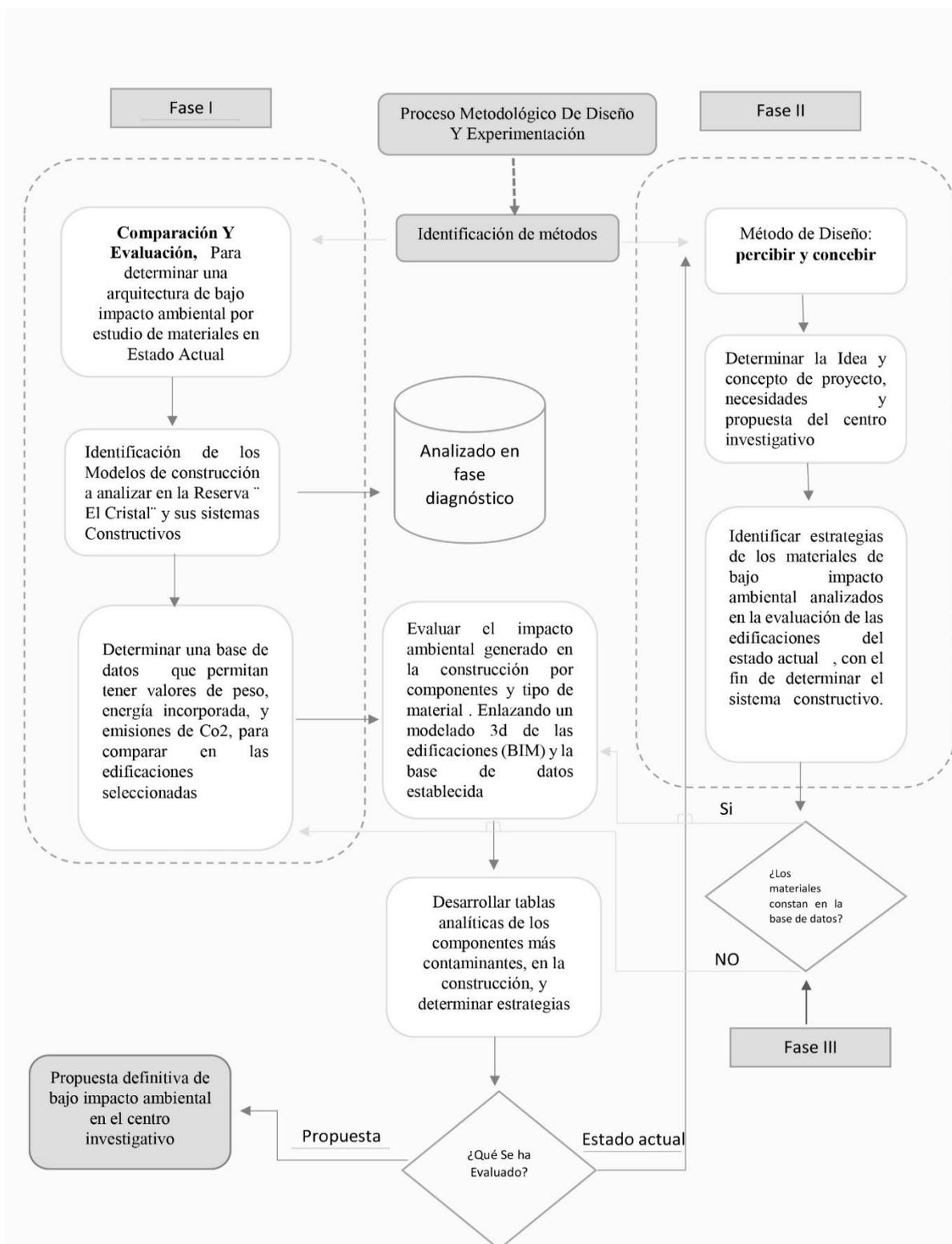
Fase II

Realizada la primera etapa, se procederá al método de diseño, en el cual se determinará el concepto del proyecto, necesidades y propuesta del centro investigativo. Considerando qué componentes contaminan más, de acuerdo con el análisis previo mencionado anteriormente.

Fase III

Finalmente, se evaluará el impacto generado en la propuesta, considerando materiales nuevos e ingresando a la base de datos y así determinar el impacto ambiental final del proyecto, repitiendo el proceso determinado en la Fase I. En la Figura 37 se ha representado un flujograma del proceso de la metodología planteada.

Figura 37. Flujoograma de metodología de diseño y experimentación



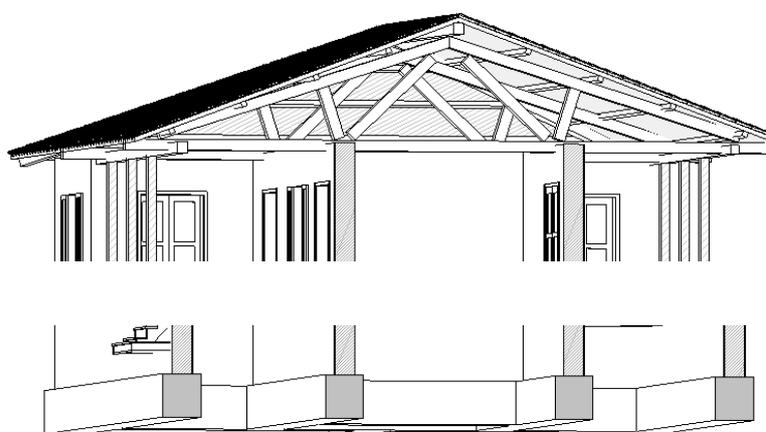
Elaborado por: el autor

4.2. Fase 1: procedimiento de experimentación: contaminación por materiales en estado actual

Como primer punto se evaluaron las edificaciones presentes en la Reserva “El Cristal”, que posee diferentes sistemas constructivos, en la que se realizó primeramente el modelado de las edificaciones (Autodesk Revit) y se analizó su sistema constructivo, para así determinar una base de datos considerando únicamente materiales que conforman la estructura de la vivienda.

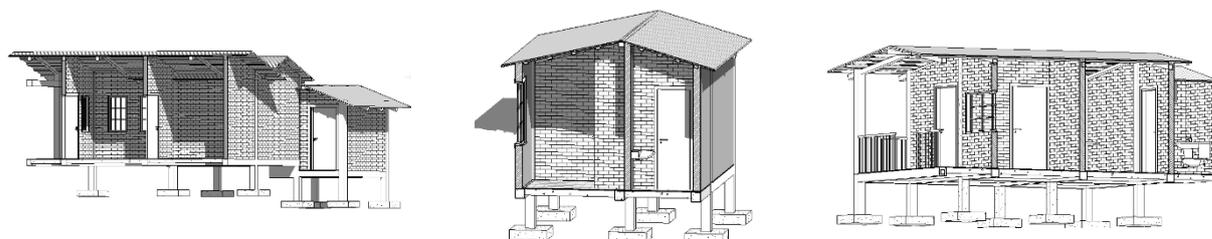
Por lo tanto, se evaluaron dos sistemas constructivos diferentes: casa de hacienda (Figura 38) - Vivienda de estadía (Figura 39).

Figura 38. Modelado casa de hacienda Autodesk Revit- LOD 350-400, (332 m²)



Elaborado por: el autor

Figura 39. Modelado de viviendas de estadía Autodesk Revit- LOD 350-400, (121 m²)



Elaborado por: el autor

Para la base de datos, se tomó como fuente de información artículos científicos como: “Minimización del impacto ambiental en la construcción de viviendas plurifamiliares y construcción con tierra en el siglo XXI”, en el cual se determinaron valores de densidad (kg/m^3), energía incorporada (mJ/kg) y emisiones de CO_2 equivalente a g/kg (Tabla 14).

Tabla 13. Listado de indicadores de impacto ambiental

Familiar	Material	Densidad kg/m^3	Energía mJ/kg	Emisiones $\text{g CO}_2/\text{kg}$
Materiales pétreos	Hormigón	2340	0.66	107
	Ladrillo macizo	1600	2.5	175
	Azulejo cerámica	2000	3.58	571
	Baldosa de gres	2000	3.58	571
	Arena de río	1600	1.64	101
	Teja	450	2.22	1.40
	Piedra de canto rodado	2000	0.00	0.00
	Paja	500-600	0.00	0.00
	Lana de vidrio	70	14	80
Materiales Orgánicos	Escuadría conífera	450	1.3	0
	Semisólido pino Fsc	450	1.35	0
	Tablero contrachapado conífera	430	5.96	0
Metálicos	Acero 1ª fusión (arrabio)	7850	24	1700
	Acero 2ª fusión	7820	11	930
	Malla electrosoldada 1ª fusión	7850	24	1700
	Perfil de acero 1ª fusión	7850	24	1700
	Aluminio 1ª fusión	2700	271	22000
	Aluminio 2ª fusión	2700	182	14000
	Chapa de acero	7850	24	1700
Materiales de tierra	Tapial	2200	0.16	0.004
Cuantías de hierro por m^3 de hormigón (no modelado en Revit)	Zapatas :60-80 kg/m^3 Columnas: 80-90 kg/m^3 Vigas: 80-110 kg/m^3	Acero 1ª fusión	Acero 1ª fusión	Acero 1ª fusión

Fuente: Minimización de impacto ambiental en la construcción -Construcción con tierra en el siglo XXI

Elaborado por: el autor

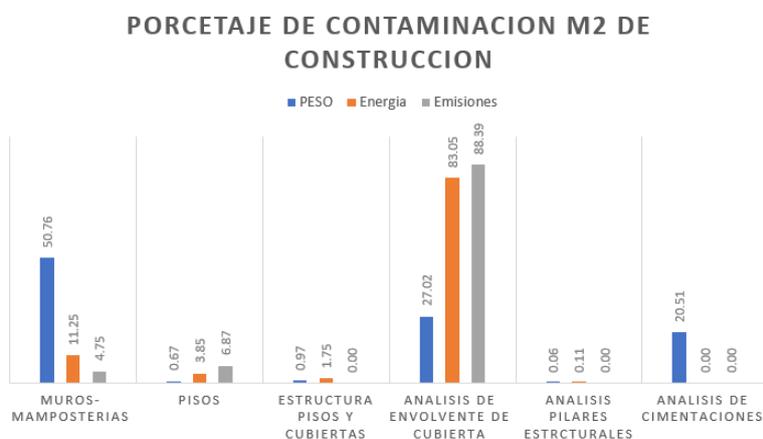
4.2.1. Impacto ambiental en Casa de Hacienda

Tabla 14. Impacto ambiental por componente en sistema constructivo tradicional - Casa de Hacienda

CASA DE HACIENDA SISTEMA CONSTRUCTIVO TRADICIONALES : AREA TOTAL 332m2									
COMPONENTE	Peso			ENERGIA			EMISIONES		
	kg	kg/m2	%	Mj	Mj/m2	%	Kg/Co2	KgCO2/m2	%
MUROS- MAMPOSTERIAS	636445	1917.00	50.76	101831	306.72	11.25	2545.78	7.67	4.75
PISOS	8421.78	25.37	0.67	34840.44	104.94	3.85	3683.52	11.09	6.87
ESTRUCTURA PISOS Y CUBIERTAS	12200.32	36.75	0.97	15860.42	47.77	1.75	0.00	0.00	0.00
ANALISIS DE ENVOLVENTE DE CUBIERTA	338723.22	1020.25	27.02	751965	2264.95	83.05	47421	142.83	88.39
ANALISIS PILARES ESTRCTURALES	764.64	2.30	0.06	994.03	2.99	0.11	0.00	0.00	0.00
ANALISIS DE CIMENTACIONES	257197.86	774.69	20.51	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		3776.36	100%		2727.38	100%		161.60	100%

Elaborado por: el autor

Figura 42. Comparación visual por componente de construcción – Casa de Hacienda



Elaborado por: el autor

De acuerdo con el análisis realizado, la casa de hacienda (Tabla 15 – Figura 42), no registró valores elevados de impacto ambiental en los diferentes componentes analizados, sin embargo, la envolvente de la cubierta (teja), fue el que registró mayores emisiones de CO₂, con un 88,39 %, además de que la energía incorporada para este componente fue del 83,05 %, que fue el valor más alto que los otros componentes.

En cuanto al peso, fue la mampostería o muros portantes (tapia), la que determinó un valor del 50 %, siendo este el que mayor peso presenta con relación a los otros componentes.

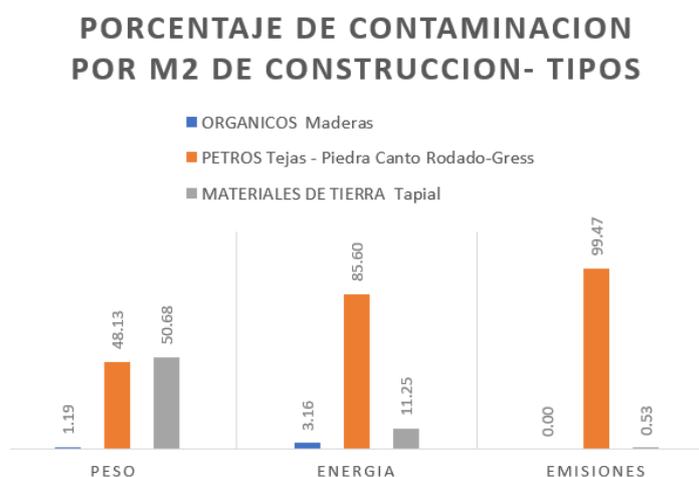
Los valores más bajos en todos los aspectos fueron la estructura tanto de pisos, cubiertas y pilares (maderas).

Tabla 15. Impacto ambiental por tipo de material en sistema constructivo tradicional– Casa de Hacienda

VIVIENDA DE ESTADIA- CONTAMINACION POR TIPO DE MATERIAL: AREA TOTAL 332m2										
TIPO DE MATERIAL		Peso			ENERGIA			EMISIONES		
		kg	kg/m2	%	Mj	Mj/m2	%	Kg/Co2	KgCO2/m2	%
ORGÁNICOS	Maderas	14935.74	44.99	1.19	28600.29	86.15	3.16	0	0.00	0.00
PETROS	Tejas - Piedra Canto Rodado-Gress	604342.97	1820.31	48.13	775059.6	2334.52	85.60	477896	1439.45	99.47
MATERIALES DE TIERRA	Tapial	636445.84	1917.01	50.68	101831.3	306.72	11.25	2545.78	7.67	0.53
			3782.30	100.00		2727.38	100.00		1447.11	100.00

Elaborado por: el autor

Figura 43. Comparación visual por tipo de material – Casa de hacienda



Elaborado por: el autor

De acuerdo con el análisis realizado del impacto ambiental por tipo de material en la casa de hacienda (Tabla 16-Figura 43), se registró que los materiales pétreos (tejas, gres, y piedras para cimentación) emiten mayores cantidades de CO₂ en un 99,47 %, presentando valores muy altos en comparación a los otros tipos de materiales, además de que la energía incorporada para dichos materiales también registra el valor más alto, con un 85,60 % en relación con los otros materiales.

Sin embargo, los materiales de tierra son los que mayor peso presentan, en 50,68 % de la construcción. Los materiales orgánicos, según el estudio, son los que menor impacto producen al ambiente.

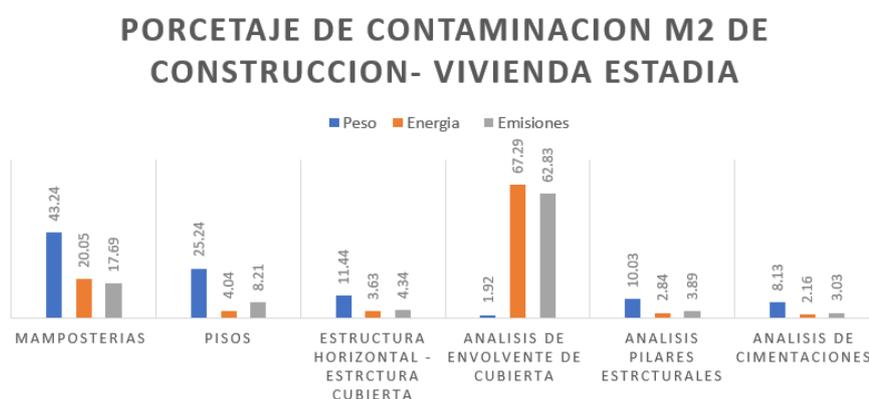
4.2.2. Impacto ambiental en Vivienda de Estadía

Tabla 16. Impacto ambiental por componente de construcción en sistemas constructivos modernos – Vivienda de Estadía, (121 m²)

VIVIENDA DE ESTADIA- SISTEMA CONSTRUCTIVO MODERNOS : AREA TOTAL 121 m2									
COMPONENTE	Peso			ENERGIA			EMISIONES		
	kg	kg/m2	%	Mj	Mj/m2	%	Kg/Co2	KgCO2/m2	%
MAMPOSTERIAS	51086.87	153.88	43.24	127717.2	384.69	20.05	8940.2	26.93	17.69
PISOS	29812.41	89.80	25.24	25711.23	77.44	4.04	4148.92	12.50	8.21
ESTRUCTURA HORIZONTAL	13515.2	40.71	11.44	23104.3	69.59	3.63	2194.68	6.61	4.34
ANALISIS DE ENVOLVENTE DE CUBIERTA	2268.06	6.83	1.92	428663.5	1291.16	67.29	31752.85	95.64	62.83
ANALISIS PILARES ESTRUCTURALES	11851.68	35.70	10.03	18067.23	54.42	2.84	1967.38	5.93	3.89
ANALISIS DE CIMENTACIONES	9602.56	28.92	8.13	13746.74	41.41	2.16	1533.16	4.62	3.03
		355.83	100.00		1918.71	100.00		152.22	100.00

Elaborado por: el autor

Figura 44. Comparación visual por componente – Vivienda de Estadía



Elaborado por: el autor

De acuerdo con el análisis realizado en las “viviendas de estadía” (Tabla 17- Figura 44), y en comparación con los sistemas constructivos tradicionales, sí se registró un mayor impacto ambiental en sus diferentes componentes, siendo la envolvente de cubierta (zinc) la que emitió mayores emisiones de CO₂, con un 62,83 %, además de que la energía incorporada para este componente fue del 67,29 %, el cual fue el valor más alto en

relación a los otros, seguido de las mamposterías (ladrillo macizo) el cual produce emisiones del 17,69 % y con una energía incorporada del 20,05 %.

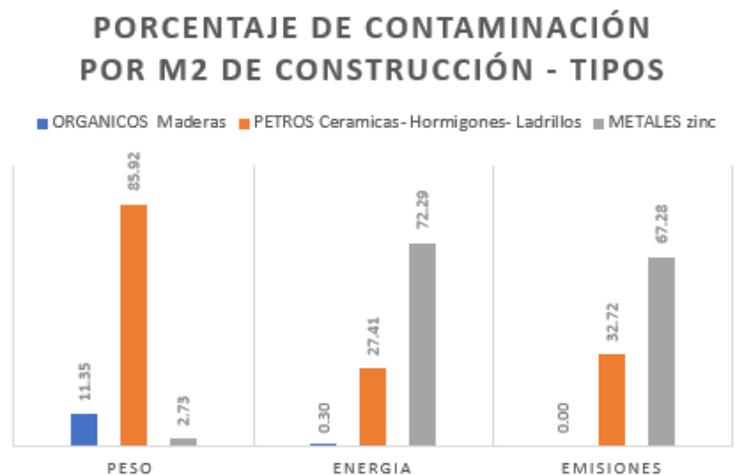
En cuanto al peso, las mamposterías registraron el valor más alto con un 43,24 %, seguido de los pisos (hormigón) con un 25,24 %. Los valores más bajos en todos los aspectos fueron las cimentaciones, con apenas un 3,03 %.

Tabla 17. Impacto ambiental por tipo de material en sistemas constructivo-modernos – Vivienda de Estadía, (121 m²)

VIVIENDA DE ESTADIA- POR TIPO DE MATERIAL: AREA TOTAL 332m2											
TIPO DE MATERIAL		Peso			ENERGIA			EMISIONES			
		kg	kg/m2	%	Mj	Mj/m2	%	Kg/Co2	KgCO2/m2	%	
ORGANICOS	Maderas	14935.74	44.99	11.35	1894.2	5.71	0.30	0	0.00	0.00	
PETROS	Cerámicas , Hormigones, Ladrillos	113087.48	340.62	85.92	174572.93	525.82	27.41	16533.26	49.80	32.72	
METALES	Acero - Barrillas - Cubierta <u>Dipac</u>	3592.22	10.82	2.73	460443.36	1386.88	72.29	34002.93	102.42	67.28	
			396.43	100.00		1918.41	100.00		152.22	100.00	

Elaborado por: el autor

Figura 45. Comparación visual por tipo de material – Vivienda de Estadía



Elaborado por: el autor

De acuerdo con el análisis realizado del impacto generado por el tipo de material en las “viviendas de estadía” (Tabla 18- Figura 45), se registró que los materiales metálicos emiten mayores cantidades de CO₂ en un 67,28 %, siendo valores relativamente altos en comparación a los otros tipos de materiales, además que la energía incorporada para

dichos materiales también registra el valor más alto, con 72,29 %. Sin embargo, registran un menor peso que los otros materiales.

Los materiales pétreos son los que mayor densidad poseen y también emiten emisiones de CO₂ altos (32 %), en comparación con los materiales orgánicos (maderas) que registran emisiones con valores cero o nulos.

4.2.3. Resultado del impacto ambiental generado por las edificaciones

El análisis anteriormente realizado se refiere al impacto ambiental en relación con los materiales que presentan las edificaciones en el estado actual de la Reserva “El Cristal”, con el fin de determinar por medio de tablas y gráficos de comparación, cuáles componentes y qué tipo de materiales son los más contaminantes en las dos edificaciones, para así establecer estrategias concretas de los materiales a utilizar en la propuesta.

Por lo tanto, se determinó que el componente y material más contaminante fue el de la envolvente de la cubierta, tanto en los sistemas constructivos tradicionales como en los sistemas constructivos modernos, los cuales poseían materiales pétreos y metálicos respectivamente, presentaron valores muy elevados de emisiones de CO₂ y de energía incorporada. Determinando así, que para la fase de diseño se efectuará un mayor estudio a la envolvente de la cubierta.

De acuerdo con los materiales menos contaminantes, se determinó que los materiales orgánicos, tales como las maderas, son los que menos emisiones emitían, siendo un recurso ideal para la implementación del centro investigativo, ya que la Reserva “El Cristal” posee el potencial de explotar recursos madereros sin efectos negativos al medio, con plantaciones de pino aptos para la construcción. Siendo además un recurso en donde la energía incorporada y el peso son bajos y no producen efectos negativos hacia el medio directamente. Las cimentaciones que se han analizado de hormigón armado no producen mayores contaminaciones, el cual representó apenas un 3,03 % de emisiones en las viviendas de estadía, en relación con las estructuras horizontales y verticales de las viviendas, por lo que son aptas para un sistema constructivo mixto con los pilares de madera. Este no llegaría a producir un impacto ambiental negativo.

Los materiales de tierra, como el tapial, poseen también un impacto menor en relación con los otros materiales, presentando el único inconveniente de tener un peso relativamente elevado en relación con otro tipo de mamposterías, en las que afectaría a las zonas frágiles ambientalmente como lo es la Reserva “El Cristal”, en donde el movimiento de tierra y el peso de las mismas estructuras, causa efectos negativos directos al medio; sin embargo, su cimentación presenta emisiones nulas de CO₂, por lo que es un material que reducirá el impacto ambiental.

Por lo tanto, utilizar este tipo de materiales orgánicos y de tierra en topografías no tan accidentadas, no causará efectos negativos tanto ambientalmente, como al sitio de intervención. Por lo que la propuesta estará enfocada al uso de dichos materiales, específicamente para la estructura y envolventes de las edificaciones.

4.3. Fase II - Propuesta de diseño arquitectónico del Centro de Investigación

Para la propuesta de diseño arquitectónico se han considerado los materiales constructivos analizados en la Fase I, determinando así qué materiales usarse para la propuesta. Para el proceso de diseño se han determinado diferentes aspectos de acuerdo con la problemática que han permitido establecer diversas estrategias de bajo impacto ambiental.

4.3.1. Problemática del sitio

De acuerdo con el diagnóstico realizado anteriormente se pudo determinar en síntesis los siguientes aspectos en cuanto a la problemática de la Reserva “El Cristal” en tres puntos principales:



Análisis natural del sitio

El análisis natural del sitio se determinó como un factor importante para la toma de decisiones futuras. Se analizó que existen diversas condicionantes que son muy influyentes para el diseño del centro de investigación:

- Entre estos factores tenemos el soleamiento del sitio, el cual es importante para la buena iluminación y confort térmico de la vivienda, ya que presenta climas variables en la zona.

- Las precipitaciones que se presentan la mayor parte del año.

- Los vientos y nubosidades, presentes con velocidades de hasta 2,5 m/s y con dirección norte-sur, que depende de los diferentes pisos altitudinales de la Reserva “El Cristal”.

- La topografía del sitio, presenta pendientes positivas mayores el 25 %.



Análisis técnico constructivo

Se determinaron los diferentes sistemas constructivos de la hacienda, que generan problemas en el ámbito ambiental, por malas prácticas constructivas.



Análisis potencial del Sitio

Existen factores como la flora y fauna del lugar, que posee el potencial para implementar infraestructuras para dicho uso.

Otro aspecto importante a analizar es el relieve montañoso, que permite diversas visuales para apreciar la gran biodiversidad de su vegetación y fauna.

Todos estos aspectos son considerados fundamentales para la toma de decisiones futuras para el centro de investigación, por lo que se resumió a manera de esquemática en la Lámina 1.

4.3.2. Estrategias

De acuerdo con la problemática ya analizada, se determinaron las estrategias en base a los tres puntos analizados anteriormente:



Análisis técnico constructivo

De acuerdo con las infraestructuras analizadas anteriormente, se emplazará el centro investigativo en la zona baja, determinando como núcleo principal la casa de hacienda que servirá como centro de interpretación de la reserva. Siendo este el principal punto de partida hacia el entorno natural. Se propondrán edificaciones que marquen un recorrido secuencial evitando la consolidación en zonas determinadas.

La accesibilidad al sitio partirá desde el cruce de río Malacatos, como principal acceso, con puentes carrozables que permitan el paso sin inconvenientes en tiempos de alto caudal.

La accesibilidad de senderos y caminos al entorno natural de la Reserva “El Cristal” será retomada por estudios realizados previamente en el sitio, en los que se han determinado senderos que permiten el recorrido de las mejores potencialidades desde la zona baja hacia la zona más alta.

En cuanto a los sistemas constructivos en la reserva se consideró la metodología aplicada anteriormente de materiales de bajo impacto ambiental, que permitirán evaluar desde etapas tempranas de diseño cuáles materiales se deben utilizar.

De acuerdo a los servicios básicos, se implementarán artefactos sanitarios como baños secos que no necesitan agua, y permiten reutilizar los desechos como abono en la reserva.

Así también se recolectarán las aguas lluvias y el reciclaje de aguas grises.



Análisis natural del sitio

De acuerdo con los soleamientos se determinará una implantación al norte para aprovechar una mejor iluminación. Es importante utilizar iluminación natural en horas del día para no tener penumbras. De ser necesario, se implementarán voladizos para reducir ganancias solares, que afectan a la vivienda y el confort térmico.

En base a la topografía es necesario una implantación menos conflictiva por lugares más planos y así evitar desalojos de tierras. Es importante la implementación de rollizos de madera para evitar un impacto ambiental al suelo, y que permita ser una arquitectura adaptada al medio.

Las precipitaciones analizadas en el sector han determinado la necesidad de cubierta con pendientes del 15 al 20 %.

Un factor importante es el viento en el sector, que dependerá de sus diferentes pisos altitudinales, será tomado en consideración para implementar vegetación para el control de vientos en zonas altas.

A su vez, la orientación de zonas húmedas con fachada sur permitirá una gran ventilación.



Análisis potencial del sitio

De acuerdo con el potencial del sitio se pretende implementar infraestructuras que permitan aprovechar al máximo tanto sus visuales como la flora y fauna del lugar. Las estrategias se han resumido de manera esquemática en la Lámina 2.

4.3.3. Programa arquitectónico y usuarios

Los datos obtenidos en entrevistas a propietarios y científicos determinaron el programa arquitectónico de acuerdo con el potencial del sitio y las necesidades que presentan ellos, el que se desarrollará exclusivamente en la zona baja de la reserva, en tres apartados principales: Centro de Interpretación, Áreas de Estadía y Áreas de Investigación, considerando que ciertas infraestructuras “tipo” se pueden implementar en futuras zonas de la Reserva, necesarios a medida que los usuarios requieran de las mismas, como por ejemplo el avistamiento de aves, cabañas refugio o miradores escénicos en otros sitios.

Centro de interpretación

Administración,
Zonas de conferencias.
Zonas de recepción.
Zonas pedagógicas.
Laboratorios de muestreo.
Baterías sanitarias hombres y mujeres.

Áreas de estadía

Baños ecológicos.
Cabañas de estadía.
Puestos de descanso en senderos.
Senderos.

Áreas de investigación y estudio

Invernaderos de orquidearios.
Espacios de estudio y siembra de cascarilla.
Avistamiento de aves.
Apicultura.

4.3.4. Espacios arquitectónicos por áreas

En las siguientes tablas se han determinado los diferentes espacios por áreas para la propuesta del centro de investigación.

Tabla 18. Centro de interpretación (casa de hacienda) área interna 265,79 m²

Espacio Arquitectónico	Actividad					
Cafetería-Recepción	Zona de Estar-Venta de café	Mobiliario	Dimensión	Cant.	Área m ²	
		Mesones	1.80x0.55	2	1.98	
		Escritorio De Recepción	0.50*1.50	1	0.75	
		Silla	0.50x0.50	1	0.25	
		Circulación				20,00
		Área Total				22.98

Espacio Arquitectónico	Actividad					
Sala de Uso Múltiple	Zonas de conferencias	Mobiliario	Dimensión	Cant.	Área m ²	
		Tarima	1.20*2.40	1	3	
		Sillas	0.50x0.50	25	6.25	
		Circulación				24.65
		Área Total				33.9

Espacio Arquitectónico	Actividad					
Zona Pedagógica	Área de aprendizaje de la Reserva	Mobiliario	Dimensión	Cant.	Área m ²	
		Pizarra didáctica	0.60*1.50	9	8.1	
		Circulación				39.4
		Área Total				47.5

Espacio Arquitectónico	Actividad				
Baterías Sanitarias Mujeres	Necesidades biológicas	Mobiliario	Dimensión	Cant.	Área m ²
		Inodoros	0.60*0.36	2	0.45
		Lavamanos	0.55*0.60	1	0.33
		Circulación			7.22
		Área Total			8.00

Espacio Arquitectónico	Actividad				
Baterías Sanitarias Hombre	Necesidades biológicas	Mobiliario	Dimensión	Cant.	Área m ²
		Inodoros	0.60*0.36	2	0.45
		Lavamanos	0.55*0.60	1	0.33
		Circulación			7.22
		Área Total			8.00

Espacio Arquitectónico	Actividad				
Laboratorio de Muestreo	Zonas de observación de muestras biológicas	Mobiliario	Dimensión	Cant.	Área m ²
		Mesas para muestreo	0.60*1.50	2	1.8
		Taburetes		8	0.72
		Circulación			16.38
		Área Total			18.9

Espacio Arquitectónico	Actividad				
Administración	Zona administrativa de la reserva "El Cristal"	Mobiliario	Dimensión	Cant.	Área m ²
		Escritorio	0.50*1.50	2	1.5
		Sillas	0.50*0.50	2	0.5
		Archivador	0.45*0.40	2	0.36
		Circulación			8.36
		Área Total			10.72

Espacio Arquitectónico	Actividad				
Zonas Complementarias	Zonas complementarias en casa de Hacienda	Mobiliario	Dimensión	Cant.	Área m ²
		Inodoros	16.38*3.24	2	106.14
		Lavamanos	3.24*3.25	1	10.53
		Área Total			116.67

Elaborado por: el autor.

Tabla 19. Baños ecológicos- secos (casa de hacienda) área interna 265.79 m²

Espacio Arquitectónico	Actividad				
Baños Secos: Hombres - Mujeres	Necesidades biológicas	Mobiliario	Dimensión	Cant.	Área m ²
		Inodoros	0.60*0.36	6	1.296
		Lavamanos	0.55*0.60	4	1.32
		Circulación			24.58
		Área Total			27.196

Elaborado por: el autor

Tabla 20. Invernadero de orquídeas y zona de apicultura - área 163 m²

Espacio Arquitectónico	Actividad				
Orquidiario	Estudio de orquídeas -casarilla- Zona Multiuso Apicultura	Mobiliario	Dimensión	Cant.	Área m ²
		Estanterías	0.60*1.50	17	15.3
		Lavandería-Toma de Agua	1.25*0.60	1	0.75
		Tanque recolección de aguas lluvias	0.60*0.30	30	0.21
		Apicultura	1.20*16.20*2		38.4
		Circulación			97.6
		Área Total			152.26

Elaborado por: el autor

Tabla 21. Avistamiento de aves -Área 203.28 m²

Espacio Arquitectónico	Actividad				
Avistamiento de aves	Zona Avistamiento de aves	Mobiliario	Dimensión	Cant.	Área m ²
		Circulación Corredores	7.70*6.60	4	203.28
		Área Total			203.28

Elaborado por: el autor

4.3.4. Proyecto arquitectónico

Para la propuesta del diseño del centro de investigación se han considerado los siguientes aspectos:

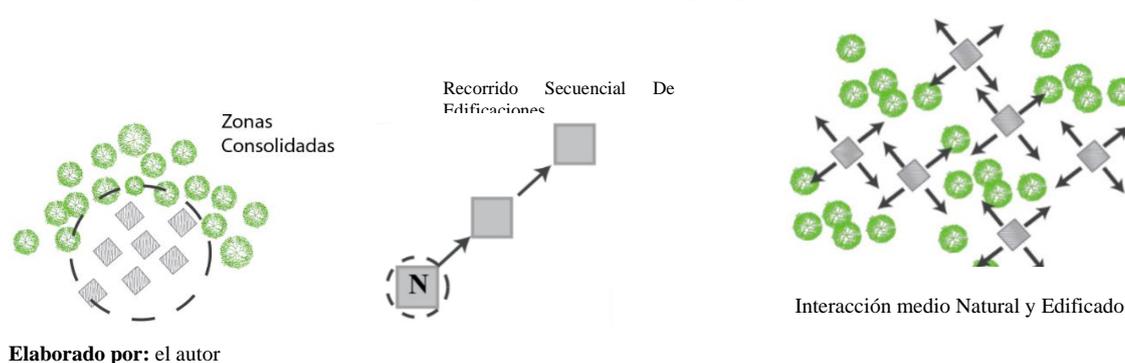
• Concepto del proyecto

Con la propuesta del Centro de Investigación principalmente se pretende dar a conocer el potencial de investigación, para que los científicos y estudiantes puedan realizar sus actividades de manera que lleguen a apreciar la riqueza de la Reserva “El Cristal”, tanto en su flora y su fauna por ser un sector con gran biodiversidad, que permita dar una interacción tanto del medio edificado y la naturaleza a intervenir.

Para ello se han tomado en consideración las infraestructuras presentes en el estado actual, las que se han venido desarrollando de manera consolidada en la zona baja. La reutilización de estas infraestructuras, como la casa de hacienda que se encuentra en abandono, permitirá el reciclaje de edificaciones en la reserva, siendo este el principal punto de partida hacia el medio natural.

De ahí que las edificaciones de la propuesta marcarán un recorrido secuencial, evitando cierta consolidación; ello permitirá integridad y permeabilidad con el entorno natural.

Figura 46. Conceptualización de propuesta



Para la implementación de senderos se ha tomado como referencia estudios realizados anteriormente en la Reserva “El Cristal”, en donde se determina el recorrido de acuerdo con el potencial el sitio.

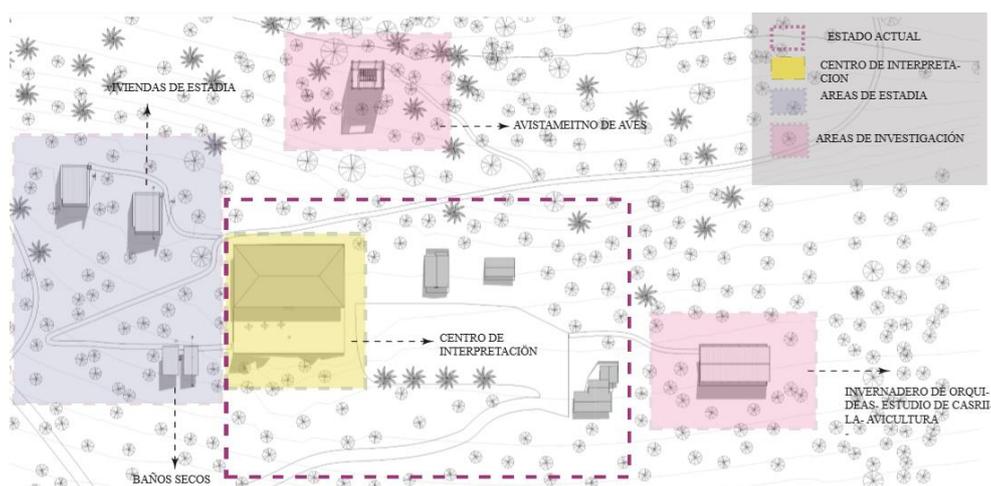
• Implantación general

El centro de investigación se desarrollará principalmente en la zona baja, puesto que permite una mejor accesibilidad a la zona, en la que se ha planteado como principal infraestructura el centro de interpretación, que cumplirá funciones de informar a los estudiantes o investigadores del sitio.

Se ha tomado en consideración que cada infraestructura esté en los espacios ideales para que se desarrollen las actividades previstas.

Cada infraestructura se ha implantado en la topografía menos accidentada, con el fin de evitar desalojos de tierras que contaminan el medio en general. La conexión de sus senderos con cada edificación está prevista de acuerdo con los estudios que se han realizado anteriormente dentro de la Reserva.

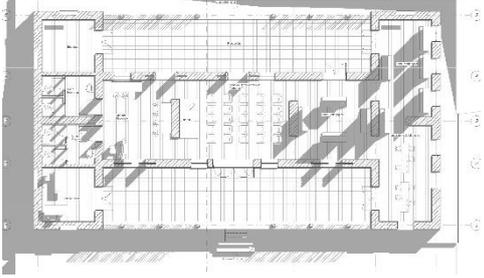
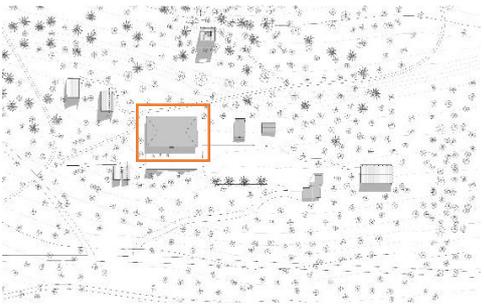
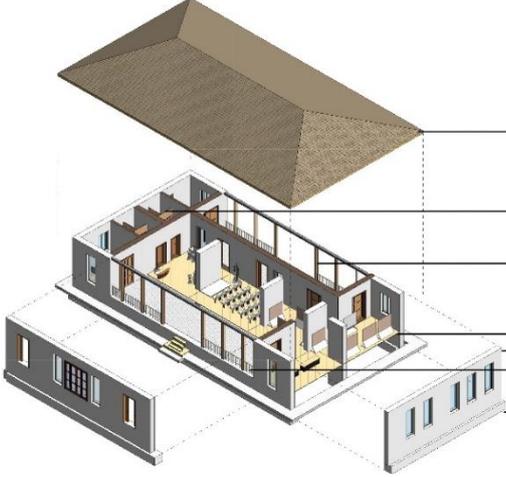
Figura 47. Implantación general y zonificación propuesta



Elaborado por: el autor

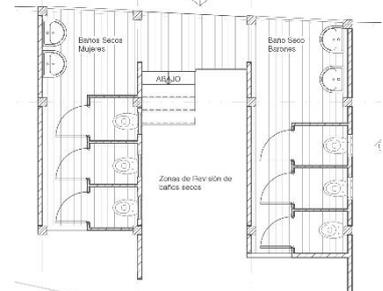
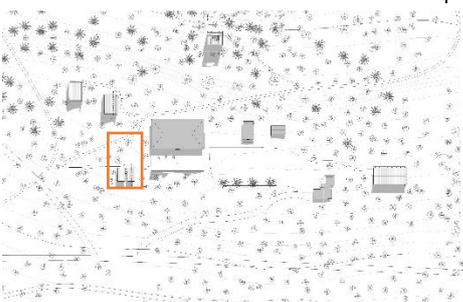
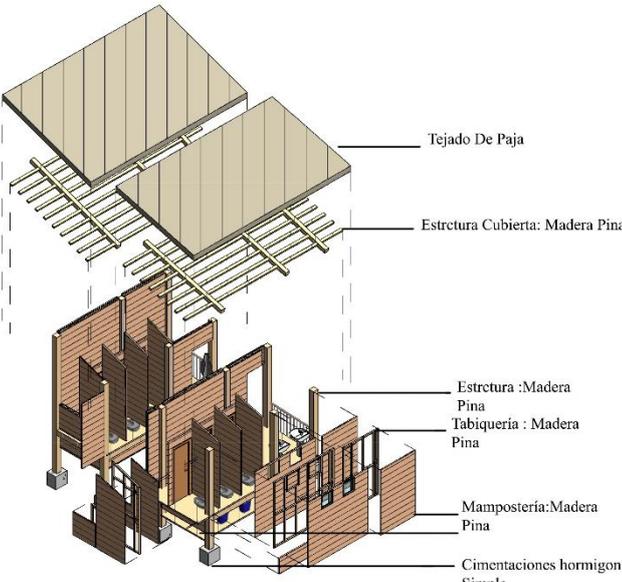
• Propuesta de infraestructuras para el Centro de Investigación

Tabla 22. Descripción propuesta de infraestructura del Centro de Interpretación

Centro de Interpretación		
<p>Planta arquitectónica</p>  <p>Emplazamiento</p> 	 <ul style="list-style-type: none"> — Cubierta: Teja (Estado Actual) — Mampostería : Madera Pina (Baños) — Estructura: Madera Pina — Pisos: Madera Pina — Muros: Tapial (Estado Actual) — Piso Gres (Estado Actual) — Cimentación para muro tapial (piedra) 	
Descripción general		
Materiales aplicados	Estrategias ambientales	Espacios funcionales
<p>En lo que corresponde a los materiales aplicados, se ha aprovechado las instalaciones presentes y se han reutilizado los materiales de las infraestructuras. Se han realizado cambios en los espacios interiores que no han sido intervenidos anteriormente y se han implementado materiales de bajo impacto ambiental, como es en su estructura y suelos con madera de pino propio del lugar. De acuerdo a su cubierta ya ha sido intervenida anteriormente.</p>	<p>-Aprovechamiento de recursos naturales del sitio (madera de pino para construcción).</p> <p>-Construcción por la Vía Seca, ensamblaje en sitio de elementos estructurales con materiales de madera.</p> <p>-Reutilización y reciclaje de las de instalaciones (casa de hacienda).</p>	<p>El centro de interpretación tiene como principal función el de informar y educar a los visitantes de la Reserva “El Cristal” acerca del lugar, permitiendo tener espacios didácticos, zonas de recepción y lugares de conferencias, también se implementaron espacios para la administración de la reserva, por lo tanto funcionará como núcleo principal del centro.</p>

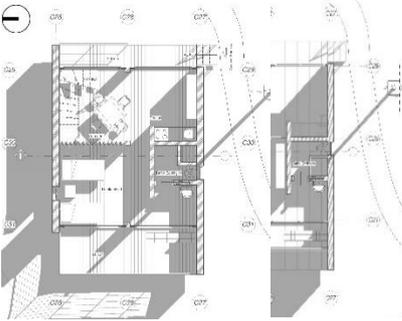
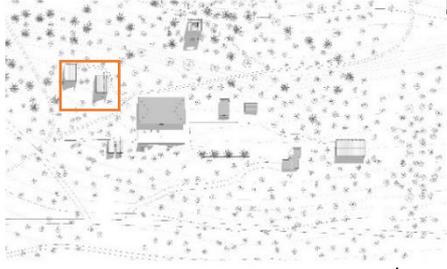
Elaborado por: el autor

Tabla 23. Descripción propuesta de infraestructura Baños Secos

Baños Secos		
<p>Planta arquitectónica</p>  <p>Emplazamiento</p>  		
Descripción general		
Materiales aplicados	Estrategias ambientales	Espacios funcionales
<p>Se ha implementado materiales poco contaminantes, dando uso principal a la madera del sitio (madera de pino), en lo que corresponde a mamposterías, estructuras y pisos, mientras que en la cubierta se ha optado por materiales de tejado de paja, en cuanto a sus cimentaciones se ha optado por el hormigón simple necesario para su estructura.</p>	<p>-Construcción por la Vía Seca, ensamblaje en sitio de elementos estructurales con materiales de madera (mamposterías, cubiertas y estructura).</p> <p>-Orientaciones de baños hacia el sur con el fin de permitir ventilaciones naturales aprovechando los vientos dominantes del sitio.</p> <p>-Implementación de instalaciones no convencionales: reciclado de aguas grises (implementación de baños secos) y recolección de aguas lluvias de las cubiertas para reutilización de limpieza y uso de higiene.</p>	<p>La implementación de los baños secos permitirá evitar la toxicidad humana que genera impactos negativos sobre el aire y suelo del lugar por medio de los baños convencionales, por lo que los baños secos consisten en separar líquidos y sólidos en inodoros especializados para una posterior reutilización, que servirá como abono para las especies vegetales del sitio.</p>

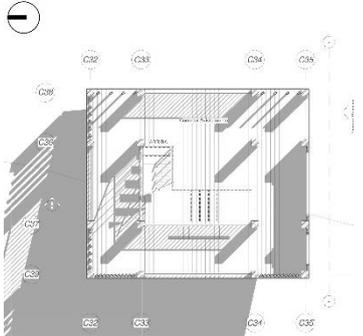
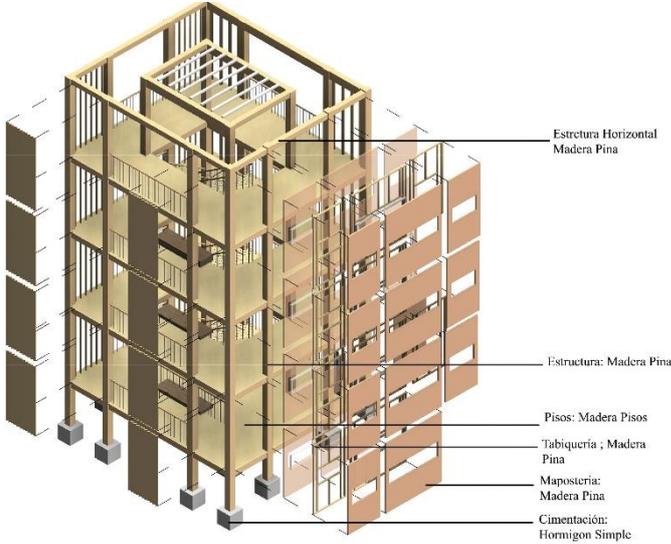
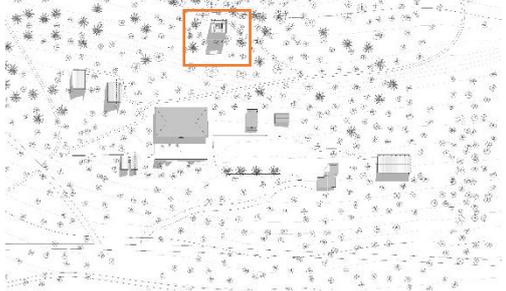
Elaborado por: el autor

Tabla 24. Descripción propuesta de infraestructura Viviendas de Estadía

Viviendas de estadía - Tipo		
<p>Planta arquitectónica</p>  <p>Emplazamiento</p> 	 <ul style="list-style-type: none"> Cubierta: Tejado De paja Estructura: Entramado Madera Estructura: Madera Pina Piso: Madera Pina Entramado Piso: Madera Muro Tapial Tabiquería: Madera pino con aislante térmico Lana de vidrio Cimentación para muro de tapial (piedra) 	
Descripción general		
Materiales aplicados	Estrategias ambientales	Espacios funcionales
<p>En lo que corresponde a los materiales se ha optado así mismo por materiales de bajo impacto ambiental como la madera de pino, tanto para estructuras, mampostería y pisos, en la que se ha previsto aislantes térmicos de lana de vidrio que posee también un bajo impacto ambiental. De igual manera se han implementado materiales de tierra para mamposterías y las cubiertas de teja de paja. Únicamente se ha usado las cimentaciones de hormigón para columnas de madera, y estructura de piedra para muros de tapial.</p>	<ul style="list-style-type: none"> -Orientaciones este-oeste en sus vanos para aprovechar luz natural. -Uso de energía renovable aprovechando vientos del lugar. -Implementación de muros de tapial apto para climatizar la vivienda. -Utilización de materiales con bajas emisiones de CO₂ (materiales de tierra – materiales orgánicos). -Recolección de aguas lluvias para su posterior reutilización. -Baños secos 	<p>En cuanto a sus espacios funcionales, las viviendas están destinadas para cuatro personas, que permitirá pernoctar a estudiantes y científicos por tiempos prolongados en la reserva, las viviendas cuentan con todos los servicios básicos. La vivienda se ha orientado de manera estratégica para que funcione correctamente para sus temperaturas e iluminación natural.</p>

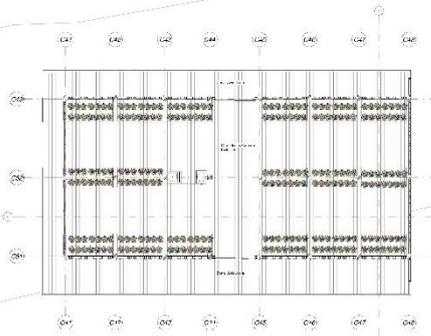
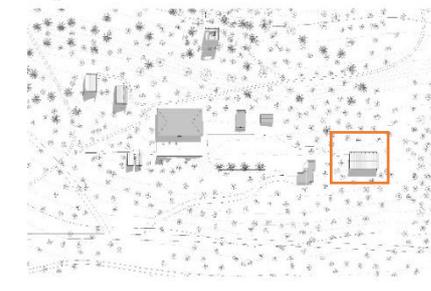
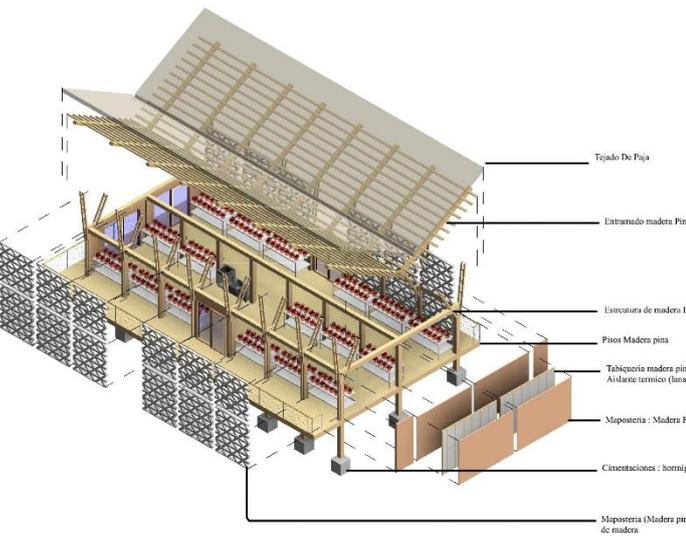
Elaborado por: el autor

Tabla 25. Descripción propuesta de infraestructura Avistamiento de Aves

Avistamiento de aves		
<p>Planta arquitectónica</p> 		
<p>Emplazamiento</p> 		
Descripción general		
Materiales aplicados	Estrategias ambientales	Espacios funcionales
<p>Los materiales para usarse en el avistamiento de aves han sido la madera de pino, tanto para sus mamposterías, tabiques, suelos y estructura de las edificaciones, siendo una infraestructura que se ha utilizado los materiales del sitio casi al 100 %, a excepción de sus cimientos que ha optado por el uso de hormigón simple necesarios para la estructura.</p>	<p>-Utilización de materiales con bajas emisiones de CO₂ (madera de pino).</p> <p>-Construcción por la vía seca, coordinación modular y colocación en obra.</p> <p>-Materiales reutilizables en etapas de demolición.</p> <p>-Utilización de recursos renovables.</p>	<p>-El avistamiento de aves tiene como principal función el de permitir el contacto de las personas con todo tipo de aves propias del lugar, por lo que se ha optado por materiales que permitan un mejor acercamiento hacia estos animales.</p> <p>Hay que entender que las aves temen al hombre y huyen a su condición antropomórfica. Por lo que ha implementado un entramado de estructura de madera que permitirá desvirtuar o deformar esa condición. Está compuesto por cuatro niveles que permitirán un mejor acercamiento de este tipo de animales</p>

Elaborado por: el autor

Tabla 26. Descripción propuesta de Infraestructura Invernadero

Invernadero de Orquídeas- Cascarilla – Avicultura		
<p>Planta arquitectónica</p>  <p>Emplazamiento</p>   <p>Tejado De Paja Estramado madera Pino Estructura de madera Pino Pisos Madera pino Tabiquería madera pino Aislante térmico (lana) Mampostería : Madera Pino Cimentaciones : hormigón Mampostería (Madera pino) Mampostería (Madera pino)</p>		
Descripción general		
Materiales aplicados	Estrategias ambientales	Espacios funcionales
<p>Se han implementado materiales propios de lugar como madera de pino para sus estructuras, pisos y mamposterías. Se ha utilizado aislantes térmicos como lana de vidrio.</p> <p>En lo que corresponde a su cubierta se ha implementado tejados de paja. Y por último en lo que corresponde a sus cimientos se ha implementado hormigón</p>	<p>-Recolección de aguas lluvias de cubiertas para uso de las orquídeas.</p> <p>-Climatización natural por orientaciones</p> <p>-Coordinación modular, reutilización de materiales en etapas de demolición</p> <p>-Utilización de materiales poco contaminantes.</p> <p>-Construcción por la vía seca</p>	<p>-El invernadero tendrá como función el estudio de orquídeas, cascarilla, etc. En la que se han implementado materiales poco contaminantes que permiten un acondicionamiento ideal; en cuanto a sus temperaturas, (no se han utilizado materiales acristalados como eventualmente se lo hace). Para ello se ha orientado correctamente las infraestructuras con cubiertas con pendientes mayores del 35 %, que permiten la entrada de luz solar en su mayor parte del día. Se ha utilizado a su vez aislantes</p>

<p>simple necesario para sus estructuras</p>	<p>- Orientaciones este-oeste en sus vanos para aprovechar luz natural al máximo.</p>	<p>térmicos en su fachada sur en donde reciben los vientos dominantes que puede ocasionar las bajas temperaturas del orquideario. También se ha pensado en la ventilación natural necesaria en el orquideario, por medio de entramados de madera (rejillas) en lo que corresponde a su fachada sur y norte. Posee espacios multifuncionales por medio de sus mamposterías de módulos de madera que permiten además de la entrada de luz natural al lugar, la utilización para la cría de abejas (avicultura).</p>
--	---	---

Figura 48. Perspectivas propuesta infraestructuras centro de investigación

Avistamiento de Aves



Orquideario –Avicultura



Baños Secos



Centro de interpretación



Elaborado por: el autor

4.4. Fase III-Evaluación de contaminación en propuesta del Centro de Investigación

El impacto ambiental analizado en la propuesta fue estudiado específicamente en las áreas de estadía e investigación. En lo que corresponde con la casa de hacienda, ya ha tenido una restauración previa, analizada en la fase diagnóstico, por lo que se rediseñó para la propuesta únicamente la distribución interna, sin haber cambios en su materialidad y sistemas constructivos.

Para este proceso se determinó, primeramente, que de acuerdo con la evaluación del estado actual, los materiales con menos impacto ambiental eran los orgánicos y materiales de tierra. Por lo que se propuso un sistema constructivo mixto de este tipo de materiales, en donde se consideraron también materiales pétreos, necesarios para cimentaciones, mampostería y aislantes térmicos, pero en menor medida.

Por lo que se ingresó el impacto de los nuevos materiales en la base de datos (Tabla 14) vinculada a Autodesk Revit y se procedió con el modelado de las edificaciones a un nivel de desarrollo LOD 350-400, lo cual realizó el cálculo automatizado de la propuesta (Anexo 2).

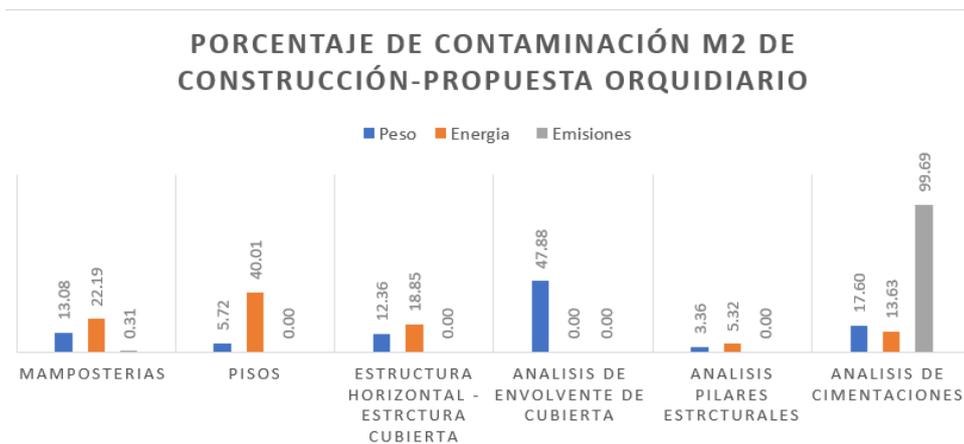
En dichas comparaciones se puede observar el impacto generado por componente de construcción, como podemos observar en las siguientes tablas acompañadas de la comparación visual por componente.

Tabla 27. Impacto ambiental por componente de construcción. Propuesta – Invernadero de Orquideario (163 m²).

INVERNADERO DE ORQUIDIARIO : AREA TOTAL 163m2									
COMPONENTE	Peso			ENERGIA			EMISIONES		
	kg	kg/m2	%	Mj	Mj/m2	%	Kg/Co2	KgCO2/m2	%
MAMPOSTERIAS	8013.72	49.16	13.08	11581.51	71.05	22.19	4.83	0.03	0.31
PISOS	3504.5	21.50	5.72	20886.82	128.14	40.01	0	0.00	0.00
ESTRUCTURA HORIZONTAL	7571.11	46.45	12.36	9842.45	60.38	18.85	0.00	0.00	0.00
ANALISIS DE ENVOLVENTE DE CUBIERTA	29331.24	179.95	47.88	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00
ANALISIS PILARES ESTRUCTURALES	2055.48	12.61	3.36	2774.9	17.02	5.32	0.00	0.00	0.00
ANALISIS DE CIMENTACIONES	10782.72	66.15	17.60	7116.60	43.66	13.63	1533.16	9.41	99.69
		375.82	100.00		320.26	100.00		9.44	100.00

Elaborado por: el autor

Figura 49. Comparación visual por componente – Invernadero de Orquideario

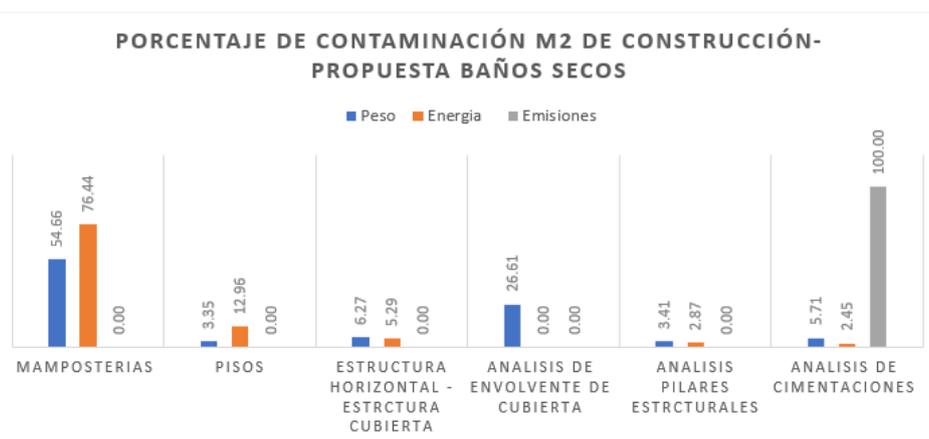


Elaborado por: el autor

Tabla 28. Impacto ambiental por componente de construcción. Propuesta –Baños Secos (26,74 m²).

BAÑOS SECOS : AREA TOTAL 26.74 m2									
COMPONENTE	Peso			ENERGIA			EMISIONES		
	kg	kg/m2	%	Mj	Mj/m2	%	Kg/Co2	KgCO2/m2	%
MAMPOSTERIAS	13437.14	502.51	54.66	28964.18	1083.18	76.44	0.00	0.00	0.00
PISOS	823.64	30.80	3.35	4908.9	183.58	12.96	0.00	0.00	0.00
ESTRUCTURA HORIZONTAL	1541.07	57.63	6.27	2003.39	74.92	5.29	0.00	0.00	0.00
ANALISIS DE ENVOLVENTE DE CUBIERTA	6541.16	244.62	26.61	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ANALISIS PILARES ESTRUCTURALES	837.34	31.31	3.41	1088.54	40.71	2.87	0.00	0.00	0.00
ANALISIS DE CIMENTACIONES	1404	52.51	5.71	926.64	34.65	2.45	150.23	5.62	100.00
	24584.35	919.38	100.00		1417.04	100.00		5.62	100.00

Figura 50. Comparación visual por componente – Baños Secos



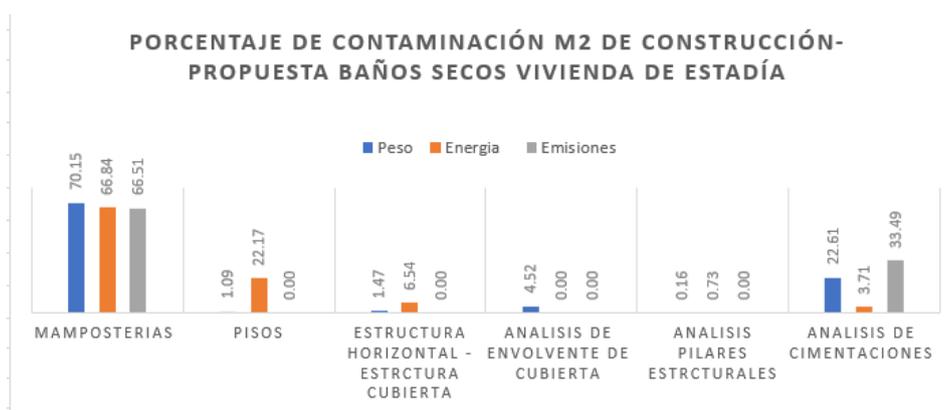
Elaborado por: el autor

Tabla 29. Impacto ambiental por componente de construcción. Propuesta–Viviendas de Estadía (105 m²)

VIVIENDAS DE ESTADIA : AREA TOTAL 105 m2										
COMPONENTE	Peso			ENERGIA			EMISIONES			
	kg	kg/m2	%	Mj	Mj/m2	%	Kg/Co2	KgCO2/m2	%	
MAMPOSTERIAS	153359.8	1460.57	70.15	42775.11	407.38	66.84	763.73	7.27	66.51	
PISOS	2380.66	22.67	1.09	14188.71	135.13	22.17	0	0.00	0.00	
ESTRUCTURA HORIZONTAL	3221.53	30.68	1.47	4187.99	39.89	6.54	0.00	0.00	0.00	
ANALISIS DE ENVOLVENTE DE CUBIERTA	9889.47	94.19	4.52	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	
ANALISIS PILARES ESTRCTURALES	347.57	3.31	0.16	469.23	4.47	0.73	0.00	0.00	0.00	
ANALISIS DE CIMENTACIONES	49432.37	470.78	22.61	2372.20	22.59	3.71	384.58	3.66	33.49	
		2082.20	100.00		609.46	100.00		10.94	100.00	

Elaborado por: el autor

Figura 51. Comparación visual por componente – Viviendas de Estadía



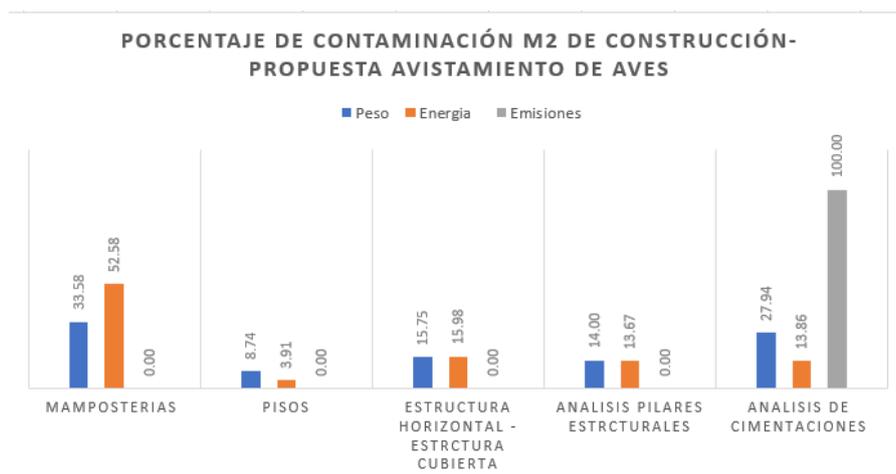
Elaborado por: el autor

Tabla 30. Impacto ambiental por componente de construcción. Propuesta –Avistamiento de Aves (203,16 m²)

Avistamiento de Aves: AREA TOTAL 203.16m2										
COMPONENTE	Peso			ENERGIA			EMISIONES			
	kg	kg/m2	%	Mj	Mj/m2	%	Kg/Co2	KgCO2/m2	%	
MAMPOSTERIAS	14399.15	70.88	33.58	30005.63	147.69	52.58	0	0.00	0.00	
PISOS	3746.71	18.44	8.74	2233.4	10.99	3.91	0	0.00	0.00	
ESTRUCTURA HORIZONTAL	6753.79	33.24	15.75	9117.62	44.88	15.98	0.00	0.00	0.00	
ANALISIS PILARES ESTRCTURALES	6001.88	29.54	14.00	7802.44	38.41	13.67	0.00	0.00	0.00	
ANALISIS DE CIMENTACIONES	11980.8	58.97	27.94	7907.33	38.92	13.86	1281.95	6.31	100.00	
	42882.33	211.08	100.00		280.89	100.00		6.31	100.00	

Elaborado por: el autor

Figura 52. Comparación visual por componente – Avistamiento de Aves



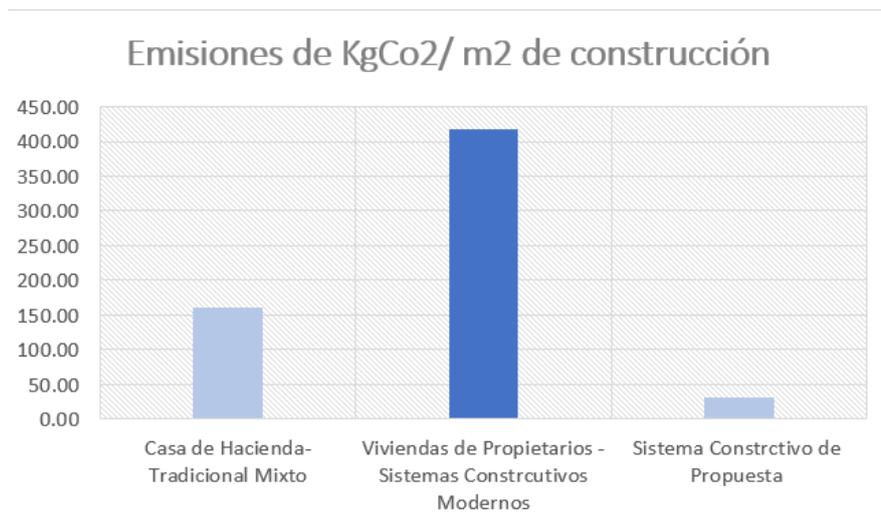
Elaborado por: el autor

Por consiguiente, se propuso materiales orgánicos de tejado de paja, que redujo significativamente la contaminación a valores nulos de CO₂, como se puede observar en las tablas, considerando que la cubierta y mamposterías, tanto en la casa de hacienda como en las viviendas de estada, era el componente más contaminante en el estado actual, sin embargo, al aplicar este tipo de material aumentó el peso de las edificaciones en gran medida.

Para las mamposterías y estructuras se aprovechó madera de pino (existente en el lugar) con valores nulos de contaminación. Y en cuanto a los materiales pétreos, necesarios para la propuesta, se utilizó el hormigón (cimentaciones), lana de vidrio (aislante térmico) y ladrillo (mamposterías). Presentando los valores más altos de contaminación, sin embargo, en relación con los sistemas constructivos analizado en el estado actual presentan valores bajos.

Para verificar ello, se realizaron variaciones de contaminación de dióxidos de carbono por metro cuadrado de construcción de todas las edificaciones, para determinar qué sistema constructivo contamina más, el cual se ha representado en la Figura 53.

Figura 53. Variación de contaminación por metro cuadrado de construcción



Elaborado por: el autor

4.5. Discusión de resultados

Con la propuesta del centro de investigación científica se determinó una buena distribución en cuanto a sus espacios y de manera no consolidada, como se lo venía haciendo en el estado actual, generando espacios óptimos para realizar actividades para estudiantes y científicos. Considerando, además, una arquitectura de bajo impacto ambiental hacia el sitio y al medio ambiente en general, gracias a los materiales a usarse en la propuesta.

Los materiales aplicados en las diferentes edificaciones disminuyeron la contaminación en gran medida, sin embargo, se tendrá un gran costo en mantenimiento, especialmente en las envolventes de las cubiertas, que son los tejados de paja y materiales orgánicos.

Se determinó que los sistemas constructivos desarrollados en la propuesta del centro investigativo, en relación con los sistemas constructivos modernos, disminuyen hasta en un 91,87 % de contaminación. De la misma manera, en relación con los sistemas constructivos tradicionales-mixtos, la propuesta disminuyó hasta 76,7 % de contaminación con el sistema constructivo aplicado.

De acuerdo con la metodología aplicada, autores reconocidos como Albert Cuchi o artículos publicados: minimización de impacto ambiental en vivienda plurifamiliares, sirvieron como principales referentes de estudio en la investigación, sin embargo, dichos autores consideraron únicamente el estudio de impacto de materiales con metodologías tradicionales de cálculo.

Al aplicar una metodología BIM en el proyecto, para facilitar el cálculo del impacto ambiental, se evidenció un proceso automatizado al momento de calcular los datos tanto en el estado actual como en la propuesta, generando procesos de cálculo a tiempo real, por lo que se pudo comparar y evaluar qué materiales utilizarse en un menor tiempo, que las metodologías tradicionales de cálculo.

5. Conclusiones

- De acuerdo con la propuesta, se establecieron los espacios necesarios tanto para los usuarios que realizan actividades en la hacienda “El Cristal” como para científicos y estudiantes, en que se consideraron metodologías para reducir el impacto ambiental de las edificaciones hacia el sitio y con materiales poco contaminantes.
- Mediante la metodología propuesta se determinaron diferentes fases que permitieron evaluar desde etapas tempranas de diseño, el impacto ambiental que producirá la propuesta del centro de investigación científica, acompañado de metodologías BIM.
- Mediante el estudio del sitio y sus diferentes zonas de la Reserva Natural “El Cristal”, se pudo determinar un emplazamiento correcto de las diferentes edificaciones, permitiendo una interacción entre el medio natural y el medio edificado.
- Con la propuesta del centro de investigación se disminuyó hasta en un el 91,87 % en relación con los sistemas constructivos modernos y un 76,7 % en relación con los sistemas constructivos tradicionales-mixtos, por lo que los sistemas constructivos empleados permiten una significativa disminución de emisiones al medio ambiente, siendo una arquitectura sostenible para el medio.
- Mediante la investigación realizada se logra por tanto un centro investigativo dotado de infraestructura y proporcionada de tecnología con espacios confortables, ahorrando recursos y respetando al máximo el entorno natural. Además de implementar una arquitectura sostenible con materiales de bajo impacto beneficiando al medio en general.

6. Recomendaciones

- Se recomienda trabajar con metodologías BIM en relación con el impacto ambiental de las edificaciones, siempre y cuando sea necesario realizar procesos repetitivos de cálculos, para agilizar dichos procesos de manera automatizada y de manera más precisa.
- Prever que las propuestas de arquitectura de bajo impacto ambiental en relación con los materiales a usarse tengan una relación de equilibrio, tanto en los materiales con bajas emisiones de CO₂ y el mantenimiento que se llegue a dar a estos materiales en un futuro.
- Se recomienda a organismos del Estado que se otorgue mayor profundidad al impacto ambiental generado por los materiales, formando bases de datos de cada material a usarse para la construcción, ya que actualmente no existen dichos valores de contaminación para nuestro medio.
- Se recomienda que, al intervenir en zonas sensibles ambientalmente, como lo es la Reserva “El Cristal”, se tenga en consideración el impacto ambiental de las infraestructuras y sus sistemas constructivos a aplicarse, para no afectar tanto al sitio, como al medio ambiente en general, al considerar materiales de bajo impacto ambiental.

Bibliografía

- Acosta, D., & Cilento, A. (2005). Edificaciones sostenibles: estrategias de investigación y desarrollo. *Tecnología y Construcción*, 21(1), 15–30.
- Basbagill, J., Flager, F., Lepech, M., & Fischer, M. (2013). Application of life-cycle assessment to early stage building design for reduced embodied environmental impacts. *Building and Environment*, 60, 81–92. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2012.11.009>
- El, E. N., La, M. D. E., Urbana, E., Metropolitana, D. E. L., El, S., & Lurín, V. D. E. (2008). Lógicas y estrategias proyectuales para la arquitectura sostenible.
- Esteban, R., Oña, R., Fabián, J., Linzán, P., Mata, A. L., Alexandra, S., ... Central, U. (2017). Estudio de los beneficios de tener una Estación Científica en la Amazonía en las Universidades. Caso: Universidad Central del Ecuador, (10), 505–519.
- Schiller, S. De, & Evans, J. M. (2003). Relevancia de proyectos demostrativos de bajo impacto ambiental y gran eficiencia energética, 21–35.
- Sostenible, D., & Sostenible, D. (2012). *Cartilla_Criterios_Amb_Diseño_Construc.*
- Acosta D. Arquitectura Sostenible y Construcciones Sotenibles: Conceptos problemas y Estrategias . Tecnología y construcción ,07-09
- De Garrido Luis.(2001-2012). Un nuevo paradigma en arquitectura Barcelona
 - De Garrido Luis.(2001-2012). Self- Sufficient Green Architecture. Barcelona
- Jacobs Michael. La economía verde: Medio ambiente, desarrollo sostenible y la política del futuro.Editorial Icaria, Barcelona 1997
- Yenag Ken. Proyectar con la naturaleza. Bases Ecologicas. Para el proyecto arquitectónico, Editorial Gustavo Grill. SA, Barcelona, 1999-----
 - Khasreen, Monkiz & Banfill, Phillip & Menzies, Gillian. (2009). Life-Cycle Assessment and the Environmental Impact of Buildings: A Review. Sustainability. 1. 10.3390/su1030674.

ANEXO 1

TABLAS IMPACTO AMBIENTAL – AUTODESK REVIT

Experimentación de impacto ambiental en estado actual- Autodesk Revit

Casa de Hacienda – Sistema Constructivo Tradicional – Mixto, por componente

<ANALISIS DE MUROS -MAPOSTERIA>							
A	B	C	D	E	F	G	H
636	Volumen	DENSIDAD +	ENERGIA +	EMISIONES +	TOTAL DENSIDAD	TOTAL ENERGIA	TOTAL EMISIONES
Muro Tapia 46cm							
Muro Tapia 46cm	62.60 m³	2200.00 m³	0.16 m³	0.00 m³	137725.54 m³	22036.09 m³	550.90 m³
Muro Tapia 46cm: 6	62.60 m³				137725.54 m³	22036.09 m³	550.90 m³
Muro Tapia 50cm- con recubrimiento exterior							
Muro Tapia 50cm- con recubrimiento exterior	99.45 m³	2200.00 m³	0.16 m³	0.00 m³	218779.11 m³	35004.66 m³	875.12 m³
Muro Tapia 50cm- con recubrimiento exterior: 6	99.45 m³				218779.11 m³	35004.66 m³	875.12 m³
Muro Tapia 50cm- con recubrimiento exterior e interior							
Muro Tapia 50cm- con recubrimiento exterior e interior	127.25 m³	2200.00 m³	0.16 m³	0.00 m³	279941.20 m³	44790.59 m³	1119.76 m³
Muro Tapia 50cm- con recubrimiento exterior e interior: 8	127.25 m³				279941.20 m³	44790.59 m³	1119.76 m³
Total general: 20	289.29 m³				636445.84 m³	101831.34 m³	2545.78 m³

<ANALISIS DE MUROS -MAPOSTERIA>							
A	B	C	D	E	F	G	H
636	Volumen	DENSIDAD +	ENERGIA +	EMISIONES +	TOTAL DENSIDAD	TOTAL ENERGIA	TOTAL EMISIONES
Muro Tapia 46cm							
Muro Tapia 46cm	62.60 m³	2200.00 m³	0.16 m³	0.00 m³	137725.54 m³	22036.09 m³	550.90 m³
Muro Tapia 46cm: 6	62.60 m³				137725.54 m³	22036.09 m³	550.90 m³
Muro Tapia 50cm- con recubrimiento exterior							
Muro Tapia 50cm- con recubrimiento exterior	99.45 m³	2200.00 m³	0.16 m³	0.00 m³	218779.11 m³	35004.66 m³	875.12 m³
Muro Tapia 50cm- con recubrimiento exterior: 6	99.45 m³				218779.11 m³	35004.66 m³	875.12 m³
Muro Tapia 50cm- con recubrimiento exterior e interior							
Muro Tapia 50cm- con recubrimiento exterior e interior	127.25 m³	2200.00 m³	0.16 m³	0.00 m³	279941.20 m³	44790.59 m³	1119.76 m³
Muro Tapia 50cm- con recubrimiento exterior e interior: 8	127.25 m³				279941.20 m³	44790.59 m³	1119.76 m³
Total general: 20	289.29 m³				636445.84 m³	101831.34 m³	2545.78 m³

<ANALISIS DE PISOS>							
A	B	C	D	E	F	G	H
Tipo	Volumen	DENSIDAD +	ENERGIA +	EMISIONES +	TOTAL DENSIDAD	TOTAL ENERGIA	TOTAL EMISIONES
PISO DE MADERA							
PISO DE MADERA	4.58 m³	430.00 m³	5.96 m³	0.00 m³	1970.78 m³	11745.84 m³	0.00 m³
PISO DE MADERA: 7	4.58 m³				1970.78 m³	11745.84 m³	0.00 m³
Piso Fundicion 2+gres							
Piso Fundicion 2+gres	3.23 m³	2000.00 m³	3.58 m³	0.57 m³	6451.01 m³	23094.60 m³	3683.52 m³
Piso Fundicion 2+gres: 2	3.23 m³				6451.01 m³	23094.60 m³	3683.52 m³
Total general: 9	7.81 m³				8421.78 m³	34840.44 m³	3683.52 m³

<ANALISIS ESTRUCTURA DE PISOS Y CUBIERTA>							
A	B	C	D	E	F	G	H
	Volumen	DENSIDAD+	EMISIONES+	ENERGIA+	TOTAL DENSIDAD	TOTAL ENERGIA	TOTAL EMISIONES
400 x 800 mm							
400 x 800 mm	0.66 m³	450.00 m³	0.00 m³	1.30 m³	295.66 m³	384.35 m³	0
400 x 800 mm: 1	0.66 m³				295.66 m³	384.35 m³	0
Cerámica							
Cerámica	0.00 m³	450.00 m³	0.00 m³	1.30 m³	0.00 m³	0.00 m³	0
Cerámica: 436	0.00 m³				0.00 m³	0.00 m³	0
Madera Viguetas 0.10*0.05 Vivenda estadia							
Madera Viguetas 0.10*0.05 Vivenda estadia	8.83 m³	450.00 m³	0.00 m³	1.30 m³	3975.34 m³	5167.94 m³	0
Madera Viguetas 0.10*0.05 Vivenda estadia: 315	8.83 m³				3975.34 m³	5167.94 m³	0
Madera Viguetas 0.12*0.12 Vivenda estadia 2							
Madera Viguetas 0.12*0.12 Vivenda estadia 2	6.28 m³	450.00 m³	0.00 m³	1.30 m³	2825.02 m³	3672.52 m³	0
Madera Viguetas 0.12*0.12 Vivenda estadia 2: 71	6.28 m³				2825.02 m³	3672.52 m³	0
Madera Viguetas 0.20*0.20 Vivenda casa de hacienda							
Madera Viguetas 0.20*0.20 Vivenda casa de hacienda	11.34 m³	450.00 m³	0.00 m³	1.30 m³	5104.31 m³	6635.61 m³	0
Madera Viguetas 0.20*0.20 Vivenda casa de hacienda: 27	11.34 m³				5104.31 m³	6635.61 m³	0
Total general: 850	27.11 m³				12200.32 m³	15860.42 m³	0

<ANÁLISIS PILARES ESTRUCTURALES>							
A	B	C	D	E	F	G	H
Tipo	Volumen	DENSIDAD	ENERGIA	EMISIONES	TOTAL DENSIDAD	TOTAL ENERGIA	TOTAL EMISIÓN
Columnas de madera-H 20x20 0.14 m ²							
Columnas de madera-H 20x2	1.70 m ³	450.00 m ³	1.30 m ³	0.00 m ³	764.64 m ³	994.03 m ³	0.00 m ³
0.14 m ² : 12	1.70 m ³				764.64 m ³	994.03 m ³	0.00 m ³
Columnas de madera-H 20x2	1.70 m ³				764.64 m ³	994.03 m ³	0.00 m ³

<ANÁLISIS CUBIERTA ENVOLVENTE >											
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
Tipo	Área	TEJAS POR METRO CUADR.	TOTAL TEJAS	VOLUMEN DE TEJA	VOLUMEN TOTAL	DENSIDAD +	EMISIONES	ENERGIA +	TOTAL DE DENSID.	TOTAL ENERGIA	TOTAL DE EMISION
Área total de teja	430.12 m ²	14	6021.746074	0.13 m ³	752.72 m ³	450.00 m ³	1.40 m ³	2.22 m ³	338723.22 m ³	751965.54 m ³	474212.50 m ³
Total general: 1									338723.22 m ³	751965.54 m ³	474212.50 m ³

Vivienda de estadia para propietarios – Sistema Constructivo Moderno por componente

<ANÁLISIS DE CIMENTACIÓN>							
A	B	C	D	E	F	G	H
Tipo	Volumen	DENSIDAD	ENERGIA	EMISIONES	TOTAL DENSIDAD	TOTAL ENERGIA	TOTAL EMISIONES
Acero por m3 de homigon cimientos							
Acero por m3 de homigon cimientos	3.97 m ³	80.00 m ³	24.00 m ³	1.70 m ³	317.44 m ³	7618.56 m ³	539.65 m ³
Acero por m3 de homigon cimientos: 31 cimenetacion Casa v1	3.97 m ³				317.44 m ³	7618.56 m ³	539.65 m ³
cimenetacion Casa v1	3.97 m ³	2340.00 m ³	0.66 m ³	0.11 m ³	9285.12 m ³	6128.18 m ³	993.51 m ³
cimenetacion Casa v1: 31	3.97 m ³				9285.12 m ³	6128.18 m ³	993.51 m ³
Total general: 62	7.94 m ³				9602.56 m ³	13746.74 m ³	1533.16 m ³

<ANÁLISIS DE CUBIERTA >							
A	B	C	D	E	F	G	H
Tipo	Volumen	DENSIDAD +	ENERGIA +	EMISIONES +	TOTAL DENSIDAD	TOTAL ENERGIA	TOTAL EMISIONES
Cuubierta de ardex - 10cm							
Cuubierta de ardex - 10c: 0.84 m ²		2700.00 m ³	189.00 m ³	14.00 m ³	2268.06 m ³	428663.50 m ³	31752.85 m ³
Cuubierta de ardex - 10c 0.84 m ²					2268.06 m ³	428663.50 m ³	31752.85 m ³

<ANÁLISIS DE SUELOS >							
A	B	C	D	E	F	G	H
Tipo	Volumen	DENSIDAD	ENERGIA	EMISIONES	TOTAL DENSIDAD	TOTAL ENERGIA	TOTAL EMISIONES
Ceramica 0.01 . para pisos							
Ceramica 0.01 . para pisos: 33	1.03 m ³	2000.00 m ³	3.58 m ³	0.57 m ³	2066.79 m ³	7399.13 m ³	1180.14 m ³
Losa Hormigon Armado 0.15	1.03 m ³				2066.79 m ³	7399.13 m ³	1180.14 m ³
Losa Hormigon Armado 0.15	11.86 m ³	2340.00 m ³	0.66 m ³	0.11 m ³	27745.61 m ³	18312.10 m ³	2968.78 m ³
Losa Hormigon Armado 0.15: 8	11.86 m ³				27745.61 m ³	18312.10 m ³	2968.78 m ³
Total general: 41	12.89 m ³				29812.41 m ³	25711.23 m ³	4148.92 m ³

<ANALISIS ESTRUCTURA HORIZONTAL>							
A	B	C	D	E	F	G	H
Tipo	Volumen	DENSIDAD+	ENERGIA+	EMISIONES+	TOTAL DENSIDAD	TOTAL ENERGIA	TOTAL EMISIONES
Acero por m3 de hormigon en vigas							
Acero por m3 de hormigon en vigas	5.16 m ³	110.00 m ³	24.00 m ³	1.70 m ³	567.77 m ³	13626.47 m ³	965.21 m ³
Acero por m3 de hormigon en vigas: 50	5.16 m ³				567.77 m ³	13626.47 m ³	965.21 m ³
Madera Viguetas 0.10*0.05 Vivienda estadia							
Madera Viguetas 0.10*0.05 Vivienda estadia	1.41 m ³	450.00 m ³	1.30 m ³	0.00 m ³	634.92 m ³	825.39 m ³	0.00 m ³
Madera Viguetas 0.10*0.05 Vivienda estadia: 42	1.41 m ³				634.92 m ³	825.39 m ³	0.00 m ³
Madera Viguetas 0.12*0.12 Vivienda estadia 2							
Madera Viguetas 0.12*0.12 Vivienda estadia 2	1.83 m ³	450.00 m ³	1.30 m ³	0.00 m ³	822.16 m ³	1068.81 m ³	0.00 m ³
Madera Viguetas 0.12*0.12 Vivienda estadia 2: 48	1.83 m ³				822.16 m ³	1068.81 m ³	0.00 m ³
viga hormigon 20*20 Vivienda							
viga hormigon 20*20 Vivienda	4.84 m ³	2340.00 m ³	0.66 m ³	0.11 m ³	11321.88 m ³	7472.44 m ³	1211.44 m ³
viga hormigon 20*20 Vivienda: 50	4.84 m ³				11321.88 m ³	7472.44 m ³	1211.44 m ³
viga hormigon(tipo muro)40*20 Vivienda 3							
viga hormigon(tipo muro)40*20 Vivienda 3	0.07 m ³	2340.00 m ³	0.66 m ³	0.11 m ³	168.48 m ³	111.20 m ³	18.03 m ³
viga hormigon(tipo muro)40*20 Vivienda 3: 1	0.07 m ³				168.48 m ³	111.20 m ³	18.03 m ³
Total general: 191	13.31 m ³				13515.20 m ³	23104.30 m ³	2194.68 m ³

<ANALISIS MAMPOSTERIA>							
A	B	C	D	E	F	G	H
Tipo	Volumen	DENSIDAD..	ENERGIA .	EMISIONES..	TOTAL DENSIDAD	TOTAL ENERGIA	TOTLA EMISIONES
Muro Ladrilo - 15cm - V1							
Muro Ladrilo - 15cm - V1	31.93 m ³	1600.00 m ³	2.50 m ³	0.18 m ³	51086.87 m ³	127717.18 m ³	8940.20 m ³
Muro Ladrilo - 15cm - V1: 43	31.93 m ³				51086.87 m ³	127717.18 m ³	8940.20 m ³

<ANALISIS PILARES >							
A	B	C	D	E	F	G	H
Tipo	Volumen	DENSIDAD+	ENERGIA+	EMEISIONES+	TOTAL DENSIDAD	TOTAL ENERGIA	TOTAL EMISIONES
Acero por m3 en columnas							
Acero por m3 en columnas	4.88 m ³	90.00 m ³	24.00 m ³	1.70 m ³	438.95 m ³	10534.83 m ³	746.22 m ³
Acero por m3 en columnas: 37	4.88 m ³				438.95 m ³	10534.83 m ³	746.22 m ³
Columnas de Hormigon Armado - 20cm x 20cm -Viviendas							
Columnas de Hormigon Armado - 20cm x 20cm -Viviendas	4.88 m ³	2340.00 m ³	0.66 m ³	0.11 m ³	11412.73 m ³	7532.40 m ³	1221.16 m ³
Columnas de Hormigon Armado - 20cm x 20cm -Viviendas: 37	4.88 m ³				11412.73 m ³	7532.40 m ³	1221.16 m ³
Total general: 74	9.75 m ³				11851.68 m ³	18067.23 m ³	1967.38 m ³

Experimentación de impacto ambiental en propuesta - Autodesk Revit

Viviendas de Estadía para estudiantes – Sistema Constructivo propuesta por componente

<ANALISIS DE CIMENTACIÓN>							
A	B	C	D	E	F	G	H
Tipo	Volumen	DENSIDAD.	ENERGÍA	EMISIONES.	TOTAL DENSIDAD	TOTAL ENERGIA	TOTAL EMISIONES
Cimentaciones muro tapial							
Cimentaciones muro tapial	22.92 m ³	2000.00 m ³	0.00 m ³	0.00 m ³	45838.13 m ³	0.00 m ³	0.00 m ³
Cimentaciones muro tapial: 5	22.92 m ³				45838.13 m ³	0.00 m ³	0.00 m ³
Zapata de hormigon Armado							
Zapata de hormigon Armado	1.54 m ³	2340.00 m ³	0.66 m ³	0.11 m ³	3594.24 m ³	2372.20 m ³	384.58 m ³
Zapata de hormigon Armado: 3	1.54 m ³				3594.24 m ³	2372.20 m ³	384.58 m ³
Total general: 8	24.46 m ³				49432.37 m ³	2372.20 m ³	384.58 m ³

<ANALISIS DE CUBIERTA >							
A	B	C	D	E	F	G	H
Tipo	Volumen	DENSIDAD +	ENERGIA +	EMISIONES +	TOTAL DENSIDAD	TOTAL ENERGIA	TOTAL EMISIONES
Tejado de paja 0.30 cm							
Tejado de paja 0.30 cm	16.48 m³	600.00 m³	0.00 m³	0.00 m³	9889.47 m³	0.00 m³	0.00 m³
Tejado de paja 0.30 cm: 1	16.48 m³				9889.47 m³	0.00 m³	0.00 m³
Total general: 1	16.48 m³				9889.47 m³	0.00 m³	0.00 m³

<ANALISIS DE SUELOS >							
A	B	C	D	E	F	G	H
Tipo	Volumen	DENSIDAD	ENERGIA	EMISIONES	TOTAL DENSIDAD	TOTAL ENERGIA	TOTAL EMISIONES
Piso de Madera Casa de hacienda 0.05							
Piso de Madera Casa de hacienda 0.05	5.54 m³	430.00 m³	5.96 m³	0.00 m³	2380.66 m³	14188.71 m³	0.00 m³
Piso de Madera Casa de hacienda 0.05: 3	5.54 m³				2380.66 m³	14188.71 m³	0.00 m³
Total general: 3	5.54 m³				2380.66 m³	14188.71 m³	0.00 m³

<ANALISIS ESTRUCTURA HORIZONTAL >							
A	B	C	D	E	F	G	H
wtwt	Volumen	DENSIDAD+	ENERGIA+	EMISIONES+	TOTAL DENSIDAD	TOTAL ENERGIA	TOTAL EMISIONES
Entramado Vigas cubierta 10*7cm							
Entramado Vigas cubierta 10*7cm	0.95 m³	450.00 m³	1.30 m³	0.00 m³	425.27 m³	552.85 m³	0.00 m³
Entramado Vigas cubierta 10*7cm: 15	0.95 m³				425.27 m³	552.85 m³	0.00 m³
Entramados nervios madera , 0.20*0.8							
Entramados nervios madera , 0.20*0.8	2.42 m³	450.00 m³	1.30 m³	0.00 m³	1087.13 m³	1413.27 m³	0.00 m³
Entramados nervios madera , 0.20*0.8: 108	2.42 m³				1087.13 m³	1413.27 m³	0.00 m³
Viga Madera invernadero 0.20*0.20							
Viga Madera invernadero 0.20*0.20	3.80 m³	450.00 m³	1.30 m³	0.00 m³	1709.13 m³	2221.87 m³	0.00 m³
Viga Madera invernadero 0.20*0.20: 31	3.80 m³				1709.13 m³	2221.87 m³	0.00 m³
Total general: 154	7.16 m³				3221.53 m³	4187.99 m³	0.00 m³

<ANALISIS MAMPOSTERIA >							
A	B	C	D	E	F	G	H
Tipo	Volumen	DENSIDAD..	ENERGIA .	EMISIONES..	TOTAL DENSIDAD	TOTAL ENERGIA	TOTLA EMISIONES
bared baja bano 0.07							
bared baja bano 0.07	0.04 m³	1600.00 m³	2.50 m³	0.18 m³	61.54 m³	153.86 m³	10.77 m³
bared baja bano 0.07: 3	0.04 m³				61.54 m³	153.86 m³	10.77 m³
Muro cortina - simple							
Muro cortina - simple	0.00 m³	0.00 m³	0.00 m³	0.00 m³	0.00 m³	0.00 m³	0.00 m³
Muro cortina - simple: 8	0.00 m³				0.00 m³	0.00 m³	0.00 m³
Muro Ladrillo - 15cm - V1							
Muro Ladrillo - 15cm - V1	0.61 m³	1600.00 m³	2.50 m³	0.18 m³	977.64 m³	2444.10 m³	171.09 m³
Muro Ladrillo - 15cm - V1: 2	0.61 m³				977.64 m³	2444.10 m³	171.09 m³
Muro Tapia 30cm 2 Vivienda estaida							
Muro Tapia 30cm 2 Vivienda estaida	57.96 m³	2200.00 m³	0.16 m³	0.00 m³	127506.20 m³	20400.99 m³	510.02 m³
Muro Tapia 30cm 2 Vivienda estaida: 2	57.96 m³				127506.20 m³	20400.99 m³	510.02 m³
paredes tapial remodelacion 20cm							
paredes tapial remodelacion 20cm	7.52 m³	2200.00 m³	0.16 m³	0.00 m³	16550.55 m³	2648.09 m³	66.20 m³
paredes tapial remodelacion 20cm: 3	7.52 m³				16550.55 m³	2648.09 m³	66.20 m³
Tabiqueria de Madera- Envolverte 0.03cm							
Tabiqueria de Madera- Envolverte 0.03cm	0.58 m³	430.00 m³	5.96 m³	0.00 m³	249.74 m³	1488.47 m³	0.00 m³
Tabiqueria de Madera- Envolverte 0.03cm: 8	0.58 m³				249.74 m³	1488.47 m³	0.00 m³
Tabiques Banos secos separacion 0.05							
Tabiques Banos secos separacion 0.05	1.98 m³	430.00 m³	5.96 m³	0.00 m³	851.98 m³	5077.79 m³	0.00 m³
Tabiques Banos secos separacion 0.05: 23	1.98 m³				851.98 m³	5077.79 m³	0.00 m³
Total general: 49	68.69 m³				146197.66 m³	32213.31 m³	758.08 m³

ANALISIS PARA MAMPOSTERIA - TABIQUEIRA DE MADERA (MURO CORTINA)

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
Tipo	Longitud	Seccion	Volumen	+DENSIDAD	+ENERGIA	+EMISIONES	TOTAL DENSIDAD	TOTAL ENERGIA	TOTAL EMISIONES
Montante rectangular - 5 x 10 cm									
Montante rectangular - 5 x 10	157.59	0.10 m ²	15.76 m ³	450.00 m ³	1.35 m ³	0.00 m ³	7091.55 m ³	9573.59 m ³	0.00 m ³
Montante rectangular - 5 x 10	157.59		15.76 m ³				7091.55 m ³	9573.59 m ³	
Total general: 344	157.59		15.76 m ³				7091.55 m ³	9573.59 m ³	

<ANALISIS PARA MAPOSTERIA - AISLANTE TERMICO>

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
Tipo	Area	Profundidad	VOLUMEN	DENSIDAD +/-	ENERGIA +/-	EMISIONES +/-	TOTAL DENSIDAD	TOTAL ENERGIA	TOTAL EMISIONES
Lana De Vidrio									
Lana De Vidrio	20.17 m ²	0.05 m ²	1.01 m ³	70.00 m ³	14.00 m ³	0.08 m ³	70.59 m ³	988.21 m ³	5.65 m ³
Lana De Vidrio: 76	20.17 m ²		1.01 m ³				70.59 m ³	988.21 m ³	5.65 m ³
Total general: 76	20.17 m ²		1.01 m ³				70.59 m ³	988.21 m ³	5.65 m ³

<ANALISIS PILARES >

A	B	C	D	E	F	G	H
Tipo	Volumen	DENSIDAD+	ENERGIA+	EMISIONES+	TOTAL DENSIDAD	TOTAL ENERGIA	TOTAL EMISIONES
Columnas de madera-H 20x20							
Columnas de madera-H 20x20		0.77 m ³	450.00 m ³	1.35 m ³	0.00 m ³	347.57 m ³	469.23 m ³
Columnas de madera-H 20x20: 3		0.77 m ³				347.57 m ³	469.23 m ³
Total general: 3		0.77 m ³				347.57 m ³	469.23 m ³

Baños Secos – Sistema Constructivo Propuesta, por componente

<ANALISIS DE CIMENTACIÓN>

A	B	C	D	E	F	G	H
Tipo	Volumen	DENSIDAD.	ENERGIA	EMISIONES.	TOTAL DENSIDAD	TOTAL ENERGIA	TOTAL EMISIONES
cimentacion Casa v1							
cimentacion Casa v1	0.60 m ³	2340.00 m ³	0.66 m ³	0.11 m ³	1404.00 m ³	926.64 m ³	150.23 m ³
cimentacion Casa v1: 12	0.60 m ³				1404.00 m ³	926.64 m ³	150.23 m ³
Total general: 12	0.60 m ³				1404.00 m ³	926.64 m ³	150.23 m ³

<ANALISIS DE CUBIERTA >

A	B	C	D	E	F	G	H
Tipo	Volumen	DENSIDAD +	ENERGIA +	EMISIONES +	TOTAL DENSIDAD	TOTAL ENERGIA	TOTAL EMISIONES
Cuubierta de madera invernadero - 0.5							
Cuubierta de madera invernada	10.90 m ³	600.00 m ³	0.00 m ³	0.00 m ³	6541.16 m ³	0.00 m ³	0.00 m ³
Cuubierta de madera invernada	10.90 m ³				6541.16 m ³	0.00 m ³	0.00 m ³
Total general: 2	10.90 m ³				6541.16 m ³	0.00 m ³	0.00 m ³

ANALISIS DE TABIQUERIA -MAMPOSTERIA(MURO CORTINA)

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
Tipo	Longitud	Seccion	Volumen	+DENSIDAD	+ENERGIA	+EMISIONES	TOTAL DENSIDAD	TOTAL ENERGIA	TOTAL EMISIONES
Montante rectangular - 5 x 10 cm									
Montante rectangular - 5 x 10	246.43	0.10 m ²	24.64 m ³	450.00 m ³	1.35 m ³	0.00 m ³	11089.19 m ³	14970.40 m ³	0.00 m ³
Montante rectangular - 5 x 10	246.43		24.64 m ³				11089.19 m ³	14970.40 m ³	
Total general: 699	246.43		24.64 m ³				11089.19 m ³	14970.40 m ³	

<ANALISIS MAMPOSTERIA>

A	B	C	D	E	F	G	H
Tipo	Volumen	DENSIDAD..	ENERGIA .	EMISIONES..	TOTAL DENSIDAD	TOTAL ENERGIA	TOTLA EMISIONES
Muro cortina - simple							
Muro cortina - simple	0.00 m³				0.00 m³	0.00 m³	0.00 m³
Muro cortina - simple: 11	0.00 m³				0.00 m³	0.00 m³	0.00 m³
Tabiquería de Madera- Envoltente 0.03cm							
Tabiquería de Madera- Envoltente 0.03cm	3.63 m³	430.00 m³	5.96 m³	0.00 m³	1561.68 m³	9307.61 m³	0.00 m³
Tabiquería de Madera- Envoltente 0.03cm: 2	3.63 m³				1561.68 m³	9307.61 m³	0.00 m³
Tabiques Banos secos separacion 0.05							
Tabiques Banos secos separacion 0.05	1.83 m³	430.00 m³	5.96 m³	0.00 m³	786.27 m³	4686.18 m³	0.00 m³
Tabiques Banos secos separacion 0.05: 16	1.83 m³				786.27 m³	4686.18 m³	0.00 m³
Total general: 56	5.46 m³				2347.95 m³	13993.78 m³	0.00 m³

<ANALISIS ESTRUCTURA HORIZONTAL>

A	B	C	D	E	F	G	H
wtwt	Volumen	DENSIDAD+.	ENERGIA+.	EMISIONES.+	TOTAL DENSIDAD	TOTAL ENERGIA	TOTAL EMISIONES
Entramado Vigas cubierta 10*7cm							
Entramado Vigas cubierta 10*7cm	0.88 m³	450.00 m³	1.30 m³	0.00 m³	397.17 m³	516.32 m³	0.00 m³
Entramado Vigas cubierta 10*7cm: 18	0.88 m³				397.17 m³	516.32 m³	0.00 m³
Entramados nervios madera , 0.20*0.8							
Entramados nervios madera , 0.20*0.8	0.74 m³	450.00 m³	1.30 m³	0.00 m³	334.88 m³	435.34 m³	0.00 m³
Entramados nervios madera , 0.20*0.8: 44	0.74 m³				334.88 m³	435.34 m³	0.00 m³
Viga Madera invernadero 0.15*0.15							
Viga Madera invernadero 0.15*0.15	0.53 m³	450.00 m³	1.30 m³	0.00 m³	236.59 m³	307.56 m³	0.00 m³
Viga Madera invernadero 0.15*0.15: 6	0.53 m³				236.59 m³	307.56 m³	0.00 m³
Viga Madera invernadero 0.20*0.20							
Viga Madera invernadero 0.20*0.20	1.27 m³	450.00 m³	1.30 m³	0.00 m³	572.44 m³	744.17 m³	0.00 m³
Viga Madera invernadero 0.20*0.20: 15	1.27 m³				572.44 m³	744.17 m³	0.00 m³
Total general: 83	3.42 m³				1541.07 m³	2003.39 m³	0.00 m³

<ANALISIS DE SUELOS >

A	B	C	D	E	F	G	H
Tipo	Volumen	DENSIDAD	ENERGIA	EMISIONES	TOTAL DENSIDAD	TOTAL ENERGIA	TOTAL EMISIONES
Piso de Madera Casa de hacienda 0.05							
Piso de Madera Casa de hacienda 0.05	1.92 m³	430.00 m³	5.96 m³	0.00 m³	823.64 m³	4908.90 m³	0.00 m³
Piso de Madera Casa de hacienda 0.05: 3	1.92 m³				823.64 m³	4908.90 m³	0.00 m³
Total general: 3	1.92 m³				823.64 m³	4908.90 m³	0.00 m³

<ANALISIS PILARES >

A	B	C	D	E	F	G	H
Tipo	Volumen	DENSIDAD+	ENERGIA+	EMISIONES+	TOTAL DENSIDAD	TOTAL ENERGIA	TOTAL EMISIONES
Columnas de madera-H 0.15*0.15							
Columnas de madera-H 0.15*0.15	1.86 m³	450.00 m³	1.30 m³	0.00 m³	837.34 m³	1088.54 m³	0.00 m³
Columnas de madera-H 0.15*0.15: 12	1.86 m³				837.34 m³	1088.54 m³	0.00 m³
Total general: 12	1.86 m³				837.34 m³	1088.54 m³	0.00 m³

Orquideario – Sistema Constructivo Propuesta, por componente

<ANALISIS DE CIMENTACIÓN>							
A	B	C	D	E	F	G	H
Tipo	Volumen	DENSIDAD	ENERGIA	EMISIONES	TOTAL DENSIDAD	TOTAL ENERGIA	TOTAL EMISIONES
Cimentación Hormigón Simple							
Cimentación Hormigón Simple	12.29 m³	2340.00 m³	0.66 m³	107.00 m³	28753.92 m³	18977.59 m³	3076669.44 m³
Cimentación Hormigón Simple: 24	12.29 m³				28753.92 m³	18977.59 m³	3076669.44 m³
Total general: 24	12.29 m³				28753.92 m³	18977.59 m³	3076669.44 m³

<ANALISIS DE CUBIERTA >							
A	B	C	D	E	F	G	H
Tipo	Volumen	DENSIDAD +	ENERGIA +	EMISIONES +	TOTAL DENSIDAD	TOTAL ENERGIA	TOTAL EMISIONES
Cubierta De Paja -0.30cm							
Cubierta De Paja -0.30cm	48.89 m³	600.00 m³	0.00 m³	0.00 m³	29331.24 m³	0.00 m³	0.00 m³
Cubierta De Paja -0.30cm: 2	48.89 m³				29331.24 m³	0.00 m³	0.00 m³
Total general: 2	48.89 m³				29331.24 m³	0.00 m³	0.00 m³

<ANALISIS DE SUELOS >							
A	B	C	D	E	F	G	H
Tipo	Volumen	DENSIDAD	ENERGIA	EMISIONES	TOTAL DENSIDAD	TOTAL ENERGIA	TOTAL EMISIONES
Piso de Madera Casa de hacienda 0.05							
Piso de Madera Casa de hacienda 0.05	8.15 m³	430.00 m³	5.96 m³	0.00 m³	3504.50 m³	20886.82 m³	0.00 m³
Piso de Madera Casa de hacienda 0.05: 1	8.15 m³				3504.50 m³	20886.82 m³	0.00 m³
Total general: 1	8.15 m³				3504.50 m³	20886.82 m³	0.00 m³

<ANALISIS ESTRUCTURA HORIZONTAL>							
A	B	C	D	E	F	G	H
wt	Volumen	DENSIDAD+	ENERGIA+	EMISIONES +	TOTAL DENSIDAD	TOTAL ENERGIA	TOTAL EMISIONES
Entramado Vigas cubierta 10*7cm							
Entramado Vigas cubierta 10*7cm	2.83 m³	450.00 m³	1.30 m³	0.00 m³	1272.00 m³	1653.60 m³	0.00 m³
Entramado Vigas cubierta 10*7cm: 24	2.83 m³				1272.00 m³	1653.60 m³	0.00 m³
Entramados nervios madera , 0.20*0.8							
Entramados nervios madera , 0.20*0.8	5.68 m³	450.00 m³	1.30 m³	0.00 m³	2557.03 m³	3324.14 m³	0.00 m³
Entramados nervios madera , 0.20*0.8: 266	5.68 m³				2557.03 m³	3324.14 m³	0.00 m³
Viga Madera invernadero 0.20*0.20							
Viga Madera invernadero 0.20*0.20	5.99 m³	450.00 m³	1.30 m³	0.00 m³	2694.54 m³	3502.91 m³	0.00 m³
Viga Madera invernadero 0.20*0.20: 62	5.99 m³				2694.54 m³	3502.91 m³	0.00 m³
Vigas Madera Pino 20*15							
Vigas Madera Pino 20*15	2.33 m³	450.00 m³	1.30 m³	0.00 m³	1047.54 m³	1361.81 m³	0.00 m³
Vigas Madera Pino 20*15: 16	2.33 m³				1047.54 m³	1361.81 m³	0.00 m³
Total general: 368	16.82 m³				7571.11 m³	9842.45 m³	0.00 m³

Avistamiento de Aves – Sistema Constructivo Propuesta por componente

<ANÁLISIS DE CIMENTACIÓN>							
A	B	C	D	E	F	G	H
Tipo	Volumen	DENSIDAD.	ENERGÍA	EMISIONES.	TOTAL DENSIDAD	TOTAL ENERGIA	TOTAL EMISIONES
Cimentacion de Hormigón Simple							
Cimentacion de Hormigón Simple	5.12 m³	2340.00 m³	0.66 m³	0.11 m³	11980.80 m³	7907.33 m³	1281.95 m³
Cimentacion de Hormigón Simple: 16	5.12 m³				11980.80 m³	7907.33 m³	1281.95 m³
Total general: 16	5.12 m³				11980.80 m³	7907.33 m³	1281.95 m³

<ANÁLISIS DE SUELOS >							
A	B	C	D	E	F	G	H
wt	Volumen	DENSIDAD	ENERGIA	EMISIONES	TOTAL DENSIDAD	TOTAL ENERGIA	TOTAL EMISIONES
Piso de Madera Casa de hacienda 0.05							
Piso de Madera Casa de hacienda 0.05	8.71 m³	430.00 m³	5.96 m³	0.00 m³	3746.71 m³	22330.40 m³	0.00 m³
Piso de Madera Casa de hacienda 0.05: 4	8.71 m³				3746.71 m³	22330.40 m³	0.00 m³
Total general: 4	8.71 m³				3746.71 m³	22330.40 m³	0.00 m³

<ANÁLISIS ESTRUCTURA HORIZONTAL>							
A	B	C	D	E	F	G	H
wtwt	Volumen	DENSIDAD+	ENERGIA+	EMISIONES.+	TOTAL DENSIDAD	TOTAL ENERGIA	TOTAL EMISIONES
Entradado Avistamiento de Aves 10*0.5							
Entradado Avistamiento de Aves 10*0.5	0.09 m³	450.00 m³	1.35 m³	0.00 m³	41.99 m³	56.69 m³	0.00 m³
Entradado Avistamiento de Aves 10*0.5: 7	0.09 m³				41.99 m³	56.69 m³	0.00 m³
Entrados nervios madera , 0.20*0.8							
Entrados nervios madera , 0.20*0.8	5.04 m³	450.00 m³	1.35 m³	0.00 m³	2270.00 m³	3064.50 m³	0.00 m³
Entrados nervios madera , 0.20*0.8: 327	5.04 m³				2270.00 m³	3064.50 m³	0.00 m³
Viga Madera invernadero 0.20*0.20							
Viga Madera invernadero 0.20*0.20	9.87 m³	450.00 m³	1.35 m³	0.00 m³	4441.80 m³	5996.44 m³	0.00 m³
Viga Madera invernadero 0.20*0.20: 117	9.87 m³				4441.80 m³	5996.44 m³	0.00 m³
Total general: 451	15.01 m³				6753.79 m³	9117.62 m³	0.00 m³

<ANÁLISIS MAMPOSTERÍA>							
A	B	C	D	E	F	G	H
Tipo	Volumen	DENSIDAD.	ENERGIA	EMISIONES.	TOTAL DENSIDAD	TOTAL ENERGIA	TOTAL EMISIONES
Lamas Avistamiento de Aves							
Lamas Avistamiento de Aves	2.40 m³	430.00 m³	5.96 m³	0.00 m³	1033.32 m³	6158.61 m³	0.00 m³
Lamas Avistamiento de Aves: 168	2.40 m³				1033.32 m³	6158.61 m³	0.00 m³
Muro cortina - simple							
Muro cortina - simple	0.00 m³	0.00 m³	0.00 m³	0.00 m³	0.00 m³	0.00 m³	0.00 m³
Muro cortina - simple: 11	0.00 m³				0.00 m³	0.00 m³	0.00 m³
Tabiques Banos secos separacion 0.05							
Tabiques Banos secos separacion 0.05	4.91 m³	430.00 m³	5.96 m³	0.00 m³	2113.14 m³	12594.34 m³	0.00 m³
Tabiques Banos secos separacion 0.05: 22	4.91 m³				2113.14 m³	12594.34 m³	0.00 m³
Total general: 201	7.32 m³				3146.47 m³	18752.95 m³	0.00 m³

<ANÁLISIS PARA MAMPOSTERÍA - MONTANTES>									
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
Tipo	Longitud	Seccion	Volumen	+DENSIDAD	+ENERGIA	+EMISIONES	TOTAL DENSIDAD	TOTAL ENERGIA	TOTAL EMISIONES
Montante rectangular - 5 x 10 cm									
Montante rectangular - 5 x 10	250.06	0.10 m²	25.01 m³	450.00 m³	1.35 m³	0.00 m³	11252.68 m³	15191.12 m³	0.00 m³
Montante rectangular - 5 x 10	250.06		25.01 m³				11252.68 m³	15191.12 m³	0.00 m³
Total general: 395	250.06		25.01 m³				11252.68 m³	15191.12 m³	0.00 m³

<ANALISIS PILARES >							
A	B	C	D	E	F	G	H
Tipo	Volumen	DENSIDAD+	ENERGIA+	EMISIONES+	TOTAL DENSIDAD	TOTAL ENERGIA	TOTAL EMISIONES
Avistamiento de aves estrcgura -H 25x25 2							
Avistamiento de aves estrcgura -H 25x25 2	13.34 m³	450.00 m³	1.30 m³	0.00 m³	6001.88 m³	7802.44 m³	0.00 m³
Avistamiento de aves estrcgura -H 25x25 2: 16	13.34 m³				6001.88 m³	7802.44 m³	0.00 m³
Total general: 16	13.34 m³				6001.88 m³	7802.44 m³	0.00 m³

ANEXO 2

LÁMINAS ARQUITECTÓNICAS



ANALISIS NATURAL DEL SITIO

SOLEAMIENTOS

Se ha determinado el recorrido solar en el sitio, para aprovechar la luz solar al máximo y tener espacios confortables térmicamente



PRECIPITACIONES

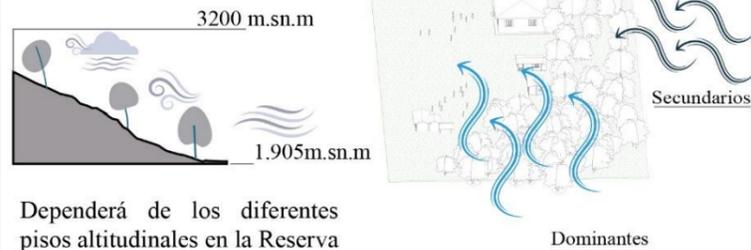
Lluvias en la mayor parte del año, siendo uno de los sectores con mayores precipitaciones de la parroquia malacatos.



Valores relativamente altos, entre 1000mm a 1500-2000 mm anuales

VIENTOS-NUBOSIDAD

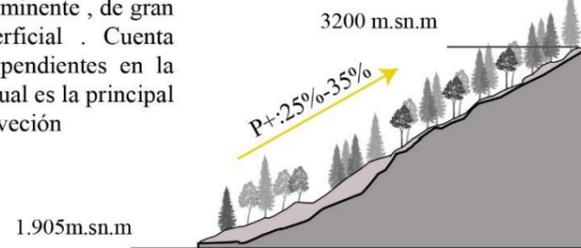
Vientos de 1.2m/s. Los meses con mayor fuerza son julio y agosto con 1.9m/s y 2.5 m/s respectivamente



Dependerá de los diferentes pisos altitudinales en la Reserva "El Cristal"

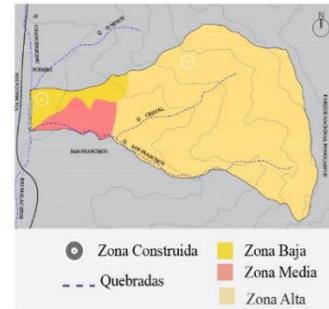
TOPOGRAFÍA

Relieve muy montañoso, marcado y prominente, de gran variedad superficial. Cuenta con menores pendientes en la zona baja, el cual es la principal zona de intervención

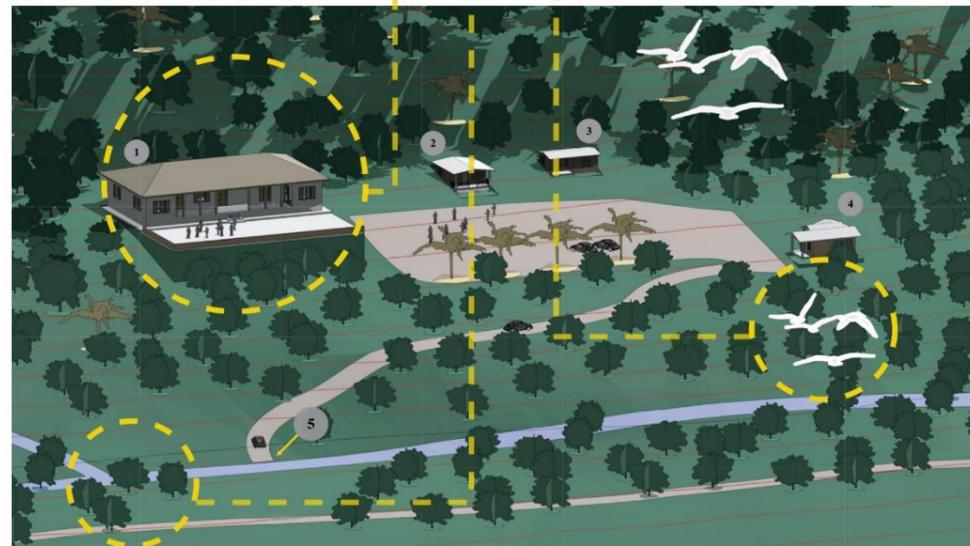


IDENTIFICACION DE LA PROBLEMÁTICA - ESTADO ACTUAL

EMPLAZAMIENTO

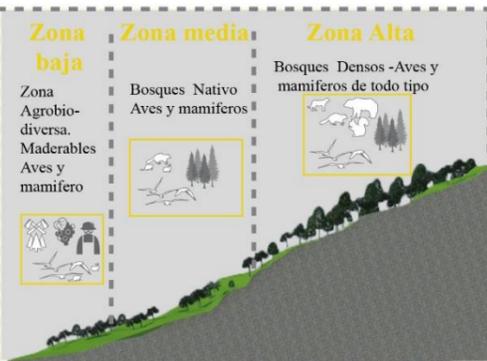


Las instalaciones actuales se encuentran emplazadas en la Zona Baja de la reserva, en la que se determinó tres factores influyentes para la propuesta y metodología a plantear:



ANALISIS POTENCIAL DEL SITIO

FLORA Y FAUNA



Cuenta con gran Diversidad de fauna y flora en sus diferentes rangos altitudinales y zonas. Correspondientes a diferentes grupos biológicos.

VISUALES

Gracias a su relieve permite diferentes vistas panorámicas, para apreciar la gran biodiversidad de su vegetación y fauna



ANALISIS TÉCNICO CONSTRUCTIVO INFRAESTRUCTURAS

SISTEMAS CONSTRUCTIVOS

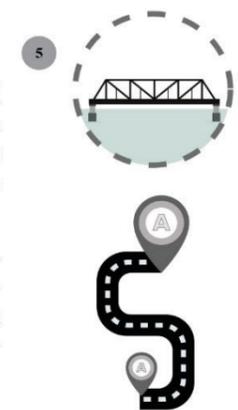
Se ha determinado diferentes sistemas constructivos, en el que generan un mayor impacto ambiental que otros.

1	Descripción	Sistema Constructivo
	Casa de Hacienda. Cuenta con sistemas constructivos de tierra el cual posee valores relativamente de baja contaminación.	Maposteria-Cimentaciones -Estructura Cimentación Corrida para muro de Tapial
	Servicios Básicos	Cubierta: Estructura de madera, cielo raso de madera, teja
	No posee	Carpintería: Perfilera de madera y vidrio
2	Descripción	Sistema Constructivo
	Viviendas de estadia para propietarios, cuenta con sistemas constructivos altamente contaminantes	Maposteria: Ladrillo Visto
	Servicios Básicos	Cubierta: Estructura de madera y cubiera de ardex
	Baterías Sanitarias con descarga a pozo séptico	Estructura: Columnas y Vigas de Homirgón Aramado.
	Servicios de luz eléctrica	Cimentaciones: Zapata corrida de homirgón armado
	Servicio de Agua entubada	Carpintería: Perfil Metálico -Vidrio
3	Descripción	Sistema Constructivo
4	Descripción	Sistema Constructivo
5	Descripción	Sistema Constructivo

ACCESIBILIDAD

La Reserva "El Cristal" posee un difícil acceso en la parte baja por no contar un puente carrozable necesario en tiempos de esteaje por la afluencia del río malacatos

La Reserva "El Cristal" posee un paisaje heterogeneo, en donde los recorridos para estas zonas no se encuentran definidos para poder apreciar los paisajes en todo sus aspectos.



DISEÑO DE BAJO IMPACTO AMBIENTAL PARA UN CENTRO DE INVESTIGACIÓN CIENTIFICA EN LA RESERVA "EL CRISTAL" DEL CANTÓN Y PROVINCIA LOJA

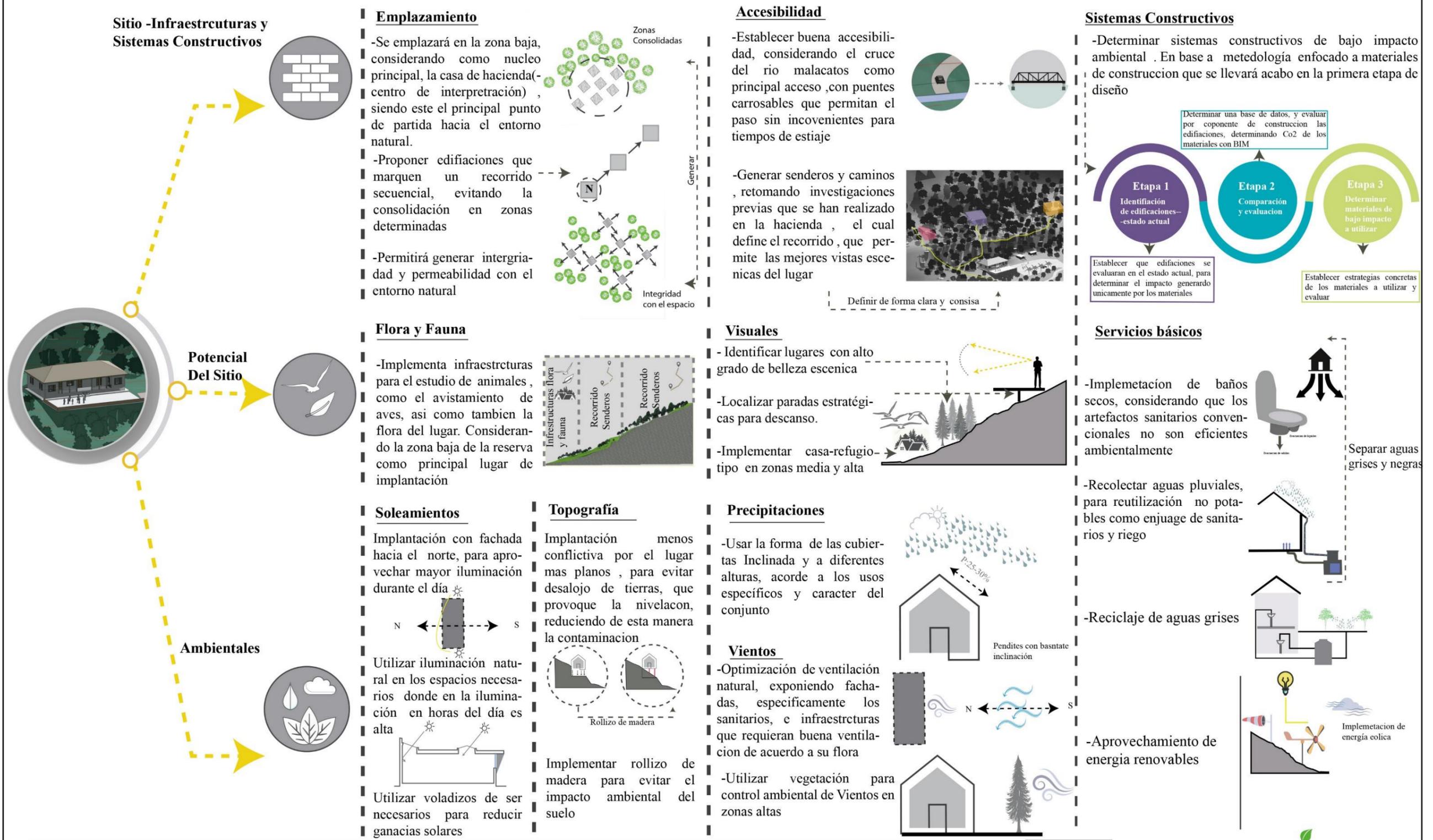
Director: Arq. Fernando Moncayo .Mgrt Fecha: Julio -2018
Autor : Juan Pablo Samaniego Burneo Escala: Las Indicaciones

Lamina :
1/2



Contiene : **Sintesis del Diagnostico**

EN BASE A LA PROBLEMÁTICA ANALIZADA SE DETERMINARÁ LAS SIGUIENTES ESTRATEGIAS:



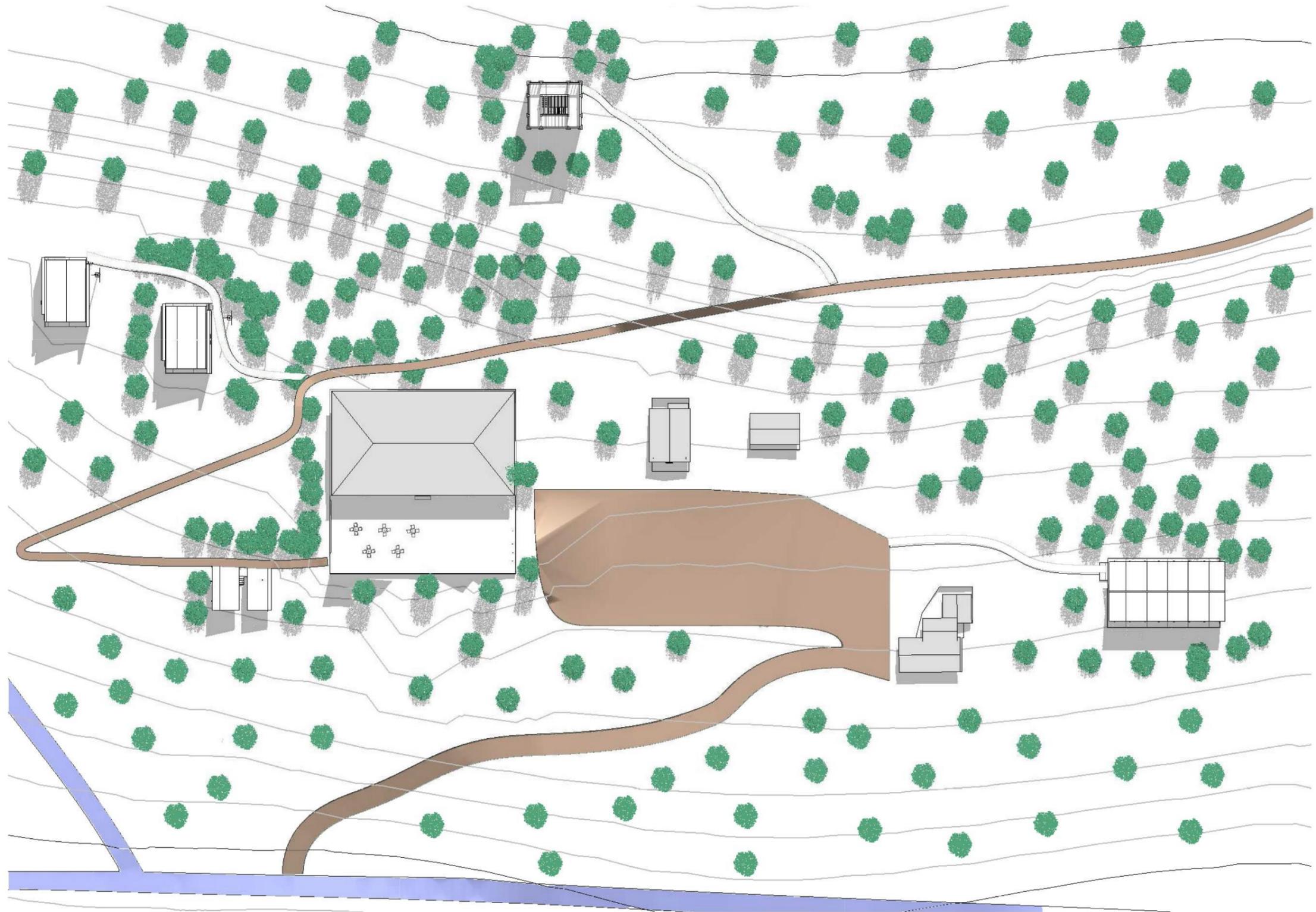
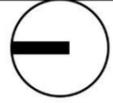
DISEÑO DE BAJO IMPACTO AMBIENTAL PARA UN CENTRO DE INVESTIGACIÓN CIENTIFICA EN LA RESERVA " EL CRISTAL " DEL CANTÓN Y PROVINCIA LOJA

Director: Arq. Fernando Moncayo .Mgtr
 Autor : Juan Pablo Samaniego Burneo

Fecha: Julio -2018
 Escala: Las Indicaciones

Lamina :
 2/2





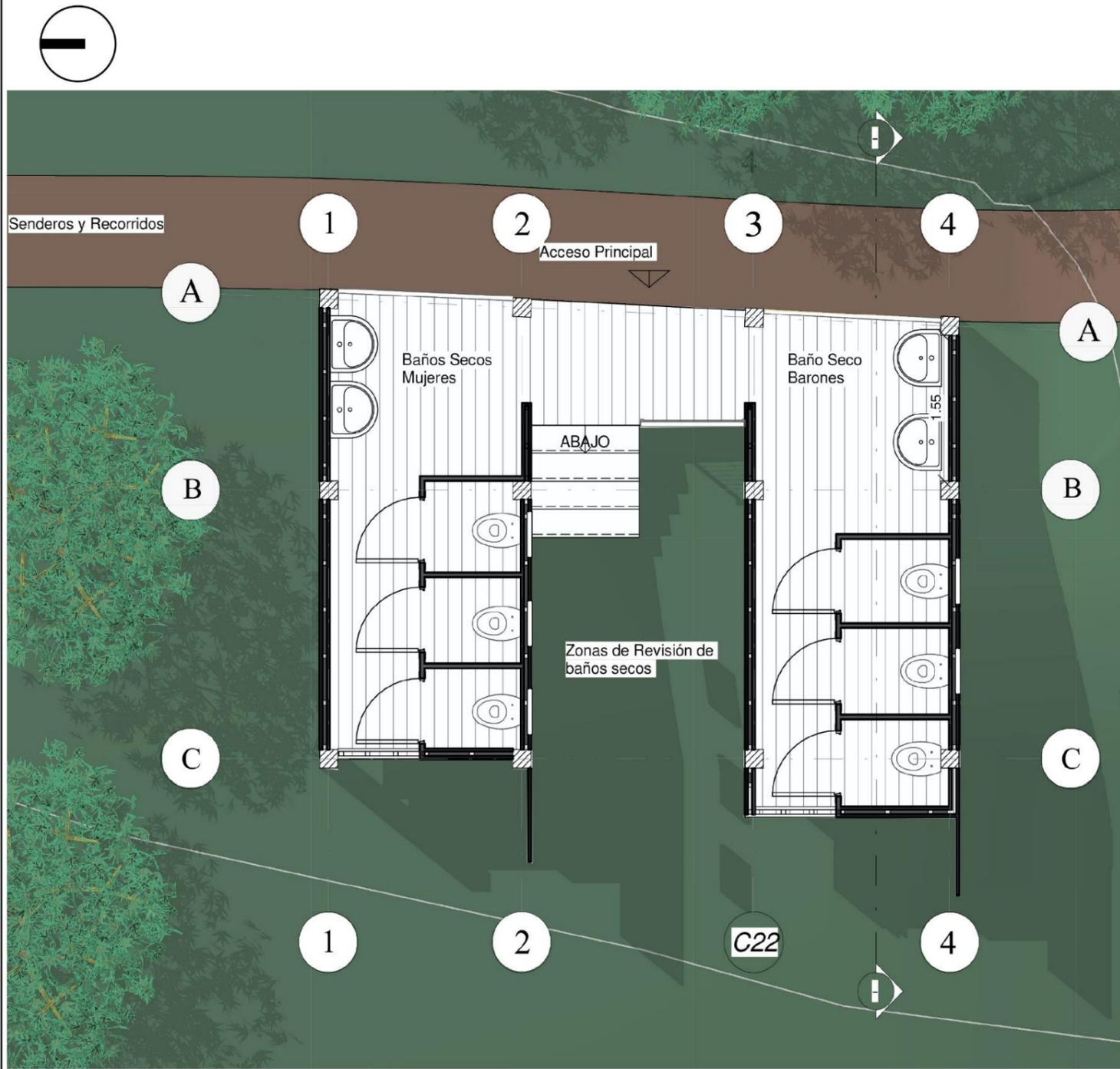
DISEÑO DE BAJO IMPACTO AMBIENTAL PARA UN CENTRO DE INVESTIGACIÓN CIENTIFICA EN LA RESERVA " EL CRISTAL " DELCANTÓN Y PROVINCIA LOJA

Director: Arq. Fernando Moncayo .Mgtr
Autor : Juan Pablo Samaniego Burneo
Fecha: Julio -2018
Escala: 1:1750

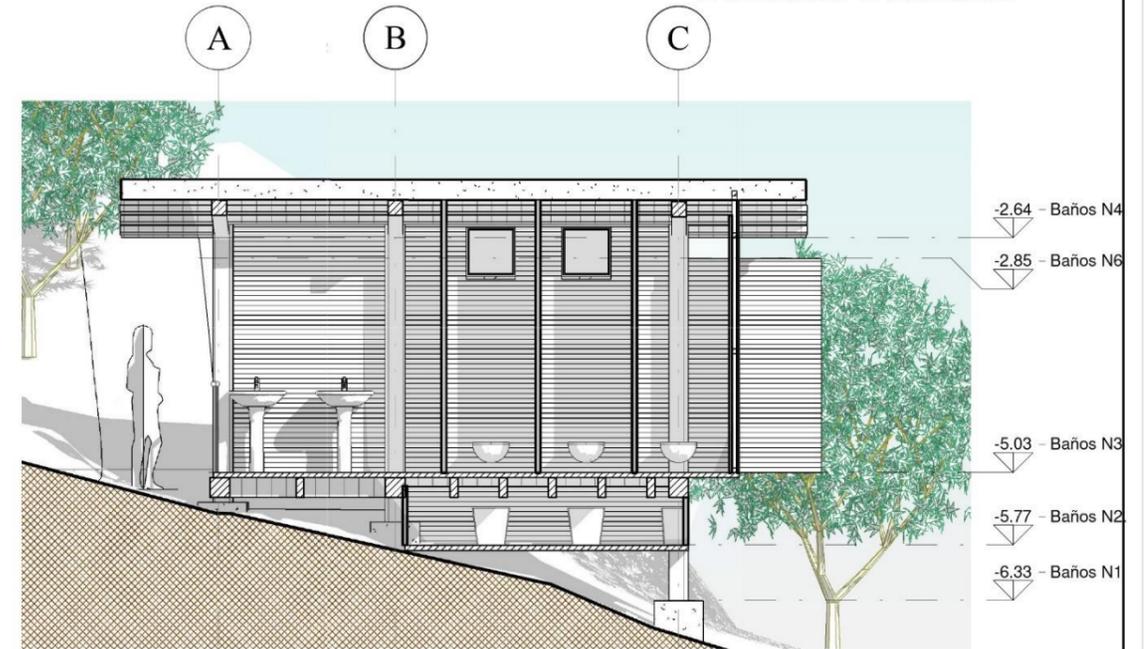
Lamina :
3/11



Contiene : **Planimetria Centro De Investigación**



Fachada Posterior



Corte Longitudinal

Plan Unica Sanitarios Ecológicos

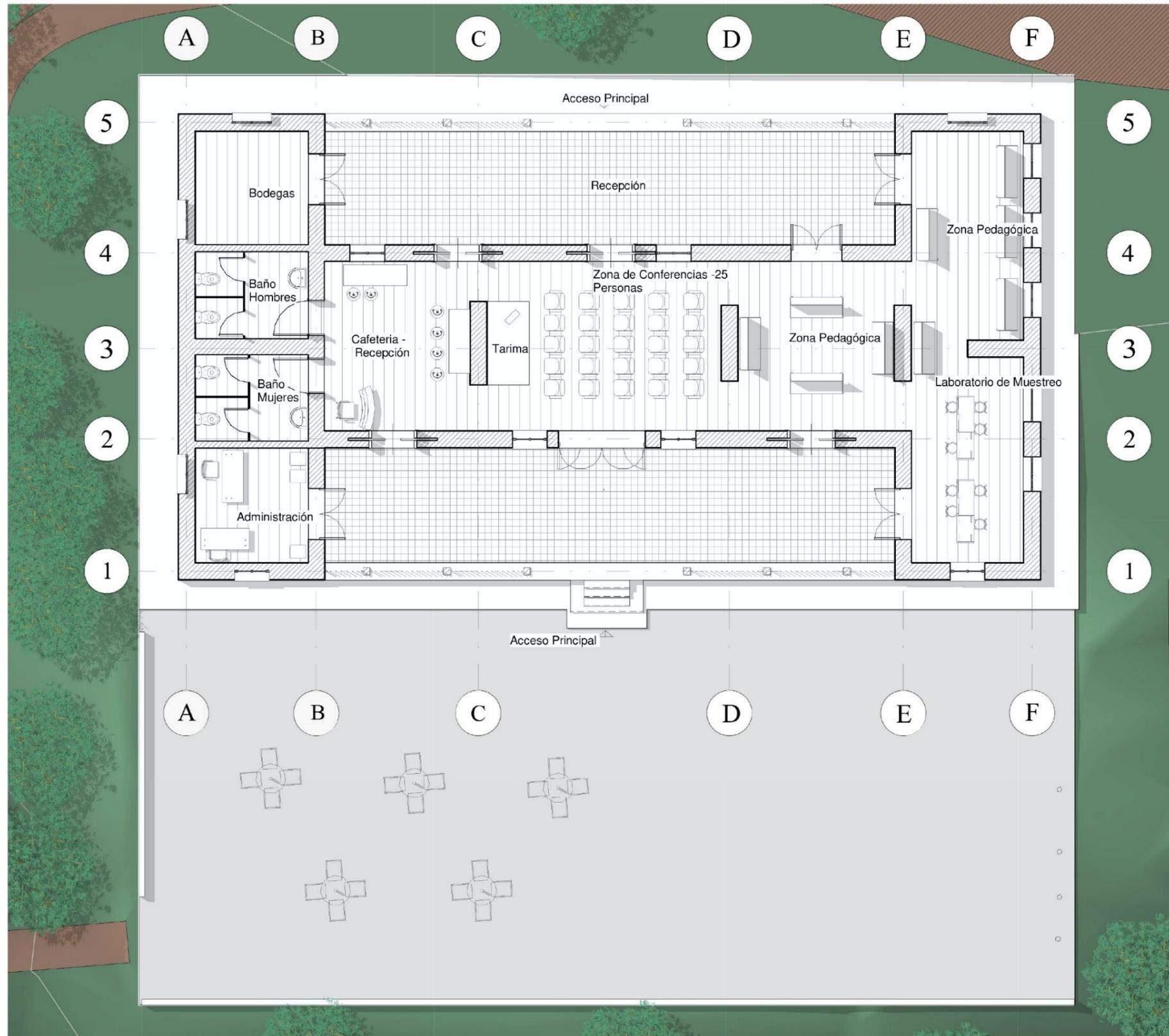
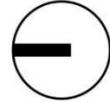
DISEÑO DE BAJO IMPACTO AMBIENTAL PARA UN CENTRO DE INVESTIGACIÓN CIENTIFICA EN LA RESERVA " EL CRISTAL " DELCANTÓN Y PROVINCIA LOJA

Director: Arq. Fernando Moncayo .Mgrt Fecha: Julio -2018
 Autor : Juan Pablo Samaniego Burneo Escala: 1:100

Lamina :
 4/14



Contiene : Planta Sanitarios Ecogologicos : Planta Única /Fachada Frontal /Corte Longitudinal



DISEÑO DE BAJO IMPACTO AMBIENTAL PARA UN CENTRO DE INVESTIGACIÓN CIENTIFICA EN LA RESERVA "EL CRISTAL" DELCANTÓN Y PROVINCIA LOJA

Director: Arq. Fernando Moncayo .Mgtr
 Autor : Juan Pablo Samaniego Burneo
 Fecha: Julio -2018
 Escala: 1:100

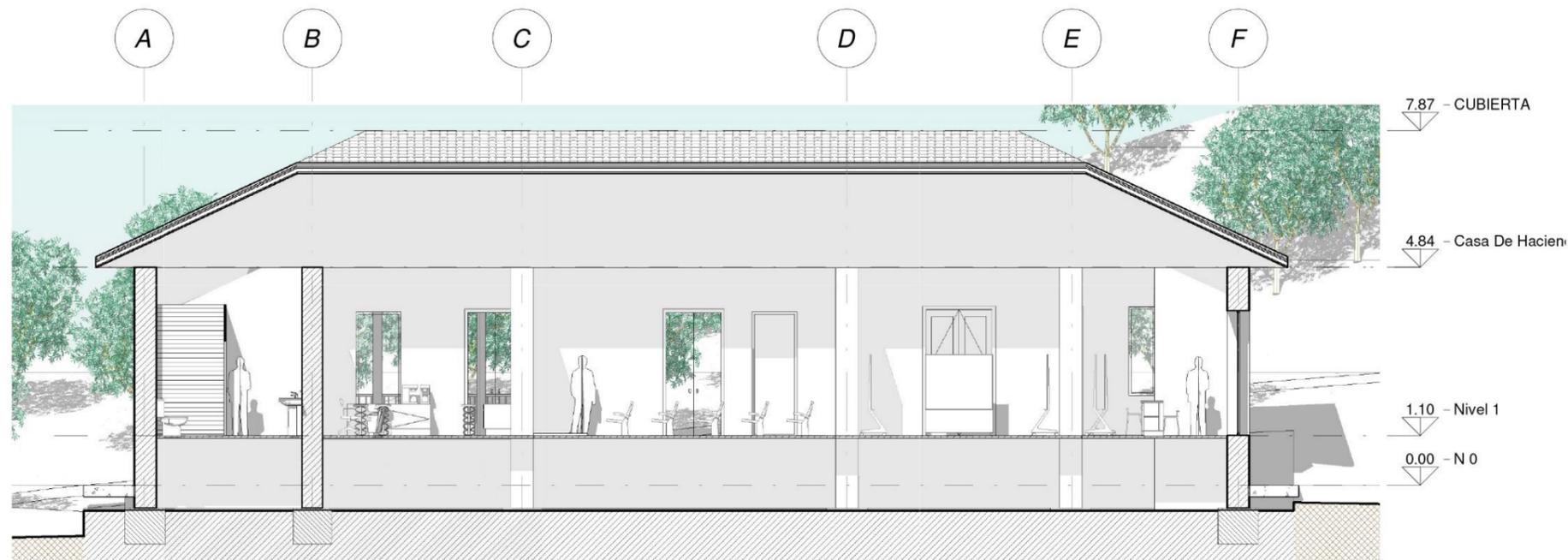
Lamina :
 5/14



Contiene : Centro de Interpretación:Planta Unica



Fachada Frontal



Corte Trasversal

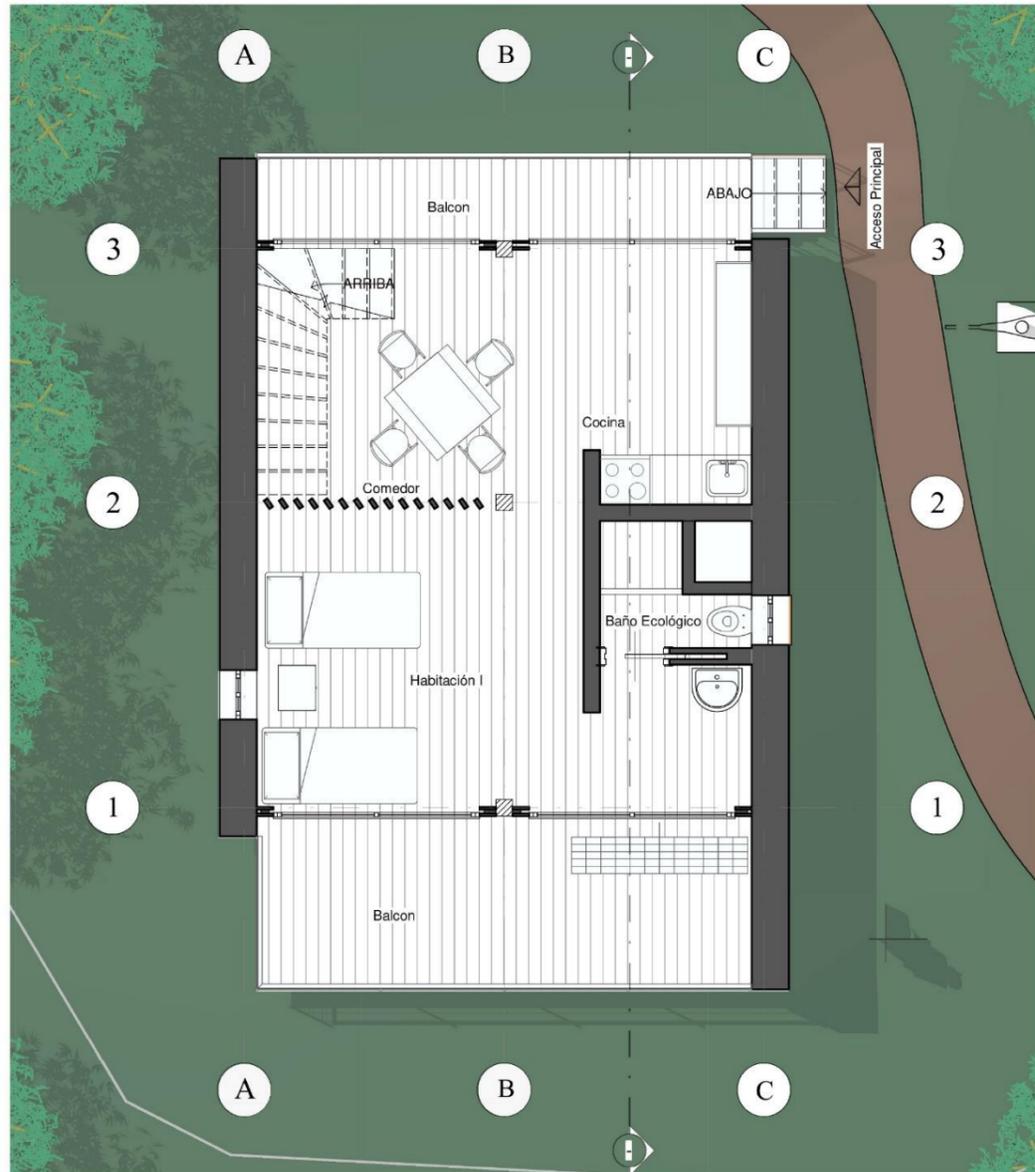
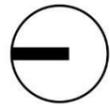
DISEÑO DE BAJO IMPACTO AMBIENTAL PARA UN CENTRO DE INVESTIGACIÓN CIENTIFICA EN LA RESERVA " EL CRISTAL " DEL CANTÓN Y PROVINCIA LOJA

Director: Arq. Fernando Moncayo .Mgtr
 Autor : Juan Pablo Samaniego Burneo
 Fecha: Julio -2018
 Escala: 1:100

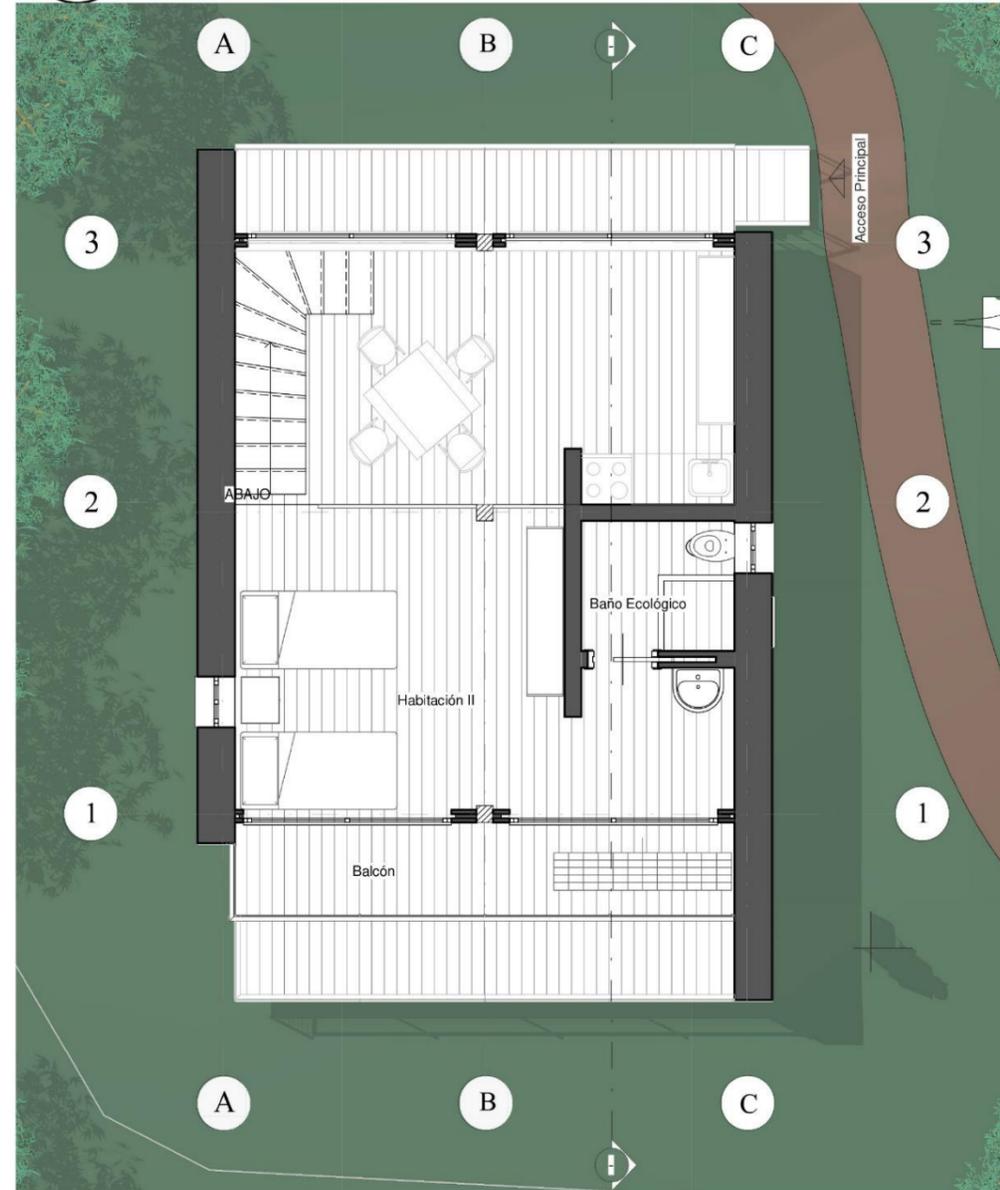
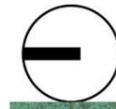
Lamina :
 6/11



Contiene : **Centro de interpretación: Corte Trasversal/ Fachada Frontal**



Plana Baja



Planta Alta

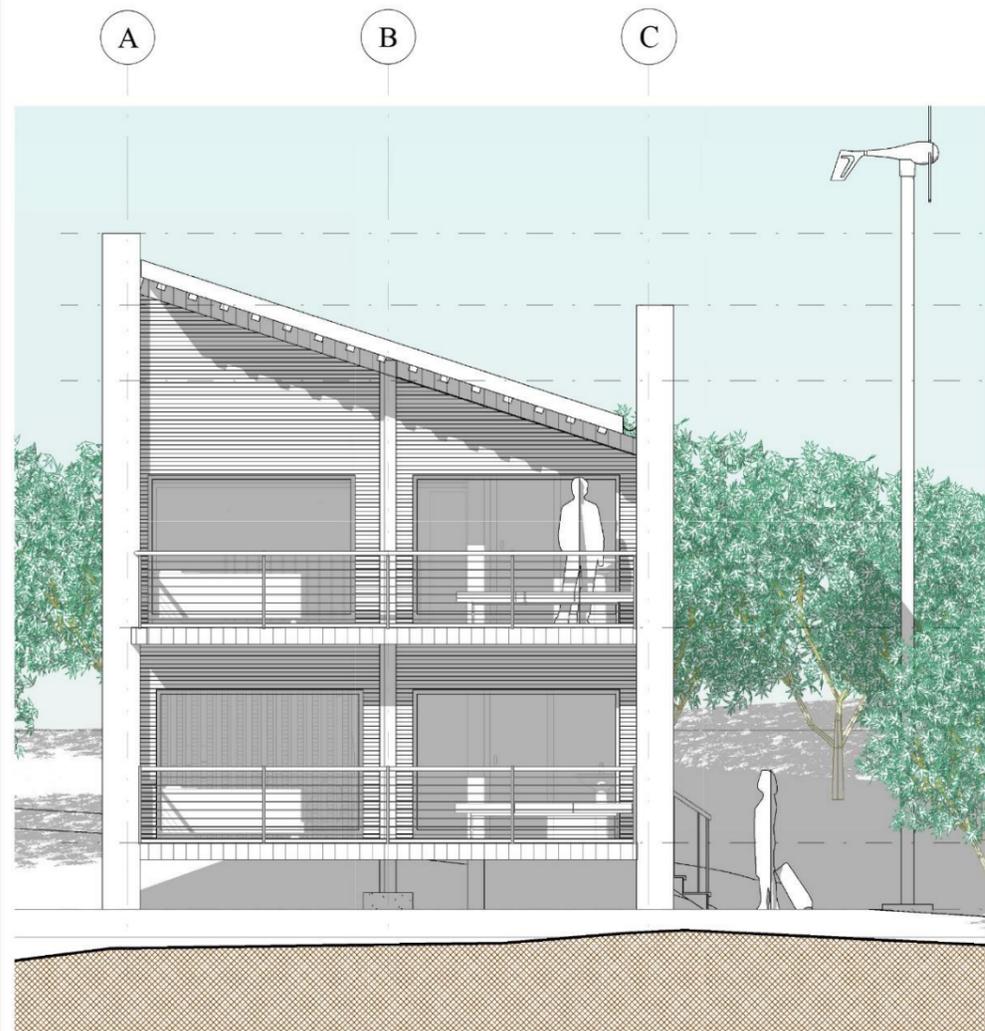
DISEÑO DE BAJO IMPACTO AMBIENTAL PARA UN CENTRO DE INVESTIGACIÓN CIENTIFICA EN LA RESERVA " EL CRISTAL " DEL CANTÓN Y PROVINCIA LOJA

Director: Arq. Fernando Moncayo .Mgtr
 Autor : Juan Pablo Samaniego Burneo
 Fecha: Julio -2018
 Escala: 1:100

Lamina :
 7/11

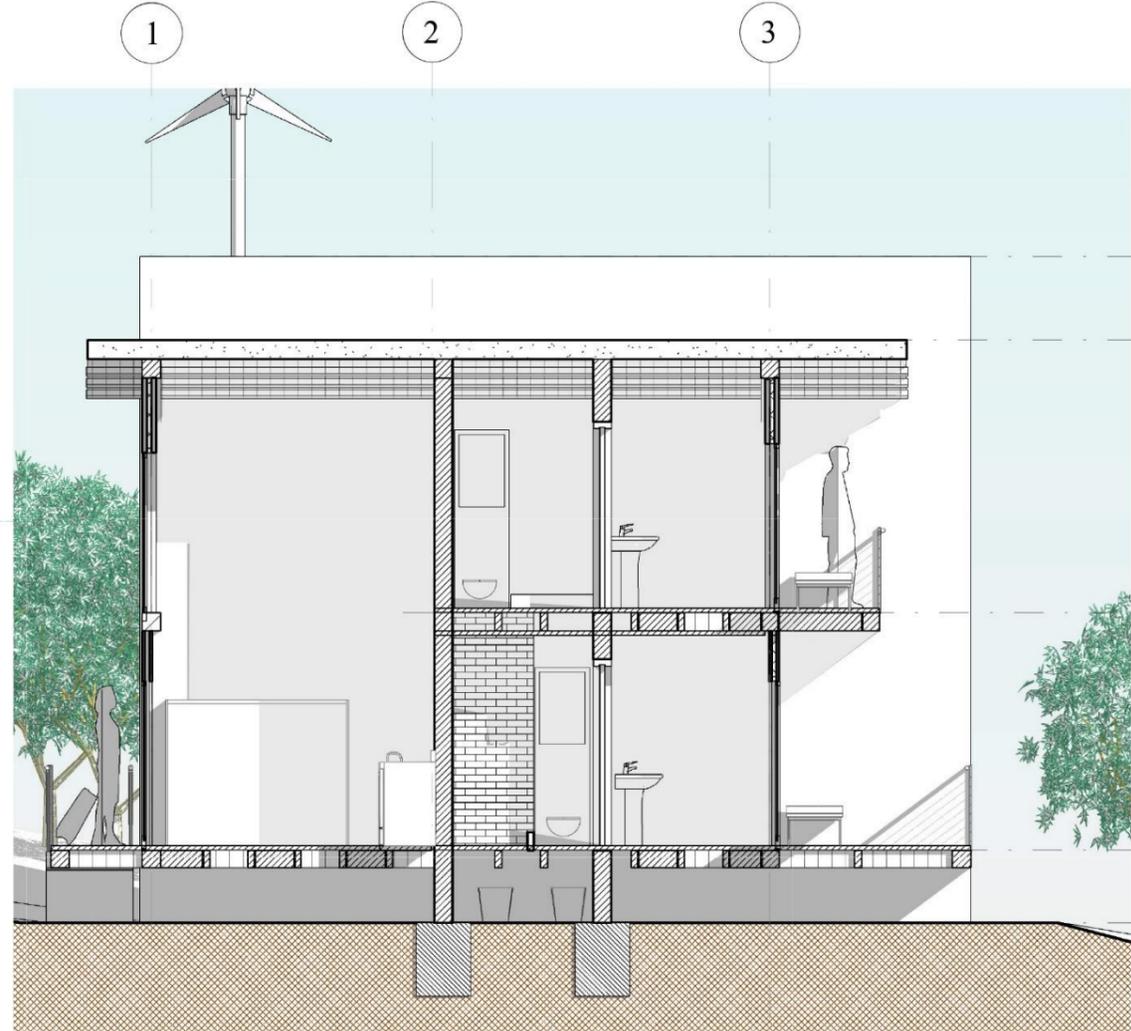


Contiene : Vivienda de estadia para estudiantes :Planas Planta baja / PLanta Alta



Fachada Frontal

8.51 - Casa Estadia N5
 7.64 - Casa Estadia N4
 6.73 - Casa Estadia N7
 3.74 - Casa Estadia N3
 1.14 - Casa Estadia N2
 0.34 - Casa Estadia N1



Corte Longitudinal

7.64 - Casa Estadia N4
 6.73 - Casa Estadia N7
 3.74 - Casa Estadia N3
 1.14 - Casa Estadia N2
 0.34 - Casa Estadia N1

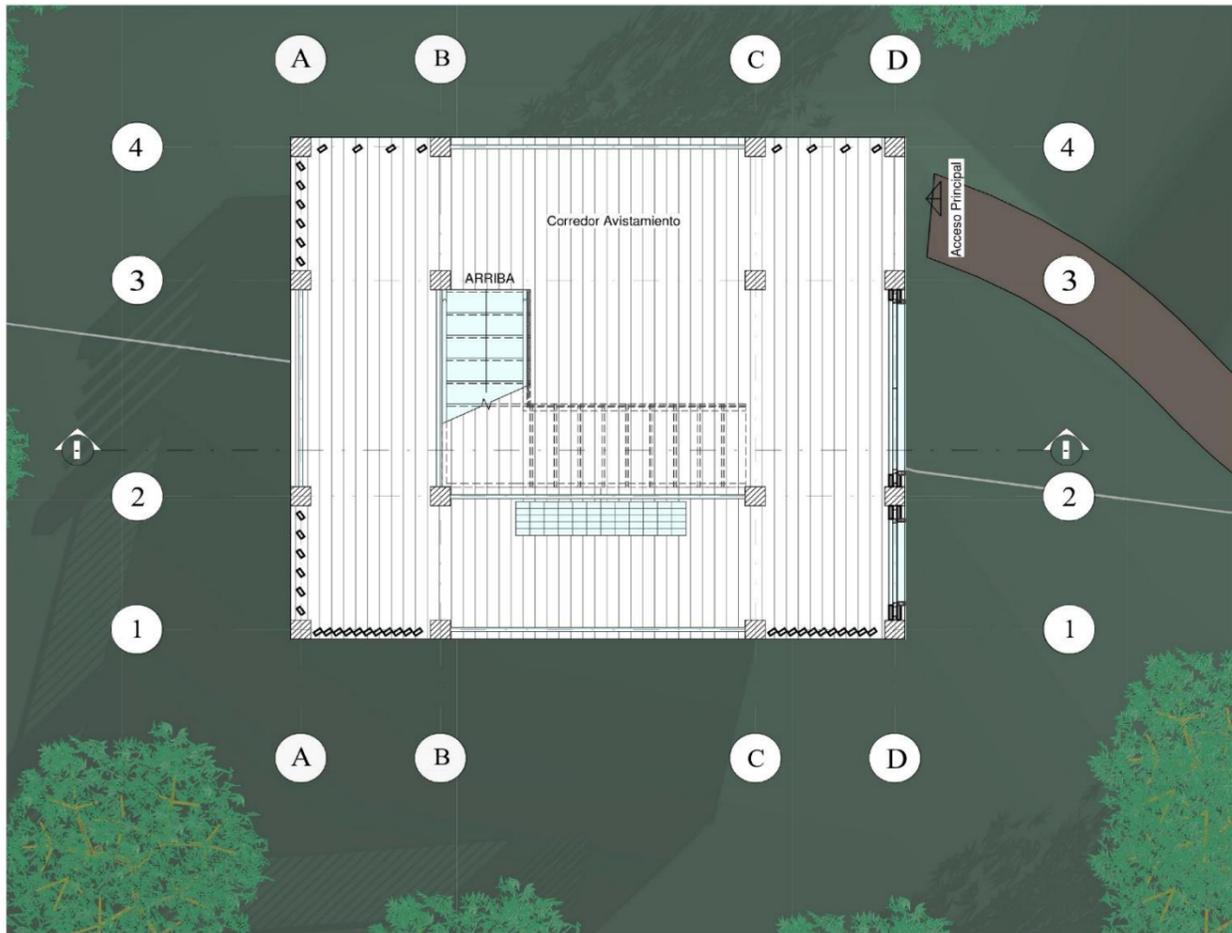
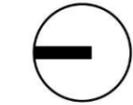
DISEÑO DE BAJO IMPACTO AMBIENTAL PARA UN CENTRO DE INVESTIGACIÓN CIENTIFICA EN LA RESERVA "EL CRISTAL" DELCANTÓN Y PROVINCIA LOJA

Director: Arq. Fernando Moncayo .Mgtr
 Autor : Juan Pablo Samaniego Burneo
 Fecha: Julio -2018
 Escala: 1:100

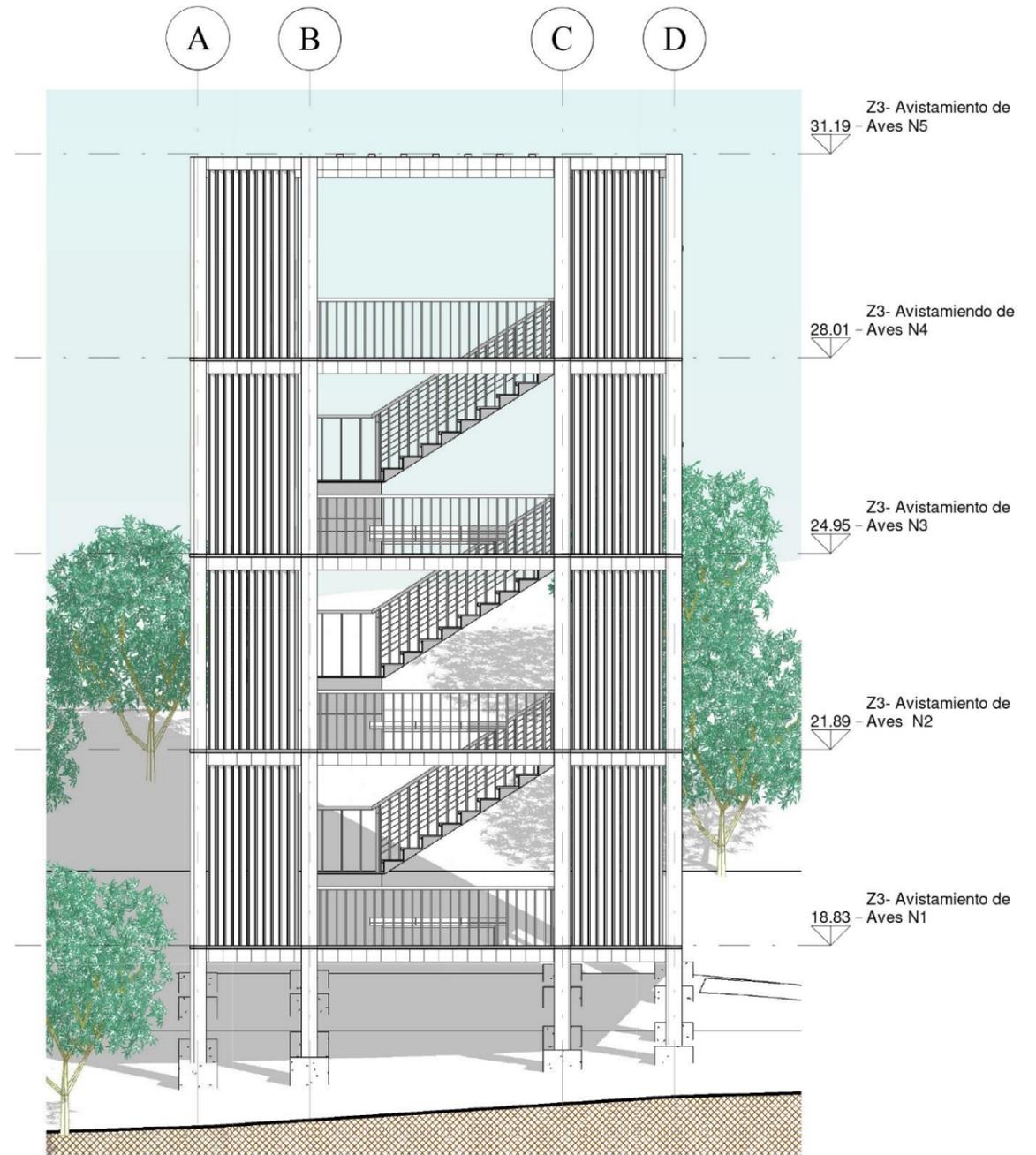
Lamina :
 8/11



Contiene : Vivienda De estadia :Corte Longitudinal -Fachada Frotal



Planta Tipo Avistamiento de Aves



Fachafa Frontal -Oeste

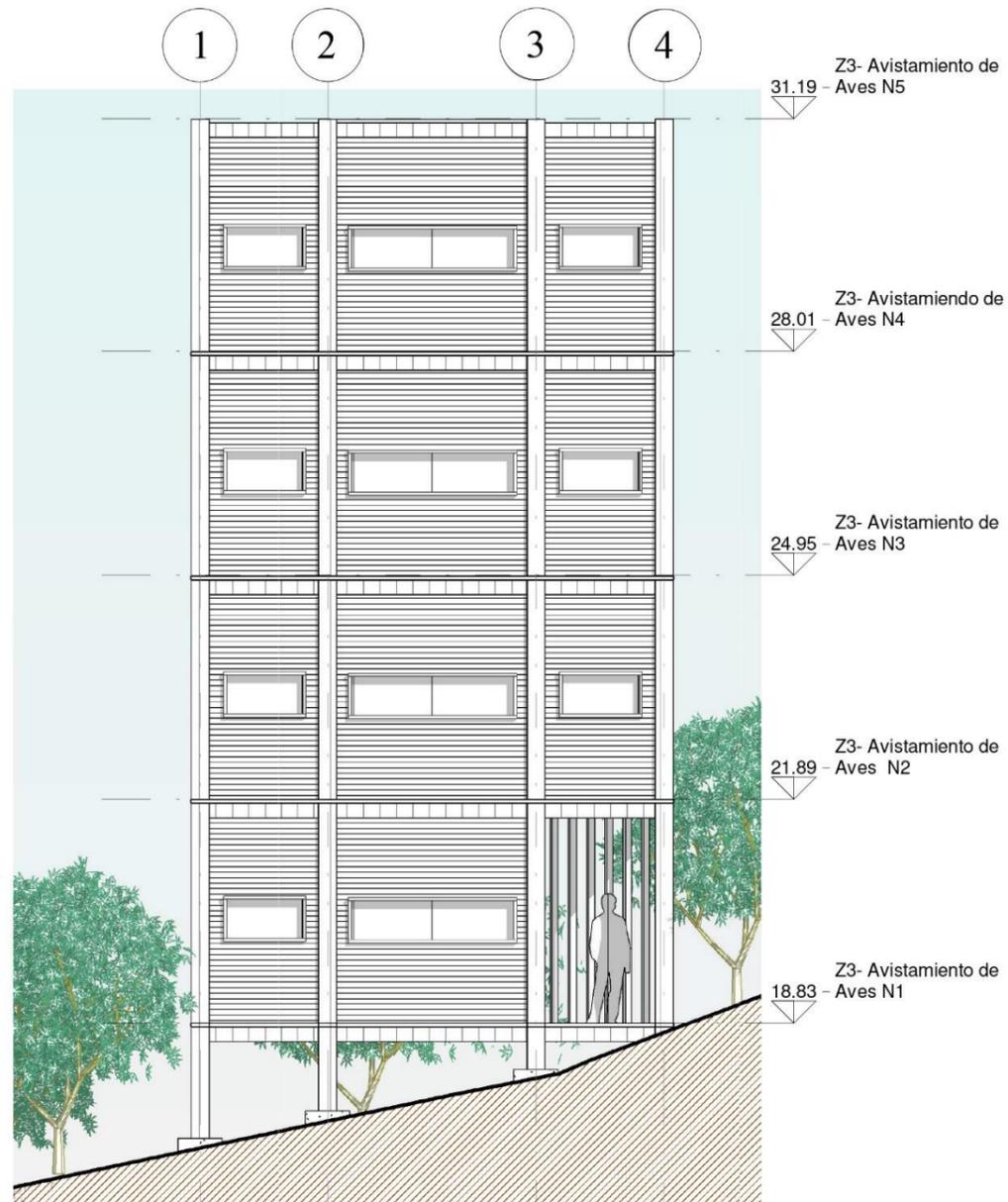
DISEÑO DE BAJO IMPACTO AMBIENTAL PARA UN CENTRO DE INVESTIGACIÓN CIENTIFICA EN LA RESERVA " EL CRISTAL " DEL CANTÓN Y PROVINCIA LOJA

Director: Arq. Fernando Moncayo .Mgtr Fecha: Julio -2018
 Autor : Juan Pablo Samaniego Burneo Escala: 1:100

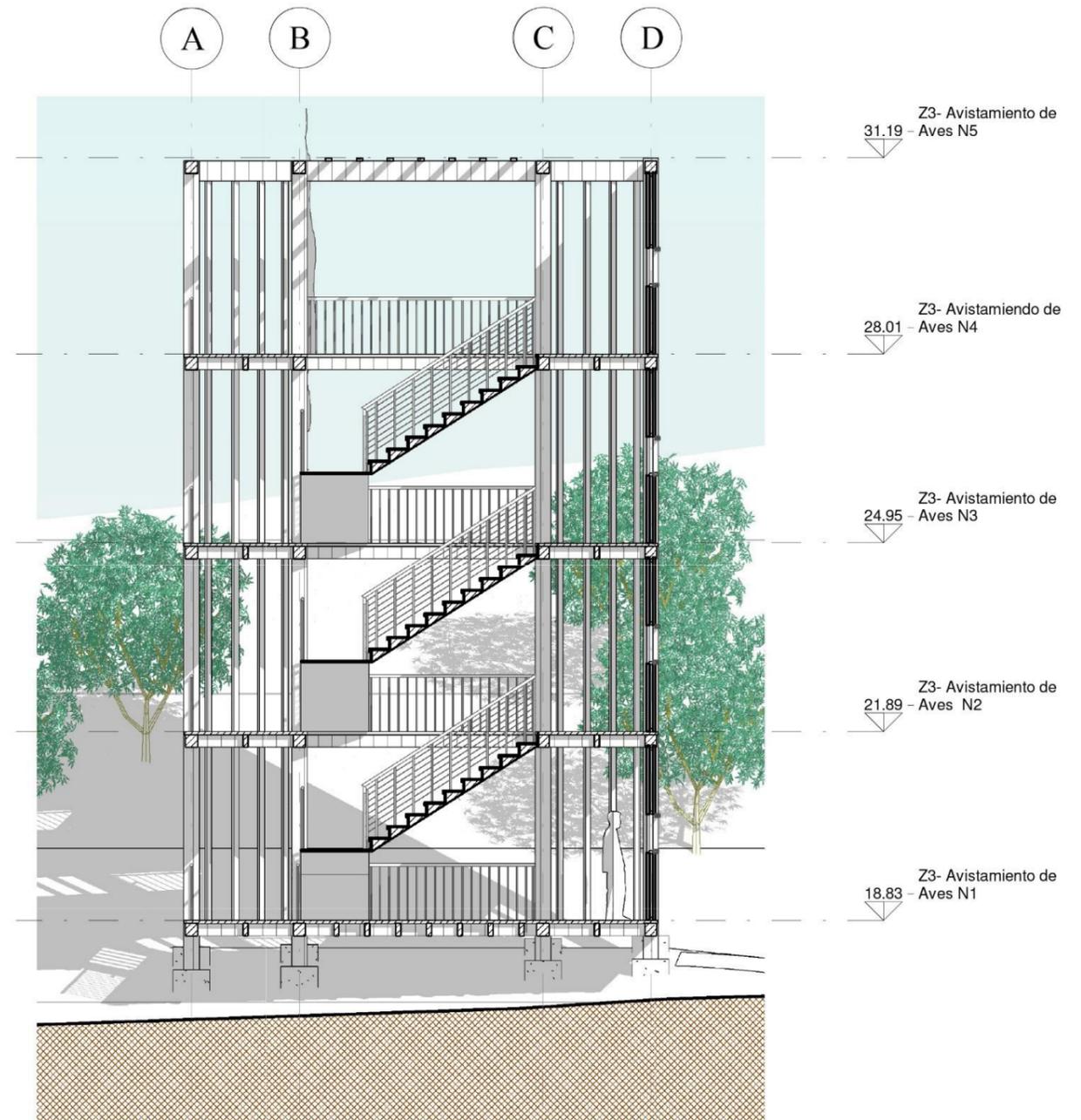
Lamina :
 9/11



Contiene : **Mirador Avistamiento de Aves :Planta Tipo/ Fachada Oeste**



Fachafa Lateral- Sur



Corte Transversal

DISEÑO DE BAJO IMPACTO AMBIENTAL PARA UN CENTRO DE INVESTIGACIÓN CIENTIFICA EN LA RESERVA "EL CRISTAL" DELCANTÓN Y PROVINCIA LOJA

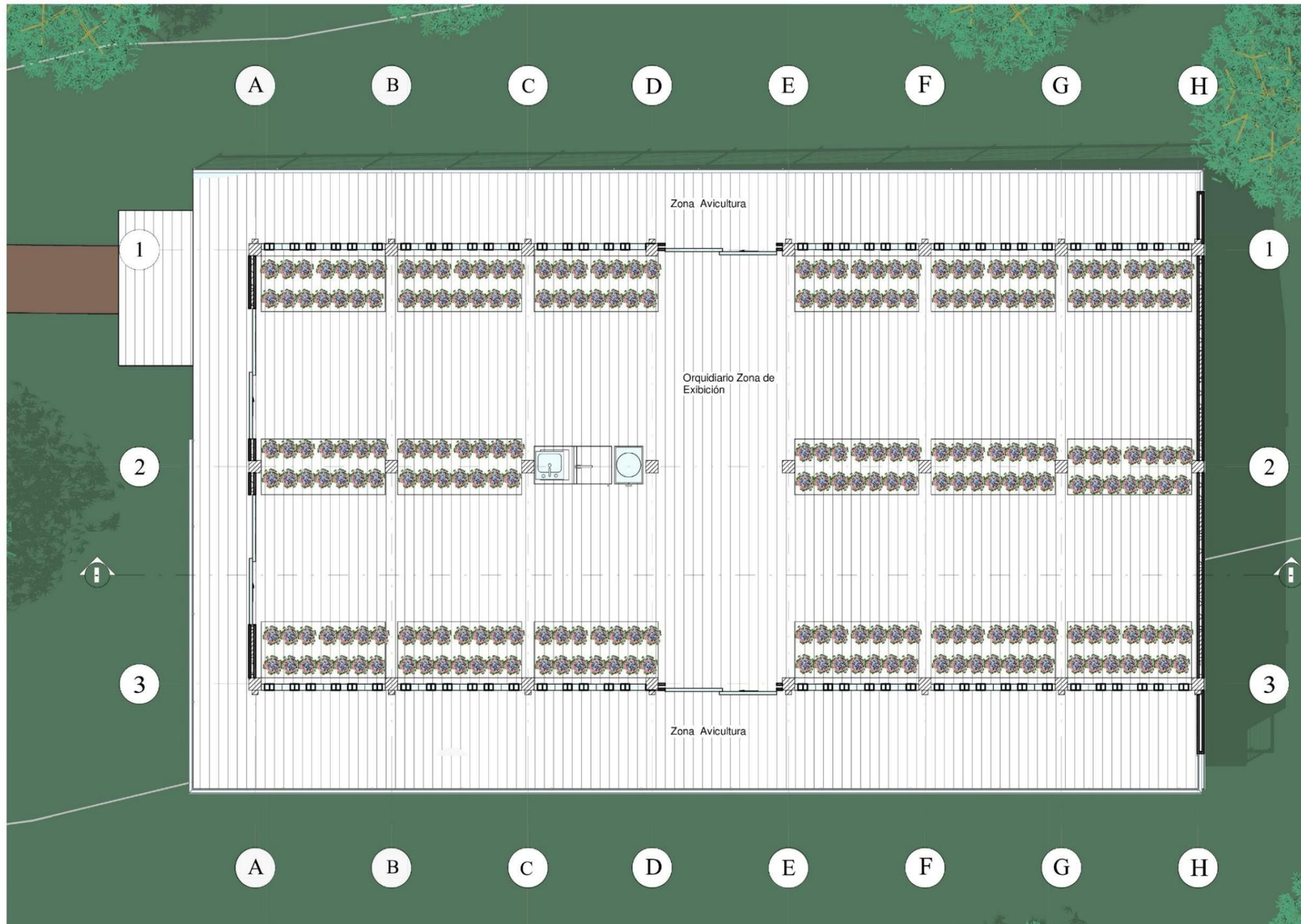
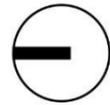
Director: Arq. Fernando Moncayo .Mgtr
 Autor : Juan Pablo Samaniego Burneo

Fecha: Julio -2018
 Escala: 1:100

Lamina :
 10/11



Contiene : **Mirador Avistamiento de Aves :Fachada Lateral Sur / Corte Transversal**



Corte Transversal

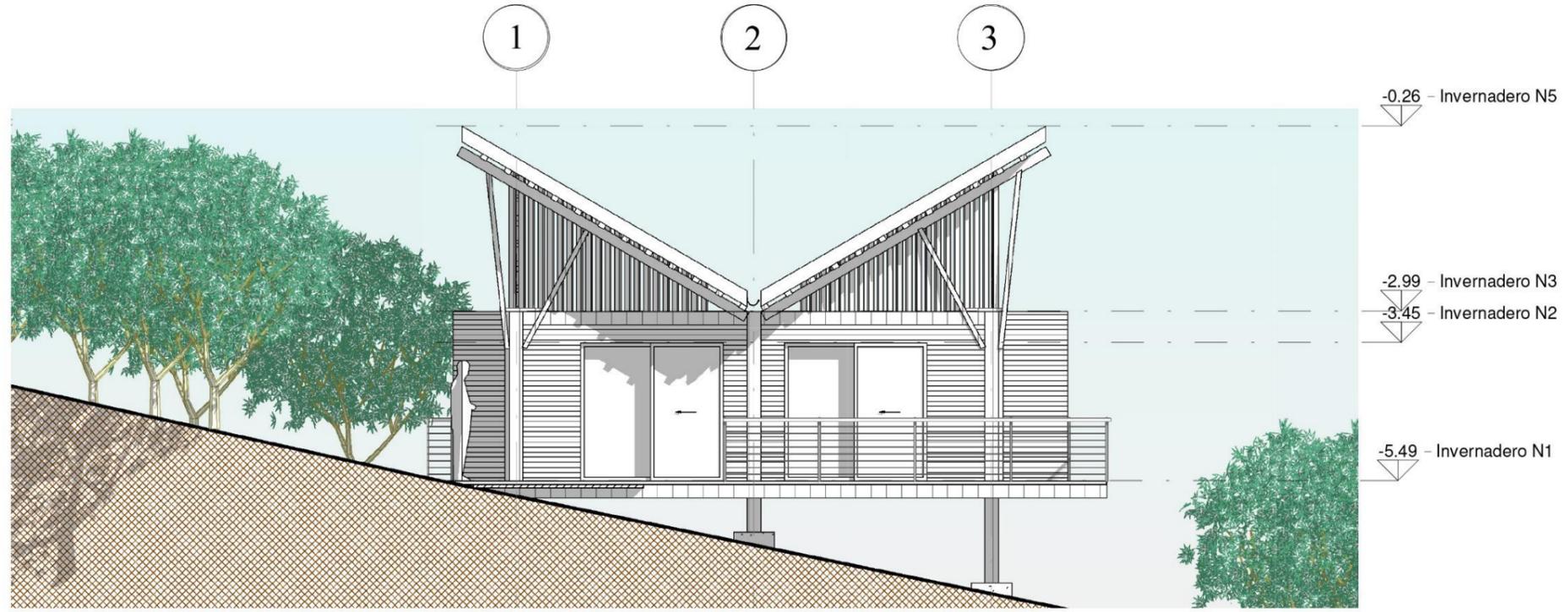
DISEÑO DE BAJO IMPACTO AMBIENTAL PARA UN CENTRO DE INVESTIGACIÓN CIENTIFICA EN LA RESERVA " EL CRISTAL " DEL CANTÓN Y PROVINCIA LOJA

Director: Arq. Fernando Moncayo .Mgr Fecha: Julio -2018
Autor : Juan Pablo Samaniego Burneo Escala: 1:100

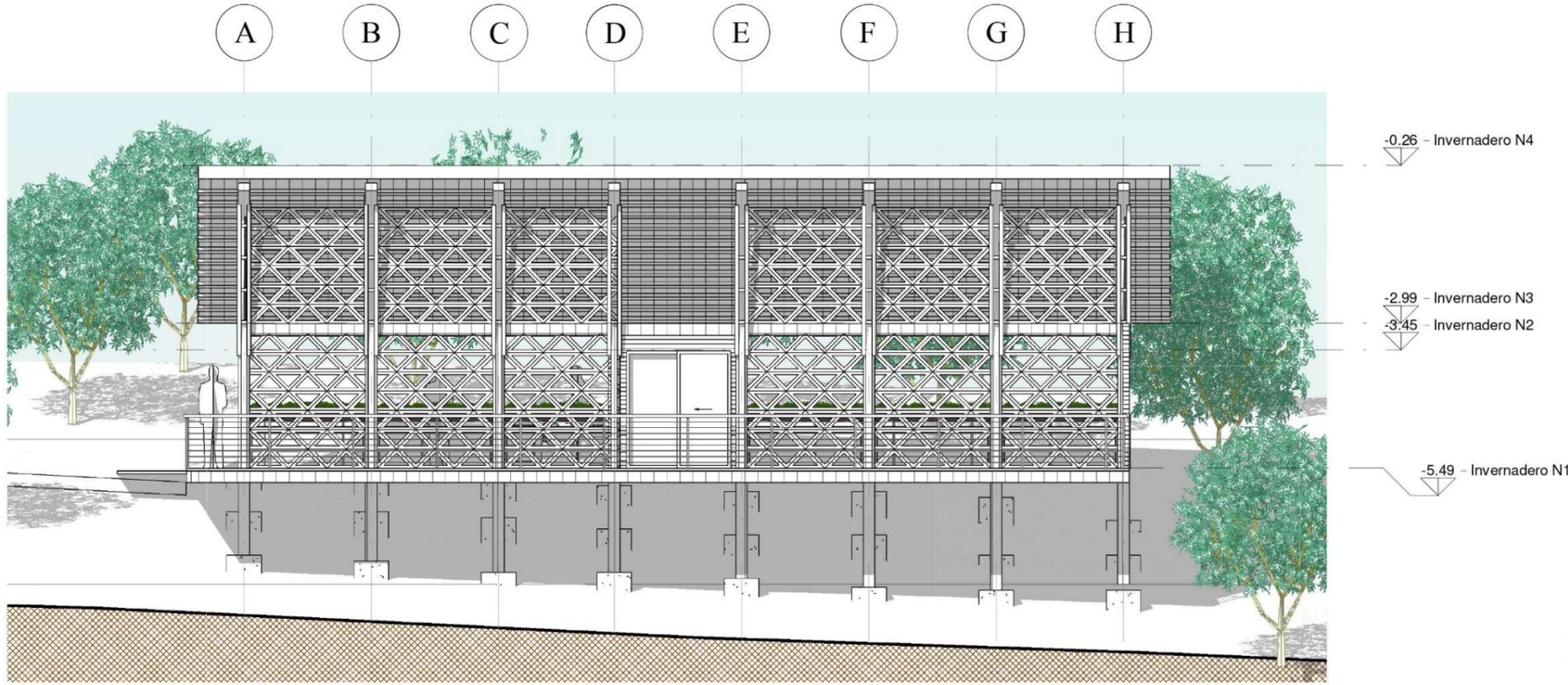
Lamina :
12/14



Contiene : Invernadero De Orquídeas- Cascarilla – Avicultura: PLanta única



Fachada Frontal



Fachada Lateral

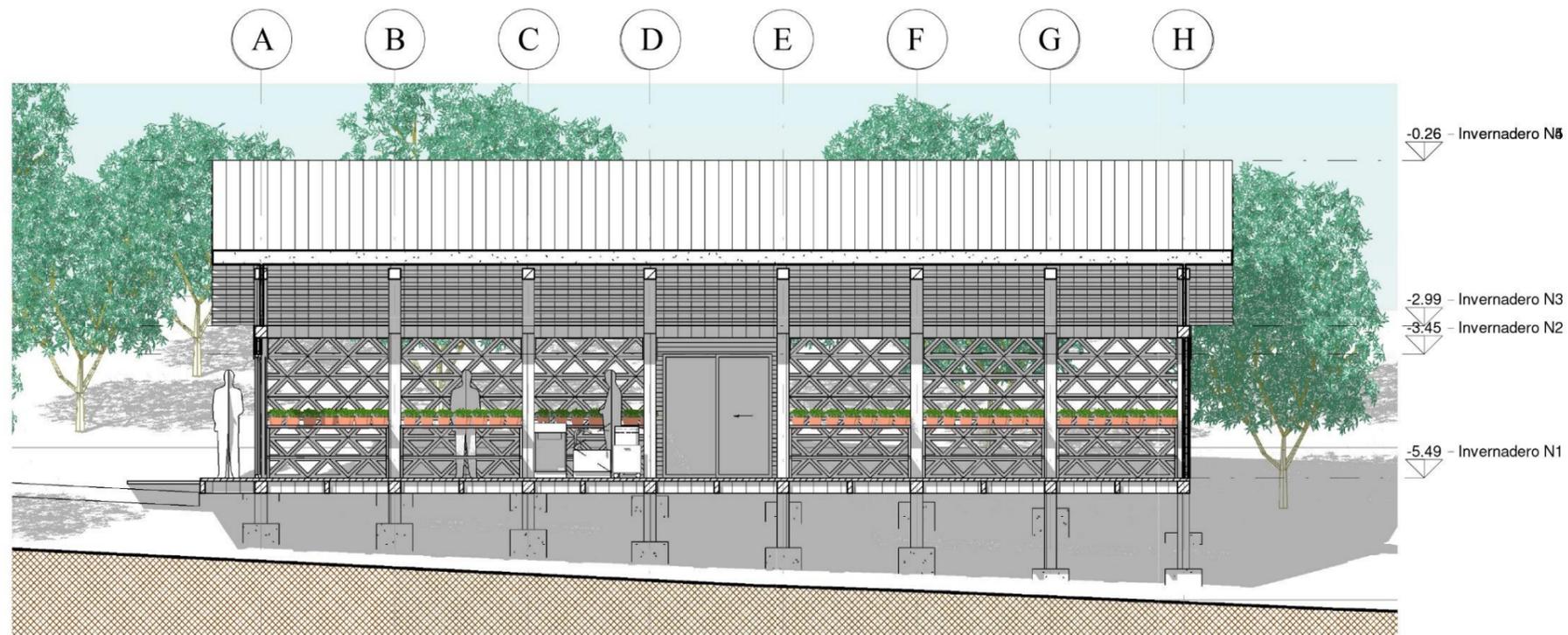
DISEÑO DE BAJO IMPACTO AMBIENTAL PARA UN CENTRO DE INVESTIGACIÓN CIENTIFICA EN LA RESERVA " EL CRISTAL " DEL CANTÓN Y PROVINCIA LOJA

Director: Arq. Fernando Moncayo .Mgtr Fecha: Julio -2018
Autor : Juan Pablo Samaniego Burneo Escala: 1:100

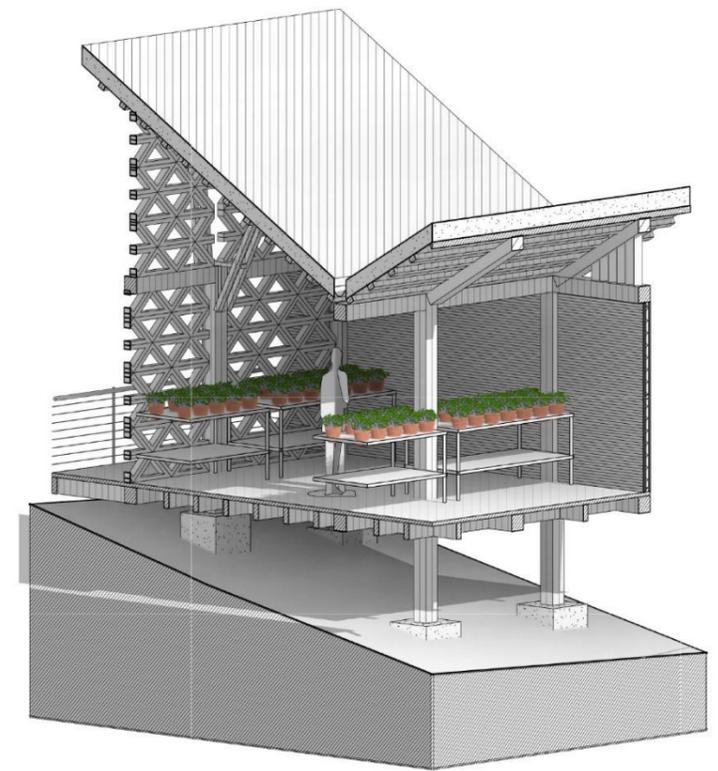
Lamina :
13/14



Contiene : Invernadero De Orquídeas- Cascarilla – Avicultura: Fachada Lateral -Fachada Lateral



Corte Trasnversal



Axonometria

DISEÑO DE BAJO IMPACTO AMBIENTAL PARA UN CENTRO DE INVESTIGACIÓN CIENTIFICA EN LA RESERVA "EL CRISTAL" DEL CANTÓN Y PROVINCIA LOJA

Director: Arq. Fernando Moncayo .Mgtr Fecha: Julio -2018
 Autor : Juan Pablo Samaniego Burneo Escala: 1:200

Lamina :
14/11



Contiene : Invernadero De Orquídeas- Cascarilla – Avicultura: Fachada Frontal -



Alzado General Del Centro Investigativo Escala: 1:1000



Perpectiva Area Centro de Investigación



Perpectivas Internas :Centro De Interpretación- Orquidarios

DISEÑO DE BAJO IMPACTO AMBIENTAL PARA UN CENTRO DE INVESTIGACIÓN CIENTIFICA EN LA RESERVA " EL CRISTAL " DEL CANTÓN Y PROVINCIA LOJA

Director: Arq. Fernando Moncayo .Mgtr **Fecha:** Julio -2018
Autor : Juan Pablo Samaniego Burneo **Escala:** Especificada

Lamina :
11/11



Contiene : **Alzado General Centro de investigación / Perpectivas**