

Universidad de Costa Rica  
Facultad de Ingeniería  
Escuela de Arquitectura



# ANTEPROYECTO PARA LA SEDE CENTRAL DEL INTA

Complejo de Investigación y Prestación de Servicios en Tecnología Agropecuaria en  
Ochomogo de Cartago.

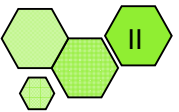
Desarrollo de las instalaciones, oficinas y laboratorios para la  
sede principal del INTA (Instituto Nacional de Innovación y  
Transferencia en Tecnología Agropecuaria.)

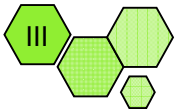
**José Pablo Berrocal Velásquez**

**2017**

Práctica dirigida para optar por el grado de licenciatura.









“Por supuesto que tenemos que hacer un beneficio, pero tiene que ser a largo plazo, no sólo a corto plazo, y eso significa que debemos seguir invirtiendo en investigación y desarrollo”

**Akio Morita**  
Cofundador de Sony

## Tribunal Evaluador

Practica dirigida para optar por el grado de  
Licenciatura.

---

M. Mag. Rudy Piedra Mena  
Director

---

M.Sc Jorge Evelio Ramírez Sánchez.  
Tutor

---

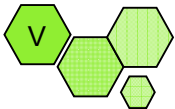
M. Mag. Roy Allan Jiménez Céspedes  
Tutor

---

M.BA Álvaro Rodríguez Aguilar  
Lector Invitado

---

Arq. Víctor G. Rojas Jiménez  
Lector Invitado



## Agradecimientos

Primero que todo a Dios, por bendecirme con la gracia de la vida y de hacer lo que me gusta, espero que este proyecto sea una bendición para Costa Rica.

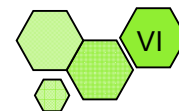
A mis papás, Lucila Velásquez Castillo y Eliécer G. Berrocal M. por darme la vida y por apoyarme siempre, gracias por su paciencia, que ha sido mucha.

A mis profesores y directores de tesis, Rudy Piedra M., Jorge Evelio Ramírez S., Roy Allan Jiménez C. y tantos otros que hubiese deseado nombrar, porque me enseñaron a luchar, a ser detallista y exigente. Gracias por tener fe en mí.

A mis amigos, Arturo Pereira C. y Víctor Rojas J. que han estado ahí para aprender conmigo, para pelear y reír. Gracias por su amistad.

A Marcia Brenes Vásquez, por estar a mi lado y apoyarme, gracias por tu amor.

En memoria de Eliécer José, mi hermano, quien me apoyó siempre y cuidó de todos.



## Resumen.

El presente trabajo expone el proceso de diseño del Complejo de Investigación y Prestación de Servicios en Tecnología Agropecuaria del INTA en el Alto de Ochomogo, como parte de una práctica dirigida.

Se detallan las razones por las que se realiza este complejo así como se exponen los criterios de diseño del mismo. El diseño de los laboratorios se plantea desde criterios de eficiencia y funcionalidad, que les permita desempeñar sus funciones de forma ágil y segura.

Se realiza un amplio estudio de casos de los cuales se plantean en este documento los más pertinentes en razón de la tipología y escala del edificio, así como el reflejo que se da en estos de los principios expuestos en el marco teórico.

La investigación se desarrolló en tres etapas, una primera etapa de recopilación de información, una segunda de entrevistas para determinar las necesidades de espacio, equipo, seguridad y otros, finalmente una tercera etapa de diseño de una propuesta que responda a las necesidades de un Complejo de investigación para el INTA, adaptado a las condiciones físico-ambientales del sitio analizado.

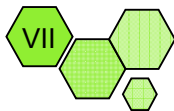
## Abstract.

The present study describes the design process of the Research Complex and Service in Agricultural Technology INTA's High of Ochomogo, as part of a guided practice.

The reasons why this complex is performed as well as the same design criteria are set are detailed. The design laboratories arise from criteria of efficiency and functionality, enabling them to perform their duties in a flexible and secure.

A comprehensive study of cases which raise the most pertinent in this document due to the type and scale of the building and the reflection that occurs in these of the principles outlined in the theoretical framework is done.

The research was conducted in three stages, the first stage of gathering information, a second interview to determine the space requirements, equipment, security and others, finally a third stage of designing a proposal that meets the needs of a complex research for the INTA, adapted to the physical and environmental conditions of the site analyzed.

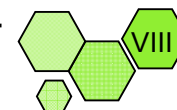




# Índice

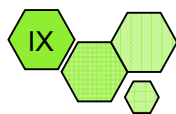
TRIBUNAL EVALUADOR .....	V
AGRADECIMIENTOS.....	VI
RESUMEN. ....	VII
ÍNDICE.....	VIII
ÍNDICE DE IMÁGENES.....	XI
<b>CAPÍTULO 1. ASPECTOS GENERALES. ....</b>	<b>2</b>
<b>1.1 INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>2</b>
<b>1.2 ANTECEDENTES.....</b>	<b>3</b>
ORGANIZACIÓN DE LA INSTITUCIÓN .....	3
LOCALIZACIÓN DEL SITIO.....	5
<b>CAPÍTULO 2. EL PROBLEMA. ....</b>	<b>10</b>
<b>2.1 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....</b>	<b>10</b>
2.1.1 LABORATORIOS INADECUADOS. ....	10
2.1.2 FALTA DE ESPACIO ADMINISTRATIVO Y DE CAPACITACIÓN.....	11
2.1.3 JUSTIFICACIÓN.....	12
<b>2.2 OBJETIVOS. ....</b>	<b>14</b>
2.2.1 OBJETIVO GENERAL. ....	14
2.2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS. ....	14
<b>CAPÍTULO 3. MARCO TEÓRICO. ....</b>	<b>15</b>

<b>3.1 DISEÑO DE LABORATORIOS. ....</b>	<b>15</b>
<b>PUNTOS CLAVE.....</b>	<b>15</b>
LABORATORIO FLEXIBLE.....	16
“Abierto vs Cerrado” .....	17
EL MÓDULO DE LABORATORIO.....	19
Circulación y áreas comunes. ....	21
Mobiliario y equipo. ....	22
CONSTRUCCIÓN SOCIAL PARA TRABAJO EN EQUIPO.....	26
SEGURIDAD Y PROTECCIÓN. ....	28
Clasificación de seguridad biológica.....	29
Clasificación de riesgo químico. ....	31
Equipo básico de seguridad y contención.....	33
CRITERIOS TÉCNICOS EN LA PLANIFICACIÓN DE SITIO. ....	34
<b>3.2 TIPOS DE LABORATORIOS A DESARROLLAR.....</b>	<b>36</b>
LABORATORIO DE CONTROL BIOLÓGICO.....	36
LABORATORIO DE FITOPATOLOGÍA. ....	36
LABORATORIO DE NEMATOLOGÍA. ....	36
LABORATORIO DE TÉCNICAS MOLECULARES.....	37
LABORATORIO DE MICROBIOLOGÍA. ....	37
LABORATORIO DE ANÁLISIS DE SUELOS, FOLIARES Y AGUAS.....	37
INVERNADEROS PARA CONTROL BIOLÓGICO. ....	37
<b>3.3 NORMAS Y CERTIFICACIONES PARA EDIFICIOS DE LABORATORIO. ....</b>	<b>38</b>
CERTIFICACIÓN ISO. ....	38
IMPLEMENTACIÓN DE ESTRATEGIAS LEED. ....	40
<b>3.4 ESTRATEGIAS DE SOSTENIBILIDAD PARA EL DISEÑO DE LABORATORIOS. ....</b>	<b>41</b>
-GUÍA DE VIGAS FRÍAS EN LOS LABORATORIOS. ....	42
- GUÍA DE SISTEMAS DE COLECTOR DE ESCAPES DE LABORATORIO. ....	43
-GUÍA DE SISTEMA DE GENERACIÓN EN SITIO. ....	43
-GUÍA DE RECUPERACIÓN ENERGÉTICA EN LOS LABORATORIOS.....	45



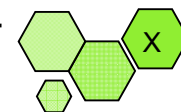
-GUÍA SOBRE MODELADO DE DISPERSIÓN DE ESCAPES. ....	45
-GUÍA SOBRE LA PUESTA EN MARCHA DE UN SISTEMA DE CONTENCIÓN VENTILADA..	45
-GUÍAS DE ILUMINACIÓN ELÉCTRICA Y NATURAL EN EL LABORATORIO. ....	45
GUÍA DE EFICIENCIA DE AGUAS EN EL LABORATORIO .....	46
<b>3.5 DISEÑO DE OFICINAS, CAPACITACIÓN Y ATENCIÓN DEL PÚBLICO. ....</b>	<b>47</b>
SALAS POLIVALENTES. ....	49
<b>3.6 ESTUDIO DE CASOS. ....</b>	<b>50</b>
INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN EN BIOTECNOLOGÍA.....	50
EDIFICIO LABORATORIO SYNTHON GH+A.....	55
LABORATORIO NACIONAL DE GENÓMICA PARA LA BIODIVERSIDAD (LANGEBIO) ..	58
<b>CAPÍTULO 4. MARCO METODOLÓGICO. ....</b>	<b>63</b>
<b>4.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN. ....</b>	<b>63</b>
UNIVERSO DE MUESTRA. ....	63
<b>4.2 PROCESOS METODOLÓGICOS. ....</b>	<b>63</b>
ETAPAS DE DESARROLLO.....	63
TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN. ....	64
<b>4.3 PROCESO INVESTIGATIVO. ....</b>	<b>65</b>
<b>4.4 CUADRO METODOLÓGICO. ....</b>	<b>65</b>
<b>CRONOGRAMA .....</b>	<b>66</b>
<b>CAPÍTULO 5. ANÁLISIS. ....</b>	<b>69</b>
<b>5.1 ANÁLISIS DEL SITIO. ....</b>	<b>69</b>
5.1.1 FACTORES A EVALUAR. ....	69
1-Usos del suelo .....	70
2-Plan Regulador .....	71

7-Hidrología .....	80
8-Geología .....	82
9-Zonas de riesgo .....	82
11-IFAS.....	83
5.1.2 EVALUACIÓN DE FACTORES.....	86
5.1.3 PAUTAS DE DISEÑO PARA EL SITIO. ....	89
Área de diseño.....	89
Estrategias ambientales. ....	89
Pautas de confort climático.....	90
<b>5.2 ANÁLISIS DE NECESIDADES PROGRAMÁTICAS. ....</b>	<b>91</b>
5.2.1 LABORATORIOS, ESPACIOS ESPECÍFICOS Y GENERALES.....	91
Fitopatología.....	94
Microbiología.....	96
Entomología. ....	98
Nematología. ....	100
Biología Molecular-Técnicas Moleculares.....	102
Biología molecular-Microscopía electrónica.....	104
Laboratorio control biológico.....	106
Laboratorio de Suelos y Foliare. ....	110
Áreas comunes del laboratorio. ....	112
Espacios administrativos. ....	113
Espacios de reunión.....	114
Áreas comunes del complejo. ....	115
5.2.2 DIAGRAMAS DE ORGANIZACIÓN DE LAS UNIDADES. ....	116
Dirección ejecutiva. ....	117
Dirección de Gestión de Proyectos y Recursos. ....	117
Dirección administración financiera.....	118
Dirección de Investigación y Desarrollo Tecnológico.....	119
Laboratorios de diagnóstico. ....	120



Laboratorio de Suelos y Foliare. ....	121
Laboratorios de Producción. ....	121
Laboratorio de BiologíaMolecular. ....	122
5.2.3 EL CONJUNTO EDIFICABLE. ....	122
5.2.4 PROGRAMA ARQUITECTÓNICO.....	125
<b>CAPÍTULO 6. DESARROLLO DEL PROYECTO. ....</b>	<b>127</b>
<b>6.1 EVALUACIÓN DE ESCENARIOS. ....</b>	<b>127</b>
ESCENARIO 1.....	128
ESCENARIO 2.....	129
ESCENARIO 3.....	130
ESCENARIO 4.....	131
ESCENARIO 5.....	132
ESCENARIO 6.....	133
ESCENARIO 7.....	134
<b>CAPÍTULO 7. LA PROPUESTA.....</b>	<b>135</b>
<b>CONCEPTO. ....</b>	<b>135</b>
<b>EL ANTEPROYECTO. ....</b>	<b>138</b>
ARTICULACIÓN CON EL CONTEXTO.....	138
TERRACEO DEL CONJUNTO .....	141
FUNCIONES. ....	141
SISTEMA ESTRUCTURAL. ....	152
CUBIERTA CLIMÁTICA. ....	154
REDES E INSTALACIONES.....	155
IMAGENES .....	156

<b>BIBLIOGRAFIA .....</b>	<b>175</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>181</b>
ANEXO 1- GUÍA DE CONSULTAS PARA ENCARGADOS DE LABORATORIOS.....	181
ANEXO 2-DESCRIPCION DE ACTIVIDADES DE LOS LABORATORIOS .....	183
ANEXO 3 –PLANTAS DE OTROS PROYECTOS CONSULTADOS.....	184
ANEXO 4 PROGRAMA ARQUITECTÓNICO.....	196



## Índice de Imágenes

Imagen 1: organigrama del INTA, elaborado por el autor .....	4
Imagen 2: ubicación geográfica con base en mapa del Atlas Cantonal del IFAM, obtenido de <a href="http://ccp.ucr.ac.cr/bvp/mapoteca/CostaRica/generales/atlas_cantonal_1984/40-La_Union.pdf">http://ccp.ucr.ac.cr/bvp/mapoteca/CostaRica/generales/atlas_cantonal_1984/40-La_Union.pdf</a> .....	5
Imagen 3: Mapa de ubicación del predio en el contexto urbano, elaborado por el autor con base en el mapa de uso de suelos del Cantón La Unión, Mapas Prugam .....	6
Imagen 4: Fotografía Satelital del predio obtenida de Windworld, modificada por el autor. ....	7
Imagen 5 fotografías del sitio, del autor .....	8
Imagen 6: Fotografías del Laboratorio de Fitoproteccion en los Anonos, 03-12-2014. ....	11
Imagen 7: Fotografías del Laboratorio de Fitoproteccion en los Anonos, 03-12-2014 .....	12
Imagen 8: fotos del Laboratorio de Suelos, 07-12-2014 .....	13
Imagen 9: Diagramas de “Laboratorio de Barrio” y “Laboratorio de vaina” basado en diagramas de la “NIH Design Politycy and Guidelines” .....	16
Imagen 10: diagrama de “abierto vs cerrado” elaboración propia basada en diagramas de D. Watch .....	17
Imagen 11: Sistemas MEP y HVAC, imágenes y esquemas de la WBDG: <i>Obtenido de:</i> <a href="http://www.wbdg.org/resources/labmodule.php#desc">http://www.wbdg.org/resources/labmodule.php#desc</a> .....	18
Imagen 12: diagrama de espacios intersticial y peristicial, elaboración propia con base en los esquemas de Daniel Watch y Brian Griffin .....	19
Imagen 13: diagrama del modulo básico y su bidireccionalidad, elaboración propia con base en esquemas de Daniel Watch .....	20
Imagen 14: modulación tridimensional y las circulaciones <i>del conjunto</i> .....	21
Imagen 15: tipología de muebles, elaboración propia .....	22
Imagen 16: muebles en Voladizo, obtenida de: <a href="http://www.wbdg.org/resources/labtrends.php?r=research">http://www.wbdg.org/resources/labtrends.php?r=research</a> .....	22
Imagen 17: mobiliario de laboratorio, del UCD-Science Laboratory, cortesía del fotógrafo Donal Murphy .....	23
Imagen 18: Espacios especialmente habilitados para equipo, arriba cuarto de servidores, abajo cámara de crecimiento .....	24
Imagen 19: mosaico de imágenes de equipo de uso frecuente en los laboratorios .....	25
Imagen 20: Centro de nanotecnología Krishna P. Singh, cortesía de Albert Večerka, obtenida de: <a href="http://www.plataformaarquitectura.cl/cl/02-300820/centro-de-nanotecnologia-krishna-p-singh-weiss-manfredi/524f2f74e8e44ecb17000525">http://www.plataformaarquitectura.cl/cl/02-300820/centro-de-nanotecnologia-krishna-p-singh-weiss-manfredi/524f2f74e8e44ecb17000525</a> .....	26
Imagen 21: UCSF Institute for Regeneration Medicine (Instituto para Medicina Regenerativa), Cortesía del Arquitecto Rafael Viñoly, ©Bruce Damonte, obtenida de: <a href="http://noticias.arq.com.mx/cgi-bin/page.cgi?page=imagengrande;link=12101;imagen=%2F12101-3.jpg">http://noticias.arq.com.mx/cgi-bin/page.cgi?page=imagengrande;link=12101;imagen=%2F12101-3.jpg</a> .....	27
Imagen 22: Diagrama sobre asepsia escalonada, elaboración propia .....	28

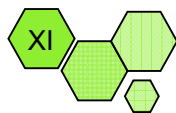


Imagen 23: Bioseguridad de nivel 4, obtenida de: <a href="http://www.niaid.nih.gov/">http://www.niaid.nih.gov/</a> .....	29	usa.com/uk/projects/multipurpose-spaces/276_latlantida-centre- darts-eseniques-sala-polivalente.html .....	49
Imagen 24: arriba diagrama de un filtro HEPA y abajo foto de un Cuarto Limpio de la “UCL Mathematical and Phisical Sciences” .	30	Imagen 36: Instituto de Investigación en Biotecnología, Universidad de San Martin, Obtenida de: <a href="http://www.archdaily.com/?p=470303">http://www.archdaily.com/?p=470303</a> .....	50
Imagen 25:”Cuadro 4 clasificación de reactivos químicos según el código de la IMDG” tomado del articulo - <i>Clasificación de reactivos químicos en la Universidad Nacional-</i> de Tecnología en Marcha vol. 25, nº3, julio-septiembre de 2012. ....	31	Imagen 37: foto del loby, obtenida de: <a href="http://www.archdaily.com/?p=470303">http://www.archdaily.com/?p=470303</a> .....	51
Imagen 26: Ducha y lavaojos de emergencias .....	32	Imagen 38: diagramas de áreas del Laboratorio, Obtenida de: <a href="http://www.archdaily.com/?p=470303">http://www.archdaily.com/?p=470303</a> .....	51
Imagen 27 cámaras de flujo laminar y de bioseguridad .....	33	Imagen 39: Plantas del Instituto de Investigación en Biotecnología, Universidad de San Martin, Obtenida de: <a href="http://www.archdaily.com/?p=470303">http://www.archdaily.com/?p=470303</a> .....	52
Imagen 28: ejemplo de ruta de evacuación con zona de reunión, elaboración propia.....	35	Imagen 40: Planta de Segundo Nivel, obtenida de: <a href="http://www.archdaily.com/?p=470303">http://www.archdaily.com/?p=470303</a> .....	53
Imagen 29: LEED Certificación, obtenida de: .....	40	Imagen 41: elevación Frontal, obtenida de <a href="http://www.archdaily.com/?p=470303">http://www.archdaily.com/?p=470303</a> .....	53
Imagen 30: logo de Labs21, obtenido de: <a href="http://www.epa.gov/lab21gov/">http://www.epa.gov/lab21gov/</a> .....	41	Imagen 42: Elevación Posterior, obtenida de <a href="http://www.archdaily.com/?p=470303">http://www.archdaily.com/?p=470303</a> .....	54
Imagen 31: cortesía de Michael Schrader, Affiliated engineers Inc., “vigas activa y pasiva”, obtenidas de <a href="http://www.i2sl.org/documents/toolkit/bp_chilled-beam_508.pdf">http://www.i2sl.org/documents/toolkit/bp_chilled-beam_508.pdf</a> ..	42	Imagen 43: Planta Base, obtenida de <a href="http://www.archdaily.com/?p=470303">http://www.archdaily.com/?p=470303</a> .....	54
Imagen 32: paneles solares sobre invernadero en Ezhou, provincia de Hubei, china, obtenido de: <a href="http://www.agrisources.com.cn/contents/4527/447952.html">http://www.agrisources.com.cn/contents/4527/447952.html</a> .....	44	Imagen 44: Edificio Laboratorio Synthon GH+A, obtenida desde <a href="http://www.plataformaarquitectura.cl/?p=351739">http://www.plataformaarquitectura.cl/?p=351739</a> .....	55
Imagen 33: diagrama tomado de labs21,” guía de eficiencia del agua en laboratorios”. Figura 6, obtenida de: <a href="http://www.i2sl.org/documents/toolkit/bp_water_508.pdf">http://www.i2sl.org/documents/toolkit/bp_water_508.pdf</a> .....	46	Imagen 45: Planta de Primer Nivel Edif. Synthon GH+A, obtenido de <a href="http://www.plataformaarquitectura.cl/?p=351739">http://www.plataformaarquitectura.cl/?p=351739</a> .....	56
Imagen 34: Estrategias del lugar de trabajo, diagrama basado en los diagramas del articulo en: <a href="http://www.hok.com/thought-leadership/workplace-strategies-that-enhance-human-performance-health-and-wellness/">http://www.hok.com/thought- leadership/workplace-strategies-that-enhance-human- performance-health-and-wellness/</a> .....	48	Imagen 46: detalle de la doble piel metálica, obtenido de <a href="http://www.plataformaarquitectura.cl/?p=351739">http://www.plataformaarquitectura.cl/?p=351739</a> .....	56
Imagen 35: Secuencia de Uso de tribunas telescópicas, imágenes cortesía de Figueras, obtenidas de: <a href="http://www.figueras-">http://www.figueras-</a>		Imagen 47: Planta de Segundo Nivel, Edif Synthon GH+A, obtenido de <a href="http://www.plataformaarquitectura.cl/?p=351739">http://www.plataformaarquitectura.cl/?p=351739</a> .....	56
		Imagen 48: Sección de Pared, obtenida de <a href="http://www.plataformaarquitectura.cl/?p=351739">http://www.plataformaarquitectura.cl/?p=351739</a> .....	57

Imagen 49: Mosaico de imágenes del LANGEBIO, obtenido de <a href="http://www.archdaily.mx/70957">http://www.archdaily.mx/70957</a> .....	58
Imagen 50: Diagrama de diseño del LANGEBIO, obtenido de <a href="http://www.archdaily.mx/70957">http://www.archdaily.mx/70957</a> .....	59
Imagen 51: interior del LANGEBIO, obtenidas de <a href="http://www.archdaily.mx/70957">http://www.archdaily.mx/70957</a> .....	59
Imagen 52: Plantas de 1er y 2do nivel del LANGEBIO, obtenidas de <a href="http://www.archdaily.mx/70957">http://www.archdaily.mx/70957</a> .....	60
Imagen 53: Cortes del LANGEBIO, obtenidas de <a href="http://www.archdaily.mx/70957">http://www.archdaily.mx/70957</a> .....	61
Imagen 54: modelo 3d del terreno con Orto fotografía adaptada, elaborado por el autor. ....	69
Imagen 55: detalle del mapa de Usos del Suelo del Cantón La Unión, obtenido de: <a href="http://201.194.102.38/cartografia/PRUGAM_Cartografia_Sur_Este.htm">http://201.194.102.38/cartografia/PRUGAM_Cartografia_Sur_Este.htm</a> .....	70
Imagen 56: Detalle del “Mapa de valores por zonas homogéneas, Ministerio de Hacienda/cantón 03 La Unión” obtenido de: <a href="http://www.hacienda.go.cr/contenido/12843-mapas-de-valores-por-zonas-homogeneas">http://www.hacienda.go.cr/contenido/12843-mapas-de-valores-por-zonas-homogeneas</a> .....	71
Imagen 57: Planes reguladores, actual y propuesta, obtenidos de: <a href="http://www.launion.go.cr/index.php?option=com_content&amp;view=article&amp;id=626&amp;Itemid=348">http://www.launion.go.cr/index.php?option=com_content&amp;view=article&amp;id=626&amp;Itemid=348</a> .....	72
Imagen 59: Monumento histórico del Partido Nazi de 1939.....	73
Imagen 58: Diagrama perceptual del sitio, elaborado por el autor. ....	73
Imagen 60: Diagramas de Conectividad, elaborados por el autor	74
Imagen 61: mapeo del retiro eléctrico, imagen elaborada por el autor con base en los mapas obtenidos de las direcciones especificadas.....	75

Imagen 62: Cobertura de telefonía celular por los tres principales proveedores, elaborado por el autor a partir de los mapas publicados por cada una. ....	76
Imagen 63: Modelo 3d con base en curvas de nivel del mapa de uso del suelo, elaborado por el autor. ....	77
Imagen 64: Mapeo de pendientes y mapa topográfico del predio dentro del Valle Central, elaborada por el autor. ....	77
Imagen 65: Cortes del predio marcados en la imagen 11, elaborado por el autor. ....	78
Imagen 66: modelo 3d desarrollado en Sketch up con base en el mapa de uso de suelos del Prugam, colores modificados por altitud, elaborado por el autor. ....	79
Imagen 67: Mapa General de Ubicación de Manantiales y Pozos, obtenido de: <a href="http://www.tramitesconstruccion.go.cr/mapas-oficiales.html">http://www.tramitesconstruccion.go.cr/mapas-oficiales.html</a> .....	80
Imagen 68: Mapa de afectación Hidrológica, elaborado en Auto CAD, con base en los mapas citados, por el autor .....	81
Imagen 69: Detalle del Mapa Geomorfológico Del cantón de La Unión, obtenido de: <a href="http://www.mivah.go.cr/PRUGAM_IFAS_CRTM05_La_Union.shtml">http://www.mivah.go.cr/PRUGAM_IFAS_CRTM05_La_Union.shtml</a> .....	82
Imagen 70: Detalles de los mapas de “IFA-Factor Amenaza Sísmica” de La Unión, obtenido de: <a href="http://www.mivah.go.cr/PRUGAM_IFAS_CRTM05_La_Union.shtml">http://www.mivah.go.cr/PRUGAM_IFAS_CRTM05_La_Union.shtml</a> y del “Mapa de Amenazas Naturales y Potenciales Cantón de La Unión”, obtenido de: <a href="http://www.tramitesconstruccion.go.cr/docs/CNE/amenazas_por_canton/Cartago/la-union.pdf">http://www.tramitesconstruccion.go.cr/docs/CNE/amenazas_por_canton/Cartago/la-union.pdf</a> .....	82
Imagen 71: Diagrama de Holdridge y detalle del “Mapa Ecológico de Costa Rica, Zonas de Vida” del Centro Científico tropical,	

obtenido de:	
<a href="http://www.cct.or.cr/documentos/mapoteca/zonas_de_vida_costa_rica.pdf;jsessionid=029723FCAE4CB946AB070C1D264AE3C7">http://www.cct.or.cr/documentos/mapoteca/zonas_de_vida_costa_rica.pdf;jsessionid=029723FCAE4CB946AB070C1D264AE3C7</a>	83
Imagen 72: Detalles de la "IFA" de Sub clasificación PRUGAM del Cantón de La Unión, obtenido de:	
<a href="http://www.mivah.go.cr/PRUGAM_IFAS_CRTM05_La_Union.shtml">http://www.mivah.go.cr/PRUGAM_IFAS_CRTM05_La_Union.shtml</a>	84
Imagen 73: detalles de algunas de las IFAs del Cantón de La Unión, del Prugam, obtenidas de:	
<a href="http://www.mivah.go.cr/PRUGAM_IFAS_CRTM05_La_Union.shtml">http://www.mivah.go.cr/PRUGAM_IFAS_CRTM05_La_Union.shtml</a>	85
Imagen 74: diagrama resumen de factores del sitio, elaboración propia.	86
Imagen 75: diagramas de "potencial de uso" y "restricción de uso"	87
Imagen 76: diagramas de "áreas traslapadas" y "áreas potenciales"	88
Imagen 77: diagramas de conclusiones 1, elaboración propia	89
Imagen 78: diagramas de conclusiones 2, elaboración propia	90
Imagen 79: Esquema de desarrollo de la información, elaboración propia.	92
Imagen 80: ejemplo de diagramas funcionales y de espacios.	93
Imagen 81: Simbología de Diagramas de espacio.	93
Imagen 82: diagrama de organización de fitopatología.	94
Imagen 83: diagrama de espacio de fitopatología	95
Imagen 84: diagrama de organización de microbiología.	96
Imagen 85: diagrama de espacio de microbiología.	97
Imagen 86: diagrama de organización de entomología.	98
Imagen 87: diagrama de espacios de entomología	99
Imagen 88: diagrama de Nematología.	100
Imagen 89: diagrama de espacios de Nematología.	101
Imagen 90: diagrama de organización de técnicas moleculares.	102
Imagen 91: diagrama de espacios de técnicas moleculares.	103
Imagen 92: diagrama de organización de microscopia electrónica.	104
Imagen 93: diagrama de espacios de microscopia electrónica.	105
Imagen 94: diagrama de espacios de Control biológico.	106
Imagen 95: diagrama de espacios de Control Biológico.	107
Imagen 96: diagrama de organización de producción de hongos.	108
Imagen 97: diagrama de organización de cría de Insectos.	109
Imagen 98: diagrama de organización de Cultivos "in vitro"	109
Imagen 99: diagrama de espacios suelos y foliares	110
Imagen 100: diagramas de espacio de suelos y foliares.	111
Imagen 101: diagrama de espacios de uso común de laboratorios.	112
Imagen 102: diagrama de espacios de oficinas	113
Imagen 103: diagramas de espacios de reunión, elaboración propia.	114
Imagen 104: diagramas de áreas comunes, elaboración propia.	115
Imagen 105: 2da etapa del esquema de desarrollo, elaboración propia.	116
Imagen 106: diagrama de organización de la Dirección de Gestión de Proyectos y Recursos, elaboración propia.	117
Imagen 107: diagrama de organización de la dirección ejecutiva, elaboración propia.	117
Imagen 108: Diagrama de la Dirección de Administración Financiera, elaboración propia.	118

Imagen 109: diagrama de organización de la dirección de investigación y desarrollo tecnológico.....	119	Imagen 132: cortes de conjunto.....	142
Imagen 110: diagrama de organización de los laboratorios de Diagnostico.....	120	Imagen 133: Salón Polivalente .....	143
Imagen 111: diagrama de organización del laboratorio de Suelos y Foliare.....	121	Imagen 134: Áreas de trabajo.....	144
Imagen 112: diagrama de organización del laboratorio de producción.....	121	Imagen 135: Tipos de circulación .....	145
Imagen 113: Diagrama de Laboratorio de Biología Molecular, elaboración propia.....	122	Imagen 136: Oficinas de 1er Nivel .....	146
Imagen 114: Diagrama preliminar del Conjunto Edificable, elaboración propia.....	123	Imagen 137: Oficinas de 2do Nivel .....	147
Imagen 115: diagrama final del conjunto edificable, elaboración propia .....	124	Imagen 138: Oficinas de 3er Nivel .....	148
Imagen 116: Programa Arquitectónico.....	125	Imagen 139: Laboratorios 1er Nivel .....	149
Imagen 117: Diagrama final en el sitio .....	127	Imagen 140: Laboratorio 2do Nivel .....	150
Imagen 118: Escenario 1 .....	128	Imagen 141: Laboratorio 3er Nivel.....	151
Imagen 119: Escenario 2 .....	129	Imagen 142: Diagrama conceptual de estructura .....	152
Imagen 120: Escenario 3 .....	130	Imagen 143: Detalle conceptual de Columnas .....	152
Imagen 121: Escenario 4 .....	131	Imagen 144: propuesta estructural de modulo 3.....	153
Imagen 122: Escenario 5 .....	132	Imagen 145: detalle de las estructuras de la piel.....	154
Imagen 123: Escenario 6 .....	133	Imagen 146: diagrama de instalaciones y redes.....	155
Imagen 124: Escenario 7 .....	134	Imagen 147: Vista Sur.....	156
Imagen 125: Croquis 1 .....	135	Imagen 148: Vista Sureste.....	157
Imagen 126: Croquis 2 .....	136	Imagen 149: Vista Este .....	158
Imagen 127: Croquis 3 .....	137	Imagen 150: Vista Norte .....	159
Imagen 128: vista aérea del conjunto .....	138	Imagen 151: Vista Oeste.....	160
Imagen 129: gráficos del conjunto .....	139	Imagen 152: vista suroeste .....	161
Imagen 130: rutas de acceso al conjunto.....	140	Imagen 153: vista de techos .....	162
Imagen 131: terraceo del conjunto.....	141	Imagen 154: Corte Perspectivo del Conjunto en primer nivel....	163
		Imagen 155: Corte Perspectivo del Conjunto en segundo nivel	164
		Imagen 156: Corte perspectivo del conjunto en tercer nivel .....	165
		Imagen 157: corte perspectivo de los Laboratorios .....	166
		Imagen 158: Corte perspectivo del núcleo de oficinas .....	167
		Imagen 159: Corte perspectivo del vestíbulo.....	168
		Imagen 160: conjunto de imágenes de los laboratorios.....	169
		Imagen 161: Áreas públicas.....	170

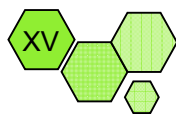
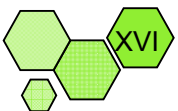
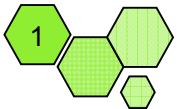




Imagen 162: vista superior del vestíbulo..... 171  
Imagen 163: Acceso principal ..... 172  
Imagen 164: Vista inferior del vestíbulo principal..... 173

Imagen 165: Diagrama del laboratorio de diagnostico, elaborado  
por la Dra. Cristina Vargas ..... 183





# Capítulo 1. Aspectos Generales.

## 1.1 Introducción

Este proyecto nace a raíz de la necesidad de una institución; el INTA, por desarrollar un espacio de trabajo para desenvolverse de forma adecuada en sus funciones, tanto administrativas como de investigación y transferencia. Debido a que la institución no tiene claro con precisión el alcance en las necesidades de espacio, esta investigación parte de establecer un programa de arquitectónico y sus implicaciones técnicas, con la finalidad de desarrollar un anteproyecto que responda a las necesidades del INTA.

Esta investigación parte de la premisa de diseñar laboratorios modernos que brinde a la institución la capacidad de trabajar competitivamente, pero a la vez de ser un edificio símbolo del desarrollo con miras al futuro, tecnológica y medioambientalmente responsable, con el beneficio de tener

espacios funcionales, agradables, accesibles y seguros, por lo que se investiga y se plantea en primera instancia los lineamientos generales de diseño de un laboratorio y posteriormente se explora a profundidad los lineamientos propios de cada uno de los tipos de laboratorio que la institución se plantea desarrollar. Según se pudo obtener de las entrevistas con los directivos, se plantea en segunda instancia una revisión de los estándares nacionales e internacionales con el fin de desarrollar un anteproyecto que permita cumplir con los requerimientos de función y de una futura acreditación nacional e internacional, y que a su vez enriquezca las posibilidades arquitectónicas del complejo.

La investigación también busca plantear lineamientos para el diseño de áreas de oficinas y atención al público, con el fin de elaborar un anteproyecto cómodo y eficiente, tanto para el público como para el personal del complejo. El espacio de atención al

público incluye tanto áreas de juntas como salas de conferencia, por lo que se busca la máxima versatilidad posible

## 1.2 Antecedentes.

El INTA (Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria) es el ente encargado de impulsar el desarrollo y capacitación del sector agropecuario nacional, nace de la Dirección de Investigaciones Agropecuarias (DIA), órgano del MAG que por mandato de la ley 8149, publicada en La Gaceta N°25, el 22 de noviembre de 2001 se convierte en el "INTA", órgano de desconcentración máxima adscrito al MAG con personería jurídica instrumental.

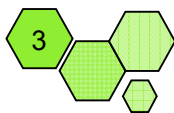
*La Creación del INTA daría un marco legal más flexible en cuanto a la toma de decisiones y al manejo de los recursos financieros; ya que el Instituto podría estar sujeto a la Contraloría General de la República en cuanto al manejo de los fondos públicos y estar excluido de las disposiciones de la Ley N° 6821 que crea la Autoridad Presupuestaria en cuanto, a los recursos provenientes de su propia gestión que no sean considerados recursos públicos; y, permitiría a su vez, ejercer mayor control social al integrar en su Junta Directiva representantes de diferentes sectores incluyendo a los productores y la obligación periódica de rendir cuentas a la sociedad costarricense. (MIDEPLAN, Abril 2003, pág. 05)*

Como ente de reciente creación, el INTA ha dependido de la infraestructura heredada del MAG, por lo que muchas de sus

oficinas centrales se encuentran en instalaciones de este Ministerio, carentes del espacio necesario para crecer y con espacios catalogados como inadecuados por parte de directivos y el propio personal. Las oficinas principales y la junta directiva tienen su espacio dentro de las instalaciones del MAG en Sabana Sur, en el primer nivel del edificio 1, mas una sala de juntas en el segundo piso, el laboratorio de protección de cultivos se encuentra dentro de un edificio propiedad de SFE (Servicio Fitosanitario del Estado), mientras que el departamento de Servicios técnicos tiene sus oficinas en dos edificios en el Ato del Ochoмого, uno de los cuales es patrimonio nacional.

## Organización de la institución.

La estructura del Instituto está conformada por una Junta Directiva y cuatro Direcciones, como se puede ver en la Imagen 1, que se basa en las entrevistas realizadas a los directivos mas el diagrama de funciones establecido en el marco estratégico y estructural (MIDEPLAN, Abril 2003, pág. 59) la Junta se compone de tres representantes del sector público; el Ministro de Agricultura y Ganadería, el Ministro de Ciencia y Tecnología y el Presidente del Consejo Nacional de Producción, además de cuatro de carácter privado: un representante del Consejo Nacional de Rectores, uno de la Cámara Nacional de Agricultura y Agroindustria, otro de la Cámara Nacional de la Industria Agroalimentaria y un representante de las Organizaciones de Productores (Seleccionado vía terna). De esta Junta Directiva depende directamente una Dirección Ejecutiva de la que a su vez dependerán tres direcciones de nivel operativo: la dirección de Investigación y Desarrollo Tecnológico, la Dirección de Gestión de



Proyectos y Recursos y la Dirección Administrativa Financiera. Estas direcciones se dividen a su vez en departamentos y finalmente en áreas a un nivel operativo que les permiten realizar investigaciones y cuyos resultados llegan de forma práctica y aplicable a los distintos sectores, logrando una socialización del conocimiento, de tal forma que todos los sectores productivos están informados al tiempo que se mantiene un constante seguimiento para mejorar y maximizar su impacto.

Entre todos los departamentos que forman parte de la Dirección de Investigación y Desarrollo Tecnológico, el Departamento de Servicios Técnicos son los que coordinan las áreas de laboratorios y las cuatro estaciones experimentales que hay actualmente: la estación Enrique Jiménez Núñez en Cañas, Guanacaste, la estación Los Diamantes en Guápiles de Pococí, La estación Carlos Durán en Oreamuno de Cartago, y finalmente el Campo Experimental Quepos, en la comunidad de Naranjito. (INTA, 2014).

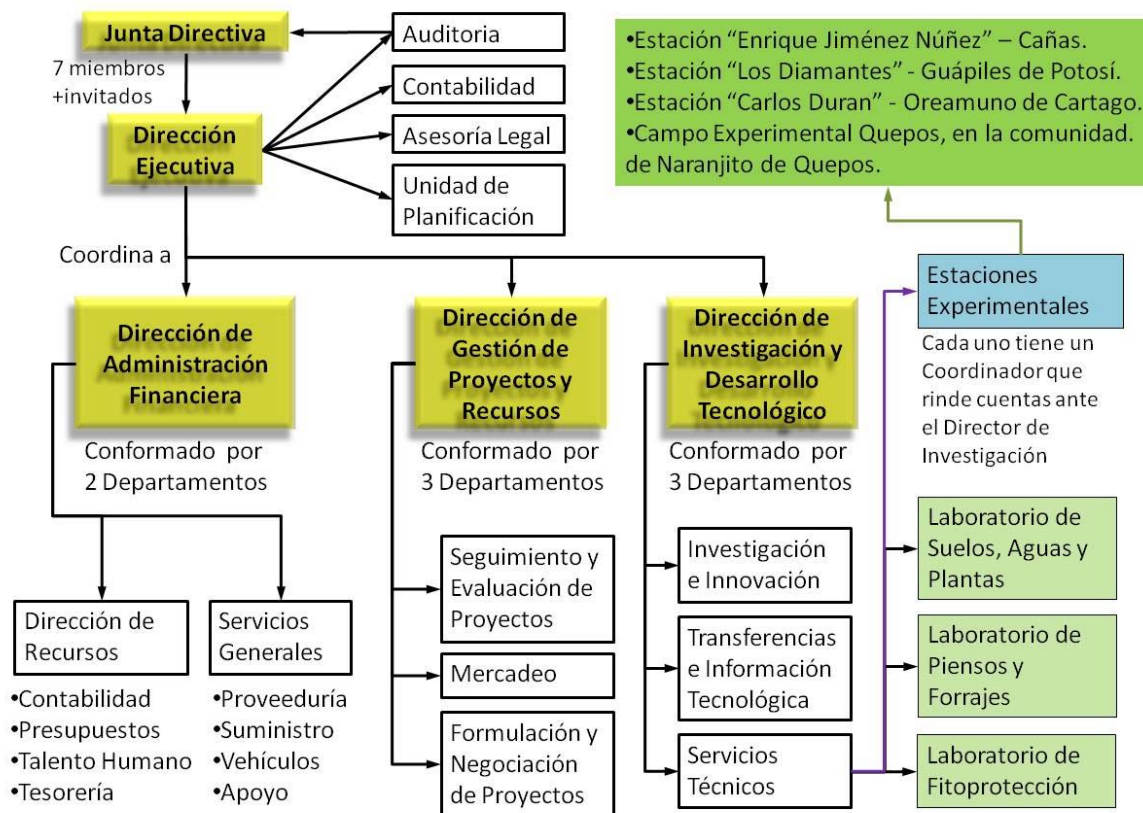


Imagen 1: organigrama del INTA, elaborado por el autor

## Localización del sitio.

El lote donde se plantea el desarrollo del proyecto es propiedad del MAG, se encuentra dentro del GAM, en el Cantón de La Unión, distrito de San Rafael, en el Alto de Ochomogo, cerca de la llamada Cuesta del Fierro. Como se puede ver en la Imagen 2, el predio se encuentra ubicado estratégicamente en el eje interoceánico, en pleno centro de la gran área metropolitana, tiene el potencial de estar ubicado contiguo a la carretera Florencio del Castillo y contiguo a la vía del tren, además de encontrarse a menos de dos kilómetros del centro de Tres Ríos (ver Imagen 3). En la actualidad una pequeña parte de este terreno alberga las instalaciones del Laboratorio de Suelos y Aguas, así como las oficinas del Departamento de Servicios Técnicos, otra parte está ocupada por establos y galerones. La parte del lote más cercana a la línea del tren esta actualmente desocupada.

En la Imagen 4 se puede apreciar una fotografía satelital con la poligonal del lote resaltada en rojo, el predio está conformado por dos grandes áreas de terreno, articuladas por un camino propiedad del MAG, que funciona como paso regulado para los que quieran ingresar hasta la estación experimental Alfredo Volio Mata de la UCR, En la punta del sector sureste se encuentran las oficinas y el laboratorio de suelos y ubicado un poco más hacia el oeste se encuentran galerones con parte de los experimentos pecuarios, todo el sector noroeste está prácticamente desocupado como se puede ver en las fotos 4,5 y 6 del mosaico de la Imagen 5.

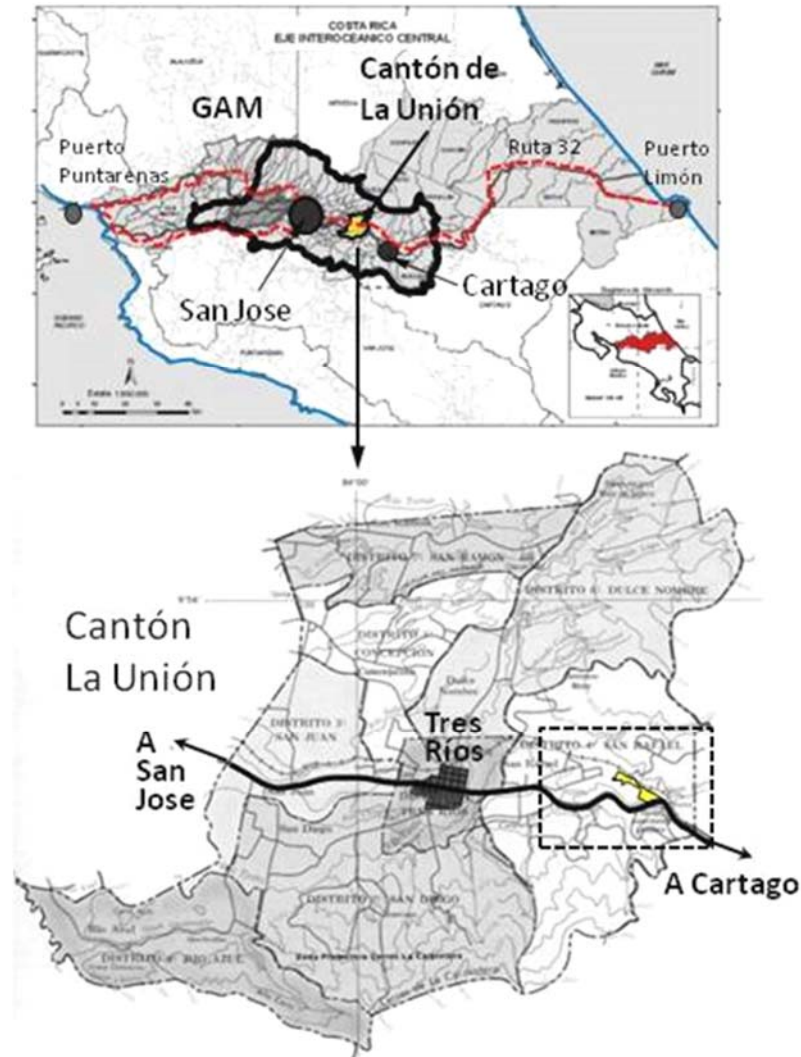


Imagen 2: ubicación geográfica con base en mapa del Atlas Cantonal del IFAM, obtenido de [http://ccp.ucr.ac.cr/bvp/mapoteca/CostaRica/generales/atlas\\_cantonal\\_1984/40-La\\_Union.pdf](http://ccp.ucr.ac.cr/bvp/mapoteca/CostaRica/generales/atlas_cantonal_1984/40-La_Union.pdf)

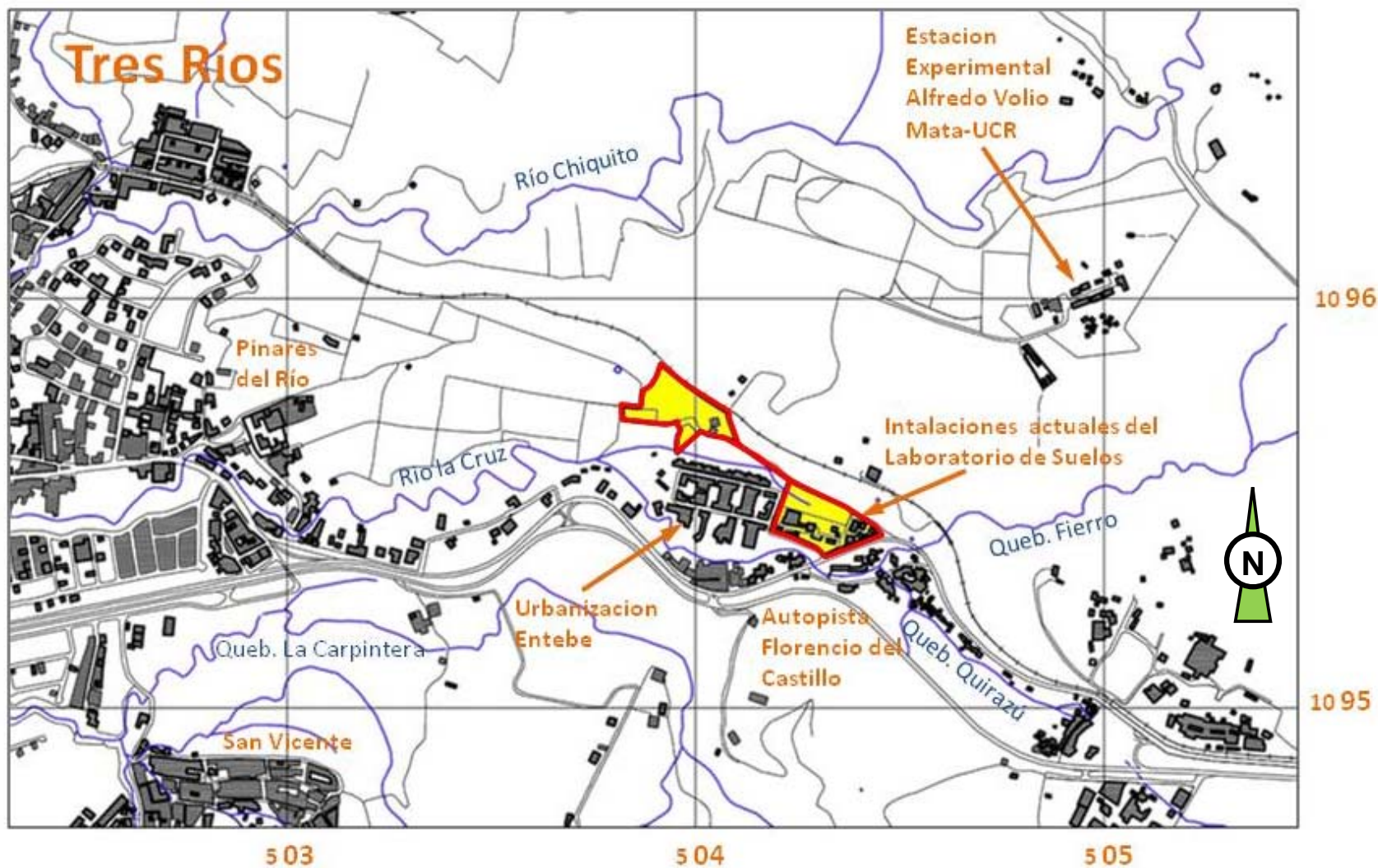


Imagen 3: Mapa de ubicación del predio en el contexto urbano, elaborado por el autor con base en el mapa de uso de suelos del Cantón La Unión, Mapas Prugam

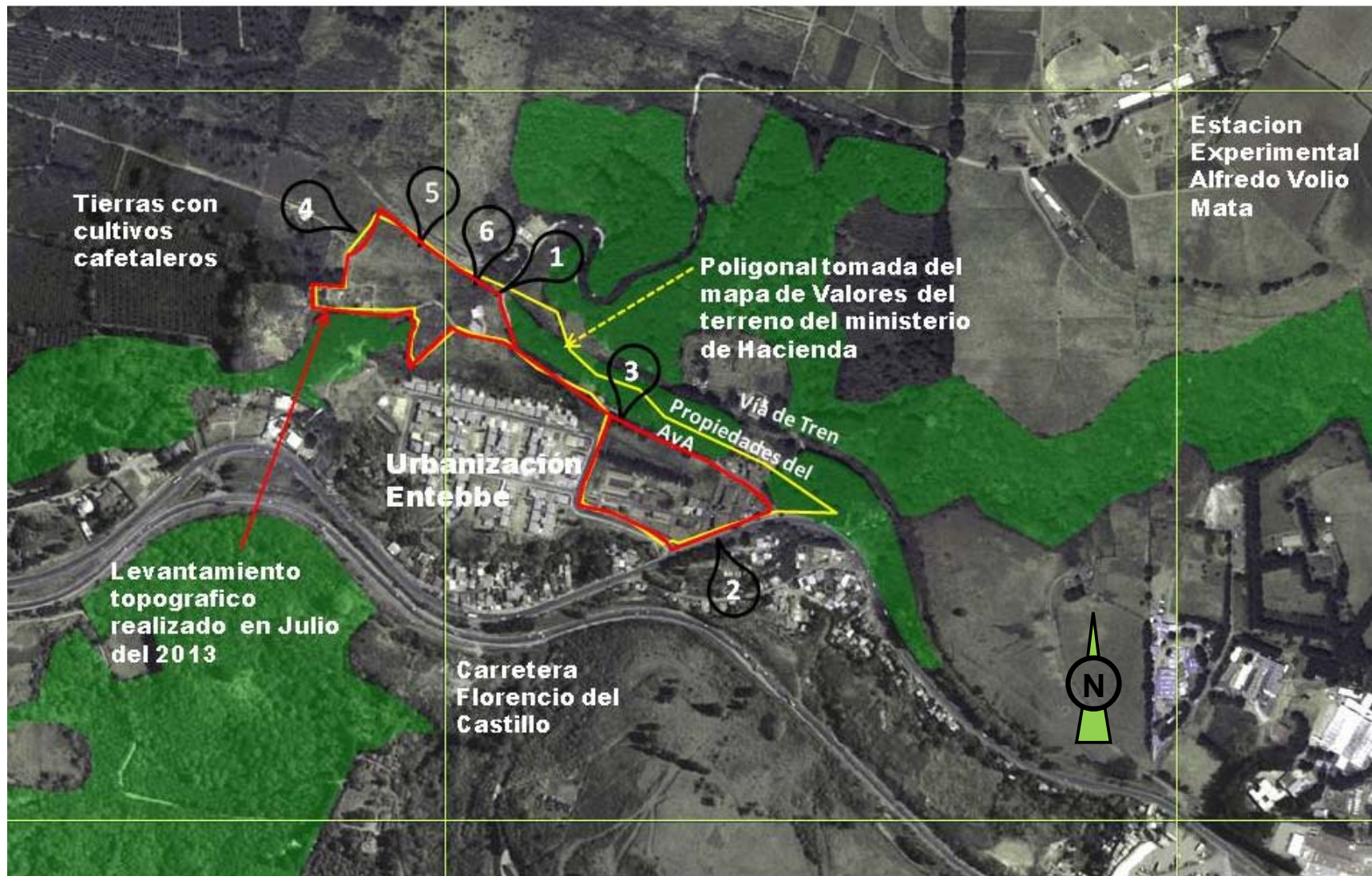
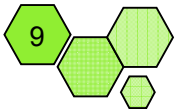


Imagen 4: Fotografía Satelital del predio obtenida de Windworld, modificada por el autor.





Imagen 5 fotografías del sitio, del autor



# Capítulo 2. El problema.

## 2.1 Formulación del problema.

El INTA fue creado a partir de noviembre del 2001, con la consigna de investigar y de transferir los conocimientos y técnicas al sector agropecuario, sin embargo esta labor se ha visto dificultada por el pequeño e inadecuado espacio que se le ha asignado al instituto, al que se ha tenido que ajustar a lo largo de los años, a falta de otra infraestructura.

Dada sus características de instituto el INTA cuenta con la posibilidad de capitalizar, lo que le ha brindado la posibilidad de captar recursos tanto públicos como privados, de tal manera que se encuentra en la posición y la necesidad de invertir recursos en infraestructura, tanto de laboratorios como de oficinas y espacios de reunión y capacitación.

### 2.1.1 Laboratorios inadecuados.

Los laboratorios de control biológico se encuentran en su mayoría en un edificio que en opinión de los técnicos y especialistas no reúne las condiciones de seguridad ni de control adecuados, lo que deteriora la credibilidad de la investigación desarrollada, mucha de la documentación de la investigación se encuentra en físico y sin un espacio óptimo para organizarla; el edificio en cuestión no cuenta con salidas de emergencias, no cumple la ley 7600 y no cumple las necesidades propias de un laboratorio. Por lo hacinado del espacio se ha incurrido en malas prácticas como revolver las zonas limpias con las sucias ( ver Imagen 6 e Imagen 7).

El Laboratorio de Suelos (ver Imagen 8), Foliar y Aguas se encuentran en un edificio relativamente nuevo, en el plantel del Alto de Ochomogo, aunque el edificio permite trabajar adecuadamente, presenta algunos problemas de diseño que dificultan la utilización del equipo. Este laboratorio recibe alrededor de 9000 muestras anuales de suelos, por parte del sector cañero, del sector caficultor, agencias de servicio agropecuario y otros. Los

laboratorios de entomología y nematología reciben alrededor de 1000 muestras anuales para estudios y el laboratorio de piensos y forrajes analiza más de 250 muestras anuales, por lo que existe la necesidad de mejorar la infraestructura para aumentar el nivel de competitividad y de eficiencia, pese a la importancia de este laboratorio para la institución no fue posible obtener sus características y requerimientos, a pesar de las llamadas y correos electrónicos no fue posible contactar a la encargada.

Como instituto de investigación y como gestor de desarrollo el INTA tiene la necesidad de validar sus investigaciones y su trabajo a nivel nacional e internacional, pero la carencia de espacios para realizar adecuadamente las pruebas, aunado al hecho de que el edificio no es propio, les ha impedido alcanzar una certificación; por lo que el instituto se encuentra en la urgente situación de construir una infraestructura propia con miras a una certificación nacional e internacional.

### 2.1.2 Falta de espacio administrativo y de capacitación.

En la actualidad una gran parte del cuerpo administrativo del INTA se encuentra en las instalaciones del MAG en Sabana Sur, esta competencia de espacio con el propio Ministerio, así como una infraestructura inadecuada para sus funciones le han limitado la capacidad de gestión y vuelve difícil su labor en la capacitación y transferencia. Las salas de reuniones son pequeñas y no permiten completa privacidad para las reuniones de los directivos y estas



Imagen 6: Fotografías del Laboratorio de Fitoprotección en los Anonos, 03-12-2014.

instalaciones por lo general son compartidas con muchos grupos por lo que no dan abasto.

Según explica el personal, constantemente tienen que estar gestionando salas para reuniones con universidades, municipalidades y todo tipo de organizaciones para poder realizar alrededor de unas 70 capacitaciones anuales. Estas capacitaciones se realizan a nivel técnico con productores e incluso con estudiantes. Las capacitaciones se realizan muchas veces durante todo el día, por lo que se suelen planificar con almuerzos.

Otra problemática del espacio actual es que este no les ha permitido manejar adecuadamente un sistema de archivos digital, por lo que muchas de las investigaciones están almacenadas en cajas en la bodega del Ministerio, lo que dificulta la transferencia del conocimiento. Se maneja una plataforma digital de intercambios de información, pero no existe una plataforma central; esta información es manejada en su mayoría por las estaciones experimentales de las zonas rurales

### 2.1.3 Justificación.

El sector agricultura en Costa Rica según estadísticas de PROCOMER, fue y sigue siendo la actividad más productiva a nivel económico del país. Para el 2011 el 57,2% del total de las exportaciones nacionales eran de este sector; ante este panorama se vislumbra la trascendencia de una política nacional más clara a favor del agro, así como la necesidad de impulsar una reforma



Imagen 7: Fotografías del Laboratorio de Fitoprotección en los Anonos, 03-12-2014

productiva que dote al mismo de recursos para poder competir con los mercados internacionales y al mismo tiempo resguardar la seguridad alimentaria del país.

Para comienzos del milenio la necesidad se volvió tan clara que se creó el INTA con tres propósitos fundamentales: **investigación, innovación y transferencia de conocimiento**; según se plantea en MIDEPLAN (2003) “la investigación se concibe como un pilar en los procesos de reconversión Productiva y mejora de la competitividad” (p.5) esta investigación debía responder a las necesidades y tendencias de un mercado cambiante,

El INTA contribuye a la economía nacional, facilitando condiciones que permitan el aumento constante de la productividad por medio de recomendaciones, productos y servicios tecnológicos que provocan incrementos en la productividad y mejora la calidad, procurando un mayor valor agregado por acabados finales de los productos agropecuarios, diferenciación de productos, reintroducción de nuevos productos, que permitan la participación del comercio exportador y del desarrollo rural; como elementos básicos de generación de empleo.

Conforme a lo establecido en su ley de creación, el INTA ha continuado creciendo bajo la protección del MAG, mientras adquiere poco a poco independencia administrativa y económica, construye algunos laboratorios como el actual laboratorio de “Suelos, aguas y plantas” ubicado en un terreno en Ochomogo, propiedad del MAG, y arrendando otros como el actual Laboratorio de Fitoprotección, a pesar de esto, la institución presenta una clara falta de infraestructura adecuada, sobre todo en aspectos técnicos

y de seguridad, requiere de un nuevo edificio que se ajuste a las necesidades.

Este nuevo edificio estaría conformado por un complejo de investigaciones y un centro administrativo, de información y capacitación del sector agrícola en todos sus niveles, cumpliendo así con el propósito de generar conocimiento e innovación tecnológica y permitir que este se transfiera a todos los niveles.



Imagen 8: fotos del Laboratorio de Suelos, 07-12-2014



## 2.2 Objetivos.

### 2.2.1 Objetivo General.

Elaborar el anteproyecto un Complejo de Investigación y Prestación de Servicios en Tecnología Agropecuaria en Ochomogo, Cartago.

### 2.2.2 Objetivos Específicos.

- 1) Investigar y construir una matriz de organización para los laboratorios y oficinas del complejo, que permita plantear un esquema funcional y conceptual claro.
- 2) Investigar y plantear un marco de estrategias de sostenibilidad y eficiencia energética para que se pueda trabajar en armonía con el entorno.
- 3) Proyectar el diseño del complejo para que responda a las necesidades de la institución y que se adapte a las condiciones del predio en el Alto de Ochomogo.

## Capítulo 3. Marco teórico.

### 3.1 Diseño de laboratorios.

Este marco pretende exponer los puntos clave en el diseño del conjunto de un laboratorio, criterios técnicos aplicables a la propuesta, una breve reseña de los tipos de laboratorios similares a las necesidades del INTA, así como algunas estrategias de sostenibilidad para el desarrollo de éstos. Revisará también los lineamientos propios sobre las certificaciones y sus posibles implicaciones físicas en el proyecto.

La investigación sobre diseño de laboratorios arrojó una serie de criterios por parte de reconocidos especialistas, estos criterios permiten perfilar el proyecto en términos de función, modulación, entorno social y niveles de seguridad, coincidentes en algunos puntos. Aunque no necesariamente iguales en sus abordajes permiten perfilar un proyecto con base en la evaluación de parámetros, pero también con base en las tendencias de nuestra era digital, las necesidades económicas y la responsabilidad ambiental que tanto se enfatiza en nuestros días.

### Puntos clave.

Los conceptos expuestos por los diferentes autores son amplios y se exponen de diversas maneras. Se encuentran interrelacionados por lo que tienden a compartir elementos en común; sin embargo, se definieron y agruparon en 4 puntos fundamentales a nivel del conjunto de la propuesta:

1. Laboratorio Flexible, “abierto” vs “cerrado”.
2. El módulo de laboratorio.
3. Construcción social para trabajo en equipo.
4. Seguridad y protección.
5. Criterios técnicos en la planificación del sitio.

La variedad de laboratorios es muy amplia, ya que esto depende del tipo de investigación que se realiza y sus necesidades, según recalcan los diferentes autores, se requiere de una estrecha colaboración entre el diseñador y los equipos de investigación para un adecuado y preciso desarrollo de éstos; en



ese sentido el programa arquitectónico resulta de gran importancia. Según explica el Arq. Brian Griffin “No puedo enfatizar demasiado la necesidad de convencer a los responsables del resumen de la importancia de su tarea. Se ha dicho tantas veces, porque es tan cierto, que el diseño del edificio es sólo tan bueno como el escrito.” (Griffin, 2005),. Como resultado de esto se desarrolló una “tabla de consultas” que se detalla en el apéndice.

### Laboratorio flexible.

La investigación está cambiando constantemente, el trabajo en equipo es determinante en ésta, pero con el constante cambio de las investigaciones es necesario que el espacio sea “flexible” para poder adaptarse bien a las necesidades de la nueva investigación, según Daniel Watch “Los sistemas de arquitectura e ingeniería deben ser diseñados para dar cabida en un precio asequible a múltiples distribuciones de planta que se puedan cambiar fácilmente de acuerdo a las necesidades de los equipos de investigación” (Watch, Building types Basic for Research Laboratories, 2001, pág. 10).

La guía de diseño de la NIH (National Institute of Health, entidad del gobierno de EEUU a cargo de la investigación en el ámbito de la salud) para sus instalaciones apunta que “La capacidad debe estar diseñada para permitir a los investigadores la flexibilidad para agregar equipos e instrumentación para satisfacer las siempre cambiantes necesidades sin comprometer la salud y seguridad en el laboratorio” (NIH, 2005).

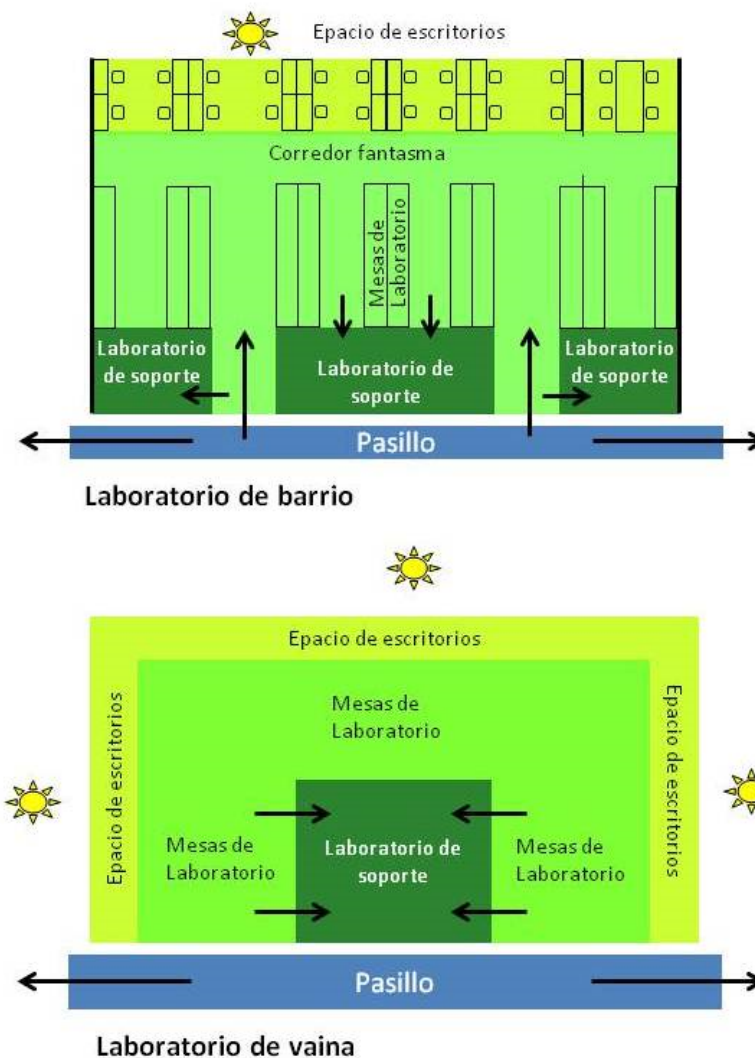


Imagen 9: Diagramas de “Laboratorio de Barrio” y “Laboratorio de vaina” basado en diagramas de la “NIH Design Policy and Guidelines”

Dentro de esta flexibilidad la NIH maneja varios conceptos de laboratorio como el “**barrio de laboratorio**” y el “**laboratorio de vaina**” (ver Imagen 9), en el caso del primero se pretende reunir en un mismo espacio todos los recursos que utilizan los investigadores, reduciendo de esta manera la duplicidad de los apoyos; en el caso de los laboratorios de vaina, el concepto es muy similar pero se centralizan las funciones de apoyo y los núcleos mecánicos, generando un área de mesas de laboratorio al rededor de éstos, y de ser posible un área perimetral que reúne las áreas de escritorios, maximizando así el uso de la luz natural. (NIH, 2005, pág. 75 y 76)

### “Abierto vs Cerrado”

Algunos laboratorios por su función y los equipos que utilizan no posibilitan esta flexibilidad y se consideran de un tipo más cerrado. En la medida que el edificio tenga la posibilidad de tener áreas de laboratorios abiertos (ver Imagen 10), aumenta la posibilidad de adaptarse a los cambios que las investigaciones exijan y por ende abarata costos en las futuras reconfiguraciones. Otro beneficio adicional de los laboratorios abiertos es la denominada “polinización cruzada entre disciplinas” ya que estos permiten la interacción entre investigadores, propiciando la creatividad y la colaboración, sin embargo como explica Daniel Watch.

*“La mayoría de las instalaciones de los laboratorios no necesitan el 100 por ciento de flexibilidad, ni tampoco la mayoría de las organizaciones tienen el presupuesto para pagar por ese grado de flexibilidad. El truco es diseñar para la cantidad adecuada de flexibilidad y equilibrar los costes*

### “Abierto vs cerrado”

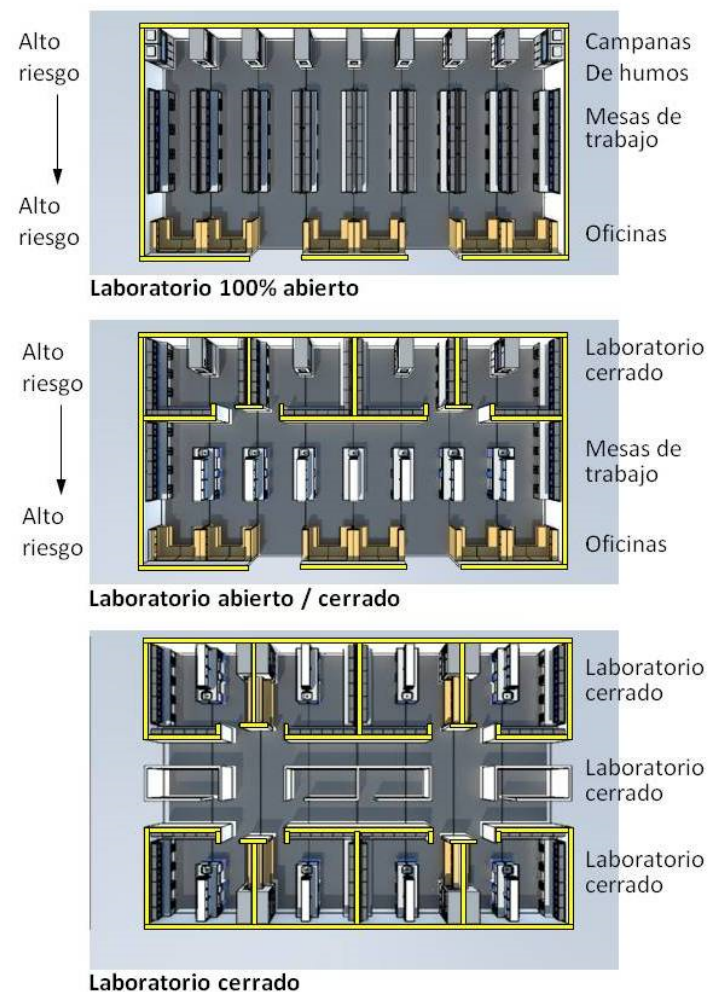


Imagen 10: diagrama de “abierto vs cerrado” elaboración propia basada en diagramas de D. Watch

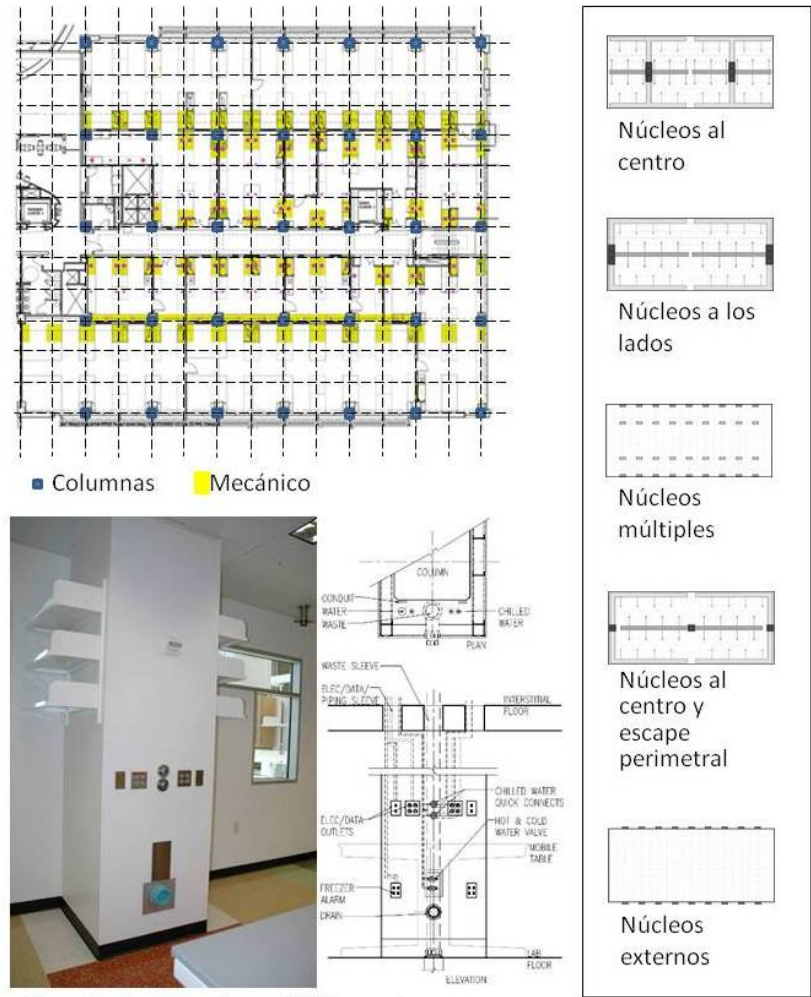
*iniciales y a largo plazo*”. Traducción propia (Watch, Building types Basic for Research Laboratories, 2001, pág. 20).

Una de las primeras estrategias para lograr esta flexibilidad son los sistemas estructurales denominados “de concha” que permiten construir una estructura de marcos y de envolventes, similar a la denominada planta libre, permitiendo mucha flexibilidad en la distribución interior.

Por la naturaleza de los trabajos realizados siempre son requeridas zonas de conexiones MEP (sistemas mecánicos, eléctricos y plomerías, ver Imagen 11) y para los HVAC (calefacción, ventilación y aire acondicionado). La clave para tener flexibilidad con respecto a estos recursos consiste en un sistema de “conectar y usar”, según explica el WBDG del National Institute of Building Sciences en tres puntos:

- Los laboratorios deben tener fácil “conexión/desconexión” en paredes y techos para permitir un rápido y accesible enganche de los equipos.
- Los sistemas de ingeniería deben ser diseñados de tal manera que las campanas de extracción pueden ser añadidas o eliminadas.
- El espacio debe permitir futuras ampliaciones de plomería y sistemas eléctricos en los corredores de servicios públicos, cielos y ductos verticales para HVAC. (Mira & Tolat, 2014)

Otra estrategia que suele implementarse en las zonas de investigación según D. Watch son los denominados “espacios



Ejemplo de conexiones MEP en columna

Imagen 11: Sistemas MEP y HVAC, imágenes y esquemas de la WBDG: Obtenido de: <http://www.wbdg.org/resources/labmodule.php#desc>

intersticiales”, éstos se encuentran por encima del techo de cada piso del laboratorio; se trata básicamente de un espacio extra en la altura que contiene todos los servicios de ingeniería para la planta de abajo, (ver Imagen 12) lo que genera mayor flexibilidad para los cambios y las ampliaciones de las funciones, las alturas de piso a piso pueden variar de 5,2m a 5,8m (Watch, Building types Basic for Research Laboratories, 2001, pág. 119), para Brian Griffin el espacio intersticial puede ser muy útil pero es considerablemente costoso con respecto a la opción que él denomina “espacio peristicial” es decir “una zona de servicios externa” que puede esconderse en la fachada tras una persiana de acero inoxidable; es mucho más accesible y económica, ya que no requiere de alturas extras y es más cómoda de revisar (Griffin, 2005, pág. 27)

### El módulo de laboratorio.

Aunque tanto Brian Griffin como Daniel Watch tocan el tema de la modulación, para D. Watch el diseño del módulo de laboratorio es clave para el diseño y para las posteriores remodelaciones del edificio. Según amplía, el módulo dependerá de las estaciones de trabajo y del equipo. Esta decisión debe tomarse con base en las necesidades del equipo de investigadores, por lo que el detalle del **programa arquitectónico** será crucial, la modulación de estos elementos influye directamente en la propia modulación estructural del edificio y en las posibilidades de transformar el espacio. Las empresas de investigación en Estados Unidos cambian un 25% de su planta física cada año (Watch, Building types Basic for Research Laboratories, 2001, pág. 106).

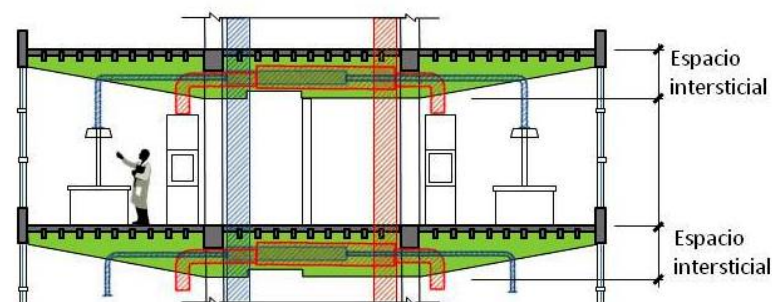


Diagrama de los espacios intersticiales y los sistemas mecánicos

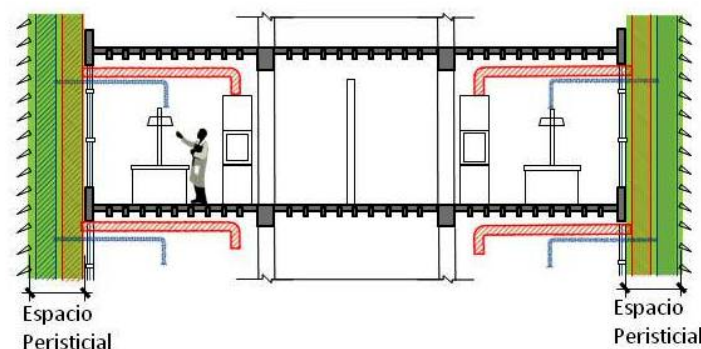


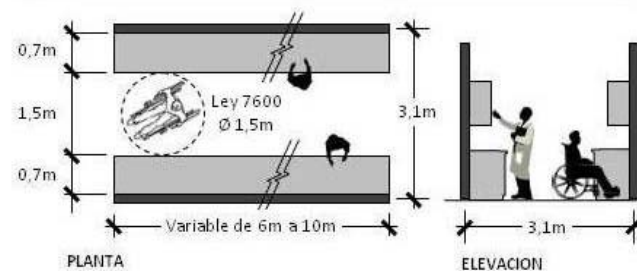
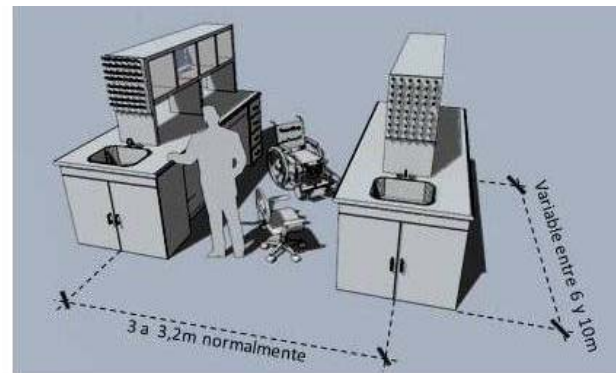
Diagrama de los espacios peristiciales y los sistemas mecánicos

Imagen 12: diagrama de espacios intersticial y peristicial, elaboración propia con base en los esquemas de Daniel Watch

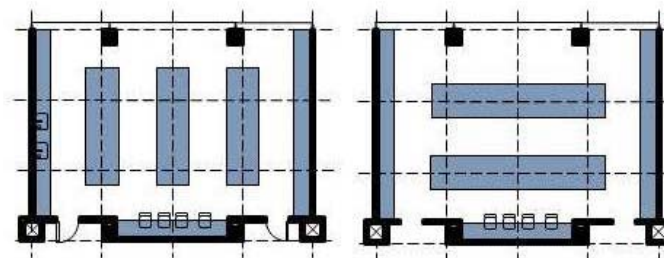
El diseño del módulo (ver Imagen 13) dependerá del mobiliario seleccionado y de la flexibilidad que se desea desarrollar, pero idealmente se busca un módulo estándar para los edificios que pueda ajustarse a los laboratorios y a las oficinas. A este respecto Daniel Watch ahonda más en la temática y expone que un módulo común de laboratorio tiene un ancho aproximado de 3,10m a 3,25m, y un largo variable entre 6,1m y 10m, la profundidad varía en función del costo efectividad del sistema estructural y del tamaño del laboratorio, el ancho está dado por la distancia entre dos muebles de estudio de casos y un pasillo de 1,5m como mínimo. (Watch, Building types Basic for Research Laboratories, 2001, pág. 106).

El módulo de laboratorio puede ser visto como una unidad bidireccional y tridireccional (ver Imagen 13 e Imagen 14), de tal forma que flexibilice el diseño del espacio. Una grilla bidireccional permite acomodar distintos largos de muebles en distintas direcciones, aumentando el potencial de diseño en planta (Watch, Building types Basic for Research Laboratories, 2001, pág. 107).

Esta grilla coordinada con el diseño estratégico de núcleos verticales de circulación y ductos puede permitir una gran variedad de distribuciones de plantas y circulaciones, aumentando la flexibilidad hasta lo que Daniel Watch denomina el “módulo tridimensional” (Watch, Building types Basic for Research Laboratories, 2001, pág. 110) concepto que se encuentra intrínsecamente relacionado con la planificación del sitio y sus implicaciones.



El modulo básico



Modulo Bidireccional

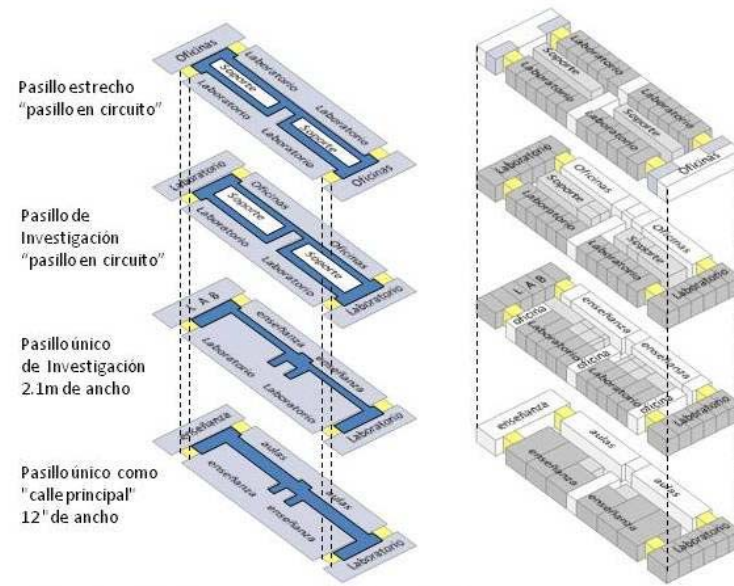
Imagen 13: diagrama del modulo básico y su bidireccionalidad, elaboración propia con base en esquemas de Daniel Watch.

## Circulación y áreas comunes.

La circulación del edificio afecta estratégicamente el trabajo, la privacidad y seguridad de las investigaciones, pero es también una oportunidad de crear espacios de gran carácter espacial, que permitan la posibilidad de interactuar y la posibilidad de exhibir hasta cierto punto los laboratorios a una eventual visita, que para el caso particular del INTA será un hecho. Algunos laboratorios emplean el concepto de "Itinerario de visita" que le permite a los visitantes observar desde ciertos corredores sin interrumpir el trabajo de los investigadores; permite a su vez la posibilidad de exhibir información, productos y demás de forma estratégica. Este recorrido suele ubicarse en paredes exteriores permitiendo la vista de laboratorios y de zonas exteriores a su vez. (Watch, Building types Basic for Research Laboratories, 2001, pág. 129).

Para muchos especialistas la configuración ideal del laboratorio es octogonal, permitiendo optimizar los flujos y el espacio de trabajo, por ende las configuraciones de pasillos obedecen a tres tipologías básicas que tienen múltiples variantes, pero una explicación básica de las tres tipologías es:

- **Pasillo Único:** son lo más eficientes y al concentrar los flujos aumentan la interacción de los investigadores, pero tienden a limitar el diseño y la amplitud del edificio, además presentan problemas de iluminación.
- **Disposición de dos corredores:** Es la solución más utilizada en los laboratorios, es 5% menos eficiente y puede generar



Modulo Tridimensional y circulaciones



Modulo Bidireccional en el conjunto

Imagen 14: modulación tridimensional y las circulaciones del conjunto

problemas de control de la seguridad pero aumenta la flexibilidad del diseño y de los flujos.

- **Disposición de tres corredores:** es la más flexible de todas las disposiciones y la menos eficiente (10% menos que el pasillo Único) pero puede permitir arreglar una disposición de “Limpio-Sucio” en las zonas de trabajo (Watch, Building types Basic for Research Laboratories, 2001, págs. 141-147).

Existen también otro tipo de circulaciones que se desarrollan dentro de los laboratorios, como:

**Corredor Fantasma:** Daniel Watch explica que esta es un área de circulación paralela que conecta la circulación interna de los laboratorios permitiendo una circulación a través de éstos; son utilizados entre grandes laboratorios donde la seguridad no es problema y los investigadores se conocen entre sí. Mejoran la eficiencia de un edificio y su rentabilidad. (Watch, Building types Basic for Research Laboratories, 2001, pág. 144). Según la NIH este tipo de corredores pueden además funcionar como rutas de emergencia secundarias.

**Corredores de servicios:** Son pasillos usados para acceder a las utilidades del laboratorio y a los sistemas y ductos mecánicos, se recomiendan con anchos no menores a 1,5m. (NIH, 2005)

## Mobiliario y equipo.

El detalle de éstos es esencial antes de comenzar la planificación, en su mayoría son escogidos y definidos por el



Imagen 15: tipología de muebles, elaboración propia



Imagen 16: muebles en Voladizo, obtenida de:  
<http://www.wbdg.org/resources/labtrends.php?r=research>

grupo de investigadores de acuerdo a sus necesidades (ver Imagen 15), sin embargo, en el caso del mobiliario siempre es posible colaborar con algunas recomendaciones dado el tipo y necesidad. Con respecto a los equipos aunque se verán en detalle en el programa arquitectónico, se realiza una pequeña reseña de algunos que pueden tener su repercusión a nivel de espacio.

La escogencia del mobiliario es importante porque afectaran la flexibilidad del trabajo y la posibilidad de acoplarse a las diferentes investigaciones. Hay cuatro tipos básicos de mueble de trabajo para un laboratorio según detalla Daniel Watch:

- **Mueble de trabajo fijo:** es el más económico pero el menos flexible por su condición de mueble unido a la pared, puede ser útil en ciertas zonas que por su especialización no tienden al cambio.
- **Mueble de trabajo Hung:** consiste de encimeras colgando de rieles anclados en la pared, los gabinetes inferiores son móviles y pueden ser reubicados con relativa facilidad pero requieren estar adosados a una estructura de pared y son problemáticos con el equipo sensible a la vibración.
- **Mueble de trabajo en voladizo:** consiste en un sistema de encimeras y repisas montadas en una estructura auto portante, es muy flexible pero ofrece menos campo de almacenaje y su costo es 20% mayor (ver Imagen 16).
- **Mueble de trabajo móvil:** como se puede ver en la Imagen 17, son los más flexibles pero su costo es considerablemente mayor, además su gran movilidad puede crear algunos inconvenientes en las áreas de trabajo si no se aseguran



Imagen 17: mobiliario de laboratorio, del UCD-Science Laboratory, cortesía del fotógrafo Donal Murphy



adecuadamente. (Watch, Building types Basic for Research Laboratories, 2001, pág. 153)

Los acabados y el material de este mobiliario son variados y dependerá del uso específico de cada laboratorio. En la mayoría de los casos que se trabaje con muestras patógenas o con químicos será importante el uso de bordes redondeados y de materiales fáciles de limpiar o resistentes a químicos. Determinar el tipo de almacenaje que podría realizarse en estos muebles también es importante, ya que estos se escogerán específicamente para el tipo de trabajo para el que se necesiten, será también una tarea clave determinar los requerimientos y escoger el mobiliario para la eficiencia del laboratorio y es importante consultar con los especialistas los requerimientos de este mobiliario.

Siempre es recomendable asignar un 25% del espacio como zona de equipos lo que va a facilitar a los investigadores traer al laboratorio el equipo o el mobiliario que consideren necesario, permitiendo gran adaptabilidad sin necesidad de remodelar. (Tolat & Watch, 2014)

Los equipos de un laboratorio presentan gran variedad de requisitos por lo que se deben investigar cuidadosamente una vez que se definen por los técnicos y especialistas y tener las previsiones técnicas necesarias para su instalación. Algunos equipos pueden ser de gran tamaño por lo que también es importante prever una ruta de acceso de éstos hasta el lugar donde se ubicarán finalmente. Griffin recomienda una ruta de al menos 1,50m desde el exterior hasta cada piso (Griffin, 2005, pág. 65)



Cuarto de servidores, VIA Gallery, obtenido de:  
<https://www.flickr.com/photos/viagallery/2293424530/>



Cámara de crecimiento, obtenida de:  
<http://pixabay.com/en/laboratory-scientists-research-385349/>

Imagen 18: Espacios especialmente habilitados para equipo, arriba cuarto de servidores, abajo cámara de crecimiento

El equipo de un laboratorio es normalmente muy variado, sin embargo es posible identificar ciertos equipos que se utilizan con mayor frecuencia y que resultan de interés por sus implicaciones espaciales (ver Imagen 18). Entre estos tenemos:

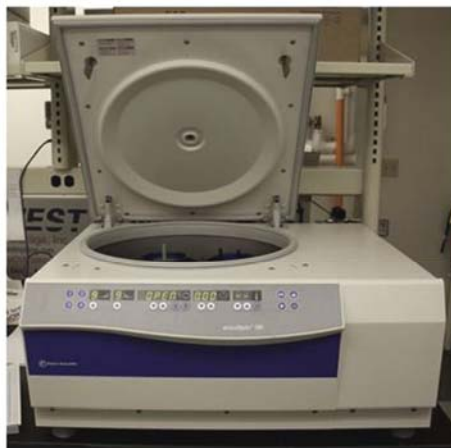
- **Computadoras:** los diferentes autores concuerdan en que las computadoras hoy en día juegan un papel fundamental en las investigaciones, es fundamental la previsión de cuarto de servidores y redes de conexión.
- **Autoclaves:** son variados, como el de la Imagen 19 se pueden usar tanto para la esterilización de instrumentos como para la descontaminación de éstos, es importante ubicarlos en un “área sucia” donde su uso no interfiera con los laboratorios. (Watch, Building types Basic for Research Laboratories, 2001, pág. 177)
- **Hornos:** se recomienda ubicarlos contra una pared, alejados de las mesas de carácter general de trabajo, o de ser posible en una habitación aparte, ya que a pesar de los avances todavía presentan una gran carga térmica, la ubicación de estos debe ser muy estratégica. (Griffin, 2005, pág. 64)



Autoclave de laboratorio, obtenida de: [http://es.wikipedia.org/wiki/Autoclave#mediaviewer/File:Autoclave\(1\).JPG](http://es.wikipedia.org/wiki/Autoclave#mediaviewer/File:Autoclave(1).JPG)



Incubadora, imagen obtenida de [http://es.wikipedia.org/wiki/Incubadora#mediaviewer/File:Bacteriological\\_incubator.jpg](http://es.wikipedia.org/wiki/Incubadora#mediaviewer/File:Bacteriological_incubator.jpg)



Centrifuga, obtenido de: <http://www.flickr.com/photos/mjanicki/3793323347>



Refrigeradores del biobanco, ILRI, obtenida de: <http://www.flickr.com/photos/ilri/5973659763>

Imagen 19: mosaico de imágenes de equipo de uso frecuente en los laboratorios

- **Incubadoras:** son muy variadas, se utilizan para el crecimiento de cultivo de diferente índole, presentan un potencial de exhibición si se plantean visibles para los recorridos de los visitantes. (Griffin, 2005, pág. 64)
- **Cámaras de crecimiento:** Utilizadas para el crecimiento de plantas obtenidas del germoplasma, presenta también un gran atractivo visual para los recorridos de los visitantes.
- **Refrigeradores:** son de uso común en los laboratorios, sin embargo generan calor e interfieren con el aire acondicionado, por lo que existe la tendencia a la utilización de cuartos fríos que concentren las funciones de varias refrigeradoras, es importante plantear la posibilidad. (Griffin, 2005, pág. 64)

## Construcción social para trabajo en equipo.

Los nuevos proyectos de trabajo implican mayor trabajo en equipo por parte de los distintos especialistas, la interdisciplinariedad de los nuevos proyectos y la posibilidad de generar intercambio de ideas, hacen del laboratorio un entorno más social hoy en día.

Implica una tendencia a laboratorios más abiertos, más espacios de reunión formales e informales, áreas de recursos compartidos que permiten la interacción de los científicos para que adopten nuevos enfoques y herramientas de investigación tan pronto como éstas estén disponibles, según explica D. Watch *“las funciones de la ciencia mejoran cuando son apoyadas por una*

*arquitectura que facilita la interacción tanto estructurada y no estructurada, el uso flexible del espacio y el uso compartido de los recursos.”* (Watch, Building types Basic for Research Laboratories, 2001, pág. 04)

Según se desprende de las entrevistas realizadas a los técnicos de los laboratorios, aunque éstos están planteados administrativamente de forma individual, la colaboración entre sus especialistas ha sido recurrente, ya que dependiendo de las muestras y los distintos tipos de estudio que se realizan, dos o más de los especialistas deben participar del estudio.

Las áreas comunes en los laboratorios tienen el potencial de permitir la interacción entre los investigadores y propiciar el desarrollo de ideas, estas áreas pueden ser pequeñas salas de descanso de 7m<sup>2</sup> a 9m<sup>2</sup>, pueden estar en distintos niveles o en



Imagen 20: Centro de nanotecnología Krishna P. Singh, cortesía de Albert Večerka, obtenida de: <http://www.plataformaarquitectura.cl/cl/02-300820/centro-de-nanotecnologia-krishna-p-singh-weiss-manfredi/524f2f74e8e44ecb17000525>

las escaleras y las zonas de ascensores (ver Imagen 20 e Imagen 21). La guía de diseño para las instalaciones de investigación de la NIH no solo toma esto en cuenta, sino que además detalla en el punto B.1.5 que:

*“El diseñador debe considerar las áreas de interacción informales alternativas, como nichos o áreas de eventos en los extremos de los pasillos donde los investigadores pueden hablar entre sí sin necesidad de utilizar el área de descanso tradicional; las escaleras pueden ser diseñados como áreas abiertas y bien iluminadas, donde los investigadores pueden reunirse subiendo o bajando entre los pisos; los vestíbulos de los ascensores y pasillos de circulación general podrían tener luz natural y vistas y ser lo suficientemente grande como para proporcionar zonas de asientos informales” (NIH, 2005)*



Imagen 21: UCSF Institute for Regeneration Medicine (Instituto para Medicina Regenerativa), Cortesía del Arquitecto Rafael Viñoly, ©Bruce Damonte, obtenida de: <http://noticias.arq.com.mx/cgi-bin/paace.cgi?page=imagengrande:link=12101:imagen=%2F12101-3.jpg>

## Seguridad y protección.

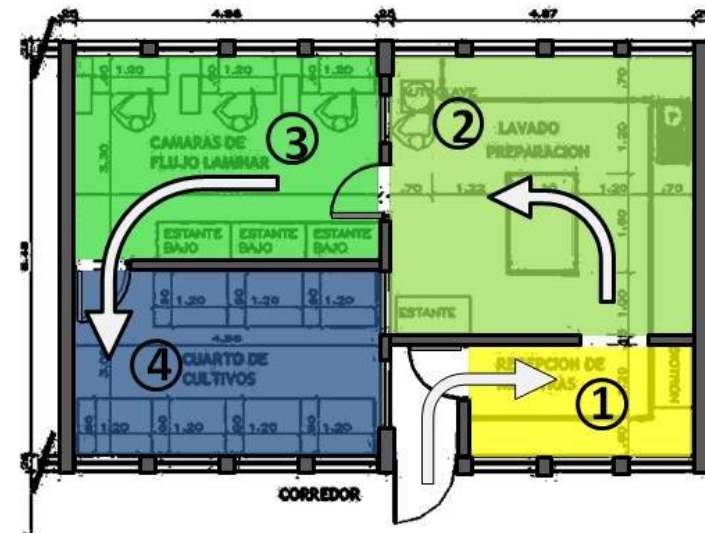
El uso de ambos términos puede parecer redundante, sin embargo en términos de un laboratorio son distintos, el término seguridad se enfoca en el cuidado con respecto a los peligros propios del laboratorio, tanto a nivel de químicos y de radiaciones, posibles patógenos, rutas de evacuación, así como las previstas para la contención de estos riesgos dentro del laboratorio.

El término protección hace referencia a los mecanismos de control de ingreso al edificio, sistemas de vigilancia y cualquier otra estrategia que permita mantener el control de los ingresos en las instalaciones y la privacidad de las investigaciones.

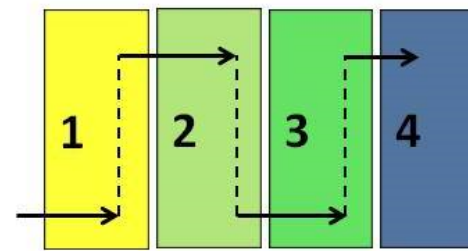
Como principio base de la seguridad los laboratorios se organizan con los mayores riesgos (como campanas extractoras) más alejados de las puertas y los elementos menos peligrosos (como escritorios) alejados de las puertas. (Tolat & Watch, 2014), a este principio se le puede adjuntar como corolario que la seguridad de los ambientes asépticos o de contención se organiza a su vez de una forma escalonada, aumentando el grado de asepsia y de rigurosidad cada nivel que se avanza dentro de la instalación, como sucede con las cámaras de cultivo “in vitro”, esto permite el control del ingreso o salida de contaminantes (ver Imagen 22).

Según explica el WBDG del “National Institute of Building Sciences” los puntos clave en el diseño de la seguridad de un laboratorio son:

## Principio de niveles de seguridad escalonada



DE MENOR A MAYOR  
AISLAMIENTO/RIESGO



INGRESO DEL PERSONAL

Imagen 22: Diagrama sobre asepsia escalonada, elaboración propia

- “La clasificación del laboratorio dependerá de la cantidad y tipo de químicos presentes en el laboratorio.
- Los dispositivos de contención: campanas extractoras y gabinetes de bioseguridad.
- Los niveles de contención de bioseguridad como principio de diseño.
- La seguridad radiológica.
- La seguridad de los empleados: duchas, lavajos y otras medidas relacionadas.
- Energía de emergencia.” (Mira & Tolat, 2014)

## Clasificación de seguridad biológica.

El control y los mecanismos que se implementan en cada laboratorio dependen de si se trabaja con químicos y reactivos peligrosos, así como de si se trabaja con elementos radiactivos o con patógenos peligrosos, en el caso de estos últimos la OMS clasifica los laboratorios en 4 niveles de seguridad según el nivel de riesgo biológico:

- **Laboratorio básico- nivel de bioseguridad 1 (LS1):** Para enseñanza básica e investigación, se trabaja con TMA (técnicas microbiológicas apropiadas) se puede trabajar en mesas al descubierto
- **Laboratorio básico -nivel de bioseguridad 2 (BLS-2):** Servicios de atención primaria, diagnóstico e investigación, se trabaja con TMA y con ropa protectora, se utiliza la señal de riesgo biológico, se trabaja en

mesa al descubierto y CSB (Cámara de seguridad Biológica) para posibles aerosoles.

- **Laboratorio de Contención -nivel de bioseguridad 3 (BLS-3):** Diagnóstico especial e investigación, prácticas de nivel 2, más ropa especial, acceso controlado y flujo de aire direccional, CBS además de otros medios de contención primario para las actividades.
- **Laboratorio de Contención Máxima –nivel de bioseguridad 4 (BLS-4):** Unidades de patógenos peligrosos, prácticas de nivel 3 mas cámara de entrada con cierre hermético, salida con ducha y eliminación especial de residuos (ver Imagen 23), CBS clase III o trajes presurizados junto con CBS clase II, autoclaves de doble puerta (a través de la pared), sistema de aire filtrado HEPA (ver Imagen 24). (OMS, 2005)

Este tipo de clasificación del laboratorio se da en función del riesgo de infección con agentes patógenos, a nivel de laboratorios clínicos especialmente, sin embargo es digno de tomarse en cuenta, en lo que respecta al trabajo agropecuario que pocos países parecen tener algún marco o legislación que lo

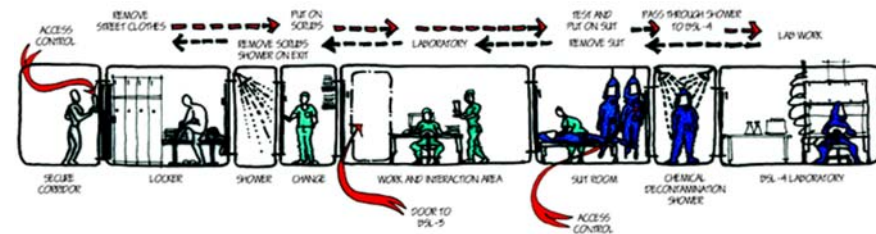


Imagen 23: Bioseguridad de nivel 4, obtenida de: <http://www.niaid.nih.gov/SiteCollectionImages/about/organization/dir/BSL4labBig.jpg>

regule, Chile es un caso en el que su “Manual de Normas de Bioseguridad” contempla el uso de plantas infectadas con microorganismo patógenos y plantas de experimentación, considerándolas con el mismo cuidado que los microorganismos patógenos en el hombre por sus potenciales consecuencias en los cultivos. (CONICYT, 2008)

En el caso de los Estados Unidos, aunque no existe una normativa que regule la operación de los laboratorios agropecuarios como tales, existen regulaciones sobre el uso de animales en pruebas de laboratorio; no obstante a esta carencia de leyes específicas, las instituciones federales relacionadas con el tema como el HHS (Departamento de salud y servicios Humanos), la NIH y la USDA (Departamento de Agricultura de los EE.UU.) colaboraron en la creación de una guía de la CDC (Centro de Control y prevención de Enfermedades) llamada “Bioseguridad en laboratorios microbiológicos y biomédicos (BMBL) 5ª Edición” esta guía en su apéndice D-“Bioseguridad en Patógenos agrícolas” detalla una serie de prácticas y recomendaciones para los diferentes trabajos de investigación agropecuaria que se pueden realizar, hasta un nivel de alto riesgo de bioseguridad denominado “BSL-3-ag” ya que como se explica “La gestión de riesgos para la investigación agrícola se basa en el impacto económico potencial y de las consecuencias comerciales de las enfermedades de animales y de plantas” (CDC, 2010). En este apéndice se detallan las recomendaciones según la investigación que se realiza, pero como se explica la regulación final de estas la realiza directamente la USDA.

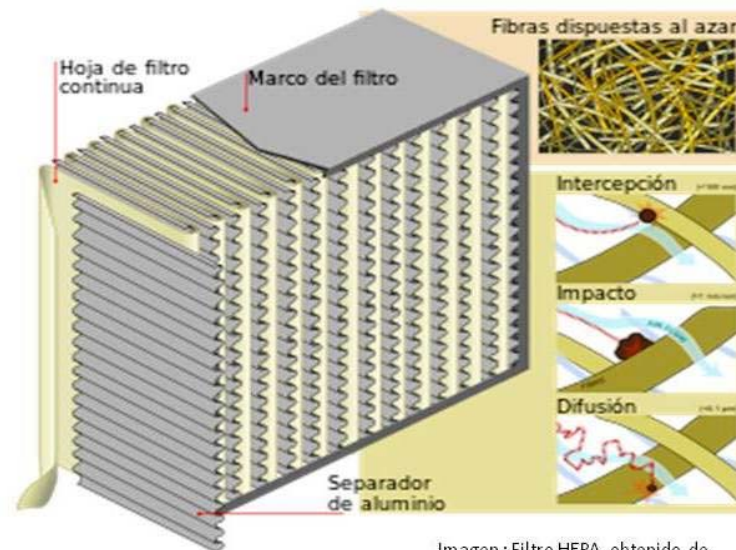


Imagen: Filtro HEPA, obtenido de <http://www.tch.es/sala-limpia/>



Cuarto limpio, del “UCL Mathematical and Physical Sciences”, obtenida de: <https://www.flickr.com/photos/uclmaps/9148355219/sizes/l>

Imagen 24: arriba diagrama de un filtro HEPA y abajo foto de un Cuarto Limpio de la “UCL Mathematical and Physical Sciences”

## Clasificación de riesgo químico.

En lo que respecta a la clasificación de riesgo químico, existen al menos 5 clasificaciones conocidas, el de EPA (Environmental Protection Agency, USA), el de OSHA (Occupational Safety & Health Administration), el de CE (Comunidad Europea), el IMDG (“International Maritime Dangerous Goods Code” ver Imagen 25) y el GHS de la ONU (Globally Harmonized System). La UNA de CR implemento el sistema IMDG de la IMO, según explica Mora Barrantes J.C; citando a la PNUMA, OMS, SAICM. (Mora Barrantes, Piedra Marín, Benavides Ramirez, & Ruepert Ruepert, 2012, pág. 52 a 54)

Para la clasificación de riesgo químico Costa Rica está actualmente tramitando un reglamento ante la OMC, en el que se pretende catalogar los productos químicos mediante 9 clases de productos peligrosos: Clase 1 Explosivos, Clase 2 Gases, Clase 3 Líquidos Inflamables, Clase 4 Sólidos Inflamables, Clase 5 Oxidantes o comburentes y peróxidos orgánicos, Clase 6.1 Tóxicos, Clase 8 Corrosivos, Clase 9 Misceláneos. (Ministerio de Salud, 2014), pero por el momento la clasificación de los productos químicos se realiza mediante el **Reglamento para la clasificación de riesgos de productos químicos** (Decreto 24867)

La evaluación y clasificación de estos niveles de seguridad junto con la evaluación de riesgo químico y radiactivo corresponden estrictamente a los encargados de los diferentes laboratorios, estas diferentes clasificaciones permiten definir los controles específicos de cada laboratorio y deben quedar

Clase	División	Simbología
Clase 1. Explosivos	1.1: Riesgo de explosión en masa 1.2: Riesgo de proyección 1.3: Riesgo de incendio	
	1.4: Bajo riesgo de explosión en masa 1.5: Riesgo de explosión en masa, pero son altamente insensibles 1.6: Contienen reactivos detonantes sin riesgo de explosión en masa	  
Clase 2. Gases	2.1: Inflamables 2.2: No inflamables 2.3: Tóxicos	  
Clase 3. Líquidos inflamables		
Clase 4. Sólidos inflamables	4.1: Sólidos inflamables 4.2: Sólidos de combustión espontánea 4.3: Sustancias reactivas al agua	  
Clase 5. Oxidantes y peróxidos orgánicos	5.1: Oxidantes 5.2: Peróxidos orgánicos	 
Clase 6. Venenosos e infecciosos	6.1: Sustancias venenosas 6.2 Sustancias infecciosas	 
Clase 7. Radiactivos Clase 8. Corrosivos Clase 9. Misceláneos		  

Imagen 25: “Cuadro 4 clasificación de reactivos químicos según el código de la IMDG” tomado del artículo -Clasificación de reactivos químicos en la Universidad Nacional- de Tecnología en Marcha vol. 25, nº3, julio-septiembre de 2012.



definidos en el programa arquitectónico. Además es necesario establecer con los equipos de investigación las políticas y protocolos de los desechos para establecer el tratamiento de los mismos. .

El diseño del laboratorio, una vez establecidas las zonas de riesgo y los niveles y tipos, se deben establecer una serie de estrategias que permiten mejorar el control de la seguridad, por ejemplo “En la mayoría de los casos, los laboratorios deben organizarse con los mayores riesgos (por ejemplo, campanas extractoras) más alejados de la puerta de entrada y los elementos menos peligrosos (por ejemplo, estaciones de redacción) más cercanas a la puerta” (Watch, Building types Basic for Research Laboratories, 2001, pág. 161) además de esto muchos laboratorios están obligados a estar con presión de aire negativa; con respecto al corredor, es necesario evitar los sifones en el piso o cualquier perforación, se recomienda la aspiración en húmedo, y la colocación de centros de emergencias en zonas estratégicas de cada nivel y edificio, se recomienda el uso de extintores, duchas de seguridad (ver Imagen 26) y válvulas de cierre en el espacio de entrada a cada laboratorio, es recomendable más de una salida en laboratorios de más de 80m<sup>2</sup>. (Watch, Building types Basic for Research Laboratories, 2001, pág. 162).

Las barreras de contención se clasifican en primarias y secundarias. Las primarias son aquellas que protegen al personal y al ambiente inmediato de agente de riesgo (vestimenta, guantes, gabinetes de bioseguridad y equipos provistos de dispositivos de seguridad), las barreras secundarias son aquellas que protegen al ambiente externo de los agentes de riesgo (diseño del laboratorio



Lavaojos, obtenido de: [http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Augend\\_1.jpg](http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Augend_1.jpg)



<http://www.flickr.com/photos/twosevenoneonenineeightthreesevenatenzerosix/7848906222/in/photostream/>

Imagen 26: Ducha y lavaojos de emergencias

e implementación de equipos básicos de seguridad acordes a los riesgos del laboratorio. (CONICYT, 2008, pág. 16)

### Equipo básico de seguridad y contención.

Los equipos son muy variados y específicos para cada tipo de trabajo; sin embargo dentro de los principales equipos en casos de emergencias podemos clasificar los más usados en biotecnología de la siguiente manera:

- **Duchas y lavajos de Emergencia:** Según los estándares de la ANSI (American National Standards Institute) ningún puesto de investigación debería estar a menos de 30m de una, no se recomienda el uso de desagüe en ellas, una ducha de seguridad puede ser diseñada con cierre manual o ser diseñada con un corte automático, pero debe ofrecer 50 galones antes de del cierre automático, todas las duchas de seguridad deben proporcionar agua a baja velocidad, con temperatura de 21°C a 32°C. (Watch, Building types Basic for Research Laboratories, 2001, págs. 162-163).
- **Extintores:** Son la primera línea de defensa en caso de incendios, se deben proporcionar de acuerdo a los requerimientos de cada laboratorio, idealmente deberían existir unidades de peso ligero cerca de las estaciones de trabajo de personas con discapacidad, en todo caso también es recomendable el uso de un sistema de rociadores.

Dentro de los equipos de contención y seguridad más usados encontramos las campanas de humos, que son en esencia cajas con un extractor de aire que limpia el aire donde un trabajador está vertiendo, pesando, triturando o dispensando



Imagen : Cámara de flujo laminar, obtenida de [http://es.wikipedia.org/wiki/Cabina\\_de\\_flujo\\_laminar](http://es.wikipedia.org/wiki/Cabina_de_flujo_laminar)



Virólogo con traje en cámara de bioseguridad, cortesía de CDC / James Gathany, obtenida de: <http://phil.cdc.gov/Phil/details.asp>

Imagen 27 cámaras de flujo laminar y de bioseguridad

productos químicos o biológicos de los que se conoce o se sospecha su peligrosidad. Para reducir el riesgo de una explosión es recomendable que estén en paredes exteriores, de preferencia alejadas de las puertas, aunque este criterio puede entrar un poco en conflicto con conceptos como los laboratorios de vaina y el de Barrio, sin embargo esto dependerá de la evaluación del tipo y riesgo de la campana que se necesite.

Existen varios tipos de campanas especializadas como las de radioisótopos y la de ácido perclórico (Watch, Building types Basic for Research Laboratories, 2001, págs. 157-158), sin embargo para el caso de laboratorios agrícolas los tipos más probables de campana serán:

- **Cámaras de Seguridad Biológica:** Son cabinas diseñadas con filtros tipo HEPA (ver Imagen 24) para proteger al trabajador y al medio ambiente de partículas y aerosoles nocivos, estas se clasifican en 3 clases, el clase I, el clase II que se subdivide en A, B y B2, y finalmente el clase III que es para los niveles más altos de peligrosidad. (Watch, Building types Basic for Research Laboratories, 2001, págs. 158-159)
- **Cámaras de Flujo Laminar:** Son cabinas que inyectan aire a través de un filtro tipo HEPA en forma laminar en dirección del espacio de trabajo y el usuario, mantiene el área de trabajo libre de contaminantes; por lo que protege la muestra pero no a la persona que trabaja en ella (ver Imagen 27), esta diferencia es importante ya que la persona debe estar consciente de que al usarlas se expone a la muestra. (CDC, 2010, pág. 298)

- **Capuchas Canopy:** se colocan sobre el equipo o sobre áreas de trabajo para capturar el calor y los vapores, se recomienda un caudal de 75 pies cúbicos x minuto (2.12m<sup>3</sup> por Minuto) (Watch, Building types Basic for Research Laboratories, 2001, pág. 159)
- **Snorkel:** “son pequeños conos de captura unidos a un brazo ajustable, suspendidos de la pared o del techo”. (Watch, Building types Basic for Research Laboratories, 2001, pág. 159)

### Criterios técnicos en la planificación de sitio.

La planificación del sitio implica elementos clave como los accesos y el nivel de control en estacionamientos, zonas de carga y descarga, la ventilación y el asoleamiento y demás elementos típicos de la planificación, pero en el caso particular de los laboratorios se da énfasis a tres aspectos clave: la ubicación de cuartos de máquinas y equipos de HVAC, la ubicación de las rejillas de suministro de aire y las chimeneas con respecto al viento, y finalmente las rutas de evacuación.

Como explica Daniel Watch la ubicación de los cuartos mecánicos, se puede realizar en diferentes zonas del edificio, así por ejemplo en el sótano “permite a los equipos mecánicos que se encuentran en el sótano, la reducción de la escala del edificio... proporciona un fácil acceso para los ingenieros a las instalaciones de los equipos mecánicos” (Watch, Building types Basic for Research Laboratories, 2001, pág. 117) lo que resulta muy útil mientras el nivel freático lo permita, la ubicación en una estructura independiente del edificio implica mayor área de cobertura y la

ubicación de éste en el techo implica un incremento en los costos de estructura del edificio. Otra posibilidad es la creación de pequeñas salas de máquinas en distintos niveles y zonas del edificio como en el caso del Centro de Cáncer Hutchinson en Seattle que está diseñado con las manejadoras de aire en cada piso para eliminar la necesidad de un sótano, ático o el espacio intersticial.” (Watch, Building types Basic for Research Laboratories, 2001, pág. 117).

El diseño de chimeneas y de rejillas de suministro de aire debe estar planificado con respecto a la dirección de los vientos, para evitar que algún vapor se recircule en el laboratorio con peligrosas consecuencias, adicionalmente la altura de chimeneas debería ser de al menos 3m, los elementos de chimenea plantean también un concepto de imagen e identidad del laboratorio, que trabajados correctamente pueden crear un elemento de identidad del edificio.

Las rutas de evacuación deben ser estudiadas constantemente, desde la escala de macro hasta la propuesta de diseño de los espacios particulares, ésta será afectada directamente por el nivel de seguridad de los espacios y por la cantidad de personal laborando (ver Imagen 28).

Adicionalmente a estas consideraciones se discuten otros elementos como los parqueos, en los que cabe señalar que “Los parqueos bajo edificios de laboratorio no son muy comunes, ya que el módulo de laboratorio típico no corresponde fácilmente al módulo de estacionamiento típico” (Watch, Building types Basic for Research Laboratories, 2001, pág. 110), además de la consideración del coste ya que el autor también expone que los

costos de los parqueos superficiales requieren más terreno, pero el coste en la inversión es de una décima parte de los costos de un parqueo estructurado. (Watch, Building types Basic for Research Laboratories, 2001, pág. 110).

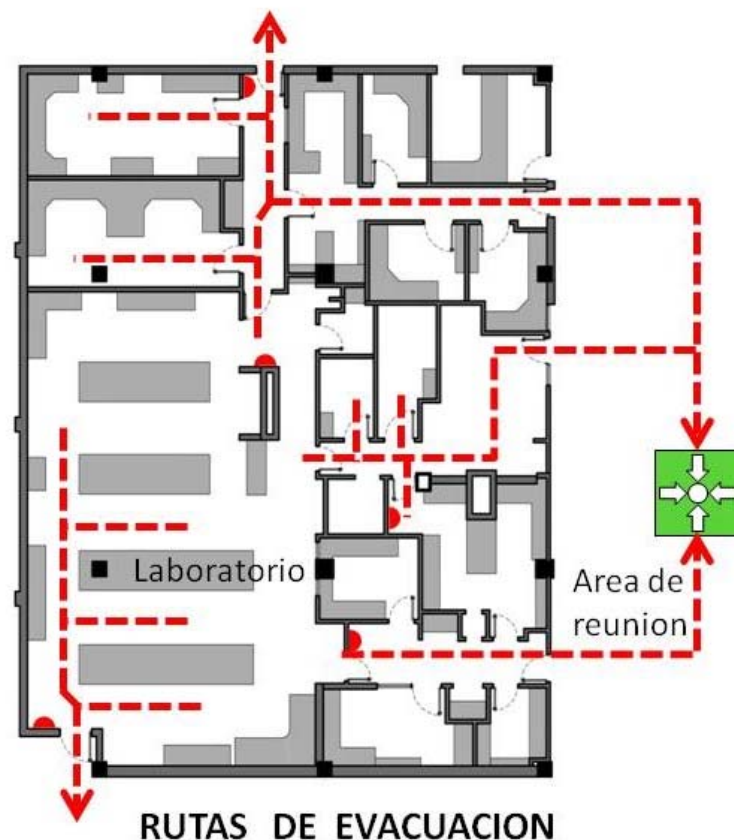


Imagen 28: ejemplo de ruta de evacuación con zona de reunión, elaboración propia.

## 3.2 Tipos de laboratorios a desarrollar.

Los laboratorios a desarrollar para este complejo de investigación están a cargo directamente del Departamento de Servicios Técnicos, quienes buscan abarcar los diferentes campos de investigación que el sector agropecuario nacional necesita:

- Laboratorio de Control Biológico.
- Laboratorio de Fitopatología.
- Laboratorio de Nematología.
- Laboratorio de Técnicas Moleculares.
- Laboratorio de Microbiología.
- Laboratorio de Análisis de Suelos, foliares y aguas.
- Invernaderos para Control Biológico.

Para efecto de esta investigación se excluyó al laboratorio de piensos y forrajes debido a que fue imposible contactar con la encargada,

### Laboratorio de Control Biológico.

“El control biológico implica el fortalecimiento del control natural, la introducción de especies no nativas de controladores y el uso de plaguicidas derivados de animales, plantas, hongos, bacterias, virus y minerales para prevenir, repeler, eliminar o bien reducir el daño causado por las plagas” (Carballo, Guharay, & al,

2004, pág. 1), el equipo y los espacios de uso se amplía más adelante, gracias a las entrevistas realizadas a Msc. Jorge E. Garro Alfaro en el capítulo 5 en el apartado de necesidades programáticas.

### Laboratorio de Fitopatología.

Este laboratorio se especializa en la detección de agentes infecciosos y factores abióticos que afectan las plantas, en términos simples se podría decir que es la ciencia de las enfermedades en las plantas, no incluye los daños que causan los herbívoros como los insectos o animales. El equipo y los espacios de uso se amplían más adelante gracias a las entrevistas realizadas a Msc. Luis G. Vargas Cartagena en el capítulo 5 en el apartado de necesidades programáticas.

### Laboratorio de Nematología.

Los nematodos son un grupo diverso de animales con formas de gusano que viven en prácticamente en todos los ecosistemas de la tierra; su tamaño generalmente es diminuto, pero algunas especies pueden medir varios metros, por su variedad se alimentan de todas las fuentes posibles, de hongos, de insectos, de otros nematodos y de plantas, este último grupo es el de mayor interés en la agricultura ya que se estima que reducen las cosechas en un 11% anual (Coyne, Nicol, & Claudius-cole, 2007, págs. 1-2). El equipo y los espacios de uso se amplían más adelante gracias a las entrevistas realizadas al Dr. Ricardo Piedra Naranjo en el capítulo 5 en el apartado de necesidades programáticas.

## Laboratorio de Técnicas Moleculares.

Se especializa en técnicas de extracción de ADN con el fin de analizar y reconocer los diferentes tipos de patógenos, su especialización lo convierte en un espacio especialmente sensible por los equipos y las condiciones necesarias de trabajo. Para comprender este laboratorio fue necesario tanto la entrevista de los especialistas como la investigación de fuentes bibliográficas dada su complejidad, el equipo, los espacios y sus necesidades se detallan en el capítulo 5 en el apartado de necesidades programáticas.

## Laboratorio de Microbiología.

La microbiología con enfoque agrícola se encarga del estudio de microorganismos importantes para la agricultura, como se expone en la página de Centro de investigaciones agronómicas de la UCR “Los microorganismos del suelo constituyen un elemento funcional muy importante en la agricultura, al ser responsables de procesos relacionados con el ciclaje de nutrientes y la nutrición y salud de las plantas.” (CIA, 2010) Para el análisis de este laboratorio se entrevistó a la Dra. Cristina Vargas Chacón, encargada actualmente del laboratorio de microbiología en el INTA.

## Laboratorio de Análisis de Suelos, Foliares y Aguas.

Como su nombre lo indica, una parte, el laboratorio de suelos realiza evaluaciones de la calidad de estos para cultivo, mientras que la otra, el área de foliares evalúa el estado de

nutrición de las plantas a través del análisis de muestras de materia vegetal, es decir de foliares. Para este laboratorio se entrevistó al Ign. Alexis Vargas Villagra, encargado del laboratorio de suelos y a la Lic. Irina Koudriavtsev, encargada de las mediciones trazas, también al Lic. Freddy Blanco Montero, encargado del laboratorio de suelos y foliares del *Centro de investigaciones agronómicas* (CIA) de la UCR, el equipo, los espacios y sus necesidades se detallan en el capítulo 5 en el apartado de necesidades programáticas.

## Invernaderos para Control Biológico.

Son invernaderos de ambiente variable para poder realizar pruebas con plagas de diferentes tipos, dentro de un ambiente controlado.

El laboratorio es un espacio de gran complejidad funcional, requiere de un enorme compromiso de parte de los profesionales en arquitectura e ingeniería, si bien la responsabilidad del diseño es de los profesionales, es importante contar con la colaboración directa de los profesionales del laboratorio para establecer las necesidades específicas y los equipos que estarán o podrían estar en uso dentro de las instalaciones; la ejecución de un buen proyecto depende de esta coordinación.

### 3.3 Normas y certificaciones para edificios de laboratorio.

Para el complejo de investigación agropecuario, la normativa nacional que regiría serían las normas básicas del Ministerio de Salud, Ley 7600, Reglamento de construcciones, INS, Setena, Plan regulador municipal y demás reglamentaciones que normalmente operan para todo edificio de esta escala; sin embargo, en lo que respecta a reglamentos específicos para este tipo de laboratorios de investigación, no existen reglamentos de ningún tipo que regulen las funciones. El Ministerio de Salud cuenta con reglamentación para laboratorios clínicos, pero al ser éstos de biotecnología verde, ésta no aplica. Con respecto a las normas sobre explosivos y químicos en laboratorios las indicaciones son ambiguas. La revista Uniciencia de la UNA dice a este respecto

“La Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (EPA, USA) reconoce que la regulación existente para manejo de productos y desechos químicos fue diseñada principalmente para aplicaciones industriales...(en Costa Rica) La regulación Nacional en torno a las condiciones de trabajo con productos químicos está dirigida a la industria química y no incorpora sistemas de clasificación química, condiciones de uso o protocolos para la gestión adecuada de reactivos manipulados en las actividades de docencia o investigación.” (Mora Barrantes J.C., 2013, págs. 269,280)

Entendiendo esto, el reglamento que rige es el **Reglamento para la clasificación de riesgos de productos químicos** (Decreto 24867), con excepción de sustancias químicas, biológicas o afines para uso agrícola según el Reglamento sobre Registro, Uso y Control de Plaguicidas Sintéticos Formulados, Ingrediente Activo Grado Técnico, Coadyuvantes y Sustancia Afines de Uso Agrícola, Decreto 33495-MAG-S-MINAE-MEIC publicado en La Gaceta N° 7, de 10 de enero de 2007 y Decreto 31961-COMEX-MAG publicado en La Gaceta No. 179 del 13 de septiembre del 2004.

El diseño sostenible es otra temática de importancia dentro del marco de diseño ya que implica una revisión no solo de materiales utilizados en el edificio sino también del consumo energético del edificio; su puesta en práctica puede repercutir en un ahorro de los gasto de operación y mantenimiento, lo que tendría un fuerte impacto a lo largo de la vida útil del edificio.

#### Certificación ISO.

En lo que respecta a acreditación y certificación bajo sistemas internacionales, el concepto ha tomado importancia en los últimos años, por lo que le permitiría ponderar internacionalmente los resultados de las investigaciones, ya que aumenta la confianza del público, optimiza y reduce costos de operación, lo cual tendría valiosas repercusiones en el proyecto. Dentro de estas la ISO (organización internacional de estandarización) es la que más se ha fortalecido a nivel internacional y maneja una gran variedad de reglamentos de todo tipo. Pero dentro de los que atañen a estos laboratorios y al diseño del mismo nos encontramos:

**La Norma ISO/IEC 17025: 2005:** “especifica los requisitos generales sobre la competencia para llevar a cabo los ensayos y / o calibraciones, incluido el muestreo. Cubre los ensayos y calibraciones realizadas utilizando métodos normalizados, métodos no normalizados y métodos desarrollados por el laboratorio” (ISO, 2014).

En Costa Rica la acreditación de los entes evaluadores es realizada por el ECA (Ente Costarricense de Acreditación) que es el único ente nacional con la potestad de acreditar la normas ISO/IEC 17025, en la actualidad se encuentran acreditados importantes laboratorios como el Centro de Investigación Agronómico de la Universidad de Costa Rica, LANAMME-UCR, el CIGRAS y el Laboratorio de Análisis Ambiental de la Universidad Nacional (ECA, 2014)

Los requisitos de la acreditación son en gran parte requisitos a nivel de gestión de la operación, administración y personal, su implicación en lo arquitectónico es únicamente en lo que respecta a la eficiencia del espacio para cumplir el trabajo, los requisitos para ser acreditado con esta norma se dividen en dos categorías: los relativos a la gestión y los técnicos. Dentro de los requisitos técnicos el apartado 5.3 se denomina “Instalaciones y condiciones ambientales”, este apartado establece los requisitos de valoración del espacio para cumplir con la acreditación, que por ser de nuestra competencia se citan textualmente:

“5.3.2 El laboratorio debe realizar el seguimiento, controlar y registrar las condiciones ambientales según lo requieran las

especificaciones, métodos y procedimientos correspondientes, o cuando éstas puedan influir en la calidad de los resultados. Se debe prestar especial atención, por ejemplo, a la esterilidad biológica, el polvo, la interferencia electromagnética, la radiación, la humedad, el suministro eléctrico, la temperatura, y a los niveles de ruido y vibración, en función de las actividades técnicas en cuestión. Cuando las condiciones ambientales comprometan los resultados de los ensayos o de las calibraciones, éstos se deben interrumpir.

5.3.3 Debe haber una separación eficaz entre áreas vecinas en las que se realicen actividades incompatibles. Se deben tomar medidas para prevenir la contaminación cruzada.

5.3.4 Se deben controlar el acceso y el uso de las áreas que afectan a la calidad de los ensayos o de las calibraciones. El laboratorio debe determinar la extensión del control en función de sus circunstancias particulares.

5.3.5 Se deben tomar medidas para asegurar el orden y la limpieza del laboratorio. Cuando sean necesarios se deben preparar procedimientos especiales” (INTECO, 2005)



## Implementación de estrategias LEED.

La certificación LEED (Liderazgo en energía y diseño Ambiental) es creada por el USGBC (EE.UU. Green Building Council) Es un método de evaluación de edificios verdes a través de pautas de diseño y parámetros cuantificables, si bien es una certificación voluntaria, tiene el beneficio de implementar en la construcción estrategias de optimización de recursos y de reducción de consumo que para un laboratorio es un reto nada despreciable; se estima que los laboratorios gastan 5 veces más energía y agua por metro cuadrado que un edificio de oficinas del mismo tamaño, esto debido a la gran cantidad de equipos y sistemas. (Vaughn & Watch, 2012).

Si bien LEED es una certificación económicamente significativa para un proyecto (cerca del 2% del costo directo del proyecto, (Mapp, Nobe, & Dunbar, 2011)) el potencial de sus recomendaciones y su guía de evaluación pueden ser muy útiles como principios de diseño para un laboratorio energéticamente más eficiente, Los objetivos que evalúa LEED están organizados en siete categorías,

• <b>Sitios sustentables</b>	<b>26 puntos posibles</b>
• <b>Ahorro de agua</b>	<b>10 puntos posibles</b>
• <b>Energía y Ambiente</b>	<b>35 puntos posibles</b>
• <b>Materiales y Recursos</b>	<b>14 puntos posibles</b>
• <b>Calidad Ambiental Interior</b>	<b>15 puntos posibles</b>
• Proceso de Innovación y Diseño	6 puntos posibles
• Prioridad Regional	4 puntos posibles
<hr/>	
	<b>110 puntos totales</b>

La base de la calificación es 100, mas 6 puntos extras por innovación y diseño, y 4 puntos por ser prioridad regional, con base en los puntos que se obtienen se pueden obtener cuatro tipos de certificación como se observa en la Imagen 29: Certificación LEED (40-49puntos), LEED Plata (50-59puntos), LEED Oro (60-79puntos) y LEED Platino (80 puntos o más) (usgbc.org, (s.f.)).



Imagen 29: LEED Certificación, obtenida de:  
<http://www.go-gba.org/resources/leed/>

### 3.4 Estrategias de sostenibilidad para el diseño de laboratorios.

Los laboratorios son edificios de alto consumo, según explica el Estudio Kling Stubbins, una firma con gran trayectoria en el diseño de laboratorios en Estados Unidos y China; “los edificios de laboratorio utilizan 5 a 10 veces más energía que los edificios de oficinas, incluso una reducción modesta significa una gran cantidad de energía ahorrada... El verdadero diseño de edificios de alto rendimiento cuenta con tanto de conservación como de optimización, y para un edificio de laboratorios, es fundamental asegurarse de que esto no ponga en peligro los objetivos de la investigación.” (KlingStubbins, 2010, pág. 2), esto implica un mayor grado de complejidad para lograr un edificio sostenible, ya que la eficiencia y seguridad misma del laboratorio están en juego.

Sostenibilidad es un tema que se ha puesto de moda, pero más allá de la imagen positiva que generan los edificios verdes para una organización y para un país como el nuestro, el diseño sostenible se plantea como una necesidad crucial en un tipo de edificio como el laboratorio. Esta necesidad ha llevado a muchas organizaciones y gobiernos a tomar medidas para incentivar el desarrollo de tecnologías y su puesta en práctica, como en el caso de la Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos (EPA) y el Departamento de Energía de Estados Unidos (DOE), los cuales, según explica el Estudio Kling Stubbins, formaron una alianza a

mediados de la década del 90 para desarrollar herramientas y recursos para laboratorios de alta eficiencia, a la que llamaron “Laboratorios para el siglo 21” o “Labs21”(ver Imagen 30), esta alianza abrió el camino para las primeras conferencias Lab21 en 1999, que permitieron la creación de un grupo de herramientas y recursos a los que se llamo Lab21 Toolkit, entre estas herramientas se incluyen las “guías de mejores prácticas” como guía de las mejores tecnologías de diseño para el laboratorio (KlingStubbins, 2010, pág. 15). Lab21 ha ido cediendo la organización de las conferencias y el Labs21 Toolkit al Instituto internacional de Laboratorios Sostenibles (I<sup>2</sup>SL)

Dentro del Labs21 Toolkit se encuentra una gran cantidad de material técnico y tablas de información que por su amplitud y



Imagen 30: logo de Labs21, obtenido de: <http://www.epa.gov/lab21gov/>

nivel técnico no se abarcarán dentro de este trabajo, no obstante se realizará a continuación una breve reseña de algunas de las “Guías de Mejores Prácticas” con implicaciones en el diseño arquitectónico:

### -Guía de vigas frías en los laboratorios.

Las vigas frías, también llamadas difusores de inducción consisten básicamente en un canal en el cielorraso con un sistema de tuberías de agua fría que circulan a través de serpentines de refrigeración integrales, su tamaño y forma es muy variable, pero básicamente existen dos tipos, vigas activas y vigas pasivas (ver Imagen 31); según se detalla en la guía de “Vigas Frías”

“Las vigas frías activas dependen del aire tratado que se suministra del aire exterior para acondicionar un espacio y un sistema de tuberías de agua fría que circula agua a través de serpentines de refrigeración integrales. El flujo de aire primario desde la unidad de tratamiento de aire (AHU) a la zona se introduce a través de pequeños chorros de aire, que normalmente inducen tres a cinco veces la cantidad de flujo de aire de la habitación a través de la bobina del haz (véase la Figura 1). El proceso de inducción proporciona la recirculación local del aire de la habitación. Las vigas frías pasivas se basan simplemente en la convección natural en una

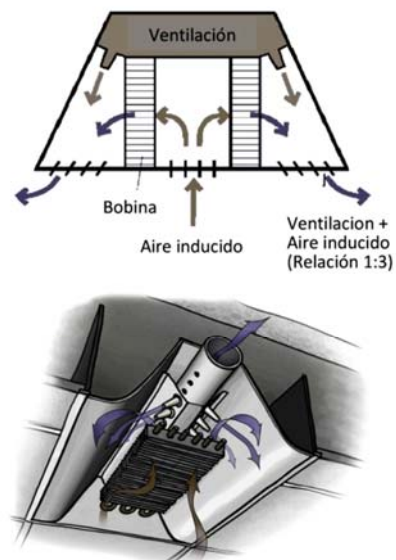


Figura 1. Sistemas de vigas frías activas utilizan el aire suministrado desde una unidad de tratamiento de aire.

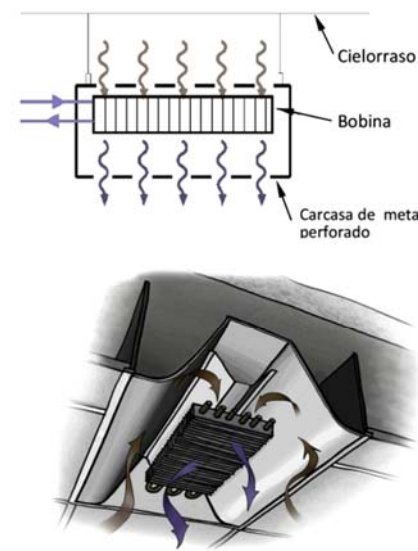


Figura 2. Sistemas de vigas refrigeradas pasivas utilizan la convección natural en una habitación y no tienen suministro de aire

Imagen 31: cortesía de Michael Schrader, Affiliated engineers Inc., “vigas activa y pasiva”, obtenidas de [http://www.i2sl.org/documents/toolkit/bp\\_chilled-beam\\_508.pdf](http://www.i2sl.org/documents/toolkit/bp_chilled-beam_508.pdf)

habitación y no tienen suministro de aire directo. Como el calor se transfiere desde el aire de la habitación a la bobina de la viga, el aire se enfría y cae en la zona ocupada. Mientras esto ocurre, el aire caliente de la habitación sube por el techo y se enfría en las bobinas de la viga pasiva (véase la figura 2)”. (Rumsey, Bulger, Wenisch, Disney, & Engineers, 2009, pág. 2).

Según se detalla en la guía “Estos sistemas ofrecen muchas ventajas convincentes, incluyendo altas capacidades de refrigeración, un excelente rendimiento y ahorro de energía dramáticas para poco o ningún coste adicional respecto a los sistemas convencionales” (Rumsey, Bulger, Wenisch, Disney, & Engineers, 2009, pág. 1) por lo que se perfilan como una estrategia útil para un edificio que presentara demandas de consumo altos para los ambientes controlados de los laboratorios.

Las guías de buenas prácticas de diseño explican que “El proceso para el dimensionamiento de un sistema de viga fría se puede dividir en cuatro pasos principales:

1. Seleccione el tipo de haz, con base en el desempeño y puntos de referencia del proyecto.
2. Seleccionar rendimiento y fabricante de una viga para que coincida con el tipo de haz deseado.
3. Determinar la zona en la que se colocarán estos haces y cómo su proximidad a otros equipos, tales como campanas de ventilación e iluminación, afectará a la disposición de techo y número de haces.
4. Optimizar el sistema central y el flujo de aire requerido y la temperatura del suministro de aire y agua.” (Rumsey, Bulger, Wenisch, Disney, & Engineers, 2009, pág. 4)

Con respecto al punto 1, los parámetros de diseño del haz, estas vigas depende básicamente del: “diseño de la caída máxima permisible de presión para ambos lados del aire y el agua, la temperatura del suministro de agua fría, la temperatura del aire de suministro y los niveles de ruido permitidos” (Rumsey, Bulger, Wenisch, Disney, & Engineers, 2009, pág. 4), al respecto del

punto 3; cabe resaltar la importancia de diseñar una zona de seguridad para las campanas de humos ya que los flujos mayores a 50pies por minuto (0,254m/s) pueden comprometer la campana, también se explica cómo los cielos bajos pueden aumentar el tiro de aire de una viga fría gracias al efecto Coanda, y de cómo la iluminación puede limitar las vigas frías si no se diseñan en conjunto (Rumsey, Bulger, Wenisch, Disney, & Engineers, 2009, pág. 6).

### **- Guía de Sistemas de colector de escapes de laboratorio.**

Estos sistemas se utilizan para recoger los gases de las campanas en un solo tubo colector y así tener mayor control de la salida, según se explica en las guía de buenas prácticas “ofrece una serie de beneficios, incluyendo: aumento de la dilución del humo, mejora de la seguridad del personal, redundancia aumentada, Mayor flexibilidad de diseño, recuperación de energía probable” (Bell, 2014, pág. 1), sin embargo como se explica en este documento no es necesariamente la mejor opción en todos los caso, ya que parafraseando a Bell, en un edificio de un piso con unas pocas campanas de humos una red de tubería resultaría económicamente injustificable, además pueden darse casos de incompatibilidad, como con las campanas de acido perclórico y radioisótopos (Bell, 2014, pág. 3)

### **-Guía de Sistema de generación en sitio.**

Esta estrategia abarca muchas posibilidades de generación de energía eléctrica, según cita la guía “On site distributed generation systems for laboratories” de Labs21, entre ellas tenemos: diesel, gas natural, y motores de vaivén de doble

combustible; turbinas de combustión y las turbinas de vapor; las pilas de combustible; calefacción por biomasa; la biomasa combinada de calor y electricidad; La energía fotovoltaica y las turbinas de viento. (Dean, Geet, & Rockenbaugh, 2011) sin embargo la evaluación de casos es muy específica de Estados Unidos, realizando una evaluación con base a los costos y las capacidades de producción propios de los diferentes estados.

En lo que respecta a Costa Rica, como parte de un plan piloto del ICE, denominado “Generación distribuida para autoconsumo” puesto en marcha a partir de 2010, según se



Imagen 32: paneles solares sobre invernadero en Ezhou, provincia de Hubei, china, obtenido de:  
<http://www.agrisources.com.cn/contents/4527/447952.html>

explica en la página web del ICE al cliente se le permite instalar un sistema de producción eléctrica de auto consumo, de tal manera que este cuente con el sistema de generación al igual que con la red del servicio público, en horas de sobreproducción el excedente se aporta a la red nacional, aportando créditos que se descuentan del recibo eléctrico, y en horas de baja producción o alta demanda se toma electricidad de la red nacional (Grupo ICE, 2014), la intención de este proyecto es incentivar el uso de energías renovables como la panelearía solar y las turbinas eólicas, además de atender el decreto N° 36522 sobre incentivos de la autoconsumo de energía con fuentes renovables. Sin embargo para el caso del cantón de La Unión la compañía que suplente el servicio es el CNFL, que en la actualidad no cuenta con un programa similar.

Dentro de los sistemas de generación de energías renovables con potencial de utilizarse en el proyecto están el biogás y los paneles solares, ya que se encuentran dentro de las posibilidades porque pueden adaptarse a la zona de invernaderos y a posibles proyectos pecuarios a desarrollarse (ver Imagen 32), sin embargo es necesario realizar una evaluación del potencial de producción de éstos por parte de los ingenieros. Es probable que también sea necesario implementar sistemas más tradicionales de generación a través de motores de diesel, de tal manera que se asegure un suministro constante de electricidad para proyectos que por su naturaleza dependan de un abasto constante y estable de energía

## **-Guía de Recuperación energética en los laboratorios.**

### **-Guía sobre modelado de dispersión de escapes.**

Esta guía expone la importancia de un adecuado estudio de la dispersión de los gases para prevenir el reingreso de estos en el edificio y amortizar el impacto de estos en el medio, se plantea esta evaluación bajo tres métodos posibles: una simulación en un modelo digital, un modelo a escala en un túnel de viento y un modelo matemático de estudio (Petersen, Carter, & Cochran, 2011). Existen muchas oportunidades de recuperación de energía expuestas en la guía “Energy recovery in laboratory facilities” entre los sistemas aire-aire se menciona las ruedas de entalpia, los tubos de calor y los bucles de ejecución solo por mencionar algunos de los sistemas expuestos, que aprovechan las diferencias de temperatura y humedad del aire de abasto y el de salida para recuperar energía, estos mecanismos permiten reducir los picos de consumo de los sistemas de refrigeración, sin embargo tienen la desventaja de que a mayor eficiencia, mayor tamaño del equipo, y por ende la inversión inicial es mayor (Walsh & Reilly, 2012).

### **-Guía sobre la puesta en marcha de un sistema de contención ventilada.**

La puesta en marcha de un sistema de contención ventilada es todo un reto de coordinación entre profesionales, según se explica en esta guía estos sistemas comprenden todo el sistema desde las tomas de aire hasta las pilas de chimeneas,

pasando por todos los sistemas y tomando en cuenta un amplio espectro de equipos de contención como cabinas de seguridad y vitrinas de gases entre muchos otros.

El diseño implica una coordinada colaboración entre los arquitectos e ingenieros que diseñan los sistemas y el personal familiarizado con los requerimientos de la operación, a fin de obtener un rendimiento adecuado, un alto grado de seguridad y un rendimiento medioambiental y energético adecuado, esta guía expone una serie de procedimientos y sistemas de evaluación que permiten un eficiente desarrollo del proceso (Lengerich & Lilly, 2008).

### **-Guías de Iluminación eléctrica y natural en el laboratorio.**

Con respecto al tema de la iluminación aparecen dos guías de LAbs21 toolkit que tratan el tema desde con estrategias muy apropiadas para el comportamiento de la luz en sus latitudes, sin embargo es de rescatar criterios de diseño de la iluminación eléctrica como el de: diseñar la luz eléctrica como complemento de la luz natural, el uso de iluminación directa e indirecta en ambientes, el uso de lámparas energéticamente eficientes, el uso de controles de luz para la iluminación ambiental en zonas perimetrales, no sobre-diseñar la iluminación, entre otros (Kosminski, Lewis, & Mathew, 2006), en lo que respecta a la iluminación natural algunas de sus estrategias si bien son relativamente aplicables requieren tomar en cuenta la trayectoria solar propia de Costa Rica en el diseño.

## Guía de eficiencia de aguas en el laboratorio

El agua es uno de los recursos clave, esta guía identifica una serie de oportunidades para mejorar la eficiencia y por ende disminuir el consumo de agua, aunque las estrategias son en su mayoría de tipo operativo para mejorar el rendimiento (como el aumento en los ciclos del agua de las torres de enfriamiento), se exponen también estrategias como la recolección de agua de lluvia y la recuperación de condensado de los sistemas de aire acondicionado y deshumidificadores, sin embargo estos sistemas implican un costo inicial y una adecuada planificación del sitio, ya que se requiere de un sistema de captación y un tanque de almacenamiento (Tanner, 2005).

La guía de Labs21 plantea que una de las estrategias prioritarias desde el pre-diseño es la creación de un balance hídrico, es decir un estudio del agua desde su fuente hasta sus usos, con el fin de optimizar al máximo su uso (ver Imagen 33):

“El primer paso es documentar toda el agua importante utilizando equipos y procesos en las cantidades y uso del sitio. La calidad del agua necesaria para cada uso también puede ser incluido, así como información sobre el clima local, tales como las medias mensuales para las tasas de evapotranspiración, humedad relativa, la temperatura y la precipitación.” (Tanner, 2005)

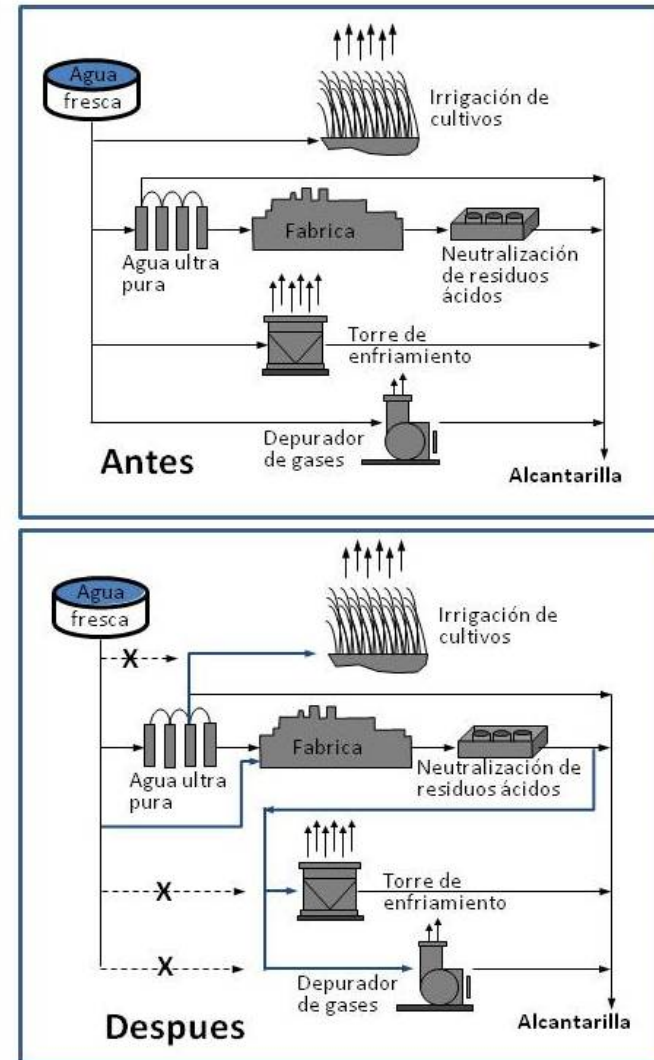


Imagen 33: diagrama tomado de labs21, "guía de eficiencia del agua en laboratorios". Figura 6, obtenida de: [http://www.i2sl.org/documents/toolkit/bp\\_water\\_508.pdf](http://www.i2sl.org/documents/toolkit/bp_water_508.pdf)

### 3.5 Diseño de oficinas, capacitación y atención del público.

El diseño de oficinas es un tema de gran complejidad hoy en día, debido a la gran variedad de campos que se comienzan a relacionar en búsqueda de una mayor eficiencia, aunado al cambio generacional y el impulso de las nuevas tecnologías, el diseño de oficinas se ha convertido en toda una especialidad en las grandes empresas en todo el mundo, y aunque las filosofías y estrategias difieren entre sí, se puede encontrar criterios comunes de crecimiento en la flexibilidad y las áreas informales de reunión, al igual que el creciente interés por incorporar criterios de sostenibilidad y calidad del espacio de los empleados.

El grupo 3G office en España detalla en su “Guía de criterios de diseño para espacios administrativos de la UNED” 5 criterios de diseño de los espacios de oficina:

- “Incrementar la calidad de los espacios de trabajo, influyendo con ello en el bienestar de los trabajadores y potenciando la productividad
- Aumentar la flexibilidad, creando espacios que se adapten a las necesidades del trabajador y no a la inversa.
- Ser institucionales, reflejando en los espacios de trabajo los valores de la UNED y su cultura.

- Seguir conceptos de Sostenibilidad, con un diseño y políticas que se adapten a las exigencias actuales.
- Optimización de Costes, no su reducción, con un mejor aprovechamiento de las superficies y los espacios disponibles.” (Braidly, y otros, 2010, pág. 4)

Con base en estos criterios la guía plantea posteriormente estas estrategias de diseño:

- “Fomentar las aéreas de reunión informal, tanto para potenciar como para absorber posibles “picos” de ocupación de la sede.
- Variedad en la oferta de tipologías de espacios. La forma de trabajar ha cambiado, y con ella las necesidades dentro del trabajador, es por eso que se deben incorporar nuevas tipologías de espacios tales como: salas de trabajo concentrado, salas de trabajo confidencial, puestos de trabajo en espacios abiertos, salas de reuniones...
- Crear “barrios” para cada colectivo para fomentar la pertenencia a cada grupo. Las grandes áreas de trabajo abierto ocasionan molestias y son impersonales. Restringir el tamaño de las áreas abiertas a un aproximado de 50 personas incrementa la comunicación y fomenta el compañerismo.

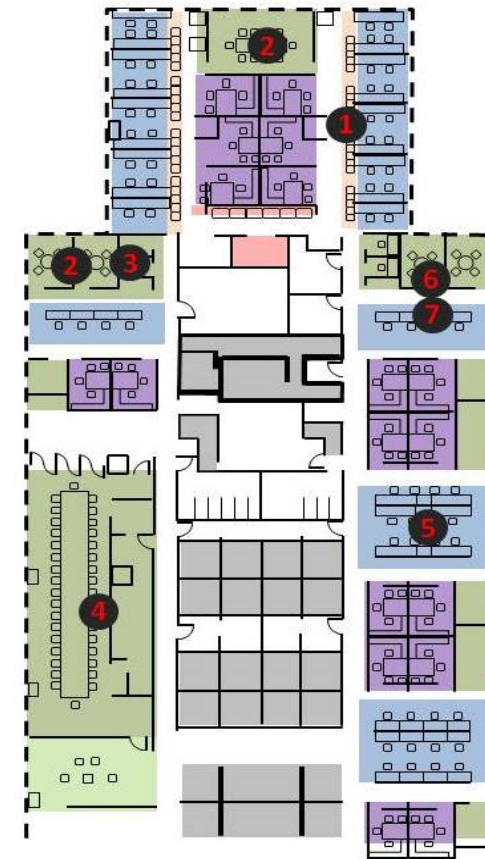


- Incremento de la calidad del espacio y los servicios ofrecidos. El principal recurso de las instituciones actuales son sus trabajadores, por ello es necesario mantenerlos motivados e involucrados, ofreciendo oficinas y espacios de calidad...” (Braidy, y otros, 2010, pág. 11)

Leigh Stringer, LEED AP, directora de la innovación e investigación en HOK, la firma global de planificación, arquitectura, ingeniería y paisajismo, señala en su informe Estrategias del lugar de trabajo que mejoran el rendimiento, salud y bienestar “diez elementos fundamentales del diseño” que pueden impactar positivamente en el medio ambiente del lugar de trabajo y apoyar el trabajo que se realiza:

1. Confort térmico y de la temperatura
2. Acceso a la naturaleza, visuales y la luz del día
3. Cambio sensorial y variabilidad
4. Color
5. Control de ruido
6. Hacinamiento
7. El factor humano y la ergonomía
8. Calidad del aire interior
9. Elección
10. Compromiso” (Stringer, 2013).

Según se desprende de su análisis, estos elementos se conjugan para evaluar la distribución de los espacios con base en una metodología de diseño que implica inicialmente una clasificación de espacios de trabajo individual y espacios de colaboración abiertos y cerrados, zonas de presentación, de almacenamiento y de apoyo.



- Espacio de trabajo individual-Abierto
- Espacio de trabajo individual-Cerrado
- Espacio de Colaboración-Abierto
- Espacio de Colaboración-Cerrado
- Presentación/almacenamiento
- Soporte

Imagen 34: Estrategias del lugar de trabajo, diagrama basado en los diagramas del artículo en: <http://www.hok.com/thought-leadership/workplace-strategies-that-enhance-human-performance-health-and->

de estrategias como la organización en “barrios” que le permiten generar grupos de trabajo con un sentido de pertenencia y ciertos rangos de competitividad, la combinación de las diferentes clasificaciones de trabajo en estos barrios les permiten lograr la variabilidad de ambientes y la posibilidad de escogencia de espacios por parte de los empleados (elección) así como la implementación de otra serie de estrategias que permiten incluso desarrollar el “compromiso” de parte de los empleados para con la empresa (ver Imagen 34).

Con base en lo planteado por HOK, diseñar bajo estos conceptos además de mejorar las condiciones de los empleados, aumenta la eficiencia energética del edificio, así por ejemplo el aumento de luz natural en las zonas de trabajo y la regulación adecuada de la temperatura implican un menor consumo de energía, lo que se refleja en una disminución del consumo y del impacto ambiental.

Una primera lectura de ambos sistemas de trabajo arroja rápidamente una serie de similitudes que muestran como entre las tendencias actuales mayor flexibilidad y comodidad, generan espacios tanto de trabajo en grupo como individual, y tantas posibilidades de ambientes como las requeridas. Se toma más en cuenta el efecto psicológico de los espacios sobre el personal.

### Salas polivalentes.

El auditorio es el espacio donde convergen la acústica, la óptica y la ergonométrica. El diseño de un auditorio implica una gran inversión de recursos en un espacio que potencialmente puede ser sub utilizado durante largos períodos de tiempo.

Al implementar el concepto de espacio polivalente, y aplicando el uso de mobiliario retráctil (ver Imagen 35) y subdivisiones móviles, se amplían las opciones de uso de este espacio, de tal forma que se puede incluso subdividir en dos espacios más pequeños para usar como aulas, un solo espacio amplio como salón o un auditorio con su mobiliario y escenario.



Imagen 35: Secuencia de Uso de tribunas telescópicas, imágenes cortesía de Figueras, obtenidas de: [http://www.figueras-usa.com/uk/projects/multipurpose-spaces/276\\_latlantida-centre-darts-esceniques-sala-polivalente.html](http://www.figueras-usa.com/uk/projects/multipurpose-spaces/276_latlantida-centre-darts-esceniques-sala-polivalente.html)

### 3.6 Estudio de casos.

Para este proyecto se han revisado muchos proyectos distintos, y de esos se han escogido tres casos, por considerarse que la escala y las funciones de estos son pertinentes, además de presentar la suficiente información para poder realizar una revisión y evaluación adecuada de los criterios de diseño utilizados en ellos. Los proyectos escogidos son:

1. Instituto de Investigación en Biotecnología -De la Fuente, Luppi Pieroni y Ugalde
2. Edificio Laboratorio Synthos GH+A Guillermo Hevia
3. Laboratorio Nacional de Genómica, México -TEN Arquitectos

#### Instituto de investigación en biotecnología.

Este laboratorio terminado para el 2011 es un proyecto de los arquitectos: Fabian De La Fuente, Santiago Luppi, Raúl Pieroni, Javier Ugalde y Andrea Winter, construido en Irigoyen, Argentina. El proyecto de 4000m<sup>2</sup> está ubicado contiguo a las vías del tren, de diseño longitudinal en tres niveles y una planta baja abierta y diseñada como un espacio público, según comentan los arquitectos en el artículo de Arch Daily (ver Imagen 36)

“La característica distintiva del laboratorio radica en el concepto innovador de su planta típica, libre y abierta, donde los laboratorios y espacios de trabajo se articulan por la circulación, instalaciones y espacios para reuniones. Las escaleras, huecos, puentes y entradas de la luz hacen una pieza única que da atmósfera a la circulación a pie, donde el vínculo entre las



Imagen 36: Instituto de Investigación en Biotecnología, Universidad de San Martín, Obtenida de: <http://www.archdaily.com/?p=470303>

personas que trabajan en el edificio es constante” (De la Fuente, Luppi, Ugalde, & Winter, 2014)

En este edificio los laboratorios están en el primer y segundo piso del volumen principal, dejando el tercer piso para las zonas de ocio y de restaurantes, además de unas habitaciones para visitantes ocasionales. Las zonas de cultivo de células y los refrigeradores están dispuestos alrededor de los espacios de investigación más grandes. (Molinare, 2014).

Este proyecto muestra claramente el concepto de la modulación (ver imágenes 37, 38, 39, 40, 41, 42 y 43), que aumenta la eficiencia del espacio, una circulación de doble pasillo

con núcleos húmedos separándolos de los laboratorio, los laboratorio de tipo genérico con pasillos fantasmas; junto con la modulación permiten un alto grado de flexibilidad en la planta, al generarse grandes salones por piso, con núcleos de servicio especializados (ver Imagen 38), el edificio trabaja los espacios interiores de manera muy franca, generando una circulación simple y eficiente que permiten un vestíbulo abierto e iluminado (ver Imagen 37), además de un control visual de los accesos y del laboratorio en general, las zonas de trabajo está en los niveles altos brindándole privacidad y seguridad y permite generar en la azotea del edificio un espacio social y de comedor.

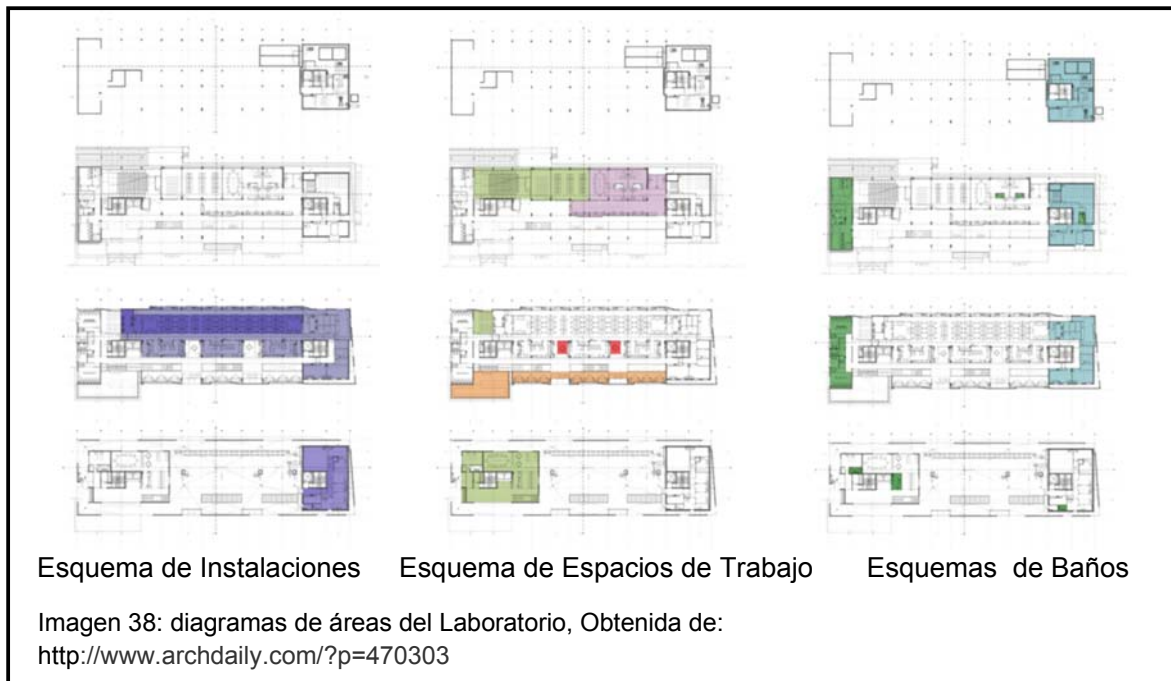
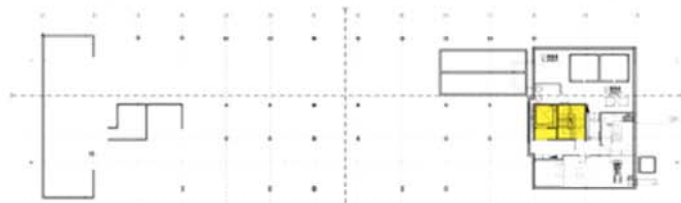


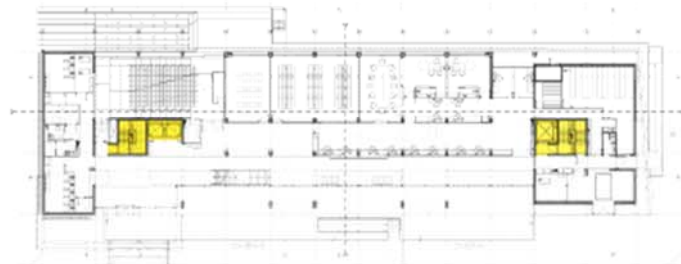
Imagen 37: foto del loby, obtenida de:  
<http://www.archdaily.com/?p=470303>



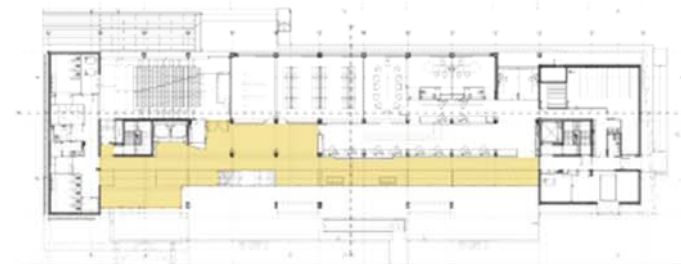
Planta de Sotano --Núcleos Verticales



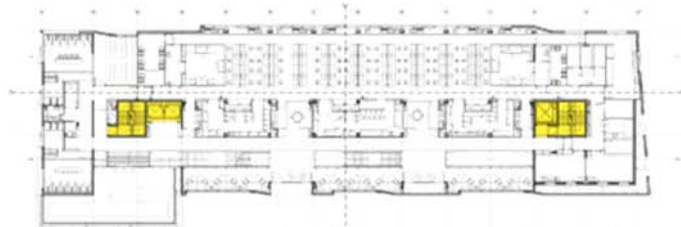
Planta de Sótano --Circulación



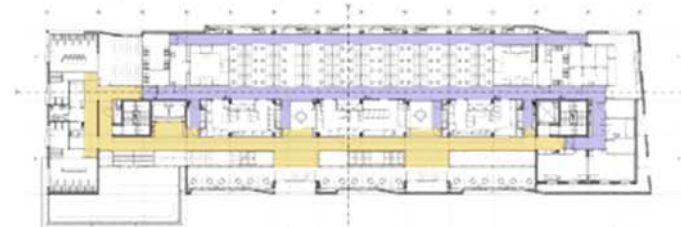
Planta Baja --Núcleos Verticales



Planta Baja --Circulación



Planta de Primer Nivel --Núcleos Verticales



Planta de Primer Nivel --Circulación



Planta de Tercer Nivel --Núcleos Verticales



Planta de Tercer Nivel --Circulación

Imagen 39: Plantas del Instituto de Investigación en Biotecnología, Universidad de San Martín, Obtenida de:  
<http://www.archdaily.com/?p=470303>

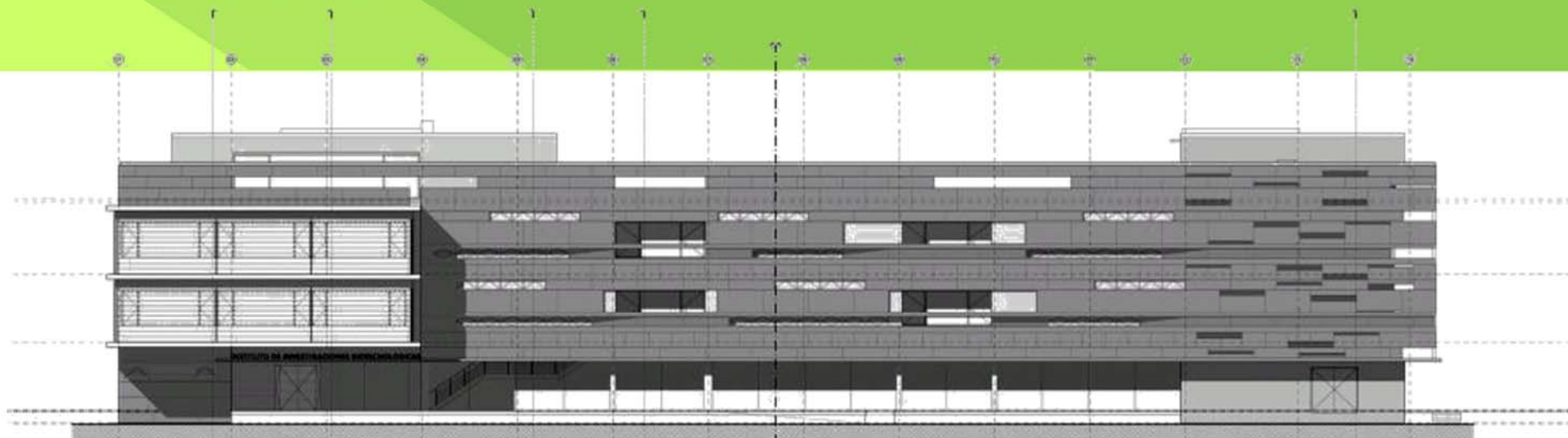


Imagen 41: elevación Frontal, obtenida de <http://www.archdaily.com/?p=470303>

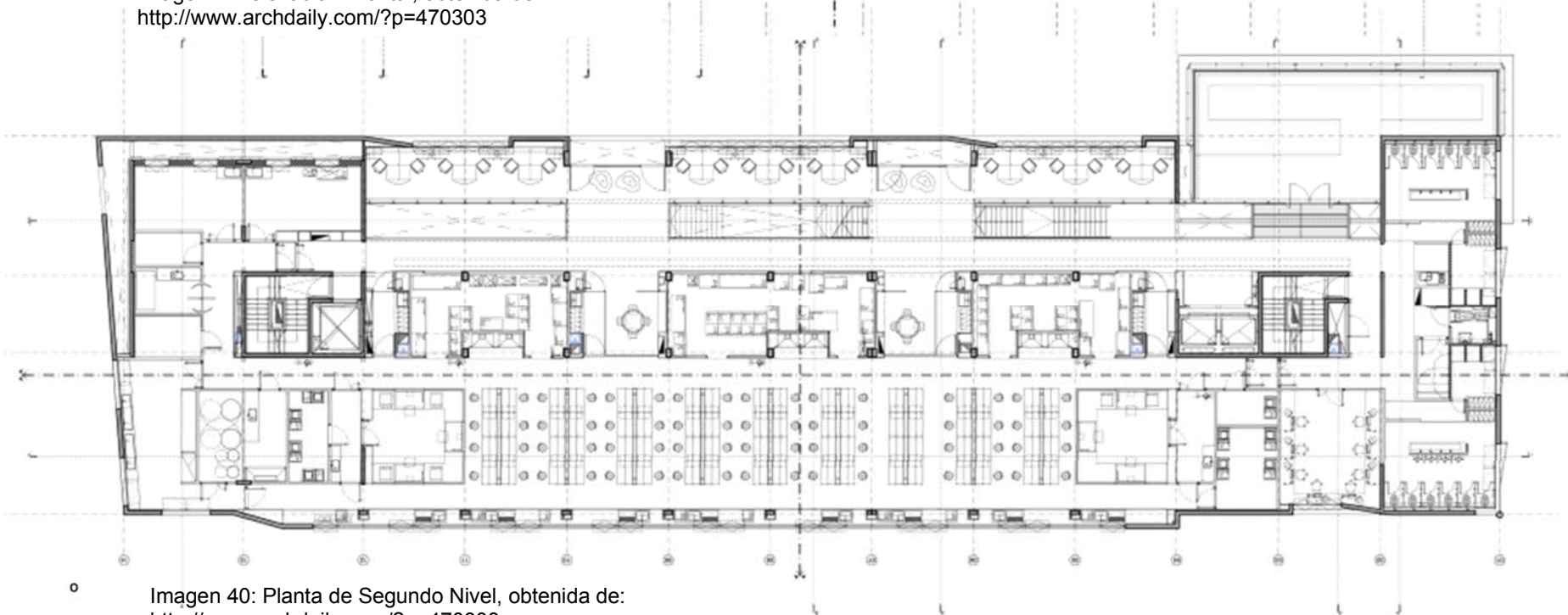


Imagen 40: Planta de Segundo Nivel, obtenida de: <http://www.archdaily.com/?p=470303>

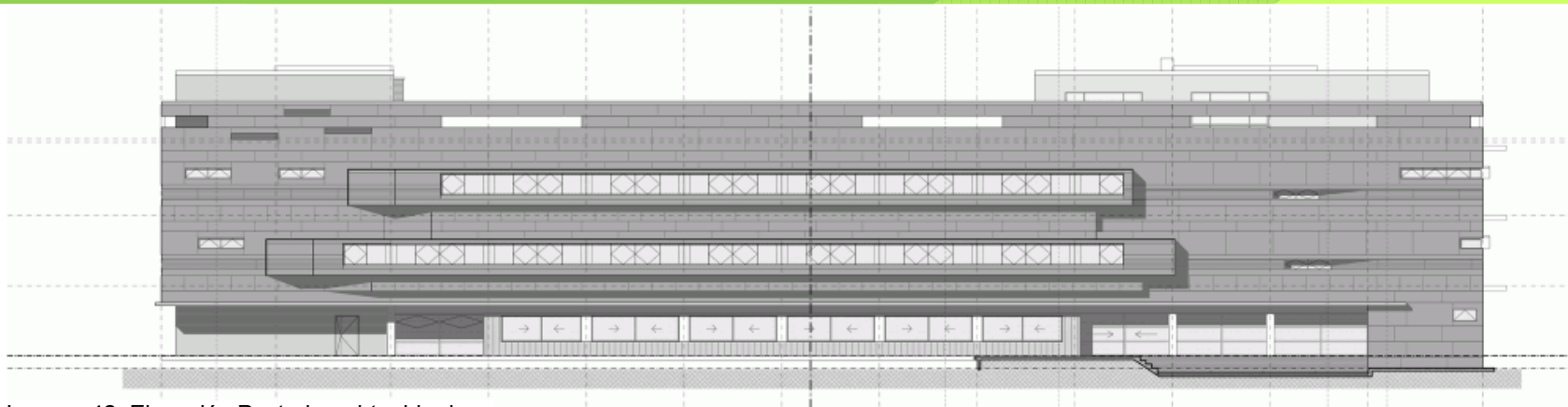


Imagen 42: Elevación Posterior, obtenida de <http://www.archdaily.com/?p=470303>

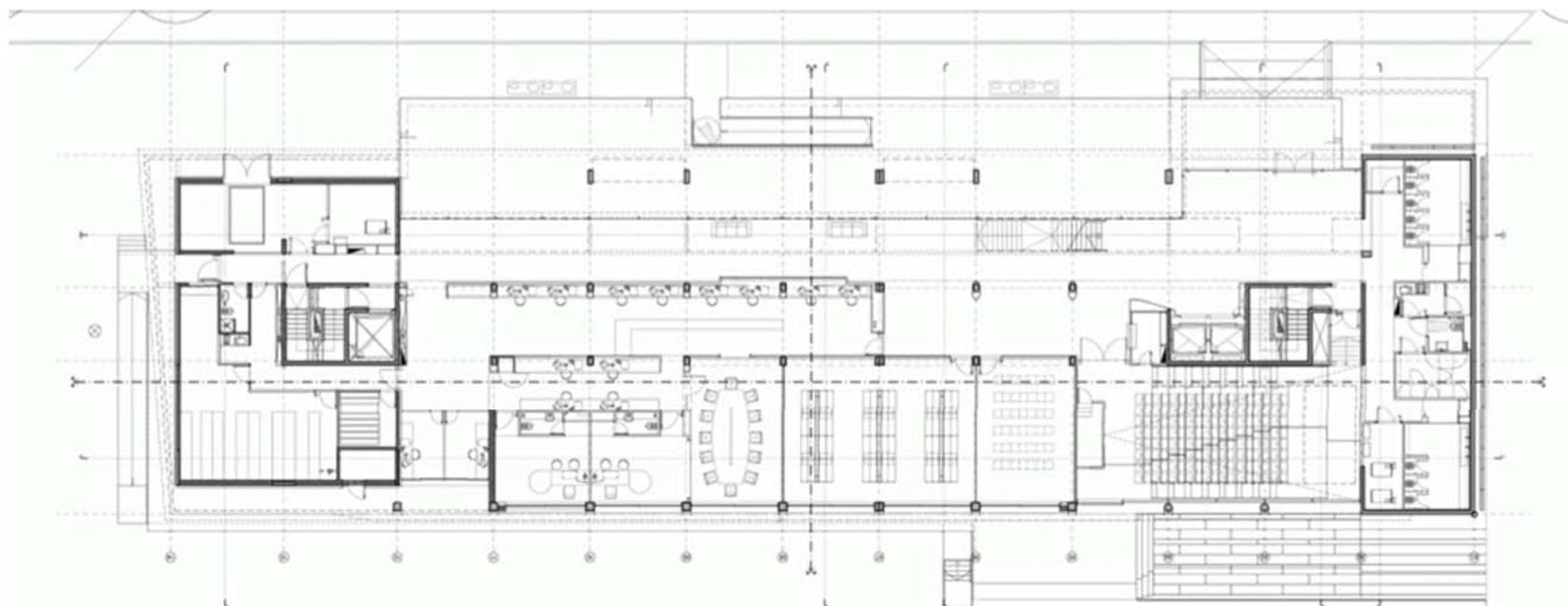


Imagen 43: Planta Base, obtenida de <http://www.archdaily.com/?p=470303>

## Edificio Laboratorio Synthón GH+A

Diseñado por GA+A / Guillermo Hevia este proyecto es el resultado de un concurso internacional de arquitectura para la sede de la Empresa BioFarmacéutica Synthón, ubicada en Quilicura, Santiago de Chile, dando como resultado un edificio de 3200m<sup>2</sup> terminado en el 2012, según los arquitectos el edificio con forma de “Y” es diseñado sobre una laguna “autosustentable” (ver Imagen 44) que se regenera de manera natural y está conectado por un puente a manera de cordón umbilical, esto como estrategia bioclimática y medioambiental, según indican los arquitectos en el artículo de Plataforma Arquitectura:

“El edificio tiene una base (1er. Piso) de marcos y losas de H.A., y un cuerpo superior (2º piso) en acero y vidrio. El edificio está totalmente cubierto por un manto de acero perforado, una doble piel que permite proteger de la luz y radiación solar, y mediante un sistema Venturi natural enfriar las fachadas vidriadas por simple evaporación. De este modo se incorporan estrategias pasivas a los edificios (ventilación, iluminación y aporte térmico) además del uso de energía solar (agua caliente de todos los servicios) y jardines sustentables” (Hevia, 2014)



Imagen 44: Edificio Laboratorio Synthón GH+A, obtenida desde <http://www.plataformaarquitectura.cl/?p=351739>





Imagen 46: detalle de la doble piel metálica, obtenido de <http://www.plataformaarquitectura.cl/?p=351739>

La doble piel metálica (ver Imagen 46) pre pintada del edificio le permite un juego con la iluminación tanto de día como de noche, al mismo tiempo que le permite al edificio ser permeable a través de las perforaciones de la cubierta de acero, el diseño de “Y” genera un núcleo central de lobby que articula tres zonas del edificio, separando la administración de laboratorios y de zonas de servicio. (Hevia, 2014)

Como se puede observar en las plantas de la Imagen 45 y la Imagen 47, la zona de laboratorios en este caso maneja una modulación de estructural de 6m x 7,5m para ajustarse al mobiliario y permitir 3 áreas paralelas, una de estudios de caso, una zona central de servicios y una zona de oficinas.

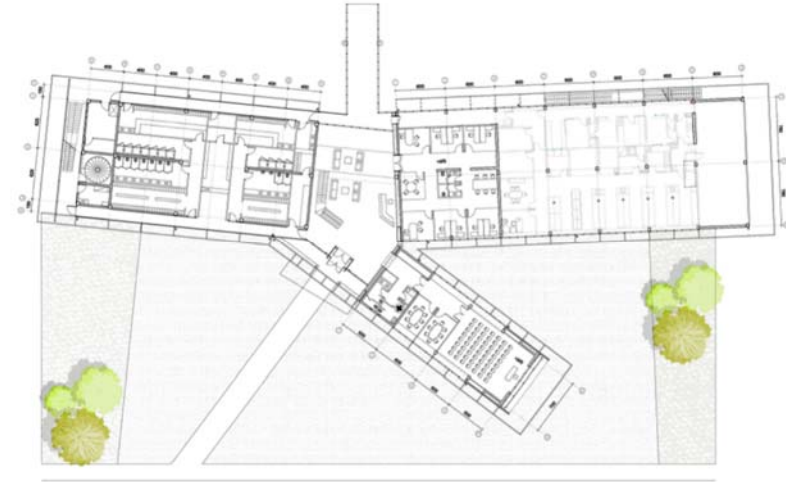


Imagen 45: Planta de Primer Nivel Edif. Synthon GH+A, obtenido de <http://www.plataformaarquitectura.cl/?p=351739>



Imagen 47: Planta de Segundo Nivel, Edif Synthon GH+A, obtenido de <http://www.plataformaarquitectura.cl/?p=351739>

La estructura del edificio maneja además importantes altura entre niveles de piso, como se puede observar en la sección de pared de la Imagen 48, los niveles son de 4m en el primer y segundo piso, más un tercer nivel que por la pendiente del techo tiene altura variable.

La circulación del edificio consta de un núcleo central de escaleras y dos núcleos de escaleras periféricas que probablemente son para salidas de emergencias, tiene el beneficio de separar funciones en el edificio, al mismo tiempo que permite generar un vestíbulo de mucho carácter institucional. En este proyecto es probable que se le diera énfasis por su carácter de sede de una compañía farmacéutica.

La estructura de metal está diseñada para un clima frío como el de Santiago de Chile y su mantenimiento es mucho más costoso para aplicarse en un clima como el de Ochoingo. En cuanto a esto la estructura del primer caso puede ser más apropiada a nivel de mantenimiento y de durabilidad, sin embargo la estructura de acero es más liviana y esto podría representar un beneficio a nivel de cimentación en una zona donde los mantos acuíferos son susceptibles

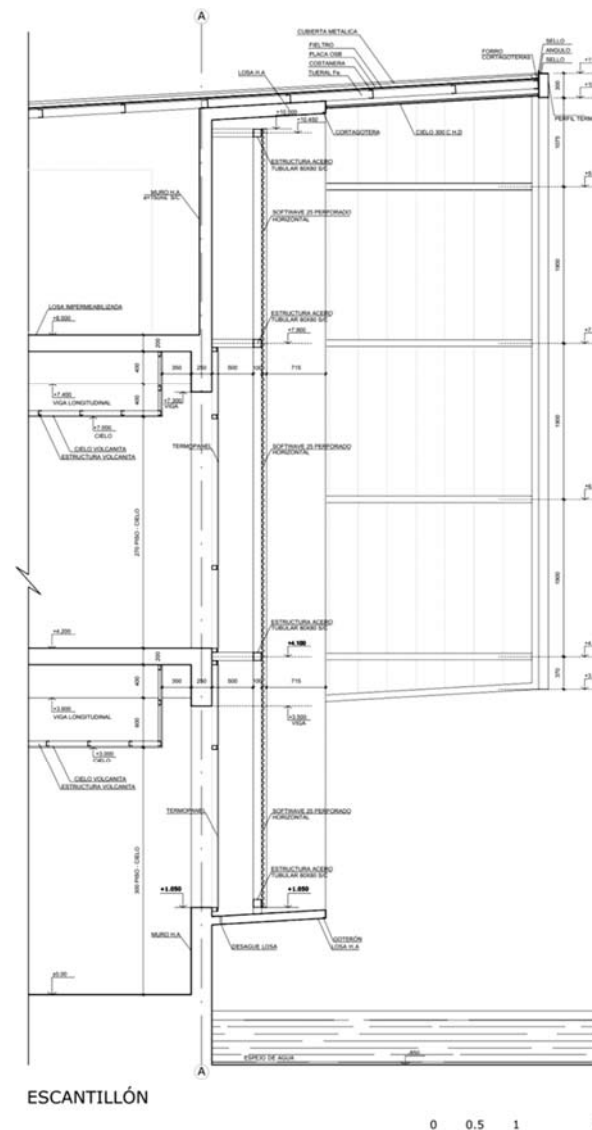


Imagen 48: Sección de Pared, obtenida de <http://www.plataformaarquitectura.cl/?p=351739>

## Laboratorio Nacional de Genómica para la Biodiversidad (LANGEBIO).

El Laboratorio Nacional de Genómica para la Biodiversidad es una extensión de la CINVESTAV (Centro de Investigación y Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional) se encuentra en el Bajío, Graneros de México, según el artículo de Arch Daily, en el sitio existía una profunda fisura que se utilizó para dividir el proyecto tal y como se dividía su programa, tal y como se aprecia en croquis de la Imagen 50, con los laboratorios por un lado y el auditorio y las oficinas por el otro, según se puede ver por las fotos (ver Imagen 49), el proyecto presenta la imagen de monolitos en a los costados de una plazoleta que resalta la escala de estos bloques. El edificio a pesar de estar semienterrado proyecta una imagen dominante en su medio, algo que es propio de la arquitectura mexicana. En palabras de los arquitectos:

“La transparencia y la precisión de la fachada lleva el paisaje hacia el interior, y el contraste entre la estructura y los alrededores es un recordatorio inflexible del rol de la ingeniería y la alta tecnología en el estudio de la genómica” (Gutiérrez, 2014)

Las plantas (ver Imagen 52) y las fotografías muestran que los espacios de investigación están divididos por patios internos que le permiten la entrada de luz; mientras que las áreas de servicio y núcleos de respaldo se encuentran contra el terreno, generando una imagen aislada y aséptica, más no claustrofóbica del interior del laboratorio.

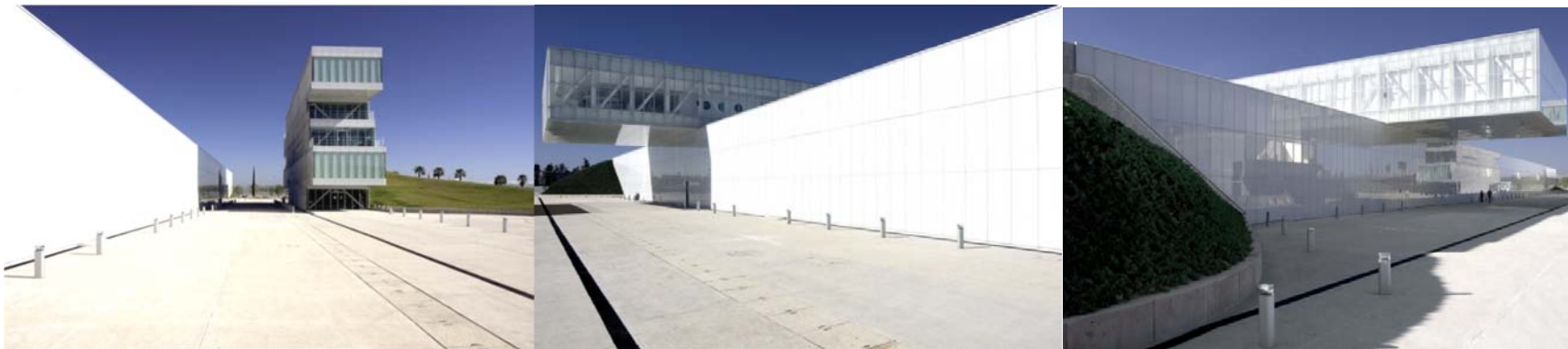


Imagen 49: Mosaico de imágenes del LANGEBIO, obtenido de <http://www.archdaily.mx/70957>

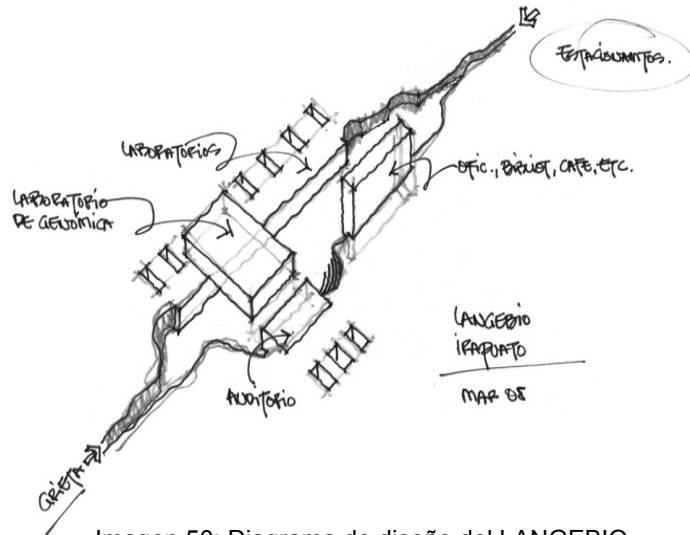


Imagen 50: Diagrama de diseño del LANGEBIO, obtenido de <http://www.archdaily.mx/70957>

Uno de los primeros aspectos que resultan importantes de este proyecto es el acoplamiento a la topografía; lejos de intentar transformarla la explota para generar mayor seguridad de las instalaciones y un mejor aislamiento de las áreas de trabajo, sin embargo es importante ver que este aislamiento se trabaja con dobles alturas sobre los salones y patios interiores entre éstos para compensar el encierro (ver Imagen 51).

La disposición semienterrada del LANGEBIO le permite conservar una temperatura ambiente más regulada, y si se utilizan congeladores para el material almacenado, regular y mantener la temperatura debería ser más eficiente ya que exponen menos la superficie del edificio a los cambios ambientales del exterior.

Como en los casos anteriormente analizados la modulación en los espacios es un concepto predominante sin embargo en este proyecto la compartimentación que provocan los patios de luz crea zonas muy definidas que no permiten futuras reformas de la distribución, esto puede deberse a que el tipo de trabajo desarrollado precise de la separación de los laboratorios, o a que no se requiere adaptaciones por tener especializaciones muy definidas.

Aunque a primera vista el edificio parece un monolito de concreto, una mirada más cuidadosa permite descubrir que mucha de la estructura es de acero, con acabados en un blancos y grises, que sumado a su fuerte volumetría le confieren ese carácter monolítico casi pétreo.



Imagen 51: interior del LANGEBIO, obtenidas de <http://www.archdaily.mx/70957>

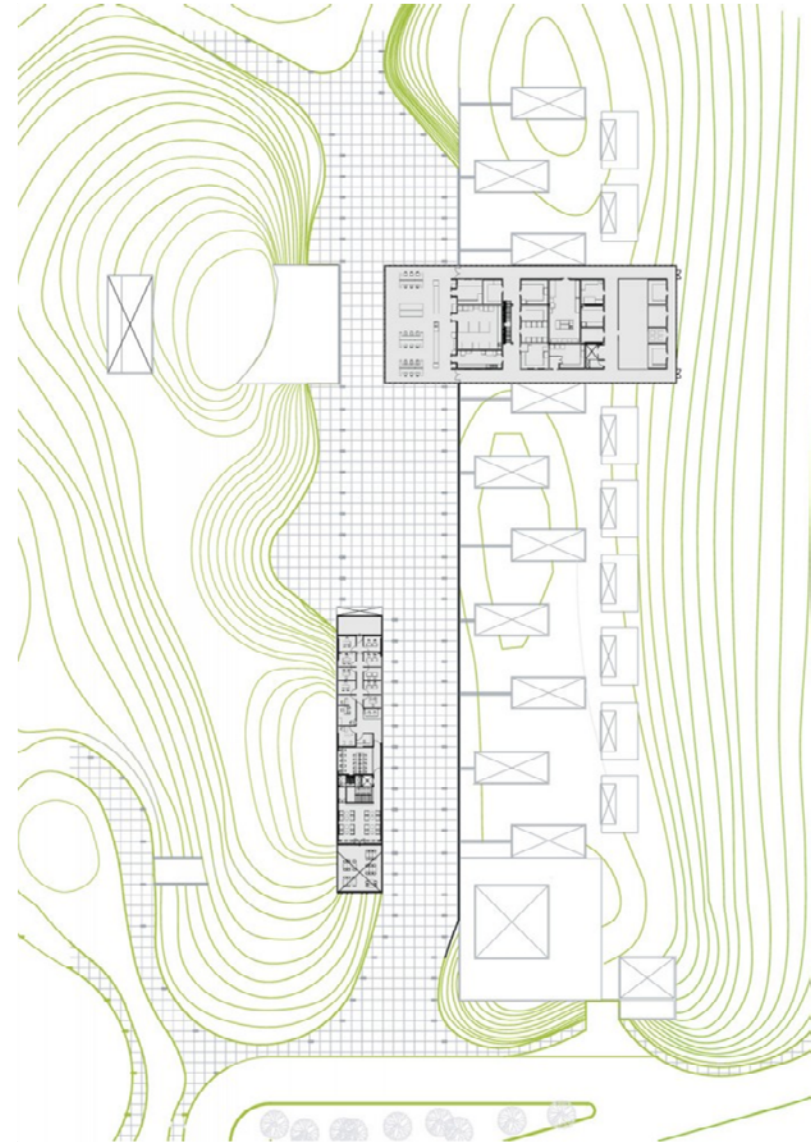
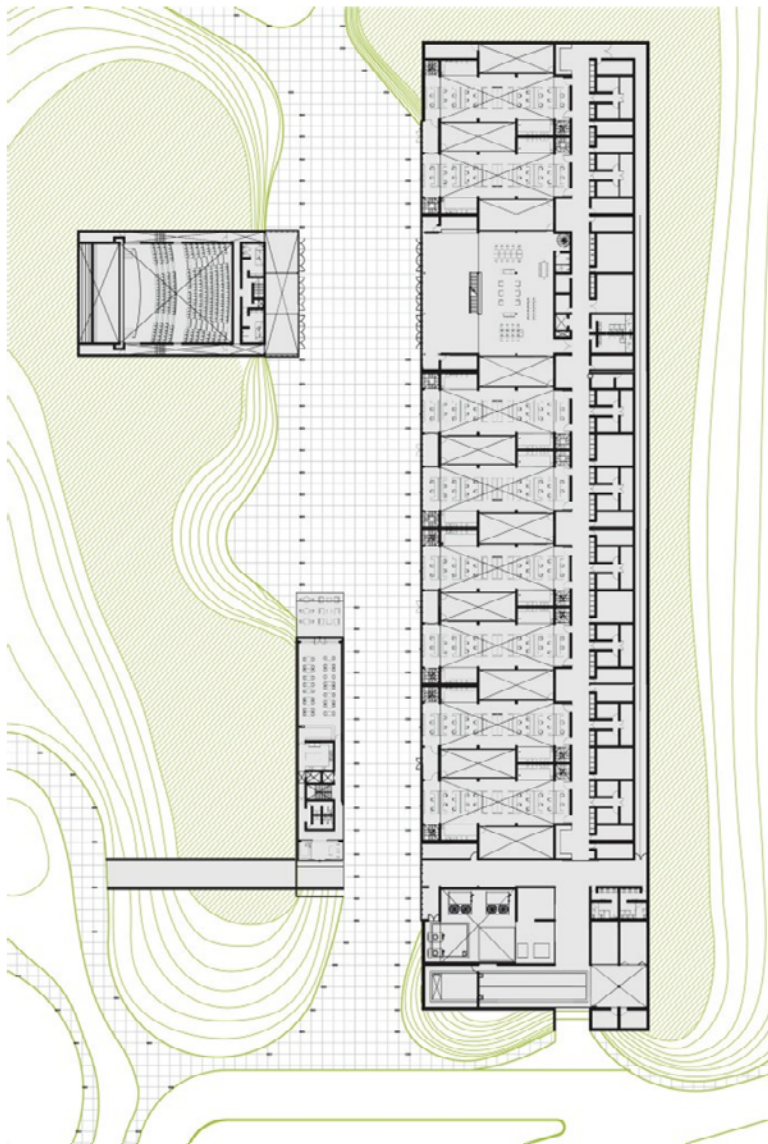


Imagen 52: Plantas de 1er y 2do nivel del LANGEBIO, obtenidas de <http://www.archdaily.mx/70957>

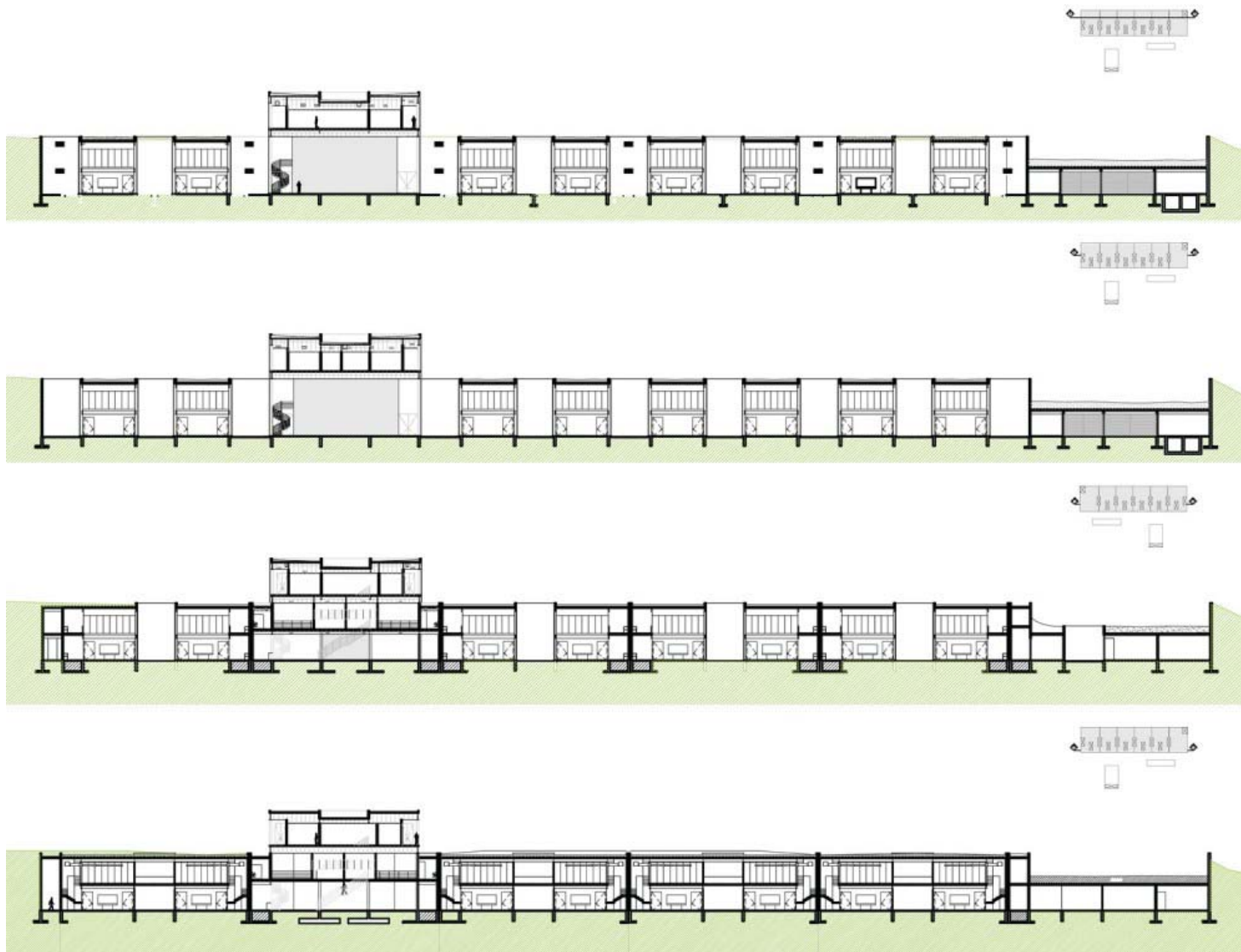
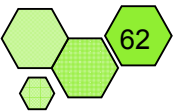


Imagen 53: Cortes del LANGEBIO, obtenidas de <http://www.archdaily.mx/70957>



# Capítulo 4. Marco metodológico.

## 4.1 Tipo de investigación.

Esta es una investigación aplicada para resolver un proyecto de diseño; se plantea desde un paradigma híbrido entre el positivismo y el naturalismo, con un enfoque de diseño cuantitativo y cualitativo, de tal manera que enfrente la investigación con un análisis tanto estadístico de la información como de inducción analítica, según el tipo de información que se esté evaluando.

Se considera que el paradigma positivista es una visión lineal de los elementos útil para ciertas etapas del proceso de diseño, sin embargo está incompleto sin el equilibrio de una visión global y holística del fenómeno como la que permite el paradigma naturalista; siendo pertinente el cambio de enfoque según la escala y características de la etapa del proceso en la que se encuentre. El objetivo de este híbrido es una visión dualista y amplia de la realidad del proyecto.

Para la presente investigación se considera que el sujeto es el investigador y el objeto es el proyecto arquitectónico que se pretende moldear y definir con base en el universo de muestra.

## Universo de muestra.

El universo de muestra se limita a profesionales en arquitectura e ingeniería, los profesionales de los distintos ramos de la biotecnología verde involucrados en el proyecto, así como los directivos y todo el personal que pueda tener relación directa con la fase de planificación del proyecto dentro del INTA.

## 4.2 Procesos metodológicos.

### Etapas de desarrollo

El proceso metodológico consta de tres etapas de desarrollo del proyecto: una etapa de investigación, una etapa de análisis y evaluación de posibilidades y una tercera de diseño. Las tres etapas se traslapan, ya que el desarrollo de esquemas y propuestas provocará constantemente la necesidad de estar investigando y confrontando lo propuesto con el personal del INTA, los técnicos, ingenieros y el personal capacitado.



**Primera etapa:** De investigación. Se desarrolla aquí el perfil del proyecto, en esta etapa se investigan las necesidades programáticas de los laboratorios y de las instalaciones administrativas, se investigan las normativas vigentes a nivel nacional e internacional y finalmente se aboca a la búsqueda de casos de estudio para realizar una valoración de la información relevante encontrada.

**Segunda etapa:** De análisis y evaluación de la información y las necesidades. En esta etapa se desarrolla un estudio a profundidad, de las condicionantes del lote, paralelo al desarrollo de un programa arquitectónico detallado del proyecto para desarrollar lineamientos y pautas de diseño que definan el perfil esperado del proyecto, se plantearán los primeros bosquejos del edificio y se estudiarán posibles escenarios de crecimiento del edificio, para así escoger el de mayor potencial y desarrollarlo.

**Tercera etapa:** De diseño. En esta etapa se desarrollará una propuesta que abarcará toda la investigación y los criterios definidos para desarrollar una propuesta arquitectónica con base en el escenario escogido, con una constante retroalimentación de todo el equipo de profesionales.

## Técnicas de investigación.

La investigación se desarrollará con tres herramientas básicas: entrevista de profesionales involucrados, investigación bibliográfica y estudios de casos. Bajo los lineamientos que se obtengan del perfil del proyecto en las entrevistas preliminares se realizará una investigación de bibliografía y reglamentación

existente, tanto en físico (biblioteca) como virtual (internet) y una vez establecidos parámetros más específicos se realizarán entrevistas de mayor profundidad a todo el personal que se considere necesario.

- **Entrevistas a profesionales:** Las entrevistas preliminares serán a directivos del INTA, buscando comprender las necesidades primordiales y los alcances del proyecto. Posteriormente se realizarán entrevistas más estructuradas con los diferentes investigadores del INTA para detallar con profundidad las funciones de los laboratorios y sus zonas de apoyo.
- **Investigación bibliográfica:** La investigación bibliográfica buscará la normativa correspondiente del proyecto así como toda la información técnica que pudiese estar relacionada al mismo; enfocándose en el diseño de laboratorios y reglamentación de seguridad, relacionadas con los tipos de laboratorio que se requiera diseñar. Se realizará una exploración preliminar que permita ahondar en los criterios de diseño, para poder seguir realizando investigaciones más profundas, en los aspectos relevantes para el desarrollo de las instalaciones, incluyendo la posibilidad de una posterior certificación por algún ente regulador.
- **Estudios de caso:** Se buscare a través de la bibliografía e internet, proyectos existentes de laboratorios, que contemplen instalaciones similares en función y en escala, de ser posible, que sean de organismos gubernamentales y de los cuales se pueda obtener la suficiente información

para realizar un análisis crítico orientado a la aplicación del conocimiento para el proyecto de los cuales se escogerán tres para detallar en el documento escrito.

### 4.3 Proceso investigativo.

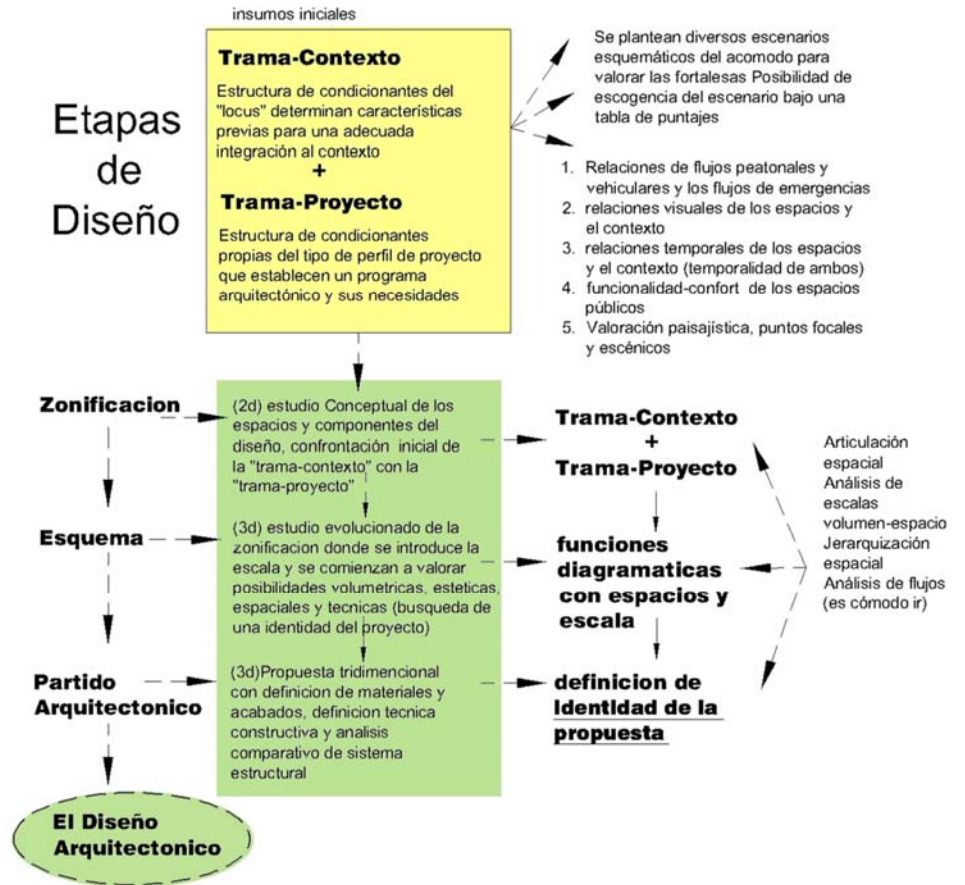
El proceso investigativo se llevará a cabo a través de las entrevistas y de la búsqueda en internet, conforme se consiga información se utilizarán los términos y conceptos encontrados para ampliar la búsqueda; se requerirá de constante investigación a lo largo del proceso para ir comprendiendo más a fondo los distintos laboratorios así como las metodologías de gestión eficiente de los recursos energéticos; la investigación se irá complementando con las entrevistas para generar un panorama definido de las necesidades espaciales y del detalle técnico necesario.

### 4.4 Cuadro metodológico.

El proceso de diseño se compone de una trama de lineamientos a nivel del contexto y una trama en torno a los reglamentos y el programa arquitectónico del Centro de Investigación del INTA.

Las condicionantes propias del proyecto es una compleja trama que deberá ser analizada por aparte para resolver los elementos de función, de seguridad y de condicionantes ambientales.

Las entrevistas y la investigación conformarán la trama del proyecto para finalmente confrontar ambas tramas y plantear el diseño del anteproyecto.



## Cronograma

El cronograma está planteado por metas mensuales de investigación y diseño del proyecto

	ETAPAS DEL PROYECTO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SETIEMBRE	SETIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DIEMBRE	
1	Planteamiento del Problema	Definición de las necesidades y del proyecto, proceso de entrevistas y exploración inicial										
2	Estudio de antecedentes del proyecto, normativas y teoría de diseño de Laboratorios	entrevista a funcionarios del INTA, investigación en internet sobre Laboratorios agropecuarios	investigación en internet sobre cada tipo de laboratorio a desarrollar y sus características	análisis y estudio de las normas de seguridad y la bibliografía sobre Diseño de Laboratorios	investigación sobre certificaciones LEED e ISO	revisión de las normas de seguridad contra el programa esbozado	revisión de las normas de seguridad contra el programa esbozado	planificación de los lineamientos de seguridad y protección biológica				
3	Estudio de casos y definición del programa arquitectónico		Busque de casos de estudio sobre laboratorios y sus necesidades	Proposición inicial de un Programa arquitectónico para el Proyecto del INTA	Entrevista al personal del INTA para revisar la clasificación de laboratorios y el equipo a usar	Planteamiento y revisión de programa, revisión con todo el equipo	Planteamiento y revisión de programa, revisión con todo el equipo	Propuesta Final de un programa arquitectónico para el INTA aprobada por los funcionarios				
4	Análisis del Contexto y las condicionantes	Evaluación inicial de lote y su viabilidad					Estudio de mapas, traslape de información climática, topológica y de flujos del lugar	Estudio de mapas, traslape de información climática, topológica y de flujos del lugar	Levantamientos en sitio y estudios de posibles lineamientos de diseño del sitio	generación y confrontación de los lineamientos del sitio con las necesidades del proyecto		
5	Planteamiento de zonificación										Plantear posibles zonificaciones, valores escogidos	
6	Partido arquitectónico inicial	<b>ETAPA DE INVESTIGACION</b>										
7	Diseño Arquitectónico											





# Capítulo 5. Análisis.

## 5.1 Análisis del sitio.

El predio localizado en la Cuesta del Fierro (ver Imagen 54) es el lote utilizado para proponer este proyecto debido a que el terreno es propiedad del MAG y a que el laboratorio de suelos ya se encuentra aquí.

### 5.1.1 Factores a evaluar.

Para efectos de este análisis se han definido 11 puntos entre factores urbanos y morfológico-ambientales que se consideraron importantes dentro del contexto del proyecto:

Factores Urbanos:

1. **Uso del suelo:**
2. **Plan regulador:** Usos permitidos y restricciones
3. **Conectividad y Flujos:** distancias y tiempos
4. **Redes:** eléctrica, agua potable y telefonía
5. **Entorno perceptual**

Factores Morfológico-Ambientales:

6. **Topografía del terreno:** pendientes y curvas
7. **Hidrología** (ríos, nacientes y mantos acuíferos)
8. **Geología:** fallas y tipo de suelo
9. **Zonas de Riesgo:** inundaciones, deslizamientos y otros



Imagen 54: modelo 3d del terreno con Orto fotografía adaptada, elaborado por el autor.

- 10. **Clima y Zona de vida:** humedad, precipitación, temperatura, ventilación, asoleamiento, índice de confort
- 11. **IFAs del Prugam:** (Índice de Fragilidad Ambiental) edafoaptitud, antropoaptitud

**1-Usos del suelo:** El detalle del “mapa de uso de suelos” (Union Europea-PRUGAM, 2006) de la Imagen 55 muestra que el terreno está como charral y pastos en su mayoría, a excepción del terreno del laboratorio de suelos que está catalogado como de uso gubernamental. El predio se muestra rodeado de cultivos de café al oeste y por una plantación forestal en el costado noreste.

El área residencial más cercana es la urbanización Entebe, que colinda con ambas partes del predio así como con la zona boscosa al suroeste; en el área de la Quebrada La Cruz, la mayoría de las pocas edificaciones cercanas son pequeños caseríos que han surgido contigo a la Autopista Florencio del Castillo y las instalaciones de la Estación Experimental Alfredo Volio Mata.

Al terreno se accede a través de una calle privada dentro del terreno del MAG, esta calle se extiende a lo largo del costado Noroeste de las dos secciones de terreno que conforman el predio, junto a la zona de cultivo forestal del AyA.

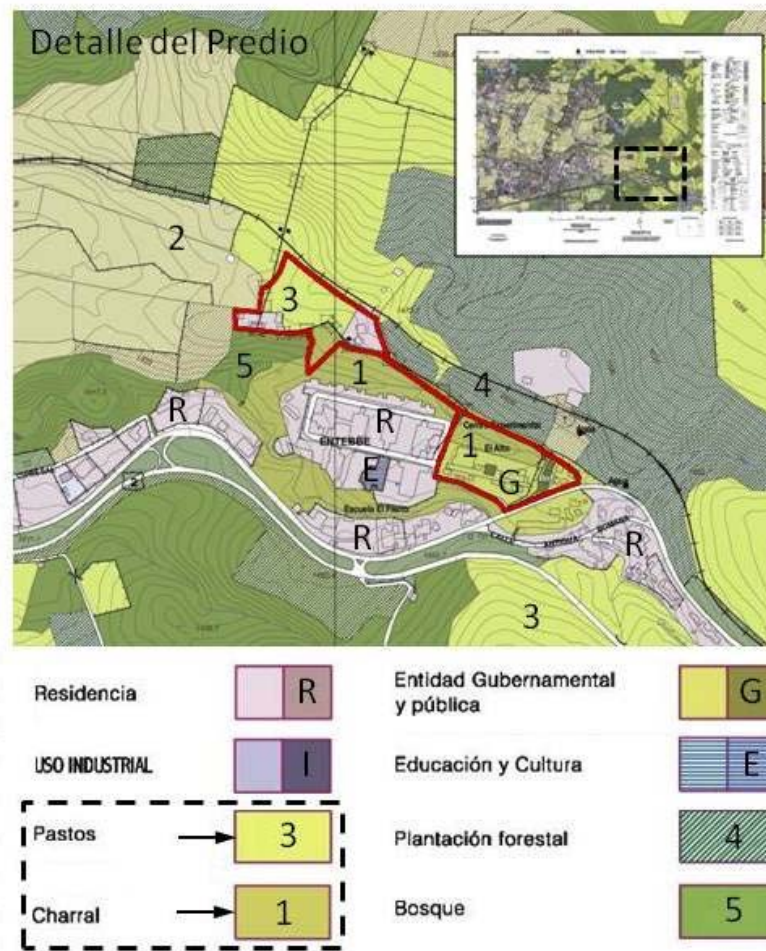


Imagen 55: detalle del mapa de Usos del Suelo del Cantón La Unión, obtenido de: [http://201.194.102.38/cartografia/PRUGAM\\_Cartografia\\_Sur\\_Este.htm](http://201.194.102.38/cartografia/PRUGAM_Cartografia_Sur_Este.htm)



ZONA	303-04-R03	303-04-U03
NOMBRE	Centro Nacional de capacitación Escuela Social Juan XXIII	
COLOR		
VALOR ₡/m <sup>2</sup>	4 500,00	16 000,00
AREA (m)	18 500,00	2 500,00
FRENTE	150,00	32,00
REGULARIDAD	0,85	1,00
TIPO DE VIA	4	4
PENDIENTE (%)	30	15
SERVICIOS 1	-	1
SERVICIOS 2	16	16
NIVEL	-	0
TIPO DE RESIDENCIAL	-	VC05
TIPO DE COMERCIO	-	-
TIPO DE INDUSTRIA	-	-
UBICACIÓN	-	5
HIDROLOGIA	4	-
CAP. DE USO DE LA TIERRA	VI	-

Imagen 56: Detalle del “Mapa de valores por zonas homogéneas, Ministerio de Hacienda/cantón 03 La Unión” obtenido de: <http://www.hacienda.go.cr/contenido/12843-mapas-de-valores-por-zonas-homogeneas>

Según el “mapa de valores de terreno por zonas homogéneas” (Ministerio de Hacienda, CR., 2007) el predio se encuentra en la zona 303-04-R03/U03, terreno en cuestión tiene un valor fiscal dado entre ₡4500/m<sup>2</sup> y ₡16000/m<sup>2</sup>, con una pendiente promedio de 15% a 30% y una regularidad de 0.85 a 1.00, su condición hidrogeológica es 4, lo que confirma la información de los mapas anteriores y la capacidad de uso de la tierra es VI, (ver Imagen 56).

**2-Plan Regulador:** El cantón de La Unión cuenta con un plan regulador vigente, aunque se encuentra en revisión y existe ya una propuesta para el nuevo plan regulador que está en la etapa de consulta pública para su aprobación. Como se puede ver en la Imagen 57, el “Mapa de Zonificación La Unión (Municipalidad La Unión), desde la perspectiva del plan vigente el proyecto no sería posible ya que clasifica una parte del terreno como “Zona Eco turística” y la otra parte como “Zona de Protección Forestal”, cuyos perfiles de uso resultan muy restringidos, según se desprende del Reglamento de Zonificación del Plan Regulador (Municipalidad La Unión, 2003) sin embargo, la nueva propuesta que está en la página principal, esta Municipalidad, clasificaría el terreno en “Zona Agroforestal” y “Zona Institucional” (ver Imagen 57) y dentro de los usos permitidos de la zona agroforestal estaría la investigación (Municipalidad La Unión, 2015).

**3-Conectividad y Flujos:** A nivel de conectividad el sitio tiene el beneficio de colindar con la carretera Florencio del Castillo y con la línea de tren entre San José y Cartago, sin embargo la zona del terreno que colinda con la línea de tren se encuentra



alejada de la carretera por lo que el paso vehicular y peatonal debe darse a través de una calle privada que requiere mejorar su actual estado. Su ubicación entre dos grandes centros urbanos es muy útil, por su cercanía a los grandes centros de población, sin embargo por las características de la zona esta accesibilidad sería en tren o vehículo, dado que peatonalmente solo tiene vinculación con la zona residencial aledaña. (Ver Imagen 60)

**4-Redes:** Las redes implican red eléctrica, red de agua potable y señal de telefonía celular. Con respecto a la primera el lote en su sección noroeste se encuentra bordeado por una línea eléctrica que abastece a la comunidad de Entebe, por lo se requiere respetar los retiros que implica el paso de ésta a través de la propiedad (Ver Imagen 61), dado que no se ha podido identificar el tipo de línea específico se prevé un retiro de 10m a cada lado de la línea como si se tratara de una línea de 138Kv.

La red de agua se encuentra muy accesible debido a la proximidad con las tomas de agua del AyA. En cuanto a la señal telefónica como muestran los mapas de cobertura de la señal, será necesario instalar alguna antena en el edificio debido a que la señal de las tres principales compañías proveedoras del servicio es muy pobre, como se puede ver en la Imagen 62, donde se realiza una comparación de los tipos de oferta de señal y sus coberturas.

**5-Entorno perceptual:** Como se puede ver en la Imagen 58 el espacio del terreno al noroeste se encuentra aislado perceptualmente, a pesar de ser un espacio abierto, la topografía y la separación del espacio público lo convierte en una isla, alejado de los nodos y del espacio urbano, esta condición de aislamiento, a pesar de estar a 5 minutos del centro de Tres Ríos,

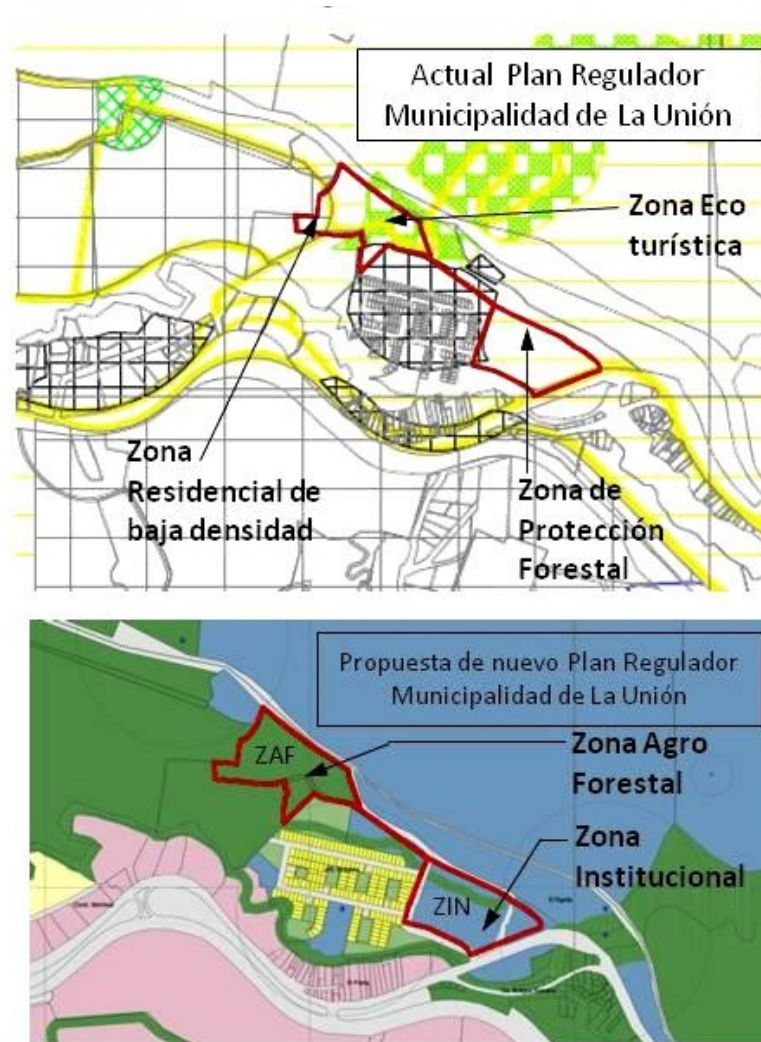


Imagen 57: Planes reguladores, actual y propuesta, obtenidos de: [http://www.launion.go.cr/index.php?option=com\\_content&view=article&id=626&Itemid=348](http://www.launion.go.cr/index.php?option=com_content&view=article&id=626&Itemid=348)

puede ser muy beneficioso por el espacio para desarrollar instalaciones de investigación, capacitación y administración. El amplio espacio con que se cuenta permite desarrollar zonas de esparcimiento al mismo tiempo que las instalaciones, e incluso estas zonas pueden ser utilizadas para las funciones de capacitación o para el descanso del personal.

El espacio al sureste está contiguo a la carretera Florencio del Castillo, separado por unos 160m del sector noroeste, colinda con la urbanización Entebe, al oeste y con la toma de agua del AyA y el Monumento Nazi al noreste (ver Imagen 59).



Imagen 59: Monumento histórico del Partido Nazi de 1939.

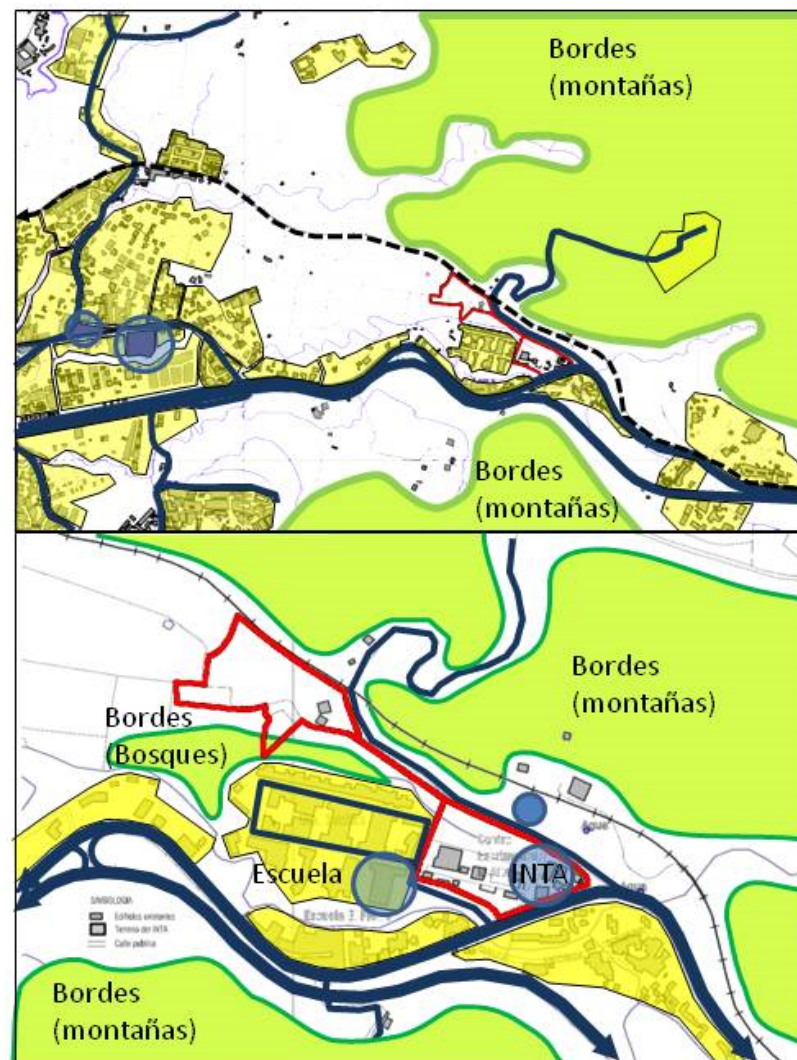
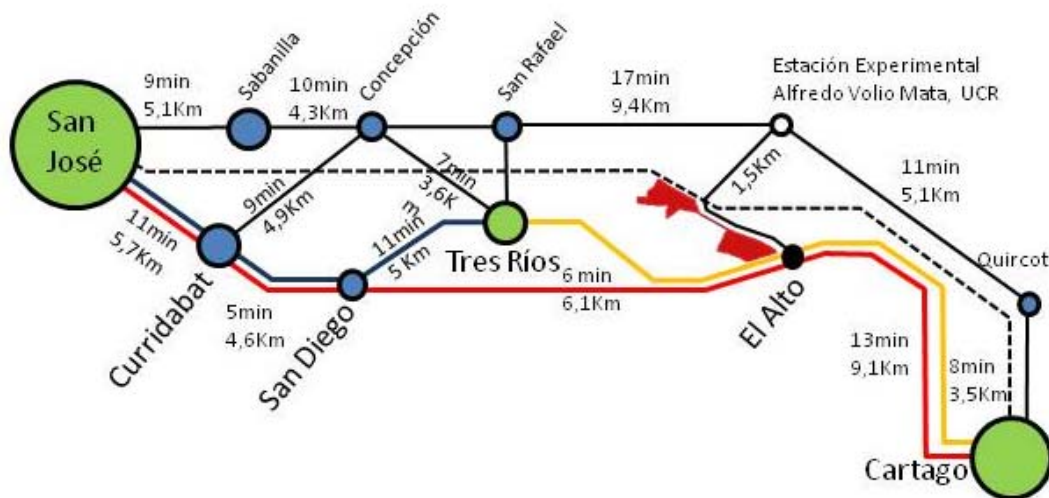


Imagen 58: Diagrama perceptual del sitio, elaborado por el autor.



### Diagrama de Tiempos/Distancia de recorridos Vehicular

- El Alto – San José =15.2Km, 22min
- El Alto – Cartago =8.9Km, 13min
- El Alto – Tres Ríos =4.3Km, 5min
- El Alto – Estación Experimental =1.5Km



### Diagrama de distancias relativas

- Carretera Interamericana
- Rutas Principales
- Rutas Secundarias
- Línea del Tren
- Calles periféricas
- Distancia con respecto al sitio, círculos cada 2Km

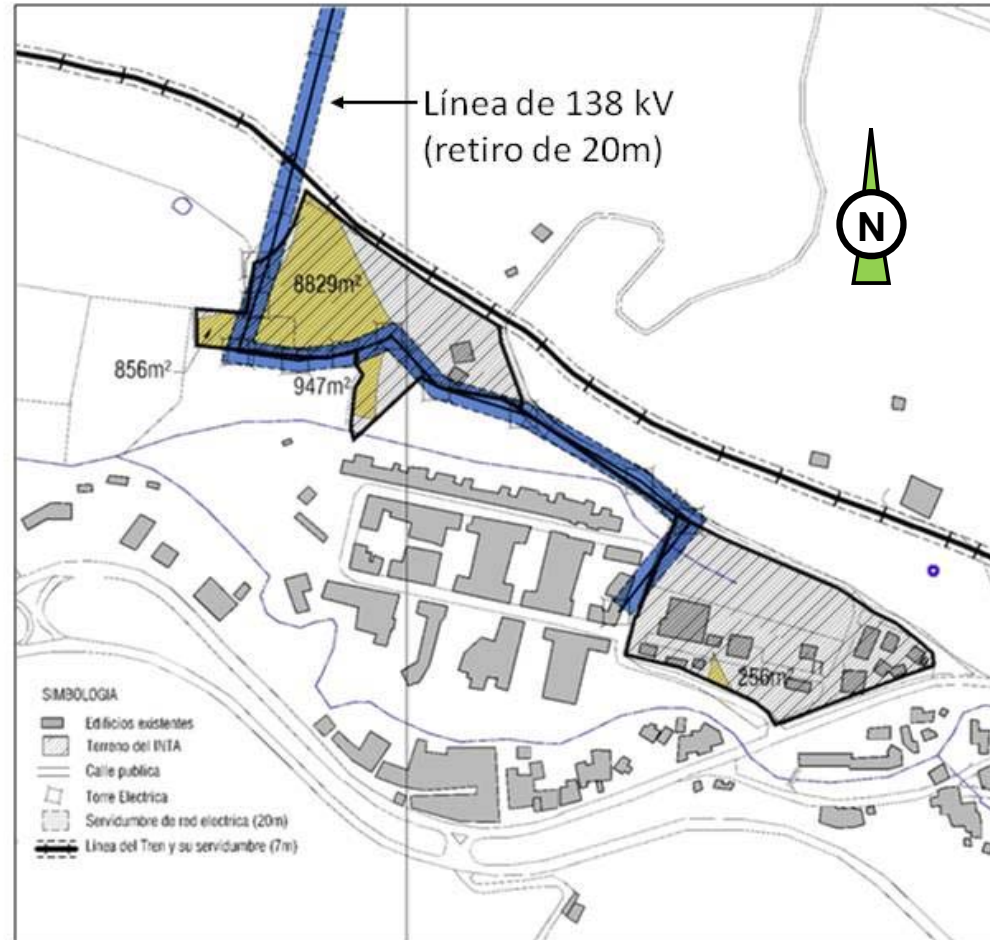
Imagen 60: Diagramas de Conectividad, elaborados por el autor

## Red Eléctrica



Mapa de líneas de transmisión Eléctricas, obtenido de: [http://www.tramitesconstruccion.go.cr/docs/ice/MapadeCostaRicaconLT\\_s.pdf](http://www.tramitesconstruccion.go.cr/docs/ice/MapadeCostaRicaconLT_s.pdf)

### Detalle de la red del GAM



Plano de retiro eléctrico en el Predio, elaborado a partir del Mapa de uso de Suelos. Obtenido de: [http://201.194.102.38/cartografia/PRUGAM\\_Cartografia\\_Sur\\_Este.htm](http://201.194.102.38/cartografia/PRUGAM_Cartografia_Sur_Este.htm)

Imagen 61: mapeo del retiro eléctrico, imagen elaborada por el autor con base en los mapas obtenidos de las direcciones especificadas

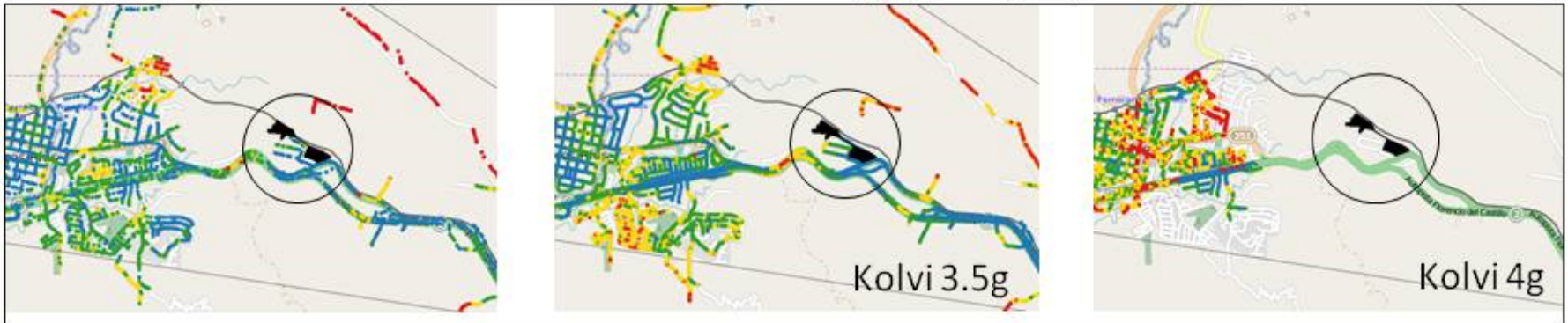


Imagen de cobertura celular de Kolvi, (modificada por autor Obtenidas de: <http://www.grupoice.com/Mapadecobertura/index.html>)

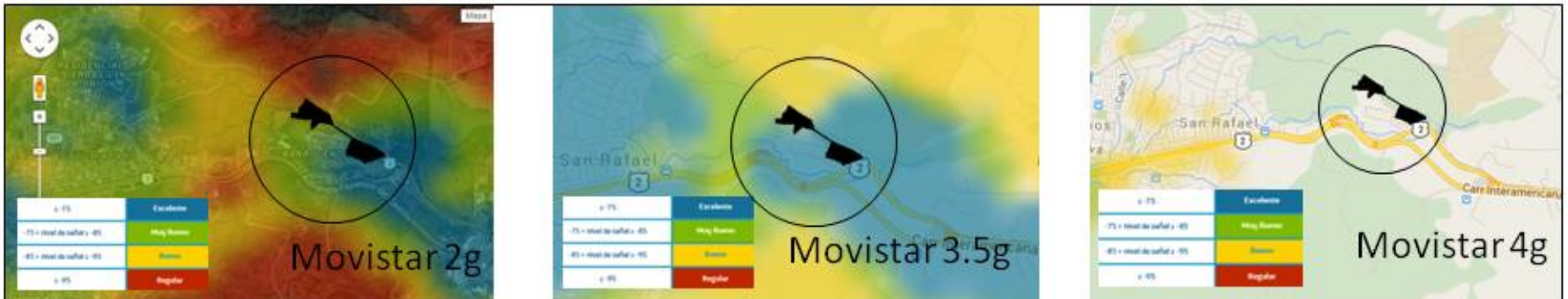


Imagen de cobertura celular de Movistar, (modificada por autor Obtenida de: <http://movistar.cr/descubre/movil/cobertura-movil>)

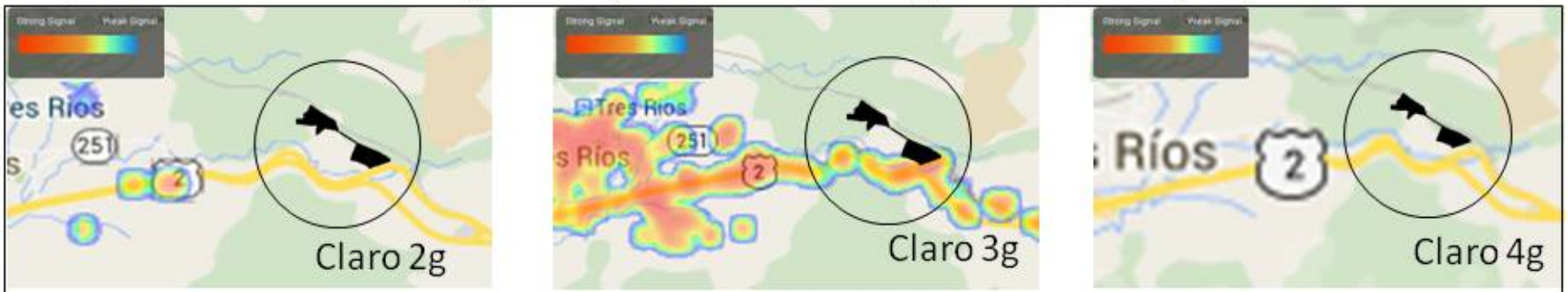


Imagen 62: Cobertura de telefonía celular por los tres principales proveedores, elaborado por el autor a partir de los mapas publicados por cada una.

**6-Topografía del terreno:** El predio se localiza entre las cotas 1450 y 1470 MSNM, en un paso flanqueado al noreste por el volcán Irazú como la elevación más importante, y al sur por los cerros de La carpintera (Ver Imagen 64). Por encontrarse en las faldas del primero las pendientes descenden en dirección noreste-suroeste (ver Imagen 63) protegido de los vientos del noroeste. Los dos sectores del lote presentan una topografía regular de entre 0 a 15% de pendiente. En los cortes de la Imagen 65 y el modelo 3d de la Imagen 66 se puede apreciar el detalle.

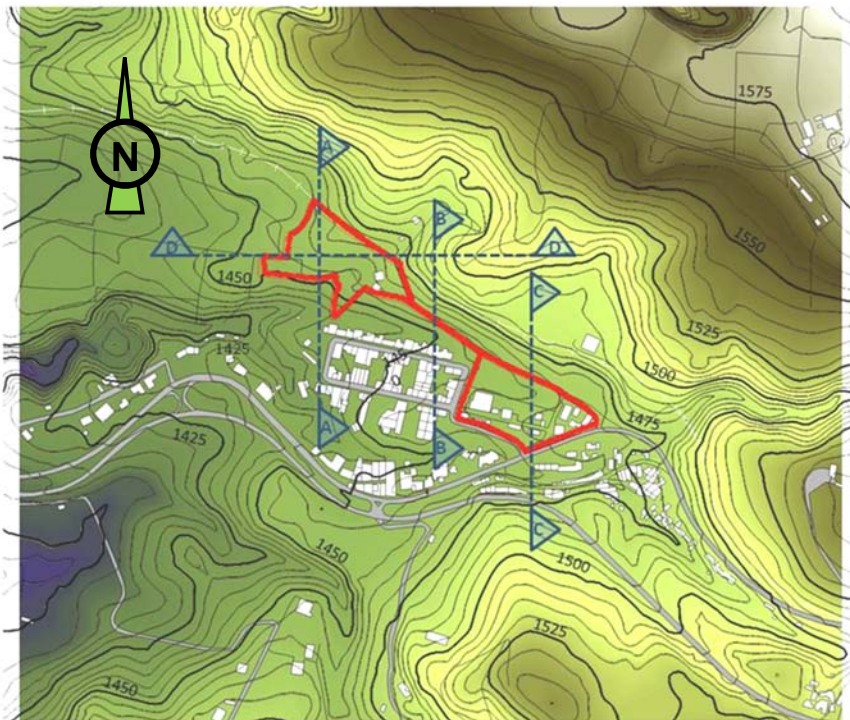


Imagen 63: Modelo 3d con base en curvas de nivel del mapa de uso del suelo, elaborado por el autor.

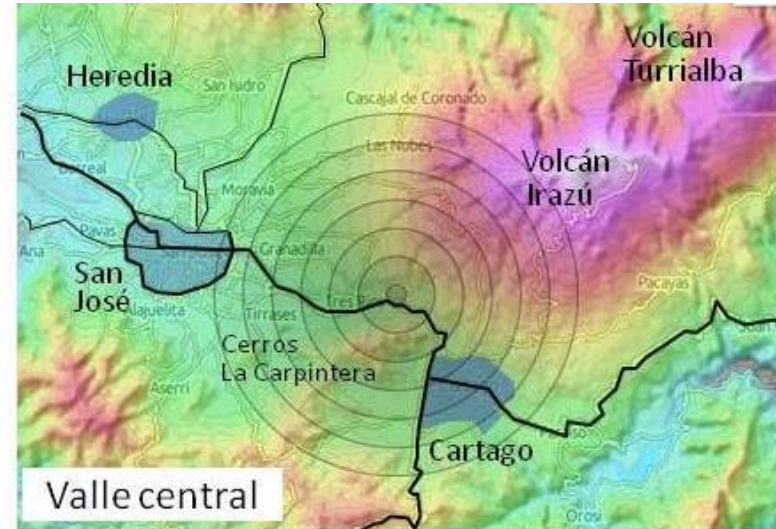


Imagen de la topografía del valle central con los principales centros urbanos (modificada por el autor)



Imagen 64: Mapeo de pendientes y mapa topográfico del predio dentro del Valle Central, elaborada por el autor.

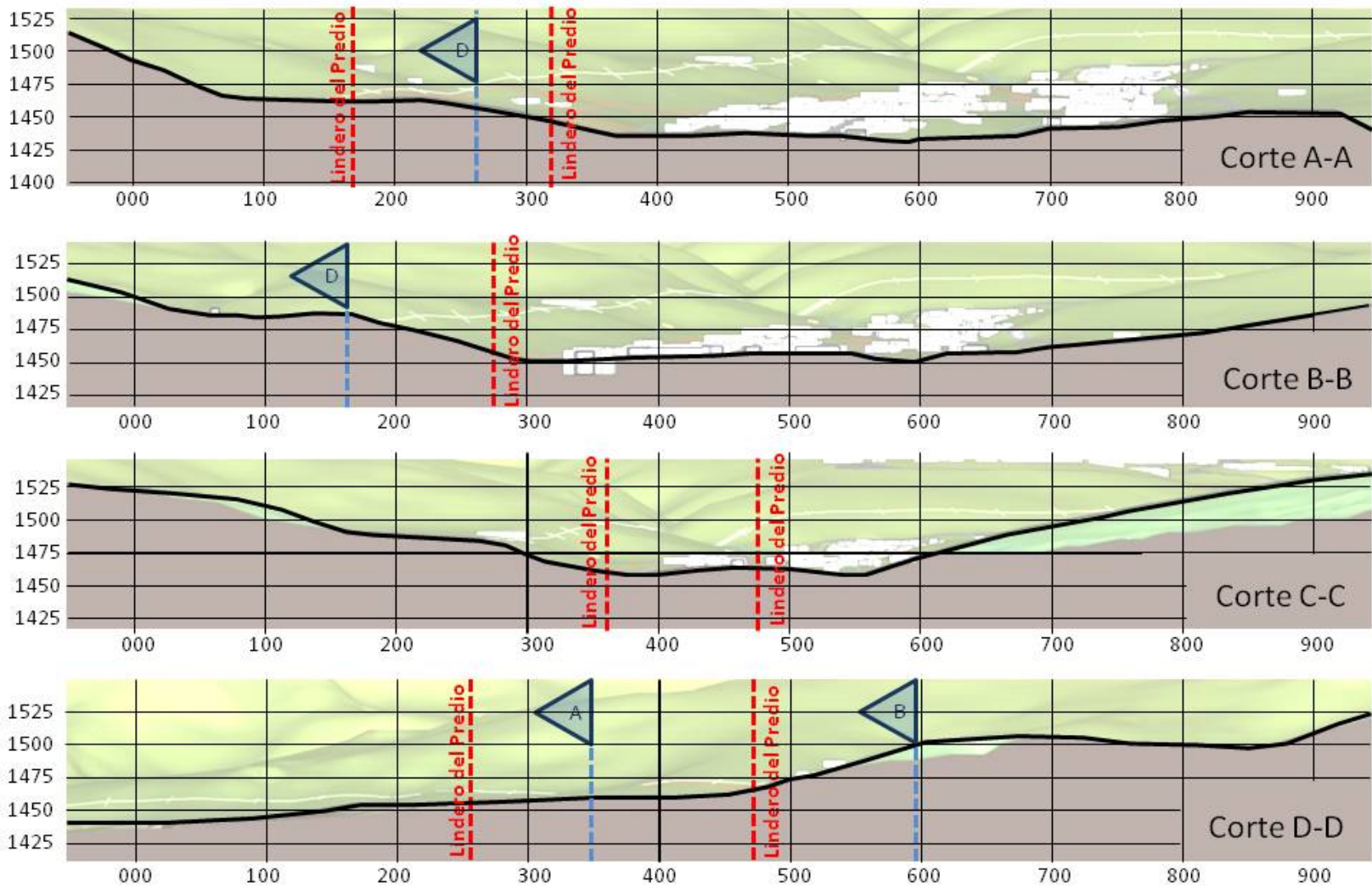


Imagen 65: Cortes del predio marcados en la imagen 11, elaborado por el autor.

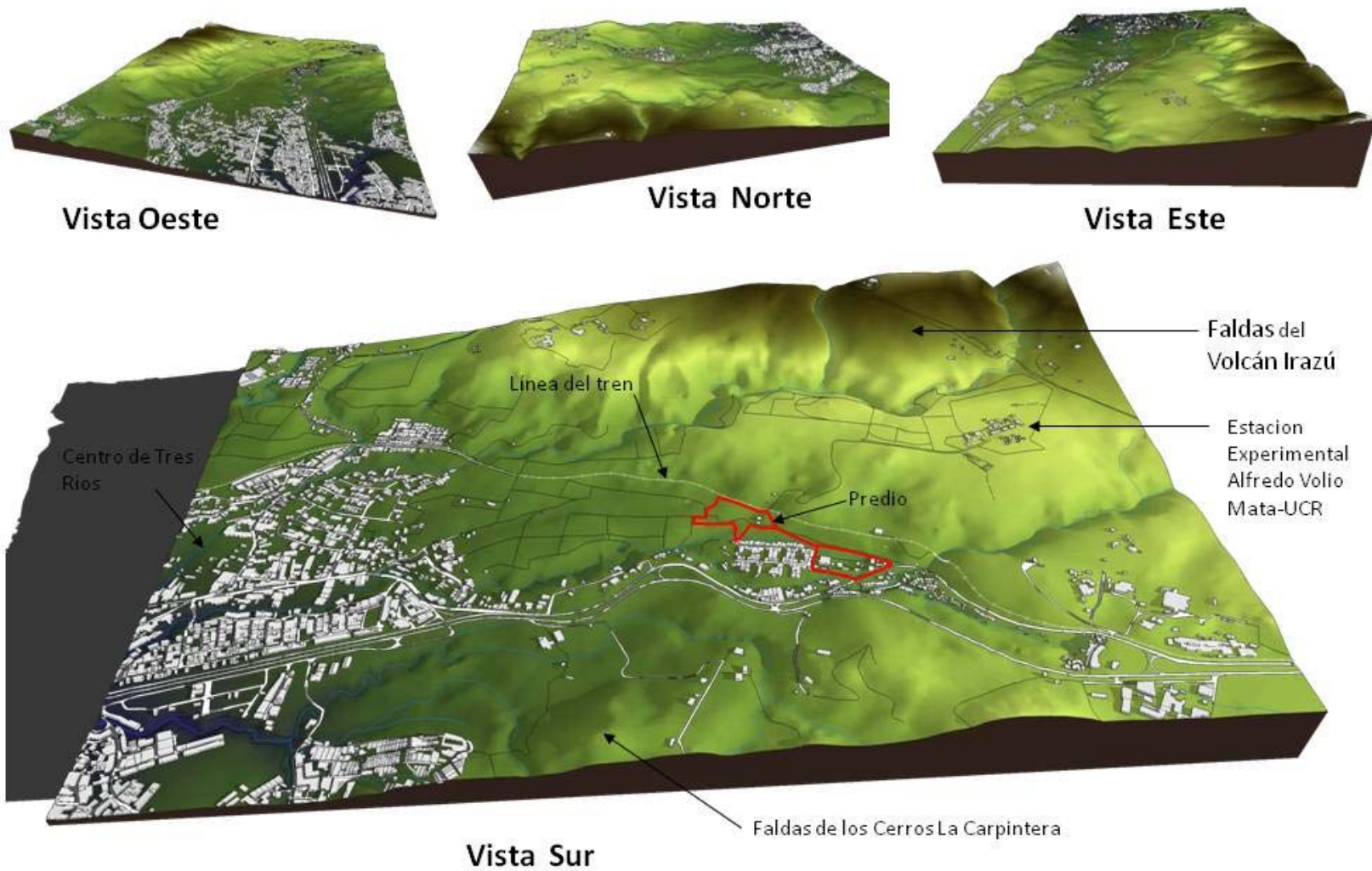


Imagen 66: modelo 3d desarrollado en Sketch up con base en el mapa de uso de suelos del Prugam, colores modificados por altitud, elaborado por el autor.



**7-Hidrología:** La investigación en la biblioteca del AyA y en la base de datos de mapas para trámites de construcción arrojó que la zona cuenta con gran cantidad de nacientes de agua, acuíferos y pozos; según el mapa de “Infraestructura del acueducto metropolitano” (AyA, 2006) en la Imagen 67, uno de los terrenos al norte del predio pertenece al AyA y posee tres manantiales denominados Padre Carazo 1, 2 y 3 correspondientemente, de los cuales se abastece el agua para el acueducto.

En el “mapa general de ubicación de Manantiales y pozos y sus zonas de Protección, Cantón La Unión” (PRUGAM, 2005), existen nacientes ubicadas hacia el noroeste y el sur que también tendrían zonas de afectación dentro del terreno del MAG. La naciente ubicada al suroeste estaría dentro de una urbanización existente (urbanización Entebbe), por lo que se requiere más investigación sobre ésta. Las actuales instalaciones del laboratorio de suelos se encuentran directamente dentro de la zona de protección de dos nacientes, lo que imposibilita un posible escenario de ampliación de estas instalaciones hacia el Este. La naciente ubicada hacia el noroeste se encuentra cerca del lote, pero no parece tener afectación directa sobre la misma. Este delicado escenario hidrográfico plantea el reto de un cuidadoso estudio hidrológico de las nacientes para prevenir su afectación, y deja planteada como ubicación más favorable la zona norte de la propiedad junto a las líneas del tren.

En el estudio “Delimitación del área inmediata de recarga de las fuentes del Padre Carazo Tres Ríos-Cartago” (Ramirez Villegas & Lucke Sanchez, 1983) se plantea un mapa con localización geográfica de la zona de protección delimitada para el

manto acuífero y las Fuentes del Padre Carazo, éste en combinación con los anteriores dieron como resultado el mapa de la Imagen 68, en el que se puede apreciar el área precisa de afectación y por ende las zonas para potenciales desarrollos de infraestructura.



Imagen 67: Mapa General de Ubicación de Manantiales y Pozos, obtenido de: <http://www.tramitesconstruccion.go.cr/mapas-oficiales.html>



Imagen 68: Mapa de afectación Hidrológica, elaborado en Auto CAD, con base en los mapas citados, por el autor

**8-Geología:** Los IFAs relacionadas a la geología de la zona confirman que el predio colinda con sectores montañosos de recarga acuífera (ver Imagen 69), estos sectores montañosos afectan parcialmente el sector noroeste, dejando libre una zona al oeste y al sur con potencial para desarrollar el proyecto. Los suelos están conformados por lahares, según las recomendaciones del “Reglamento Prugam” (PRUGAM, 2009, pág. 107) es importante verificar si estos suelos contienen una matriz arcillosa que los vuelva expansivos.



Imagen 69: Detalle del Mapa Geomorfológico Del cantón de La Unión, obtenido de: [http://www.mivah.go.cr/PRUGAM\\_IFAS\\_CRTM05\\_La\\_Union.shtml](http://www.mivah.go.cr/PRUGAM_IFAS_CRTM05_La_Union.shtml)

**9-Zonas de riesgo:** El predio se encuentra directamente dentro de las zonas de influencia de la ceniza del volcán Irazú y del volcán Turrialba, lo que implica que será necesario tomar previsiones técnicas para los equipos expuestos a la intemperie y sistemas de exclusas que permitan el control de la contaminación en los laboratorios. Como se puede apreciar en la Imagen 70 hacia el sector Sureste, del lado del actual laboratorio de suelos

se encuentra una faja de terreno clasificado como de alto riesgo por causa de una falla tectónica en el sitio, el mapa de amenazas naturales y potenciales del cantón de La Unión clasifica parte de esta misma zona como de riesgo por la inestabilidad de las laderas.

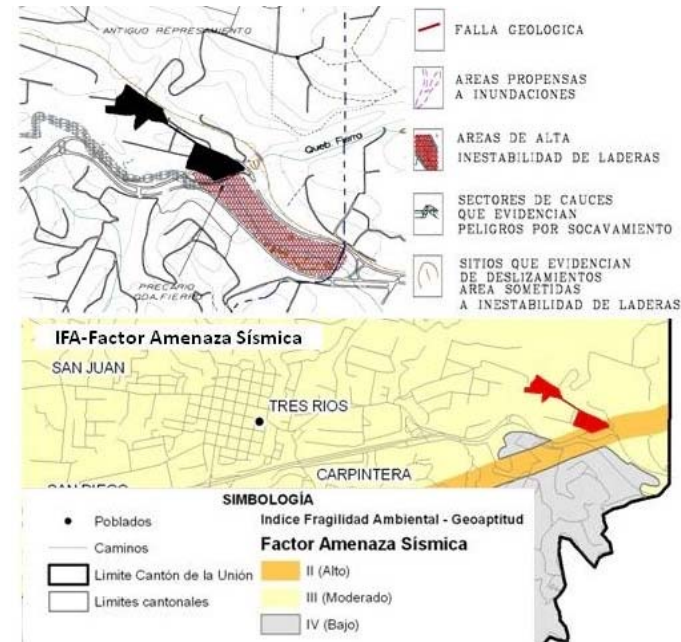


Imagen 70: Detalles de los mapas de “IFA-Factor Amenaza Sísmica” de La Unión, obtenido de: [http://www.mivah.go.cr/PRUGAM\\_IFAS\\_CRTM05\\_La\\_Union.shtml](http://www.mivah.go.cr/PRUGAM_IFAS_CRTM05_La_Union.shtml) y del “Mapa de Amenazas Naturales y Potenciales Cantón de La Unión”, obtenido de: [http://www.tramitesconstruccion.go.cr/docs/CNE/amenazas\\_por\\_cantón/Cartago/la-union.pdf](http://www.tramitesconstruccion.go.cr/docs/CNE/amenazas_por_cantón/Cartago/la-union.pdf)

**10-Clima y zonas de vida:** Según la clasificación de Zonas de vida de Holdridge, por su temperatura y precipitación corresponde a “Bosque muy húmedo” y por su altitud entre 1450 y 1470 metros se sitúa dentro del piso Montano Bajo; sin embargo dadas las características de la zona y como se puede comprobar en el detalle de la Imagen 71 mapa de “Zonas de vida de Costa Rica” del CCT, esta zona se encuentra en una franja muy estrecha, por lo que tiende a ser una transición entre Premontano y Montano Bajo, y entre bosque húmedo y bosque muy húmedo, lo que implica una compleja situación con respecto a los cambios ambientales.

**11-IFAS:** La IFA de Sub clasificación del PRUGAM Cantón de La Unión (PRUGAM, 2009) es el resultado del análisis del conjunto de las IFAs para establecer estrategias por zonas de sub clasificación. Se puede interpretar como resultado final y guía para evaluar las condiciones del terreno.

Para el caso del predio, como se puede ver en la Imagen 72, se pueden establecer 4 sectores con sus respectivas recomendaciones de uso, de estos el que presenta las mayores ventajas es el III-B de “Alta a muy alta densidad” que establece coberturas de hasta un 70%, con limitaciones de hasta 14 pisos según la capacidad de soporte de la infraestructura vial y del alcantarillado, se considera también apto para el desarrollo industrial y comercial, lo que le da el mejor de los perfiles para el desarrollo del laboratorio.

Los otros tres sectores presentan una serie de riesgos y amenazas que no los hacen aptos para el proyecto, así la Zona II-F se considera una zona con peligro de ruptura superficial de

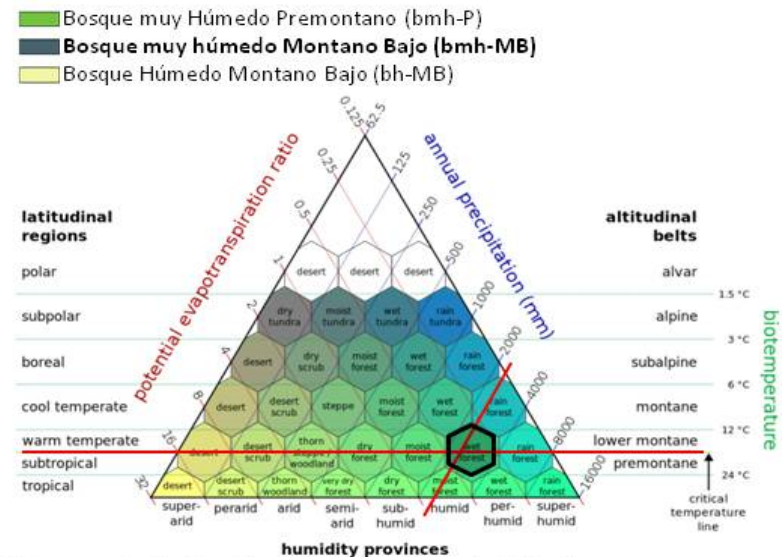


Diagrama de Clasificación de Zonas de vida según Holdridge

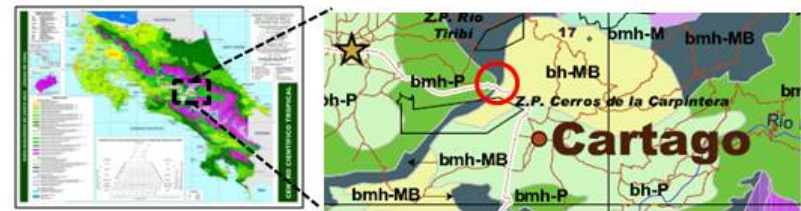


Imagen 71: Diagrama de Holdridge y detalle del “Mapa Ecológico de Costa Rica, Zonas de Vida” del Centro Científico tropical, obtenido de: [http://www.cct.or.cr/documentos/mapoteca/zonas\\_de\\_vida\\_costa\\_rica.pdf](http://www.cct.or.cr/documentos/mapoteca/zonas_de_vida_costa_rica.pdf);jsessionid=029723FCAE4CB946AB070C1D264AE3C7

fallas activas o parcialmente activas; la zona I-A es una zona de recarga acuífera que presenta una pronunciada topografía y densidad forestal y la zona II-F es la clasificación para zonas ocupadas con un alto grado de impacto ambiental, por lo que no es recomendable agravar la situación.

El detalle de la IFA de Sobreuso del suelo (ver Imagen 73) muestra el sector del laboratorio de suelos en amarillo debido a las construcciones sobre áreas de protección del manto acuífero y remarca la fragilidad de la zona directamente al noreste del predio.

El detalle de la IFA de bio-aptitud (ver Imagen 73) clasifica el terreno como moderado y bajo. El área noroeste clasificada como moderada colinda con un área de alto valor biológico, lo que genera una condición de oportunidad para extender la zona boscosa e integrarla con los espacios sociales del proyecto

El detalle de las IFAs de Edafoaptitud y de Antropoaptitud de esta misma imagen muestra también como el sector noroeste de la propiedad presenta una parte apta para desarrollar el proyecto colindante al comienzo de la zona montañosa, una zona vulnerable que debe ser protegida dentro del proyecto.

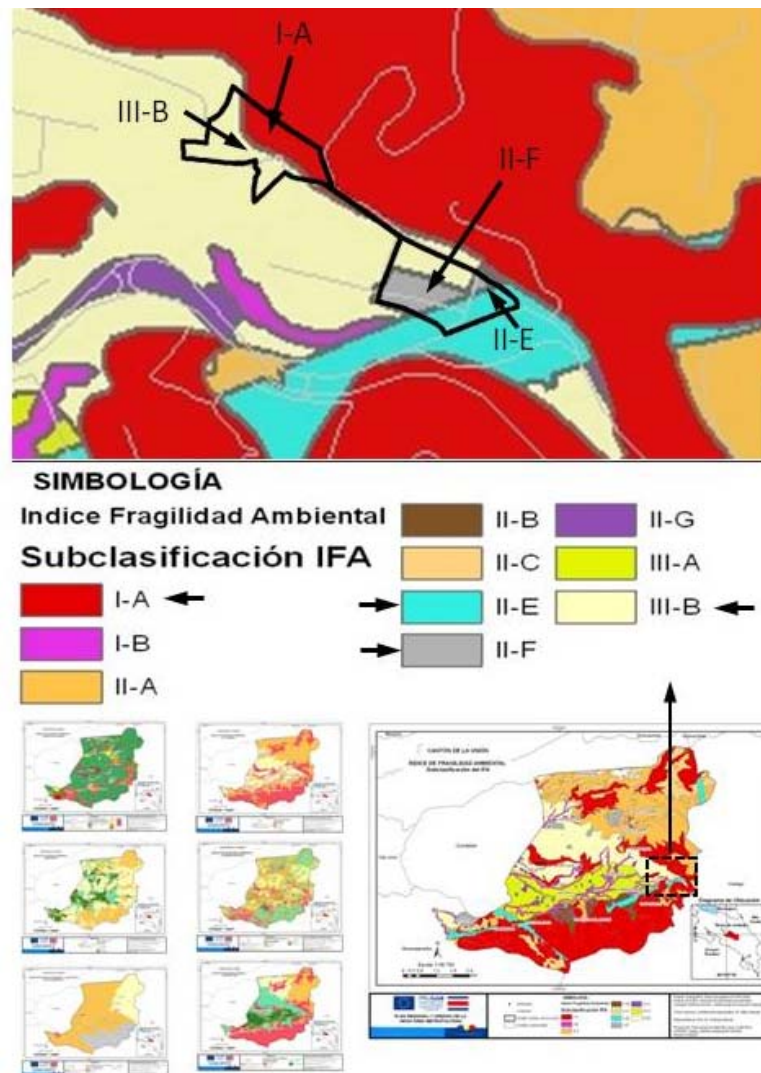


Imagen 72: Detalles de la “IFA” de Sub clasificación PRUGAM del Cantón de La Unión, obtenido de:  
[http://www.mivah.go.cr/PRUGAM\\_IFAS\\_CRTM05\\_La\\_Union.shtml](http://www.mivah.go.cr/PRUGAM_IFAS_CRTM05_La_Union.shtml)

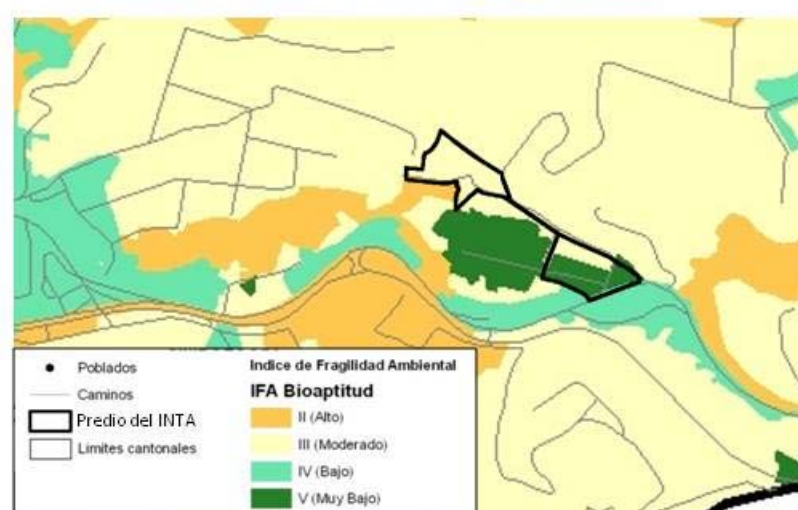
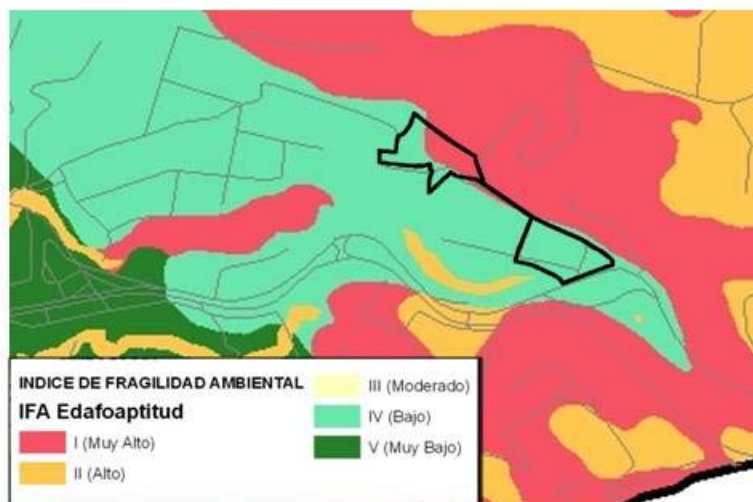
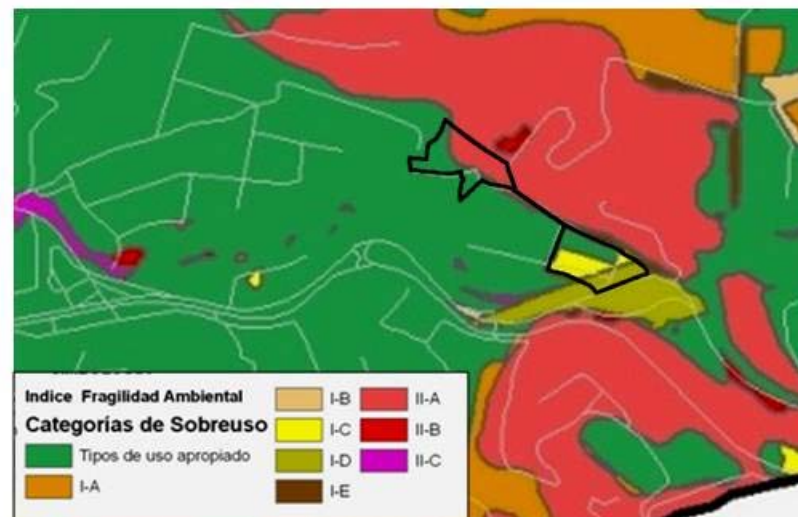
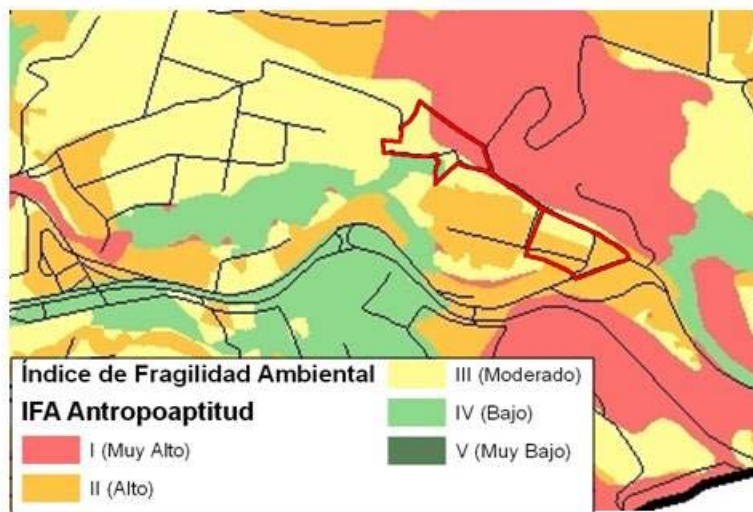


Imagen 73: detalles de algunas de las IFAs del Cantón de La Unión, del Prugam, obtenidas de: [http://www.mivah.oo.cr/PRUGAM\\_IFAS\\_CRTM05\\_La\\_Union.shtml](http://www.mivah.oo.cr/PRUGAM_IFAS_CRTM05_La_Union.shtml)

### 5.1.2 Evaluación de factores

Los factores evaluados individualmente se confrontan bajo dos criterios; el de “potencial de uso” y el de “las restricciones presentes” de tal forma que se pueda evaluar las áreas con mayor potencial e ir demarcando las zonas que presentan alguna limitación. En la Imagen 74 se pueden ver el resumen gráfico de los factores evaluados antes de generar con ellos la matriz de la Imagen 75, en escala de verdes el potencial de uso y en escala de azul las restricciones.

1. El uso del suelo en general no presenta problemas, el lote está ocupado por edificios del gobierno en la sección sureste y zona de pastos.
2. Partiendo de una aprobación del proyecto para el nuevo plan regulador, éste permitiría el desarrollo, sobre todo en la sección norte por hacer referencia directa al uso de “investigación”.
3. Las áreas demarcadas presentan potencial de conexión tanto con la carretera Florencio del Castillo como con la línea del tren.
4. El predio cuenta con todos los servicios básicos, sin embargo presenta las servidumbres de una red eléctrica y de la línea del tren. Se requieren lineamientos precisos del CNFL y de INCOFER. (los presentes se plantean como una estimación con base a una revisión básica de los reglamentos).
5. Las áreas denotadas con mayor potencial en verde implican mayor espacio en la sección sureste y mejores visuales en la sección noroeste.

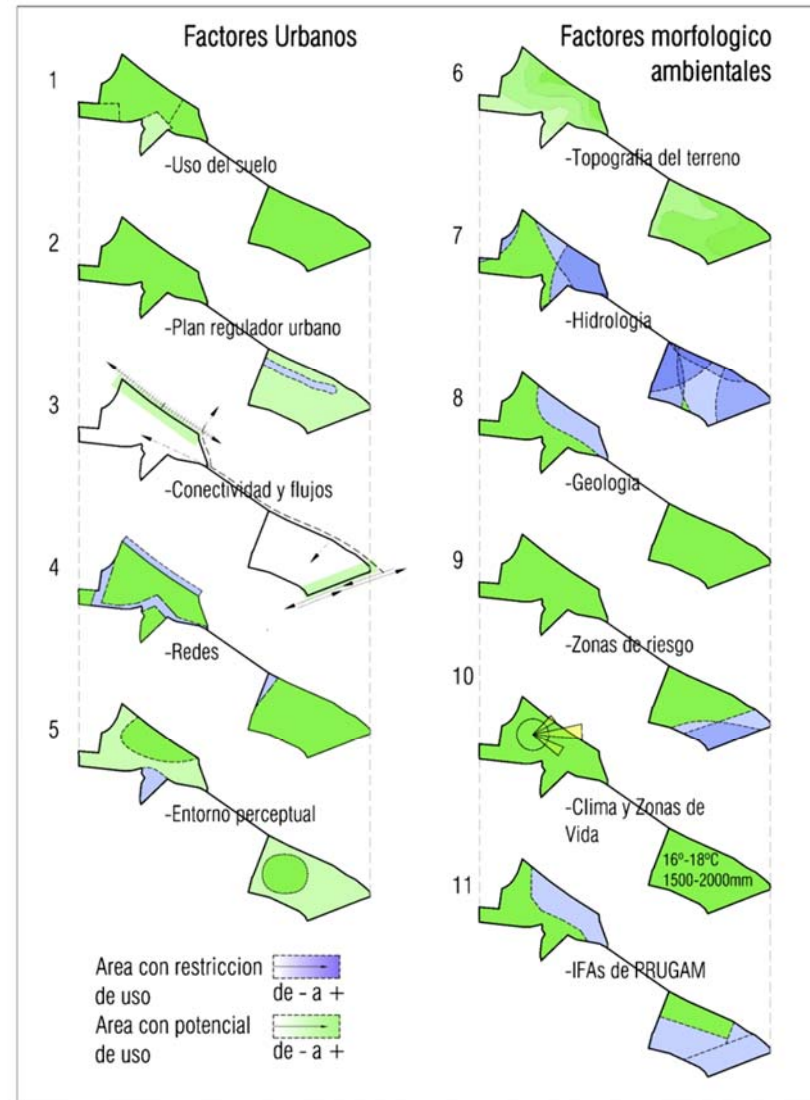


Imagen 74: diagrama resumen de factores del sitio, elaboración propia.

6. La topografía del terreno no supera el 15%, la sección sureste; es el área más plana. La sección noroeste del terreno presenta mayor pendiente pero sigue siendo un área potencial.
7. La hidrología es el factor restrictivo más significativo, un gran porcentaje del área cuenta con zonas de protección de nacientes y de mantos acuíferos.
8. La geología de un 83% del terreno es factible para la construcción, con un suelo conformado por lahares, requiere de mayores estudios, pero es potencialmente edificable, el otro 17% corresponde a terreno montañoso que presenta un mayor grado de dificultad técnico y de costos en la construcción, lo que no es del todo restrictivo.
9. Las zona de riesgos afectan al sector sureste debido a una falla geológica y a la inestabilidad de laderas, que se cruzan justo donde actualmente se encuentran los edificios del laboratorio de suelos y foliares.
10. El análisis de los factores climáticos tienen poca importancia dentro de la zonificación del lote, sin embargo establecen una serie de parámetros que afectan las edificaciones.
11. El criterio de evaluación de las IFAs del PRUGAM determina las áreas marcadas en verde como las zonas de menor impacto ambiental, las zonas en azul se restringen por su mayor grado de afectación ambiental.

De estos 11 factores evaluados se desprenden las dos matrices de la Imagen 75, que evalúan el potencial de uso y las restricciones. Como se ve en la imagen el diagrama de "restricciones de uso" establece una gran cantidad de limitantes, sobre todo en el tema hidrogeológico, que resulta determinante para seleccionar las áreas factibles a desarrollar.

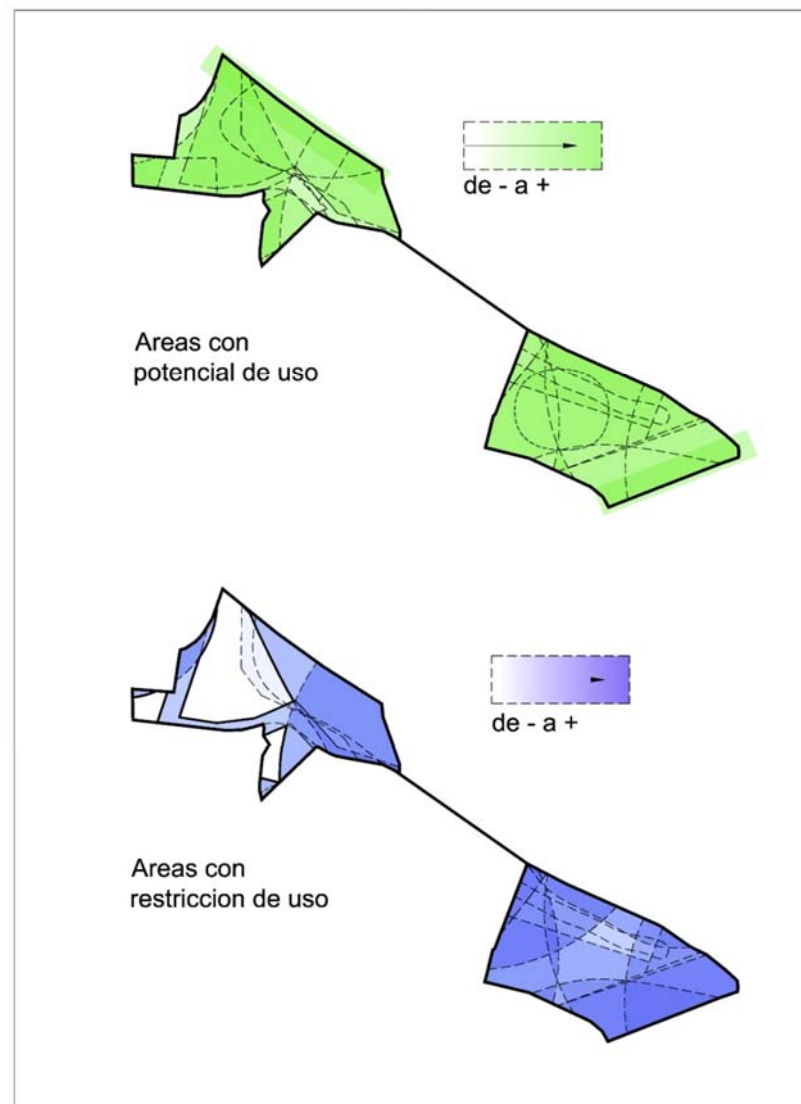


Imagen 75: diagramas de "potencial de uso" y "restricción de uso"



Las matrices de “potencial de uso” y de “restricciones” son resultantes de una sumatoria de factores, no obstante estas matrices no se suman entre sí, dado que son criterios distintos, en este caso la resultante final es un traslape de enmascaramiento, en el que se evidencian las áreas edificables (ver Imagen 76).

Las áreas resultantes tienen la posibilidad de tener una parada del tren, por lo que puede tener conexiones potenciales al este y al norte, la conexión al este sería forzosamente a través de la calle privada, se encuentran en un área con pendientes del 0 a 15%, será de gran importancia realizar estudios de suelo para determinar el soporte y el nivel freático.

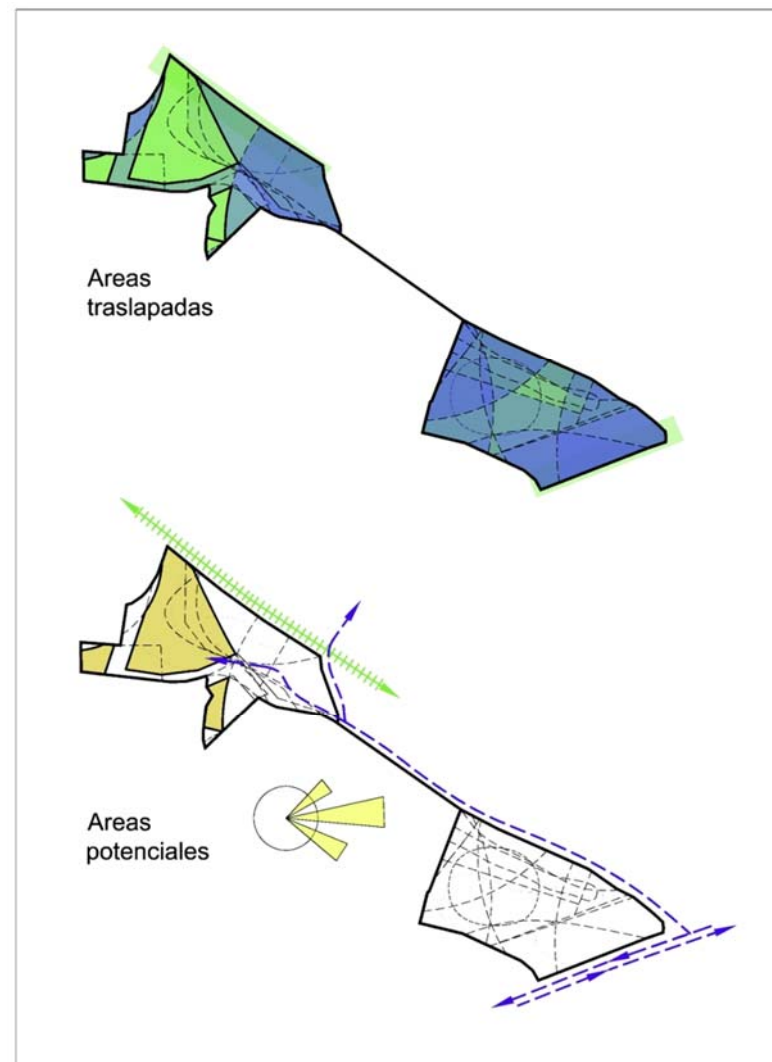


Imagen 76: diagramas de "áreas traslapadas" y "áreas potenciales"

### 5.1.3 Pautas de diseño para el sitio.

#### Área de diseño.

1. Retiros eléctrico e hidrológico: la demarcación de estos retiros resulta determinante para definir el área principal de unos **8829m<sup>2</sup>** más dos áreas aledañas de **856m<sup>2</sup>** y **947m<sup>2</sup>** en el sector noroeste, el resto del sector por estar junto al acceso debería ser trabajado como reforestación paisajística y como áreas de esparcimiento social, a fin de amortiguar el impacto en el acuífero y de permitir la articulación entre la zona protectora del río y la zona forestal al noreste (ver Imagen 77).
2. Topografía: el sector elegido presenta una pendiente de entre un 10 y un 15%, por lo que se debe trabajar el terreno gradeado y el edificio semienterrado.
3. Conectividad: plantea la posibilidad de una **parada del tren** como una forma de acceso de parte de los empleados y el público en general, es necesario resolver la conectividad peatonal desde el acceso principal.



Diagrama de áreas factibles para desarrollar el proyecto (elaborado por el autor)

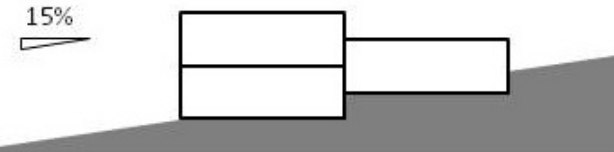


Diagrama terraceo del proyecto (elaborado por el autor)

#### Estrategias ambientales.

1. Ceniza volcánica: El diseño deberá plantear condiciones especiales de aislamiento que prevean esta posible eventualidad como **exclusas y filtros especiales en las tomas de aire**.

Imagen 77: diagramas de conclusiones 1, elaboración propia

2. Zona de la quebrada: Este sector es de pronunciada pendiente, debe trabajarse para **prevenir la degradación** del suelo y potenciar el desarrollo de la zona de protección de la quebrada.
3. Estudio del suelo: Es importante valorar las propiedades del suelo para valorar el tipo de cimentación que se puede utilizar.
4. Implementar estrategias preventivas y activas de la contaminación del manto acuífero como **Planta de tratamiento** de aguas.
5. Buscar un equilibrio entre la reducción de la huella de sellamiento de suelos y la afectación del subsuelo por la cimentación.

### Pautas de confort climático.

Como se determina que la zona de vida de Holdridge corresponde a “Bosque muy húmedo-montano bajo” se establecen estas pautas de diseño climático con base en la “Guía de diseño bioclimático” (Porrás Salazar, 2013).

1. **Orientación:** Se recomienda una orientación Este-Oeste franca, con las aperturas orientadas en los costados norte y sur, entre un 40 y un 80% de la envolvente vertical con protección solar (ver Imagen 78).
2. **Materiales:** Se recomiendan núcleos de alta capacitancia para absorber calor y liberarlo durante las horas frías en las zonas sociales, esto no sería necesario en todas las áreas (definir) -*cerramientos horizontales*: se recomienda liviano con aislamiento térmico.

6. **Otras estrategias:** La vegetación se puede utilizar como aislante térmico a nivel de cubiertas verdes extensivas y jardines verticales. Utilización de masa térmica como muros trombe.

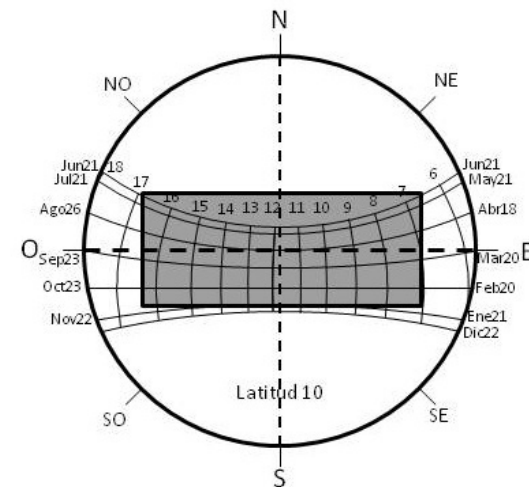
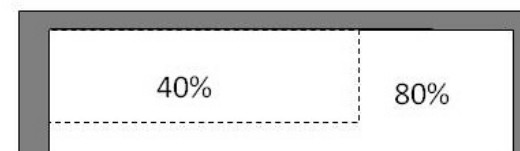


Diagrama de Orientación Solar Este Oeste  
(Modificado por autor)



Entre 40 y 80% de aperturas en fachadas norte-sur  
(Elaborado por autor)

Imagen 78: diagramas de conclusiones 2, elaboración propia

## 5.2 Análisis de necesidades programáticas.

La evaluación de necesidades se realizó a través de entrevistas directas al personal del INTA, a fin de comprender los esquemas de trabajo. Las entrevistas fueron estructuradas con base en un guión que permitió evaluar actividades, riesgos, equipos, abastos, mecanismos de asepsia y protección utilizados o necesarios; requerimientos ambientales de trabajo, evaluación de beneficios y problemas del espacio de uso actual, etc.

De la información recopilada en las entrevistas se fueron conformando listas de equipos, mobiliarios y procedimientos. Estas listas dieron origen a los diagramas de función y diagramas de espacio, que para fines prácticos se separaron en **espacios específicos** como los laboratorios y **espacios generales** como salas de reunión, oficinas, baños y demás espacios de uso no especializado.

Esta información fue la base para desarrollar los diagramas de las unidades funcionales, es decir las direcciones y las unidades laboratoriales y plantear al final un diagrama general del conjunto edificable (ver Imagen 79)

### 5.2.1 Laboratorios, espacios específicos y generales.

A continuación se detallan los diagramas desarrollados para los laboratorios específicos y algunos diagramas de espacios de índole general. Éstos se detallan a través de diagramas

funcionales y diagramas espaciales, con la finalidad de especificar las características de los mismos. De la información recopilada de las entrevistas junto con la información expuesta en el marco teórico, se establecen estos puntos comunes para el diseño de los laboratorios:

1. Área de seguridad de 1m<sup>2</sup> separadas de los espacios de circulación, con lavajos y ducha, cerca de los espacios de preparación.
2. Clasificar equipos que generen calor, vibración o contaminación para ubicarlos con respecto a su afectación.
3. Áreas de trabajo con campanas extractoras o con cabinas de seguridad.
4. El mueble de cristalería debe estar ubicado cerca de la mesa de trabajo y del acceso para que la cristalería lavada entre al laboratorio sin pasar por los espacios de trabajo.
5. Muchos de los procedimientos requieren ir moviendo las muestras de las áreas de preparación donde se realizan algunos procedimientos, por lo que se necesitan áreas más estériles que permitan una evaluación confiable. Pasos de un área sucia a un área limpia.
6. Las cámaras de crecimiento, cabinas de bioseguridad y las incubadoras deben localizarse de tal manera que las corrientes de aire y las circulaciones no afecten su efectividad y no las contaminen.

7. La circulación dentro de los laboratorios debe ser de 1,5m para permitir un trabajo fluido entre los que están sentados y los que van pasando, además cumplir con la ley 7600.
8. Se deben definir las áreas de trabajo, las de almacenamiento y los espacios con equipos específicos para los procedimientos requeridos.

9. Las balanzas analíticas y las granatarias son muy sensibles a las vibraciones, aunque algunos laboratorios tendrán balanzas, se generará un cuarto para balanzas con muebles especiales teniendo presente que el aire acondicionado debe estar diseñado de tal manera que no golpee directamente las mismas.

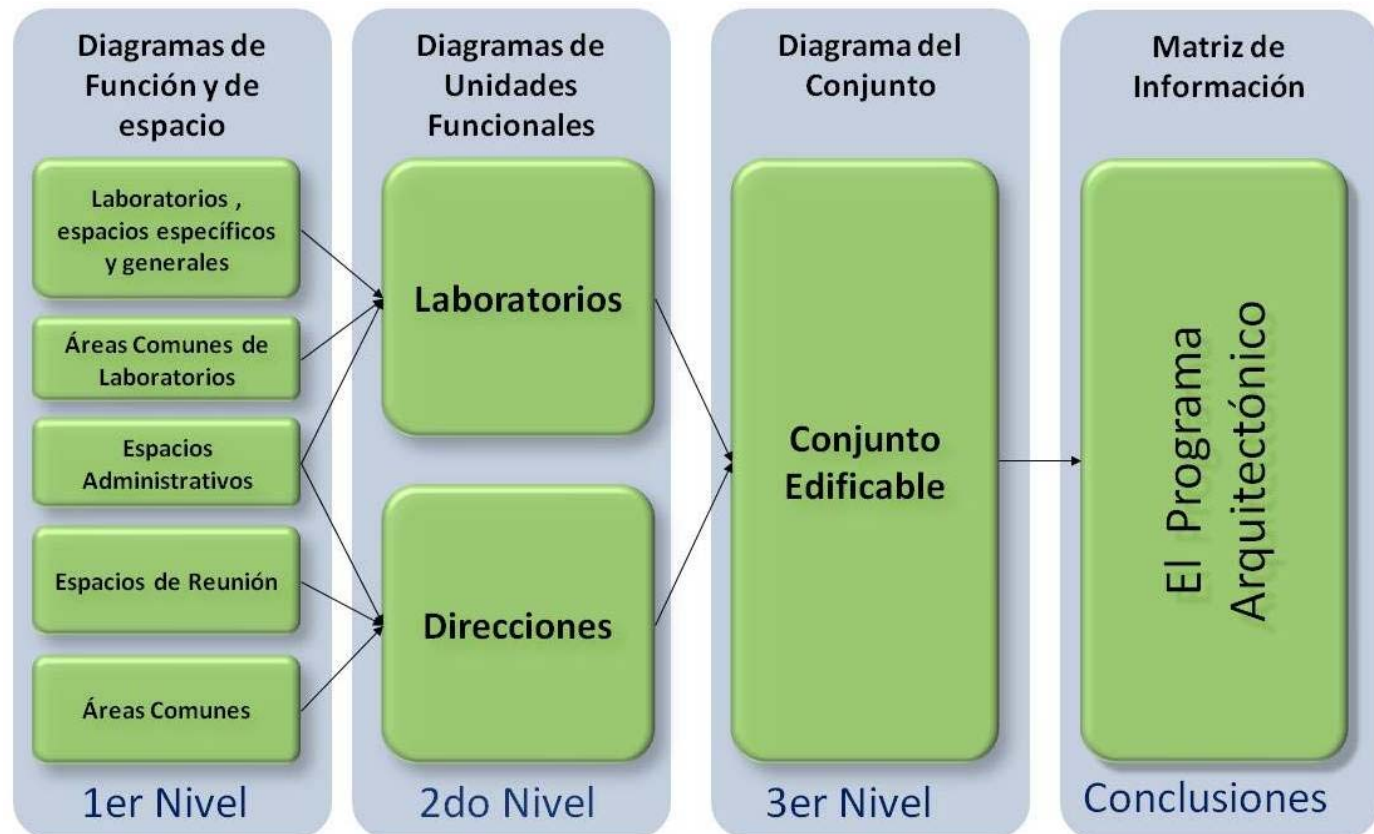
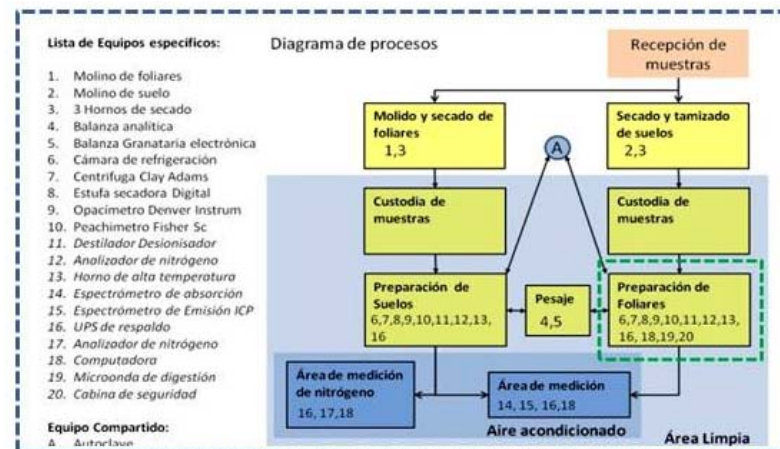


Imagen 79: Esquema de desarrollo de la información, elaboración propia.

Como se puede ver en la Imagen 80, el diagrama funcional es de índole esquemático, mientras que el diagrama de espacio define áreas y dimensiones específicas, ya que sus símbolos tienen proporciones dentro de una cuadrícula modular de 3,1m x 3,1m.

La simbología de los diagramas de espacio (ver Imagen 81) está dibujada a escala para representar el mobiliario y el equipo a la medida real. El código de colores obedece a criterios funcionales como: sensibilidad a la contaminación cruzada, de tal forma que no se ubiquen directamente cerca de fuentes de contaminación; como en el caso de las cámaras de bioseguridad, equipos que generan calor, para ubicarlos a una distancia razonable de equipos de refrigeración.



Diagramas funcionales + Lista de Equipos

### Simbología de Diagramas de Espacio

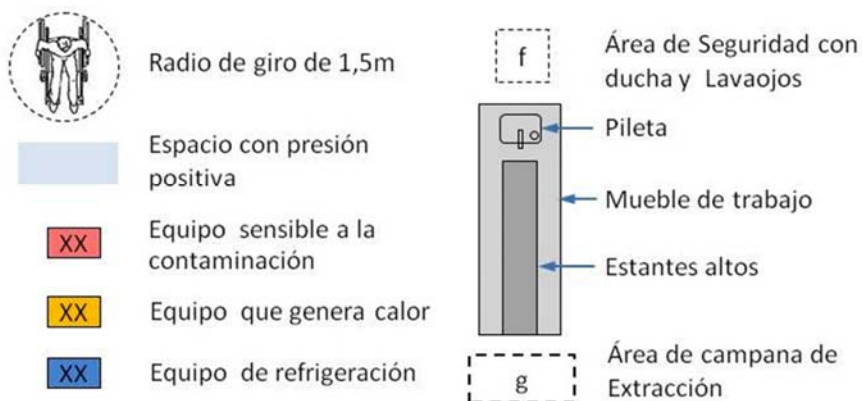


Imagen 81: Simbología de Diagramas de espacio.



Diagramas de Espacio

Imagen 80: ejemplo de diagramas funcionales y de espacios.

## Fitopatología.

Se entrevistó al encargado del Laboratorio de Fitopatología Msc. Luis G. Vargas Cartagena, según explica, fitopatología es junto con el de microbiología, el que más muestras procesa por año; en él se realizan gran cantidad de procedimientos para identificar patógenos en muestras de vegetales, es por esto que trabaja en estrecha relación con microbiología. Los procedimientos comienzan con la recepción de muestras en un área especial, con su respectivo etiquetado y papelería. De ahí las muestras entran en la primera etapa del trabajo al que se ha llamado fitopatología sucia, por ser la etapa donde se realizan las primeras pruebas en la muestra. Posteriormente se trasladan a la denominada fitopatología limpia, una zona donde se cultivan y se observan las muestras de patógenos con el fin de identificar con cuidado, la muestra. Ambas fases requieren del servicio de un área sucia para desecho de las muestras y para limpieza y esterilización del equipo; en algunos casos también se requiere de refrigeración o del uso de cuartos fríos para el almacenaje de especímenes de patógenos (L.Vargas, entrevista personal, diciembre de 2014).

Entre los puntos importantes de esta especialidad podemos nombrar los siguientes:

1. La gran cantidad y variedad de productos químicos que se utilizan para las pruebas. Esta parte requiere del trabajo de un regente químico para definir cuales reactivos se se pueden tener en estantería como hasta la fecha lo hacen en el actual laboratorio.
2. Se requiere de una campana de extracción de vapores.

3. Se requiere de gran espacio para el trabajo con las muestras, en la actualidad requieren del doble del espacio existente en mesa (unos 2m<sup>2</sup>).
4. Se necesita separar el espacio de trabajo de las cámaras ambientales de la refrigeración y de la incubadora para prevenir una contaminación cruzada.
5. Las autoclaves que se usan actualmente dentro del espacio del laboratorio se deben ubicar dentro del área sucia, preferiblemente en un espacio exclusivo.

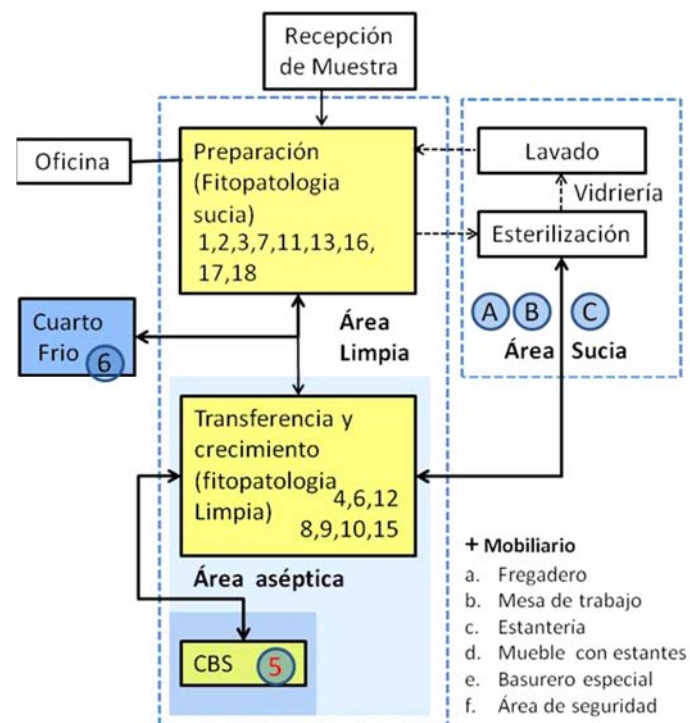
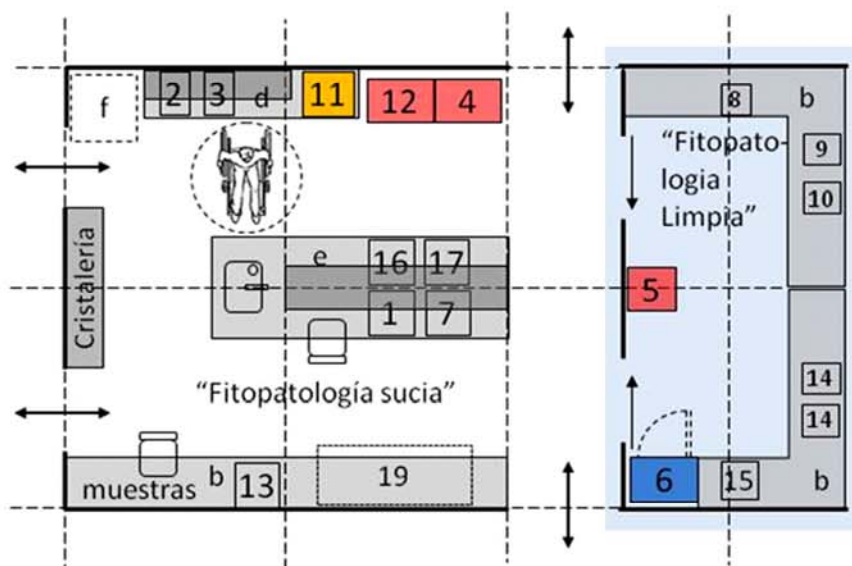


Imagen 82: diagrama de organización de fitopatología.

## Diagrama de espacios



Área aprox.  
= 70m<sup>2</sup>

### + Mobiliario

- a. Fregadero
- b. Mesa de trabajo
- c. Estantería

- d. Mueble con estantes
- e. Basurero especial
- f. Área de seguridad

### Lista de Equipos específicos: (Ancho x Fondo x Alto)

1. Agitador horizontal
2. Balanza analítica
3. Balanza Granataria electrónica
4. Cámara ambiental 90\*90\*200cm
5. Cámara de seguridad biológica 130\*65\* 250cm
6. Cámara de refrigeración 90\*60\*180cm
7. Centrifuga Clay Adams
8. Estéreo National
9. Estéreo Nikon
10. Estereoscopio Thomas
11. Estufa secadora Digital 60\*60\*80cm
12. Incubadora 815 precisión blanca 90\*90\*200cm
13. Lector de colonias
14. 2 Microscopios con cámara (Zeiss)
15. Microscopio Olympus
16. Peachimetro Denver Instrum
17. Peachimetro Fisher Sc
18. Destilador Desionisador
19. Campana de extracción

### Equipo Compartido:

- A. Autoclave YTM
- B. Autoclave AMSCO
- C. Autoclave Napco

Imagen 83: diagrama de espacio de fitopatología



## Microbiología.

Para el área de Microbiología se entrevistó a la Dra. Cristina Vargas Chacón, quien explicó que este laboratorio realiza una gran cantidad de pruebas, teniendo al igual que Fitopatología un área “sucia” y una “limpia” que requieren los servicios de un área sucia de lavado y auto lavado, el equipo utilizado es prácticamente el mismo, aunque en este el área limpia requiere más espacio dado el tipo de pruebas; además el laboratorio de microbiología posee también una colección de patógenos para las pruebas que se almacenan en parte en una refrigeradora de -4C° (de tipo convencional) y en un refrigerador de -80C°, esta colección es de acceso restringido, bajo un protocolo donde se lleva el control de éste (C.Vargas, entrevista personal, diciembre de 2014).

Dentro de los puntos importantes de esta especialidad se encontraron:

1. La gran cantidad y variedad de productos químicos que se utilizan para las pruebas por lo que se requiere del trabajo de un regente químico para definir si todos los reactivos se pueden tener en estantería como hasta la fecha se hace.
2. Se requiere de gran espacio para el trabajo con las muestras, en la actualidad requieren del doble del espacio existente en mesa (unos 2m2).
3. Se requiere separar en el espacio de trabajo las cámaras ambientales de la refrigeración y de la incubadora para prevenir una contaminación cruzada.

4. Las autoclaves que se usan actualmente dentro del espacio del laboratorio se deben ubicar dentro del área sucia, preferiblemente en un espacio exclusivo, previniendo cualquier posible explosión.
5. La CBS (cabina de bioseguridad) es preferible ubicarla al fondo del recinto a fin de distanciarla de cualquier fuente de contaminación; es idóneo que cuente con una mesa de trabajo adyacente para facilitar la disposición de las muestras, así como un carrito móvil para el transporte de las muestras..
6. Se requiere campana para vapores de químicos.

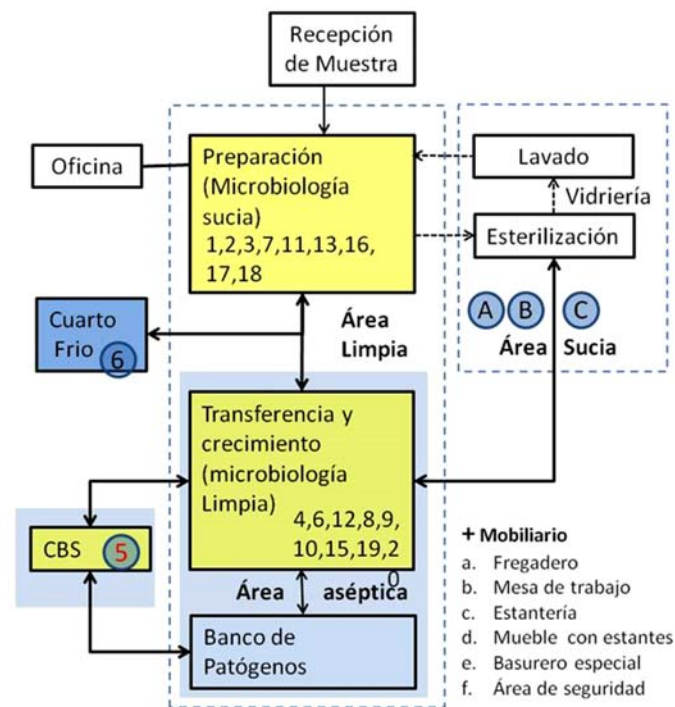
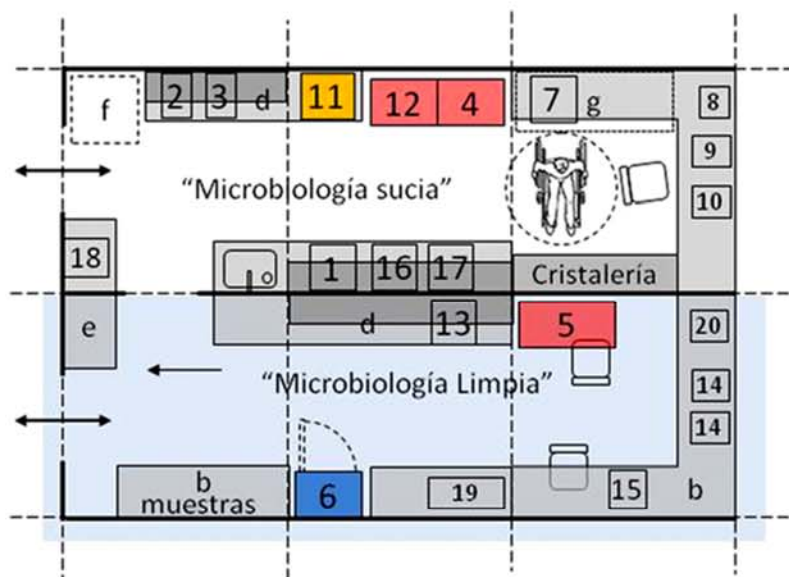


Imagen 84: diagrama de organización de microbiología.

## Diagrama de Espacios



Área aprox.  
= 60m<sup>2</sup>

### + Mobiliario

- |                                     |                      |
|-------------------------------------|----------------------|
| a. Fregadero                        | e. Estanterías       |
| b. Mesa de trabajo                  | f. Basurero especial |
| c. Estantería                       | g. Área de seguridad |
| d. Mueble con campana de extracción |                      |

### Lista de Equipos específicos: (Ancho x Fondo x Alto)

1. Agitador horizontal
2. Balanza analítica
3. Balanza Granataria electrónica
4. Cámara ambiental 90\*90\*200cm
5. Cámara de seguridad biológica 130\*65\* 250cm
6. Cámara de refrigeración 90\*60\*180cm
7. Centrifuga Clay Adams
8. Estéreo National
9. Estéreo Nikon
10. Estereoscopio Thomas
11. Estufa secadora Digital 60\*60\*80cm
12. Incubadora 815 precisión blanca 90\*90\*200cm
13. Lector de colonias
14. 2 Microscopios con cámara (Zeiss)
15. Microscopio Olympus
16. Peachimetro Denver Instrum
17. Peachimetro Fisher Sc
18. Destilador Desionisador
19. Espectrofotómetro UV/VIS
20. Lector de Microplacas (ELISA)

### Equipo Compartido:

- A. Autoclave YTM
- B. Autoclave AMSCO
- C. Autoclave Napco

Imagen 85: diagrama de espacio de microbiología.

## Entomología.

La encargada del laboratorio de Entomología es la Ing. Ruth León González, quien trabaja con la clasificación taxonómica de insectos, a fin de dar un diagnóstico de la plaga que se intenta combatir y posibles alternativas para ésta. La clasificación puede ser sistémica o por genitalia. En cualquiera de los dos casos, se requiere que el especialista o sus asistentes preparen y realicen la disección en los especímenes. Existe también la posibilidad de dejar a los especímenes en recipientes especiales, dentro de un espacio de criadero, en el que se puede estudiar su ciclo de vida y las características de sus distintas etapas.

La colección de Entomología es otro de los elementos que requieren de un espacio especial y que presenta el potencial de exhibirse a través de alguna vitrina, pero siempre a cargo del encargado de Entomología. (R.León, entrevista personal, diciembre de 2014).

Dentro de los puntos importantes encontrados en este laboratorio se destaca:

1. La humedad ambiente se debe controlar a través de deshumificadores, ya que esta favorece la aparición de hongos en los insectos.
2. La incubadora se debe colocar lejos de la influencia del congelador para prevenir contaminación cruzada.
3. El cuarto de crecimiento debe permitir control de la temperatura, la humedad y la iluminación para poder ajustarlo a las condiciones que se requieran.

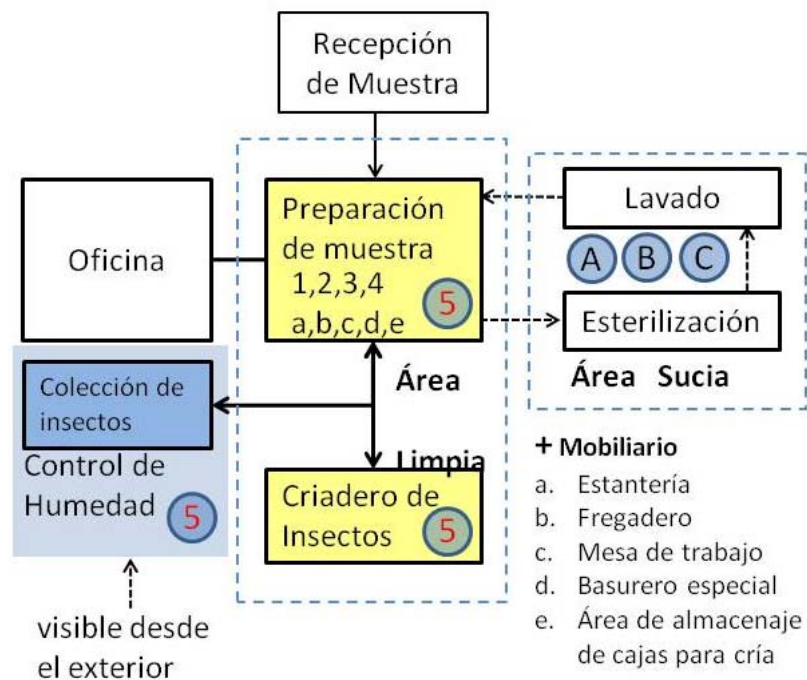
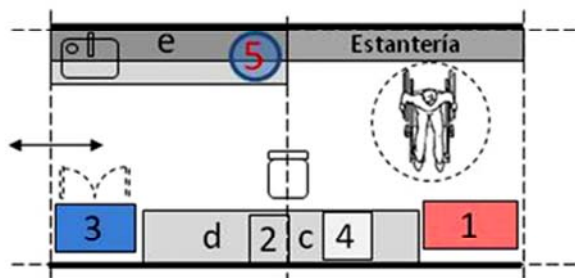


Imagen 86: diagrama de organización de entomología.

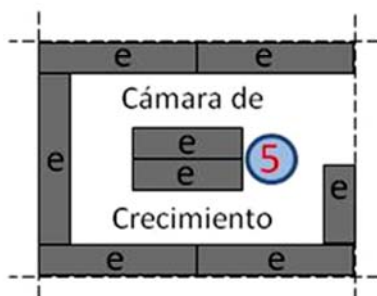
## Diagrama de espacios



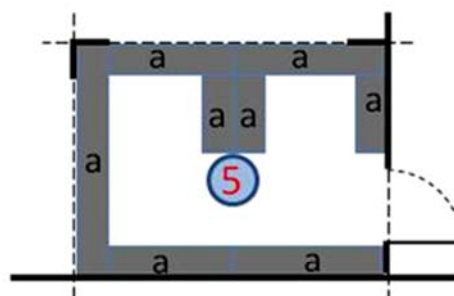
Preparación de muestra 20m<sup>2</sup>

### Lista de Equipos específicos:

1. Incubadora Hotech/Frigidare 90\*120\*200
2. Estereoscopio Leica c/cámara
3. Congelador horizontal 100\*80\*100
4. Balanza granataria electrónica
5. Deshumificador



Cámara de crecimiento 12m<sup>2</sup>



Colección Entomológica 12m<sup>2</sup>

### + Mobiliario

- a. Estantería con cristalería
- b. Fregadero
- c. Mesa de trabajo
- d. Basurero especial
- e. cajas para cría en estantes

Imagen 87: diagrama de espacios de entomología

## Nematología.

Para el área de Nematología se entrevistó al Dr. Ricardo Piedra Naranjo, encargado del laboratorio, según explica los procedimientos de este laboratorio se centran en la extracción de nematodos (pequeños gusanos) de muestras de suelos, raíces y foliares, para esto se utilizan filtros y tamises de distintos tamaños, además de piletas, hornillas y otros instrumentos (R.Piedra, entrevista personal, diciembre de 2014).

Dentro de las particularidades de este laboratorio se destacan:

1. El espacio de muestreo y la pileta, ya que las muestras ocupan un gran volumen de almacenaje y la pileta de extracción tiene un diseño particular para permitir el trabajo con los equipos en una posición ergonómica.
2. El procesamiento de esta gran cantidad de muestras implica un área para desechar las muestras y un cenicero con la capacidad para filtrar los lodos de la pileta, de tal forma que no se saturen los drenajes.
3. El desarrollo de los procedimientos no requiere de espacios especialmente aislados, pero si de un espacio de evaluación de los nematodos extraídos de las muestras.
4. El espacio de trabajo requiere de una campana extractora.

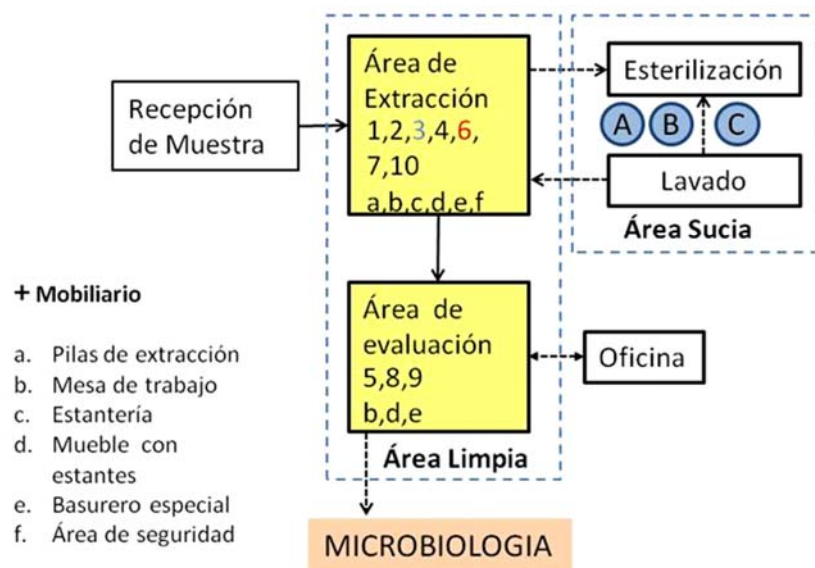
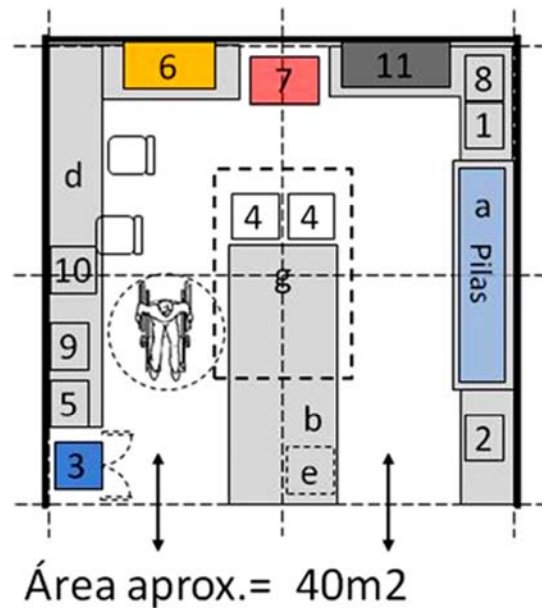


Imagen 88: diagrama de Nematología.

## Diagrama de espacios



### + Mobiliario

- a. Pilas de extracción
- b. Mesa de trabajo
- c. Estantería
- d. Mueble con estantes
- e. Basurero especial
- f. Área de seguridad
- g. Campana de extracción

### Lista de Equipos específicos:

1. Agitador de Tamices
2. 2 Balanzas granataria Nematología
3. Cámara de refrigeración 90\*60\*180cm
4. 2 Centrifuga internacional 60\*60\*100cm
5. Estereoscopio Binocular
6. Estufa nematologica 120\*50\*100cm
7. Incubadora Precisión 90\*90\*200cm
8. Licuadora industrial
9. Microscopio Nikon nematologia
10. Microscopio Olympus nematologia
11. Tamices varios

Imagen 89: diagrama de espacios de Nematología

## Biología Molecular-Técnicas Moleculares

Las técnicas de extracción de ADN y de ARN son muy específicas y el procedimiento en gran parte está automatizado por lo que la preparación de la muestra es quizás la parte más laboriosa del trabajo; este laboratorio colabora con los otros laboratorios en la identificación genética de especímenes y de características particulares.

El área de preparación de muestras es un área de extracción de ADN donde se lleva inicialmente la muestra, contiene algún grado de contaminación por lo que se considera un "área sucia" donde se realizan procesos de calentado, centrifugación y otros.

Al ingresar en el "área limpia" de PCR se procura mantener la limpieza para evitar la contaminación de las muestras, aquí se utilizan guantes y equipo protector como cámaras de flujo laminar, de las que finalmente se extrae la muestra amplificada. En algunos casos la muestra se trabaja con un equipo de electroforesis, en otros los equipos de PCR-RT realizan todo el trabajo, facilitando el proceso y automatizando la salida de resultados.

La gama de equipos que se pueden usar depende mucho del tipo de estudio realizado, por lo que esta zona requiere de un espacio para los equipos potencialmente utilizables.

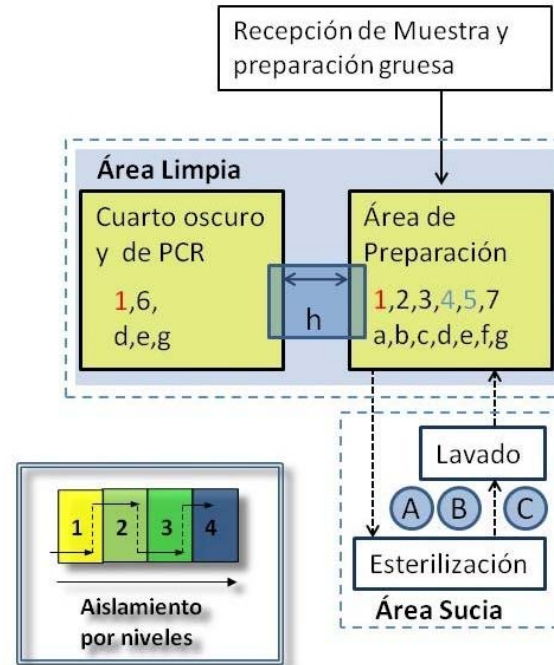


Imagen 90: diagrama de organización de técnicas moleculares.

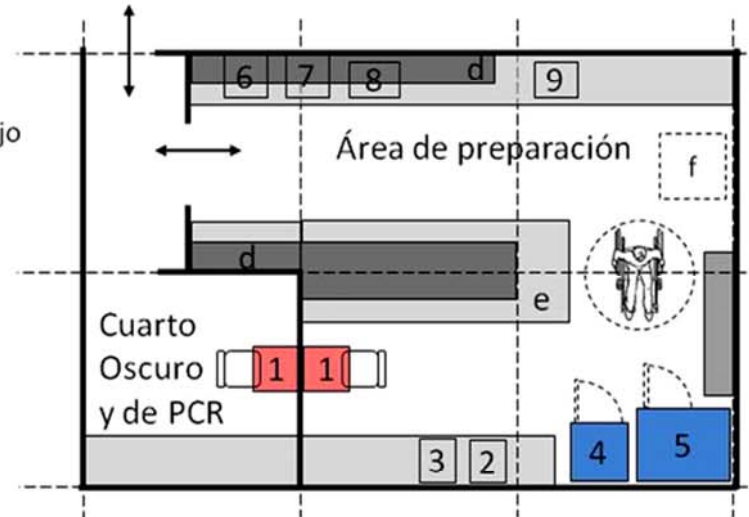
## Diagrama de espacios

### Lista de Equipos específicos:

1. Cámara de Bioseguridad 130x 065x 250cm
2. Centrifuga Universal (microcentrifuga)
3. Centrifuga Universal (normal)
4. Congelador -20°C 80x80x200cm
5. Congelador Ultra Baja temperatura 130x 100x 200cm
6. Espectrofotómetro UV/VIS
7. Lector de Microplacas (ELISA)
8. PCR Eppendorf
9. PCR-RT applied Biosystem+laptop Dell E6540

### + Mobiliario

- a. Lavatorio
- b. Mesa de trabajo
- c. Estantería
- d. Mueble con estantes
- e. Basurero especial
- f. Área de seguridad
- g. Campana de extracción
- h. esclusa



• Lab. de Técnicas Moleculares 60m<sup>2</sup>

Imagen 91: diagrama de espacios de técnicas moleculares



## Biología molecular-Microscopía electrónica.

El laboratorio de microscopía electrónica es una propuesta que surge de las necesidades de investigación del INTA, y sería utilizado como apoyo por los especialistas de las otras especialidades para sus investigaciones, así como para llevar líneas de investigación propias.

El diseño planteado se basa en la información expuesta en el artículo “*Laboratory Design for High-Performance Electron Microscopy*” de la revista *Microscopy Today* (Turner, y otros, 2004), la cual resume los siguientes puntos a tener en cuenta para el diseño de los laboratorios:

1. Los microscopios van sobre losas monolíticas aisladas para reducir la vibración, la velocidad de vibración debe ser menor de 1 micrómetro por segundo.
2. La frecuencia crítica es de 1 a 5 Hz.
3. El aislamiento de campos eléctricos es importante, el campo medido es de menos de 0.1 milliGauss a 60Hz.
4. Un mayor volumen de la habitación permite mayor control sobre las variaciones térmicas de la habitación, la variación ideal es de menos de 0,5°C por hora.
5. Aislamiento acústico y térmico, se recomienda que las entradas de aire estén contra la pared, lo más alejadas de la columna del microscopio, de tal forma que crean un flujo laminar contra la pared. Se puede emplear conductos SOX.

Para efectos de tener una mayor comprensión de las necesidades de este laboratorio se realizó una entrevista en el **Centro de investigación en estructuras microscópicas** de la UCR (CIEMIC) al asistente del laboratorio Manuel Jiménez, en la cual se revisaron los equipos, los insumos y las necesidades de espacio que se requieren para su funcionamiento. (M.Jimenez, entrevista personal, diciembre de 2014)

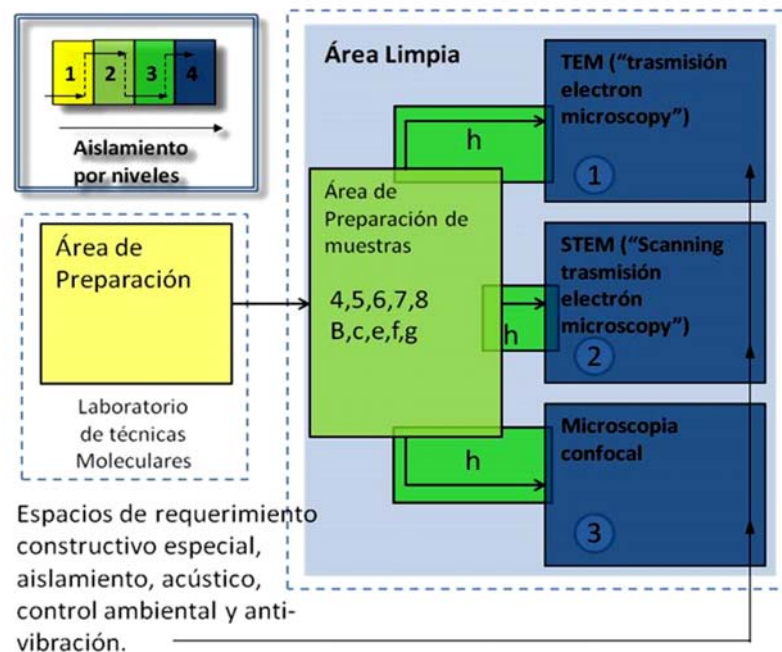


Imagen 92: diagrama de organización de microscopía electrónica.

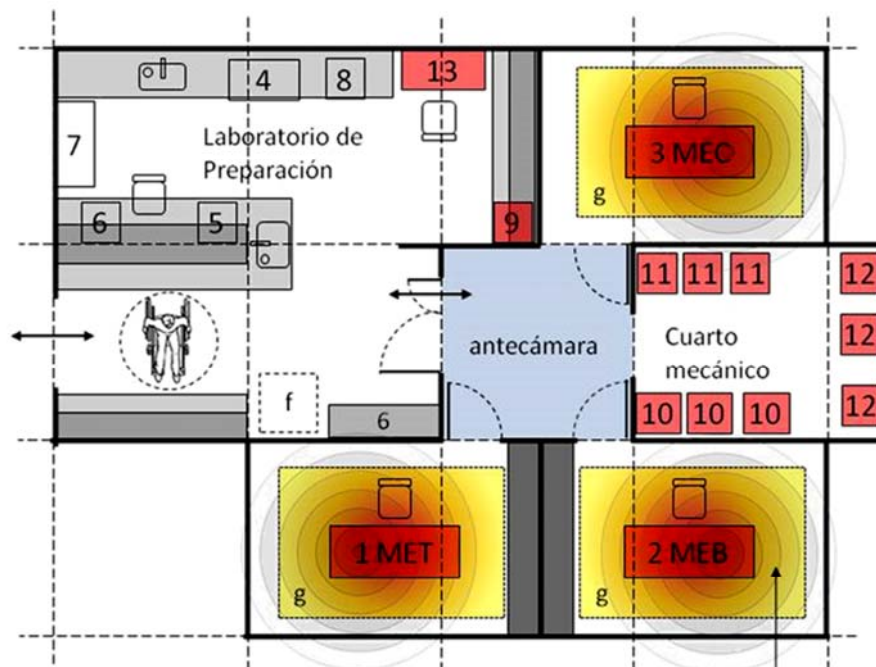
## Diagrama de espacios

### Lista de Equipos específicos:

1. Microscopio electrónico de transmisión (MET)
2. Microscopio electrónico de barrido (MEB)
3. Microscopio electrónico Confocal (MEC)
4. Evaporadores de metal
5. Sublimador
6. Convertidores iónicos
7. Horno polimerizador
8. Secador de punto crítico
9. Tanques de nitrógeno líquido y otros
10. Transformadores
11. Bomba de vacío
12. Bomba de refrigeración
13. Cabina de flujo laminar

### + Mobiliario

- a. Lavatorio
- b. Mesa de trabajo
- c. Estantería
- d. Mueble con estantes
- e. Basurero especial
- f. Área de seguridad



• Microscopia Electrónica 108m<sup>2</sup> ?

Losas Monolíticas

• Las características de diseño pueden variar de acuerdo al las especificaciones de cada uno de los tres tipos de microscopios.

Imagen 93: diagrama de espacios de microscopia electrónica.

## Laboratorio control biológico.

Según expusieron MSc. Jorge E. Garro Alfaro y MSc. Luis G. Vargas Cartagena, en una entrevista realizada en las actuales instalaciones, el INTA produce y vende materiales de control biológico como hongos y cultivos invitro. El laboratorio de control biológico sería un avance ya que es un laboratorio de producción que permite ampliar la capacidad y efectividad para satisfacer una necesidad en el mercado nacional, porque en este momento las instalaciones no son aptas para esto.

En la charla se planteó el panorama de un laboratorio central de control biológico en el que se pudieran hacer pruebas de control y preparados bases y que posteriormente se llevaran a las zonas de preparación de cada una de las tres áreas de cultivo: cultivo de hongos, cía de insectos y cultivos de eficacia biológica (J.Garro, entrevista personal, diciembre de 2014).

Las tres áreas de cultivo contaban con un espacio de preparación con cámaras de crecimiento regulables a las condiciones necesarias para el desarrollo de los correspondientes especímenes. Las áreas en cuestión se mantendrán separadas entre sí para prevenir cualquier tipo de contaminación cruzada que pudiera darse, por lo que se accesaía a ellas a través de pasillos con esclusas para mantener el aislamiento al máximo (Vasquez Regalado, 2012).

Los equipos aquí detallados, así como el planteamiento del detalle de los espacios, se basaron en la investigación del trabajo de la Dra. Maria Elena Márquez Gutiérrez, del INIAV en Cuba, y

de la Ing. Analí Vásquez Regalado. La doctora Márquez plantea métodos artesanales (baja tecnología), y métodos industriales de producción de hongos de alta tecnología (Márquez, 2010), mientras que la Ing. Vásquez detalla en su trabajo los equipos y las necesidades de espacio que plantean este tipo de producción (Vasquez Regalado, 2012, pág. 74 a 92)

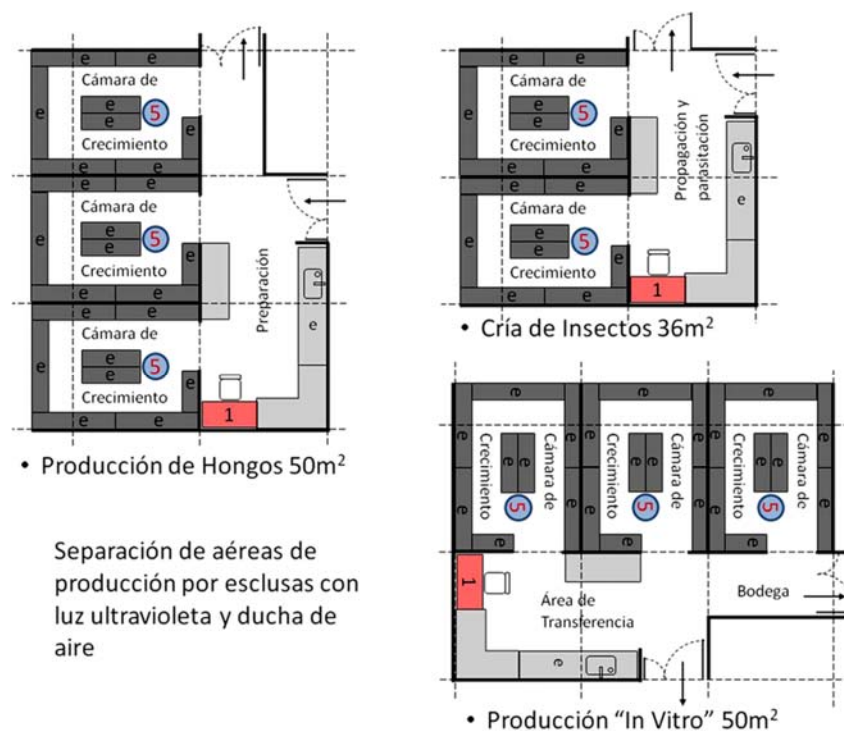


Imagen 94: diagrama de espacios de Control biológico.

## Diagrama de espacios

### Lista de Equipos específicos:

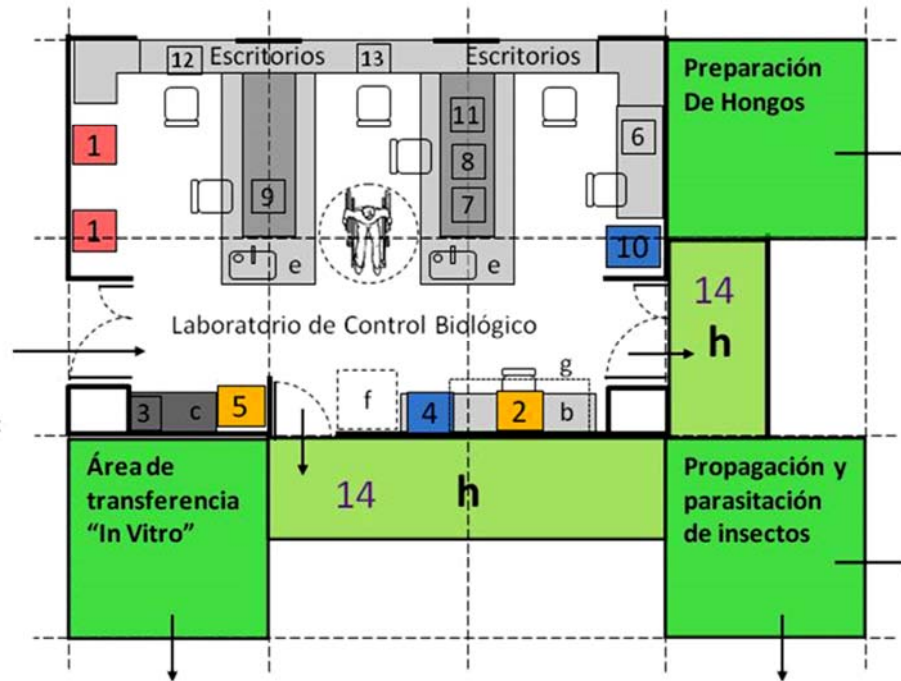
1. 2 Camara de Flujo laminar
2. Cocina de gas
3. Agitador de tamices
4. Destilador Desionisador
5. Cámaras ambiental
6. Balanza digital
7. Vortex Mixer wiyh Single Tube
8. Selladora de bolsas
9. Esterilizador (bacty-cinerator)
10. Cámara de refrigeración
11. Agitador horizontal lab inst. Inc
12. Estereoscopio Binocular
13. Estereoscopio Thomas
14. Lámpara Ultravioleta

### Área Sucia

- A. Autoclave

### + Mobiliario

- a. Lavatorio
- b. Mesa de trabajo
- c. Estantería
- d. Mueble con estantes
- e. Basurero especial
- f. Área de seguridad
- g. Campana de extracción
- h. esclusa



• Laboratorio de Control Biológico 54m<sup>2</sup>



Imagen 95: diagrama de espacios de Control Biológico.

## Producción de Hongos.

### Diagrama de espacios

#### Lista de Equipos específicos:

1. 2 Cámaras de Flujo laminar
2. Cocina de gas
3. Agitador de tamices
4. *Destilador Desionisador*
5. Cámaras de crecimiento?
6. Balanza digital
7. Vortex Mixer wiyh Single Tube
8. Selladora de bolsas
9. Esterilizador (bacty-cinerator)
10. Cámara de refrigeración
11. Agitador horizontal lab inst. Inc
12. Estereoscopio Binocular
13. Estereoscopio Thomas
14. Lámpara Ultravioleta

#### Área Sucia

A. Autoclave

#### + Mobiliario

- |                        |                          |
|------------------------|--------------------------|
| a. Lavatorio           | e. Basurero especial     |
| b. Mesa de trabajo     | f. Área de seguridad     |
| c. Estantería          | g. Campana de extracción |
| d. Mueble con estantes | h. esclusa               |

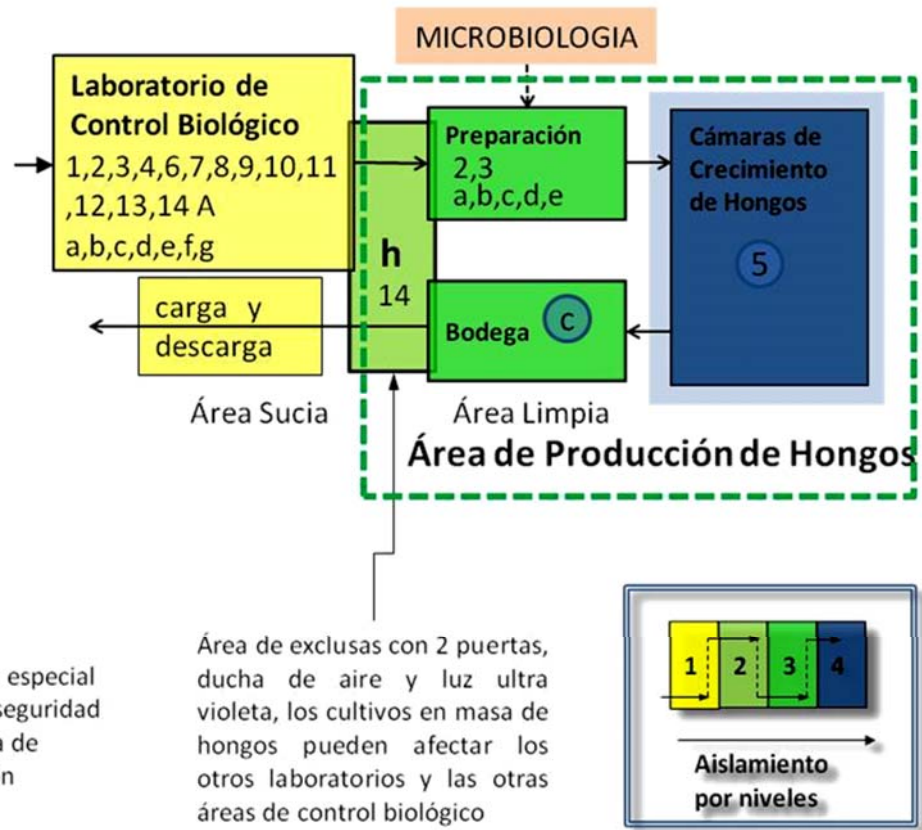


Imagen 96: diagrama de organización de producción de hongos.

## Eficacia biológica.

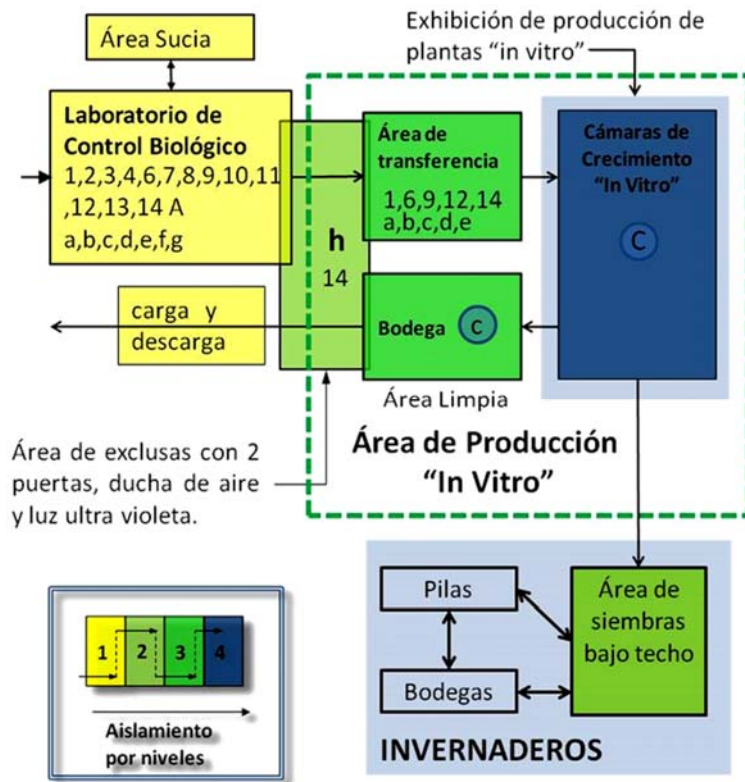


Imagen 98: diagrama de organización de Cultivos "in vitro"

## Cría de insectos.

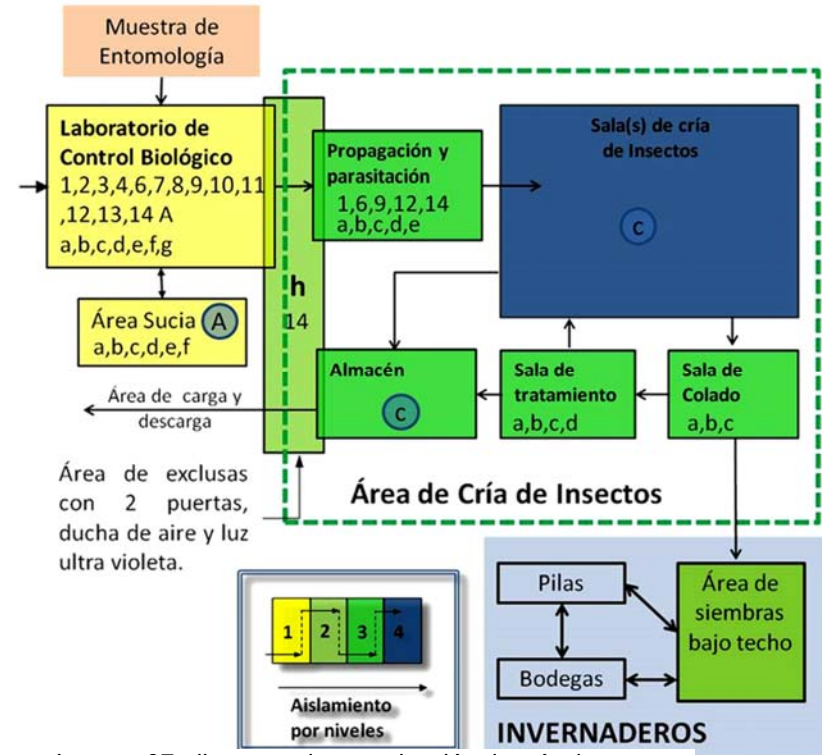


Imagen 97: diagrama de organización de cría de Insectos.

## Laboratorio de Suelos y Foliare.

Para estudiar estos laboratorios se realizaron tanto entrevistas al personal del laboratorio del INTA en el Alto de Ochomogo, como al personal del laboratorio de suelos de la UCR. Del personal del INTA se entrevistó al Ing. Alexis Vargas Villagra, encargado del laboratorio de suelos y a la Lic. Irina Koudriavtsev, encargada de las mediciones trazas.

Para completar la investigación se le realizó también una entrevista al Lic. Freddy Blanco Montero, encargado del laboratorio de suelos y foliares del *Centro de investigaciones agronómicas* (CIA) de la UCR. De las entrevistas se pudo formular el esquema de la derecha en que se puede apreciar como las muestras pasan de una zona de recepción a las áreas de molido y secado para los foliares y de secado y tamizado para los suelos. De ahí cada muestra pasa a un área de custodia de muestras, contigua al laboratorio correspondiente, donde finalmente se realizarán los procesos de preparación de las muestras para posteriormente llevarse a las áreas de medición.

En el caso de las muestras de suelos, una parte pasa al área de medición de nitrógeno, donde serán estudiadas para conocer específicamente los contenidos de éste.

El área de medición es una habitación aislada al igual que la de nitrógeno, para disminuir la contaminación al máximo, ya que es ahí donde se medirán los componentes de las muestras. Los equipos en estas áreas, como los espectrofotómetros de masa y los de absorción; son especialmente sensibles, y requieren de instalaciones especiales, en el caso del analizador de nitrógeno

éste requiere una tubería de O2 con conexión a un tanque exterior, en el caso de los espectrofotómetros, estos trabajan con argón, aire comprimido y acetileno, además de necesitar de campanas para absorber sus emisiones

El cuarto de secado y tamizado es un espacio con hornos de secado y con tamices que limpian la muestra de suelo, además algún equipo de cómputo para llevar el inventariado de las muestras. El cuarto de molido y secado es muy similar, con

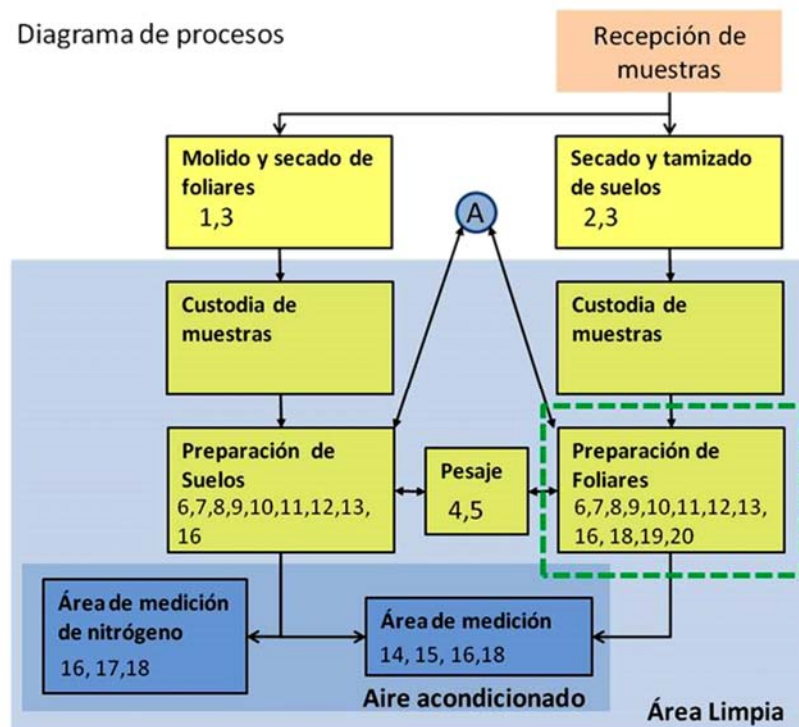
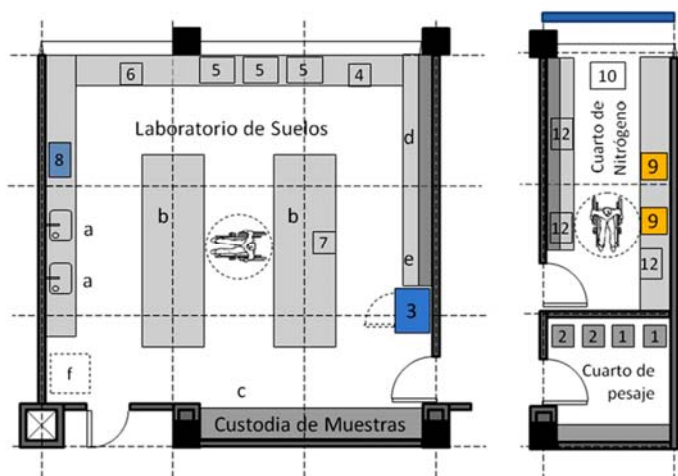


Imagen 99: diagrama de espacios suelos y foliares

excepción de que en este también hay un molino para triturar las muestras de foliares que han sido llevadas y secadas. Cabe destacar que todas estas áreas cuentan con sus respectivos espacios de seguridad y con sus zonas de apoyo como cuartos de autoclavado y cuartos de pesaje.

El laboratorio de foliares posee hornos denominados digestores, que permiten procesar las muestras con ácidos; estos hornos necesitan de campanas especiales que extraen los vapores y los filtran en un proceso de aspersión que permite separar los ácidos para después neutralizarlos. Antes de liberarlos en una red de cloacas, para el caso de nuestra actual localización es posible que deban ser almacenados para filtrarlos en una planta de tratamiento.

Diagrama de espacios



• Laboratorio de Suelos 81m<sup>2</sup>

**Lista de Equipos específicos:**

1. Balanza analítica
2. Balanza Granataria electrónica
3. Cámara de refrigeración
4. Centrifuga Clay Adams
5. Estufa secadora Digital
6. Peachimetro Denver Instrum
7. Peachimetro Fisher Sc
8. Destilador Desionisador
9. Analizador de nitrógeno
10. UPS de respaldo
11. Analizador de nitrógeno
12. Computadora

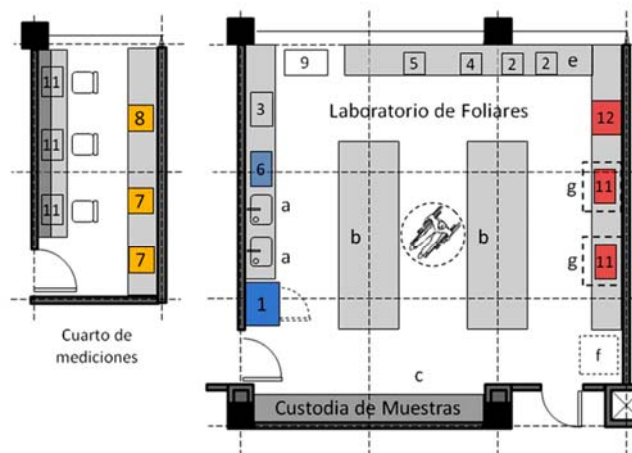
**Equipo Compartido:**

- A. Autoclave

**+ Mobiliario**

- a. Lavatorio
- b. Mesa de trabajo
- c. Estantería
- d. Mueble con estantes
- e. Basurero especial
- f. Área de seguridad
- g. Campana de extracción

Diagrama de espacios



• Laboratorio de Foliares 81m<sup>2</sup>

**Lista de Equipos específicos:**

1. Cámara de refrigeración
2. Centrifuga Clay Adams
3. Estufa secadora Digital
4. Peachimetro Denver Instrum
5. Peachimetro Fisher Sc
6. Destilador Desionisador
7. Espectrómetro de absorción
8. Espectrómetro de Emisión ICP
9. UPS de respaldo
10. Computadora
11. Microonda de digestión
12. Cabina de seguridad

**Equipo Compartido:**

- A. Autoclave

**+ Mobiliario**

- a. Lavatorio
- b. Mesa de trabajo
- c. Estantería
- d. Mueble con estantes
- e. Basurero especial
- f. Área de seguridad
- g. Campana de extracción

Imagen 100: diagramas de espacio de suelos v foliares.



## Áreas comunes del laboratorio.

Como se mencionó en los apartados anteriores, existen espacios de necesidad común de los laboratorios, por lo que estos se agrupan y se detallan en este punto dado su importancia.

- **Cuarto de pesajes:** cuenta con las balanzas analíticas y granatarias. Este equipo es muy sensible a la vibración, por lo que incluso las mesas en que se ubican requieren de un diseño especial para disminuirla al máximo; incluso el aire en esta habitación es suave y dirigido contra las paredes para evitar cualquier afectación en el equipo.
- **Cuarto de autoclavado:** es el cuarto de limpieza y esterilización del equipo. En él se desechan los sobros y se desinfecta por autoclavado tanto la cristalería como los desechos.
- **Cuarto de refrigeración:** se utiliza para el almacenaje de insumos y de muestras, cada uno en sus respectivas cámaras.
- **Área de lavado:** este espacio es de uso obligatorio para el personal, ya que mantiene la asepsia en las áreas de trabajo; en él se encuentran los lavatorios, las perchas de gabachas y cualquier otro dispositivo que se requiriera para mantener limpias las zonas de trabajo.

Diagrama de espacios



Imagen 101: diagrama de espacios de uso común de laboratorios.

## Espacios administrativos.

Para efectos de estimar los espacios administrativos se realizaron entrevistas a los encargados de los diferentes departamentos del INTA. Estas necesidades permitieron definir 6 tipos de espacios que van desde las oficinas de las direcciones hasta los cubículos de trabajo de los investigadores de campo que no vienen regularmente a la oficina, por lo que se agrupan en zonas de trabajo general con facilidades comunes como impresoras y fotocopiadoras.

Se entrevistó a la Directora de Administración Financiera MBA. Isabel Alvarado Alpizar, al Director de Gestión de Proyectos y Recursos, MGA Manuel Enrique Martínez Vargas; del Departamento de Transferencia e Información y Tecnología a la directora MSc. Laura Ramírez Cartín, del Departamento de Servicios Técnicos, al jefe MSc. Renato Jiménez Zúñiga. También se usaron como referencias, las entrevistas grabadas por M. Mag. Rudy Piedra Mena; a directivos como el Subdirector MBA. Álvaro Rodríguez Aguilar (Dirección ejecutiva) y al director MSc. Adrián Morales Gómez (Dirección de Investigación y Desarrollo Tecnológico).

### Diagrama de espacios

#### + Mobiliario

- |               |                |               |
|---------------|----------------|---------------|
| a. Arturito   | d. Computadora | confidente    |
| b. Estantería | e. Silla       | g. Escritorio |
| c. Archivero  | f. Silla de    | ergonómica    |
|               |                | h. Sillones   |



Imagen 102: diagrama de espacios de oficinas

## Espacios de reunión.

Los espacios de reunión se definieron en 5 tipos, para responder a las necesidades de oficinas directivas tanto como a salas de reunión tipo aulas, donde se puede efectuar la transferencia de conocimiento en todos los niveles (ver Imagen 103). Todos los espacios planteados se conciben con iluminación natural, excepto el espacio del auditorio, que no figura dentro de los esquemas por sus múltiples posibilidades.

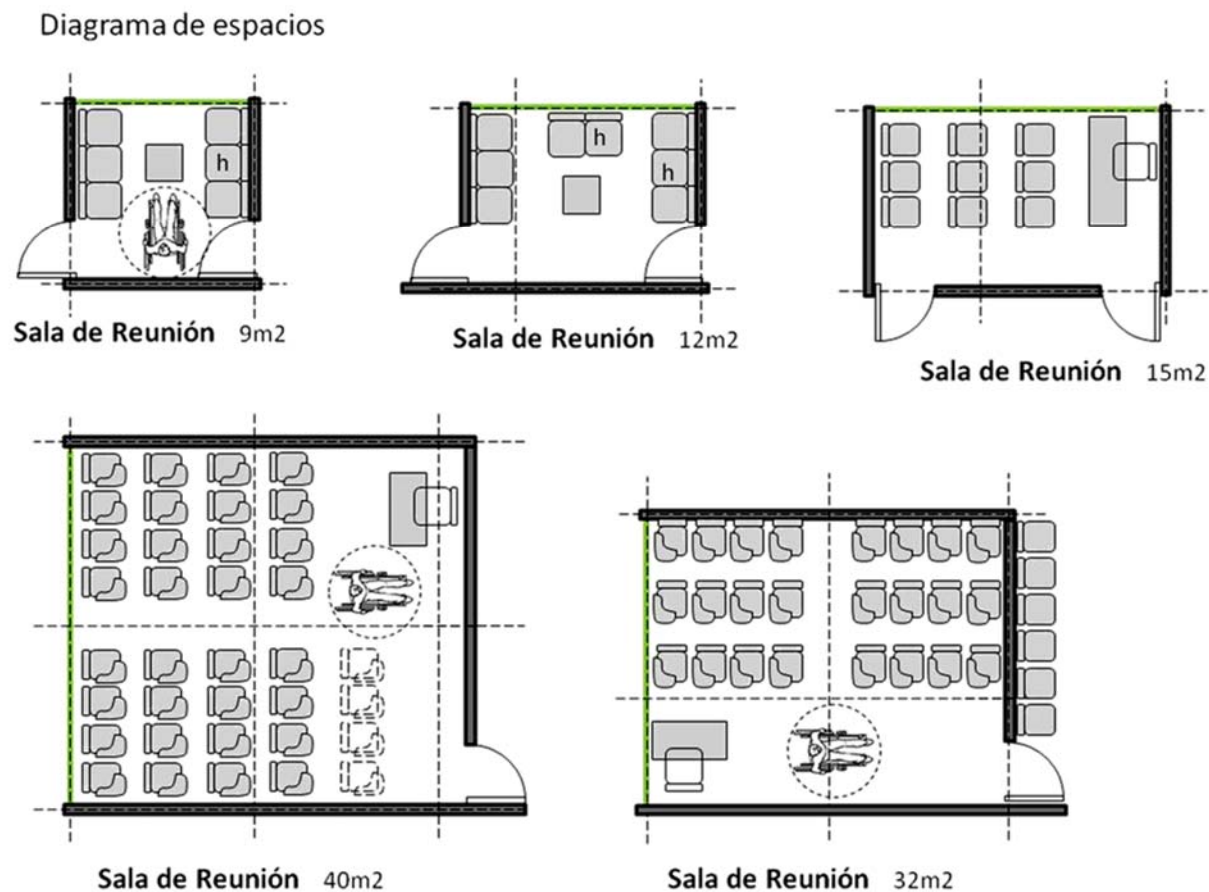


Imagen 103: diagramas de espacios de reunión, elaboración propia.

## Áreas comunes del complejo.

Dentro de las áreas comunes se encuentran espacios como los baños, la biblioteca o módulos estandar para áreas de mesas de lectura. De estos espacios se diseñaron diagramas espaciales (ver Imagen 104), tomando en cuenta también áreas comunes como vestíbulos del que no se realizan diagramas ya que este depende mucho del emplazamiento seleccionado y de las características del conjunto.

### Áreas comunes-Diagrama de espacios

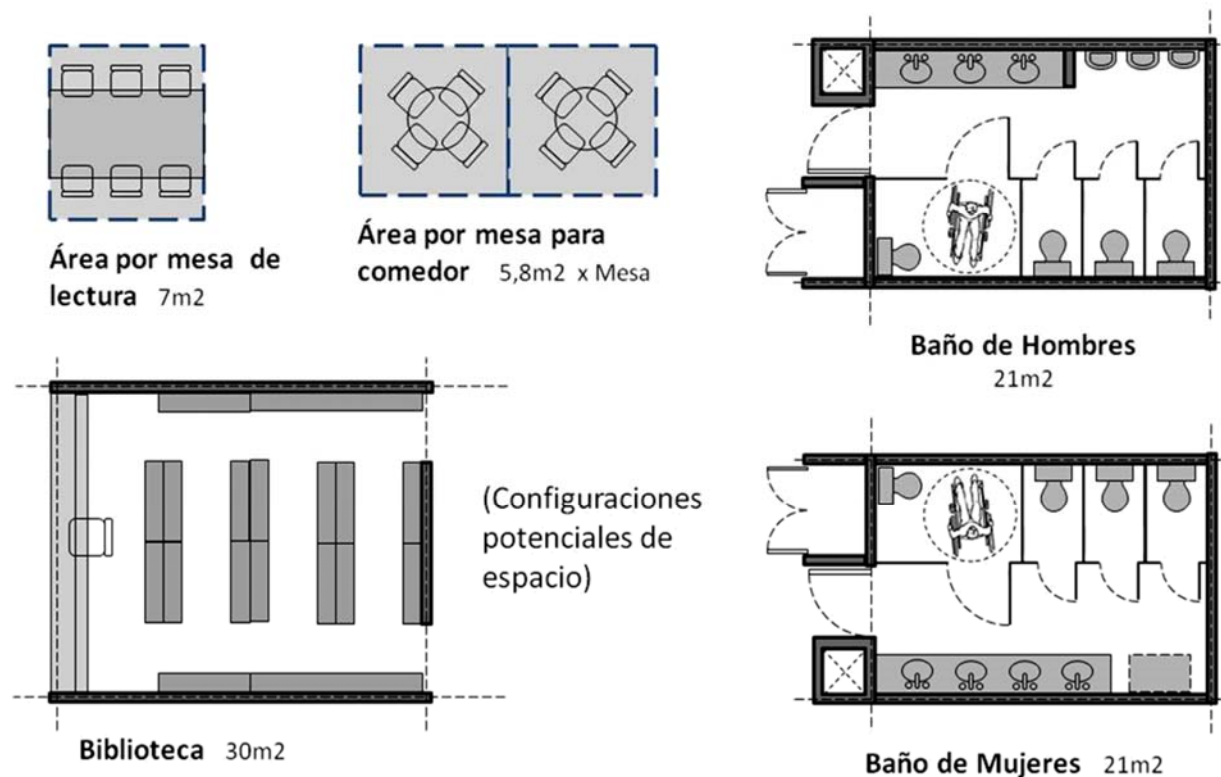


Imagen 104: diagramas de áreas comunes, elaboración propia.

## 5.2.2 Diagramas de organización de las unidades.

Una vez evaluados ciertas áreas con características especiales, y desarrollados los esquemas generales para otras áreas, se procede al planteamiento de diagramas de organización de las distintas unidades con que se planteará el proyecto. En algunos casos estas unidades corresponden a direcciones

completas, en otros casos son módulos de laboratorio agrupados por su función (ver Imagen 105).

Las cuatro direcciones y los cuatro laboratorios planteados se muestran a continuación. Los espacios de oficinas se muestran en celeste, áreas de apoyo en amarillo, de reunión en cian y laboratorios en verde.

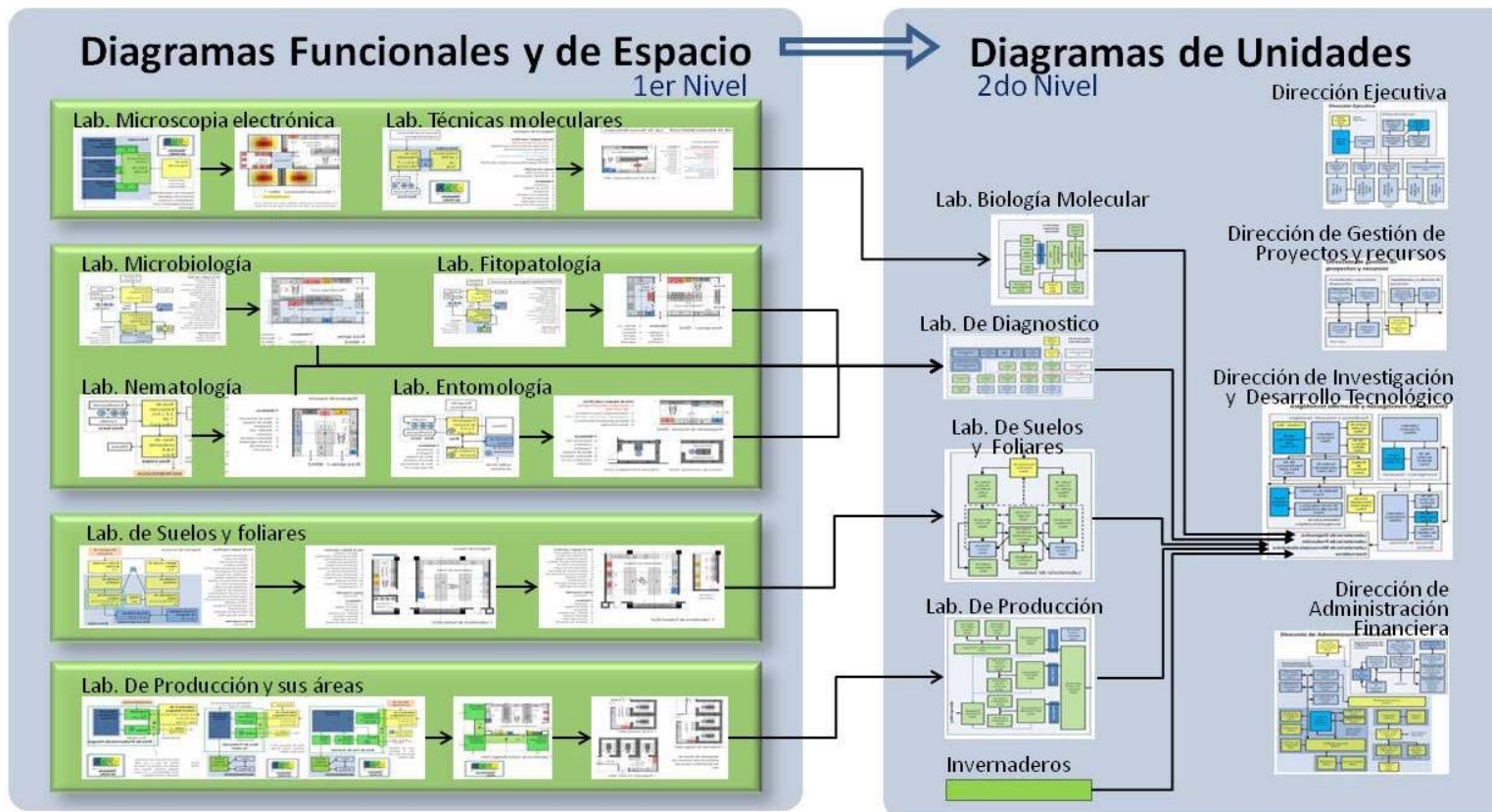


Imagen 105: 2da etapa del esquema de desarrollo, elaboración propia.

## Dirección ejecutiva.

El diagrama de la Dirección Ejecutiva se desarrolló con base en la entrevista del MBA Álvaro Rodríguez Aguilar, subdirector de la Dirección Ejecutiva. Esta entrevista es conducida por M. Mag. Rudy Piedra Mena. Dentro de esta dirección se incluyó un espacio para la Junta Directiva, a pesar de que administrativamente es la Dirección Ejecutiva la que responde ante la Junta Directiva.

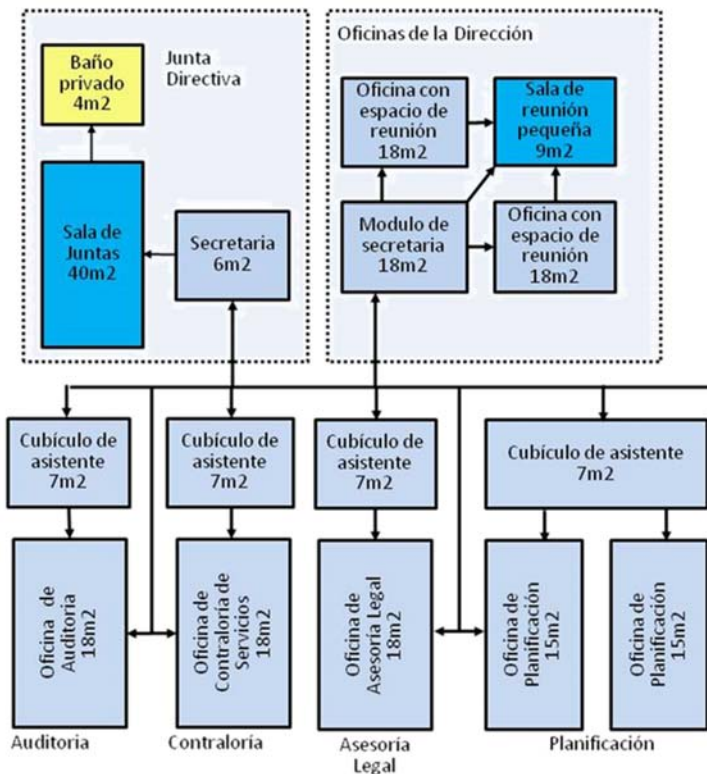


Imagen 107: diagrama de organización de la dirección ejecutiva, elaboración propia.

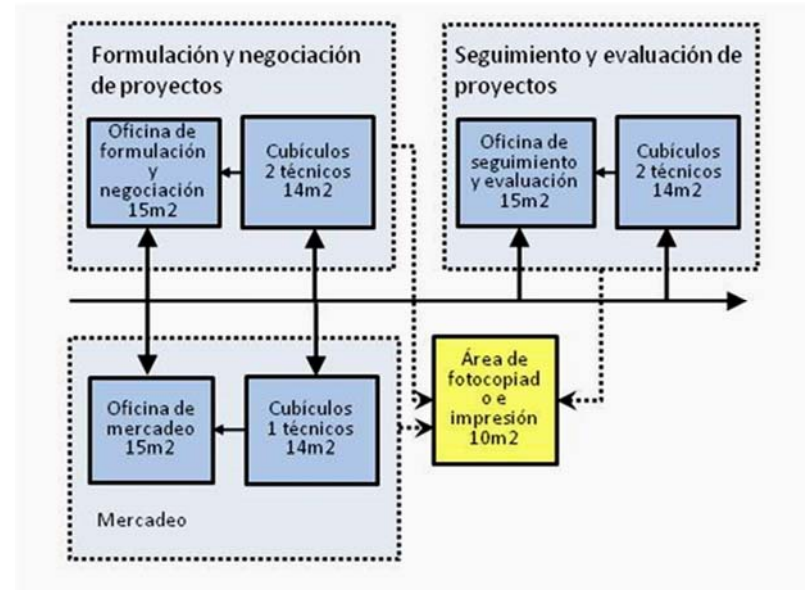


Imagen 106: diagrama de organización de la Dirección de Gestión de Proyectos y Recursos, elaboración propia.

## Dirección de Gestión de Proyectos y Recursos.

Para el desarrollo del diagrama de esta dirección se entrevistó al director MGA Manuel Enrique Martínez Vargas. Según se expone en la entrevista, la dirección está compuesta por tres departamentos: "Mercadeo", "Seguimiento y evaluación de proyectos" y "Formulación de negocios y recursos", en cada caso el departamento se compone de una oficina más espacios para cubículos de asistencia.

## Dirección administración financiera.

Para estudiar las necesidades de esta dirección se entrevistó a la Directora de Administración Financiera MBA. Isabel Alvarado Alpizar, quien aportó y corroboró información sobre los departamentos y sus necesidades. Esta dirección está compuesta por 2 departamentos, el de "Administración de Recursos" y el de "Servicios Generales". El diagrama desarrollado en la Imagen 108 muestra una gran complejidad, ya que dentro del departamento de Servicios Generales se encuentran muchas de las áreas de respaldo del conjunto. Dentro de estas áreas están el vestíbulo, los baños, la biblioteca, el salón polivalente, el cuartos de máquinas y las bodegas de insumos.

Dentro del Departamento de Servicios Generales se demarcaron grupos de espacios que corresponden a áreas de apoyo. Se consideran como espacios relacionados entre sí por sus características, generando pequeñas áreas que se deben evaluar independientemente dentro del conjunto, tal es el caso del área de la biblioteca, las áreas de cuartos de máquinas, el área del comedor, el área del vestíbulo y del salón polivalente. Estos espacios de apoyo se graficaron en amarillo para distinguirlos de los espacios de oficinas.

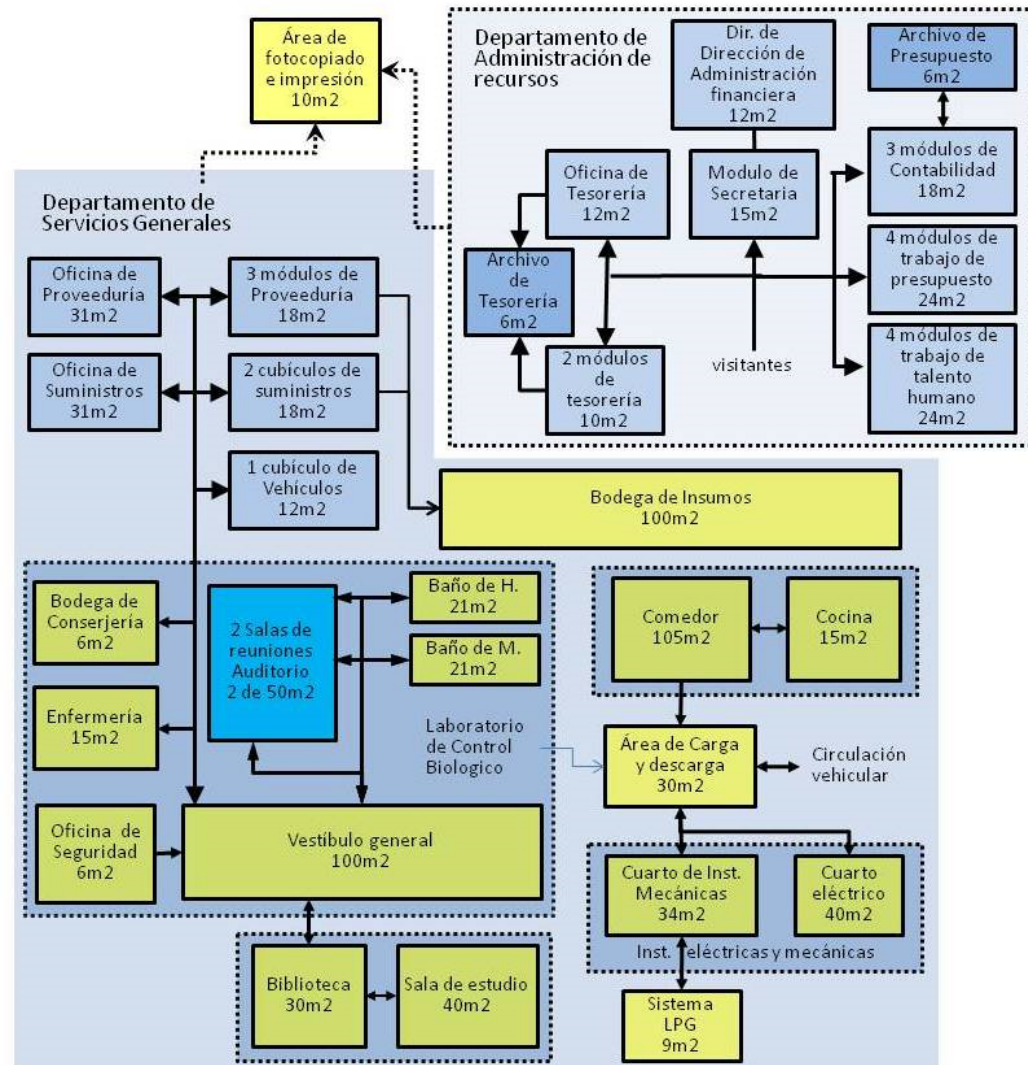


Imagen 108: Diagrama de la Dirección de Administración Financiera, elaboración propia.

## Dirección de Investigación y Desarrollo Tecnológico.

Esta Dirección es la que cuenta con más personal y mayor cantidad de espacios. Está compuesto por tres departamentos: “Investigación e Innovación”, “Transferencia e Información tecnológica” y “Servicios Técnicos”, este ultimo departamento está a cargo de administrar los laboratorios de diagnóstico (ver Imagen 110) , el laboratorio de producción (ver Imagen 112), el laboratorio de suelos y foliares (ver Imagen 111), el laboratorio de microscopía electrónica (ver Imagen 113) y los invernaderos. Los diagramas se desarrollaron por medio de las entrevistas a la MSc. Laura Ramírez Cartín del Departamento de transferencia e información tecnológica, el MSc. Renato Jiménez Zúñiga del Departamento de servicios técnicos, así como las entrevistas de los distintos técnicos y especialistas de los laboratorios antes mencionados en el punto 5.2.1.

## Dirección de Investigación y desarrollo tecnológico

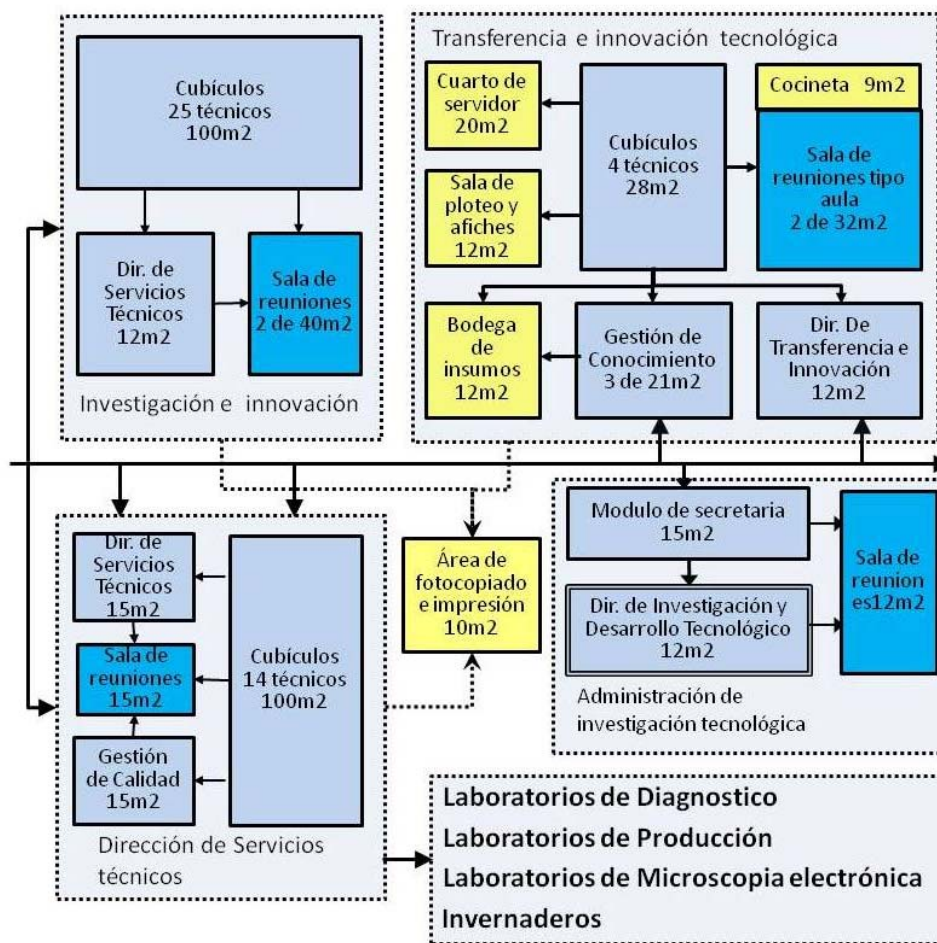


Imagen 109: diagrama de organización de la dirección de investigación y desarrollo tecnológico.



## Laboratorios de diagnóstico.

Esta unidad agrupa la mayor parte de lo estudiado. Se plantean como una red dependiente de ciertas áreas comunes como las bodegas de reactivos, el cuarto de pesaje o el área sucia. El detalle de los distintos laboratorios así como de las áreas de apoyo se expuso en el punto 5.2.1, por lo que se omite mayor detalle que las relaciones expuestas en el diagrama de la Imagen 110.

Al igual que el laboratorio de suelos y foliares este laboratorio brinda un servicio al público por lo que requiere que el espacio de recepción de muestras tenga algún acceso al vestíbulo principal.

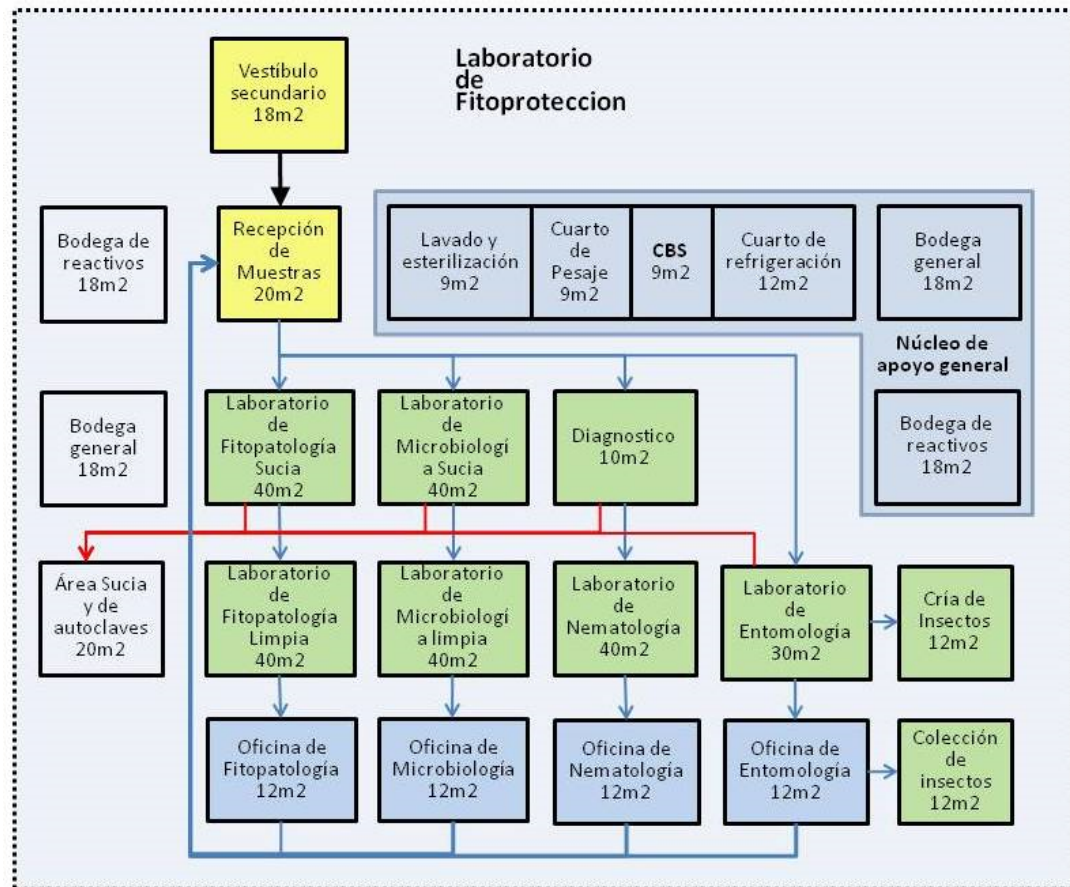


Imagen 110: diagrama de organización de los laboratorios de Diagnóstico

## Laboratorio de Suelos y Foliare.

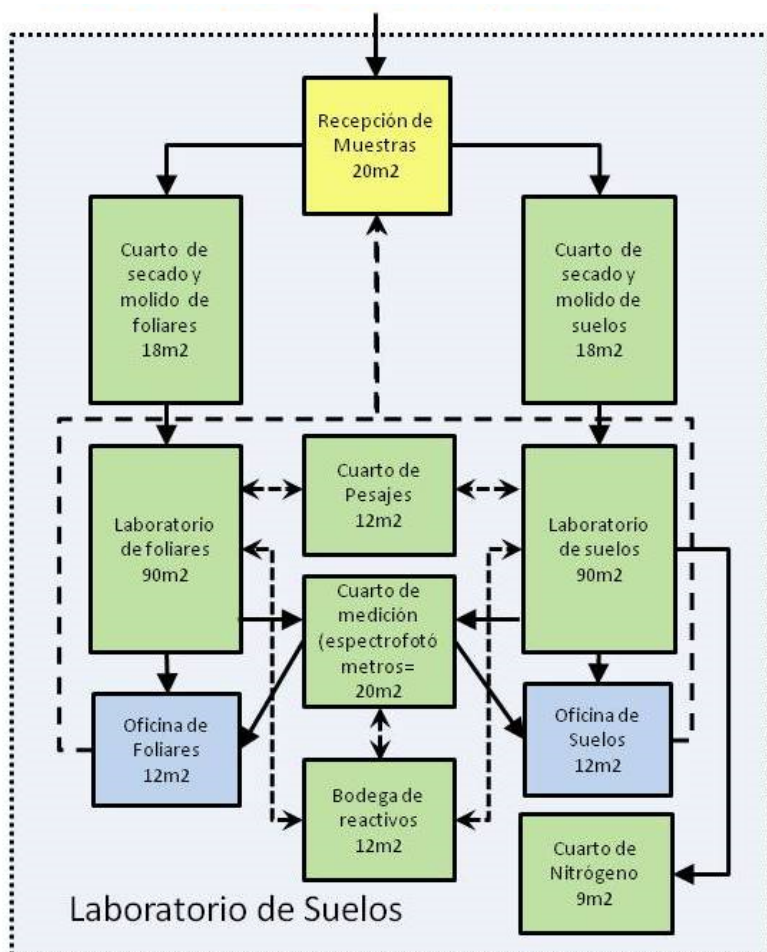


Imagen 111: diagrama de organización del laboratorio de Suelos y Foliare

## Laboratorios de Producción.

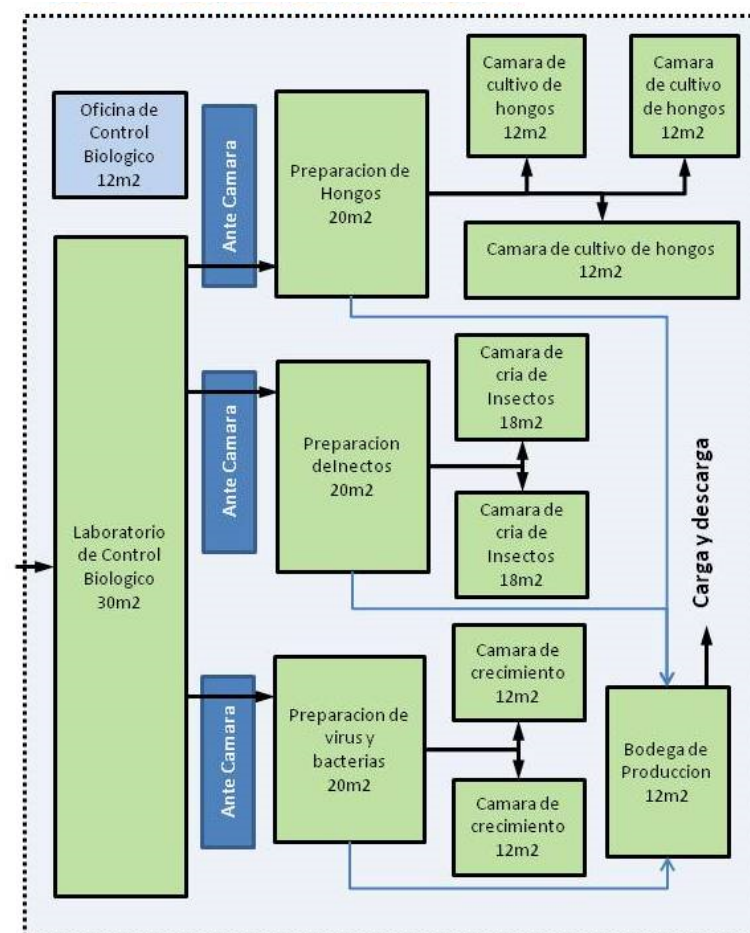


Imagen 112: diagrama de organización del laboratorio de producción

## Laboratorio de Biología Molecular.

El laboratorio de biología molecular contempla el laboratorio de técnicas moleculares y el área de microscopía electrónica. Este laboratorio requiere alejarse de líneas eléctricas y cualquier fuente de vibración.

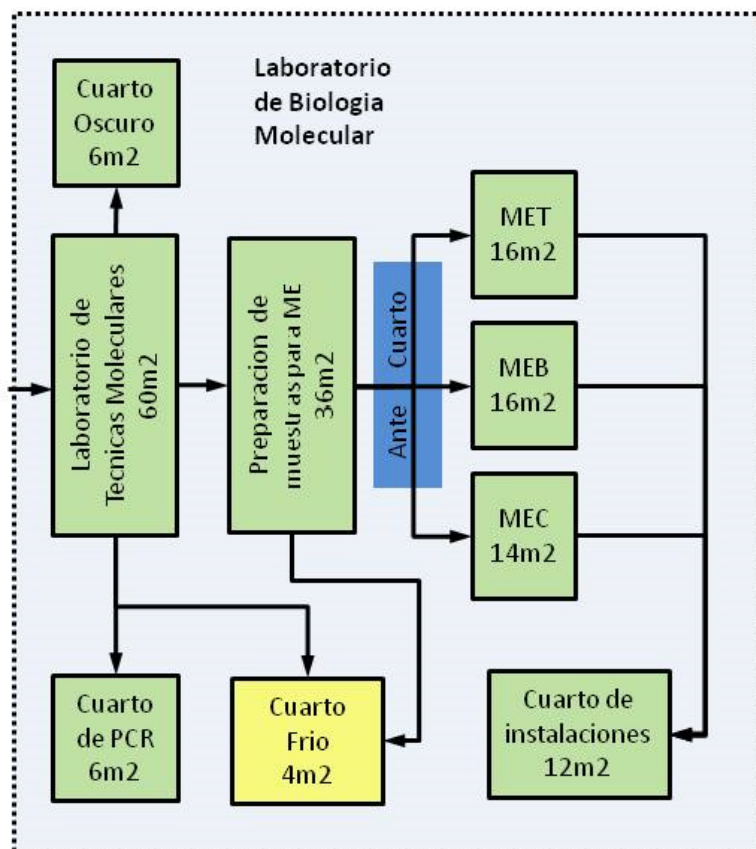


Imagen 113: Diagrama de Laboratorio de Biología Molecular, elaboración propia.

## 5.2.3 El conjunto edificable.

Con el desarrollo del conjunto de diagramas del punto 5.2.1 se plantea un diagrama de árbol (ver **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**) que permite evaluar las funciones y áreas desde el detalle de los espacios hasta las unidades funcionales que componen el conjunto.

Utilizando las unidades funcionales desarrolladas en el punto 5.2.2 se plantea un diagrama preliminar del conjunto edificable, así como las áreas de los bloques de este conjunto (ver Imagen 114). Como se puede ver, se plantea un diagrama con base en 9 unidades funcionales: 4 direcciones, 4 laboratorios y los invernaderos. Posteriormente el diagrama se refiere para obtener un diagrama de conjunto final en el que se puede comprender más en detalle la relación entre las áreas de apoyo y los espacios de oficinas y laboratorios (ver Imagen 115).

El diagrama final perfila la posibilidad de crear dos áreas diferenciadas y articuladas por un núcleo funcional que permita el acceso tanto del público como al personal y los abastos, teniendo siempre el cuidado de separar el área de carga y descarga de las zonas públicas. El núcleo de cuartos de instalaciones eléctricas y mecánicas requieren una posición centralizada para optimizar recursos y la separación de funciones en dos áreas permite trabajar las funciones de seguridad acordes con las características de cada uno. El laboratorio de biología molecular, sin embargo, plantea el reto de una ubicación especial por sus características.

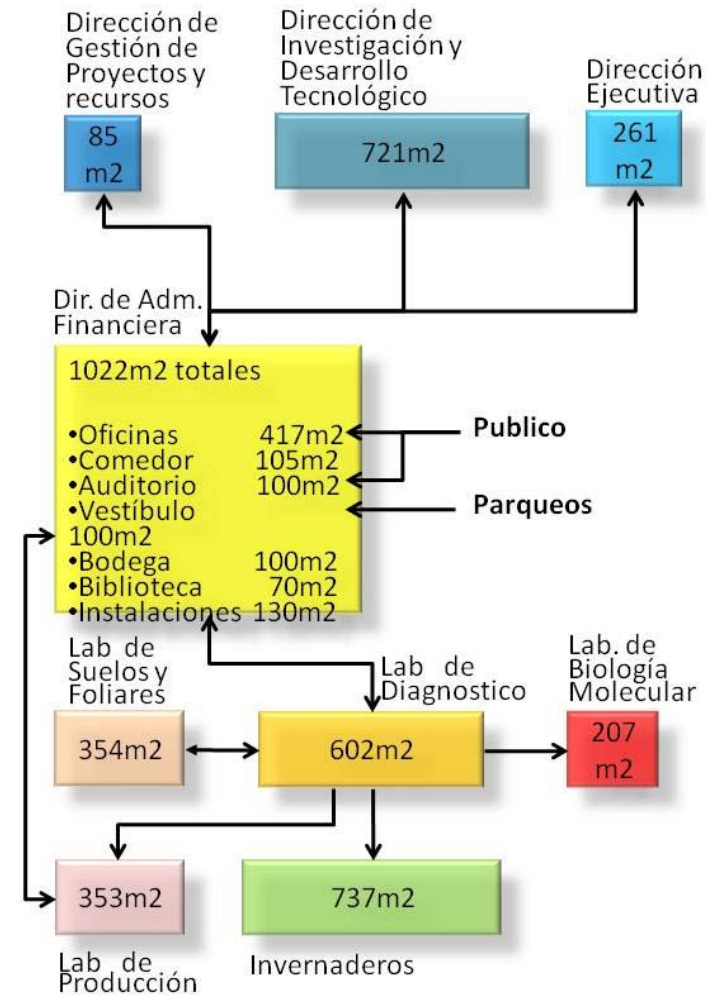


Imagen 114: Diagrama preliminar del Conjunto Edificable, elaboración propia.

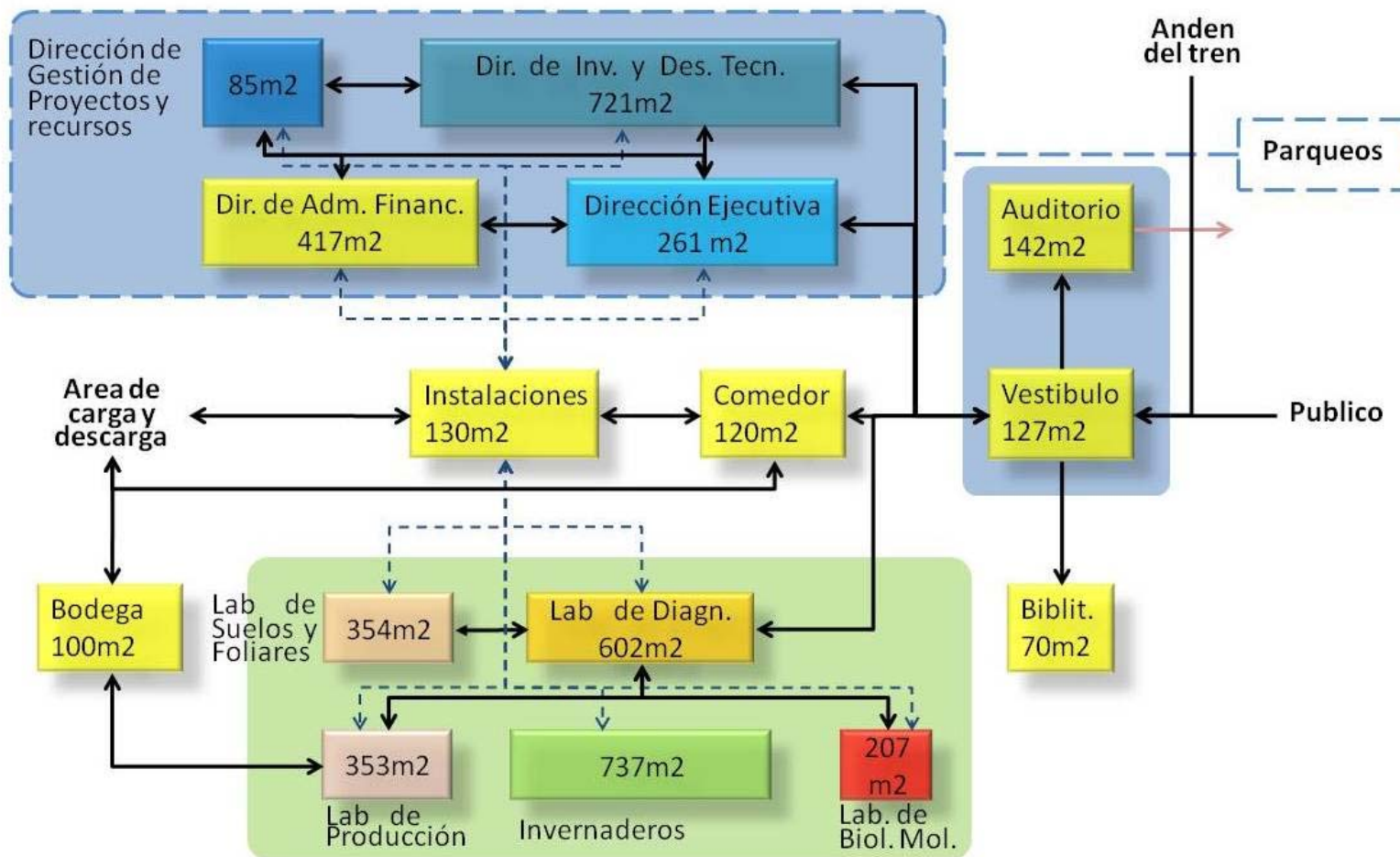


Imagen 115: diagrama final del conjunto edificable, elaboración propia.

## 5.2.4 Programa arquitectónico.

La matriz del programa arquitectónico se plantea organizando los espacios y sus agrupaciones en filas, y las

organizaciones en columnas. Posteriormente las filas de los espacios se extienden detallando en las consiguientes columnas: mobiliario, equipo, características ambientales, de seguridad, requerimientos eléctricos, etc.

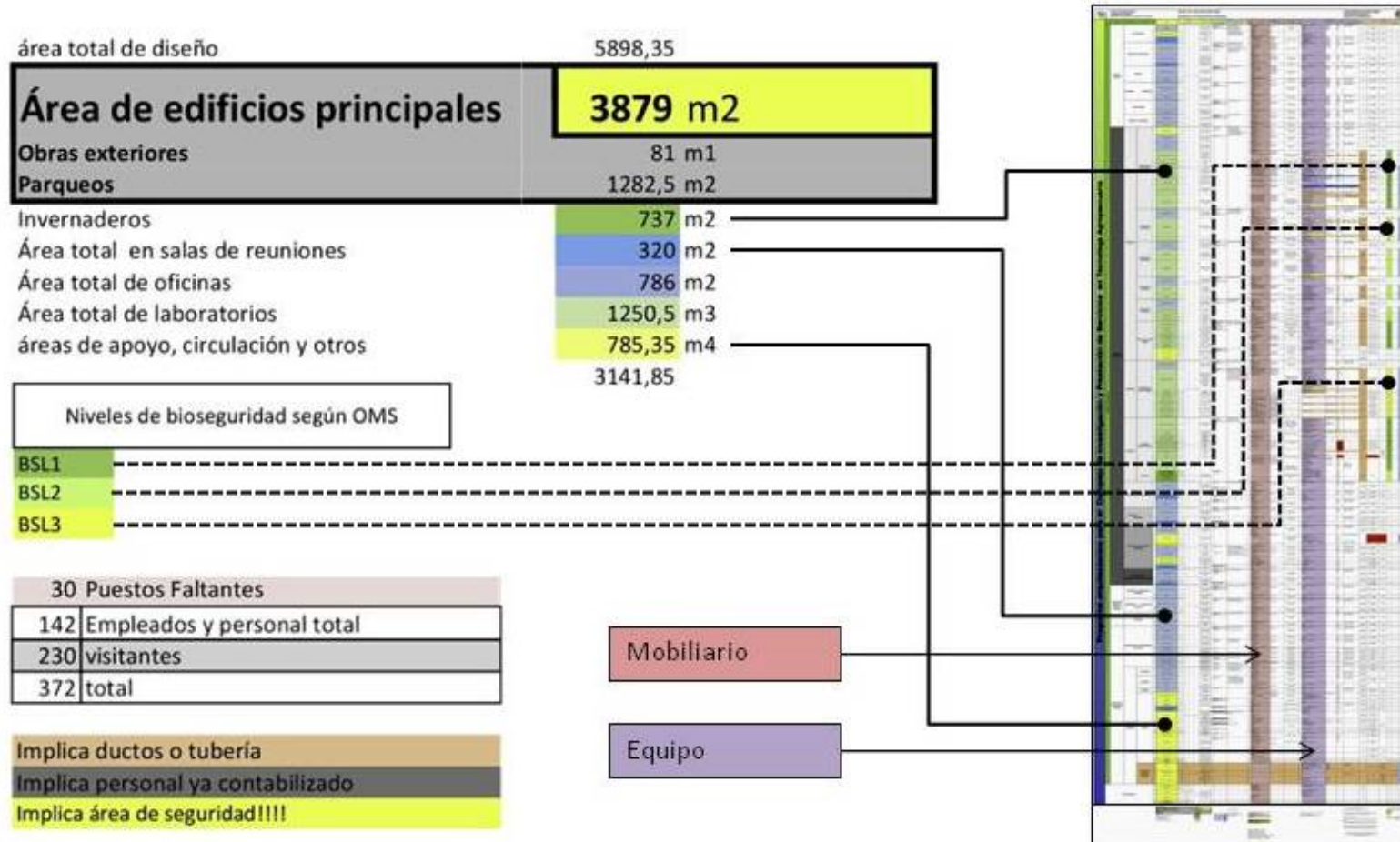
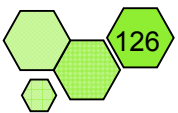


Imagen 116: Programa Arquitectónico



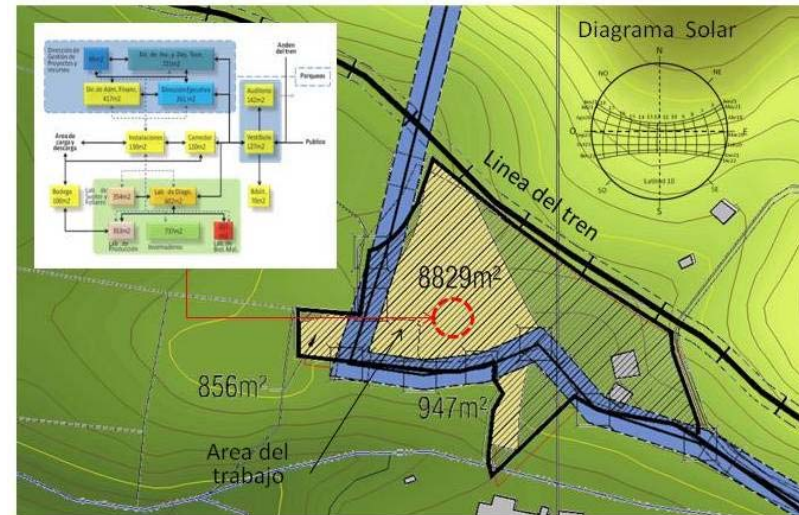
# Capítulo 6. Desarrollo del proyecto.

## 6.1 Evaluación de escenarios.

Para desarrollar el anteproyecto se evaluaron 7 escenarios con volumetría escalada de las áreas del conjunto; con el fin de evaluar posibles configuraciones en el terreno y elegir la que presentara mayores ventajas.

A continuación se expone el detalle de cada escenario con una planta y una secuencia de imágenes mostrando los distintos niveles de cada conjunto, así como los puntos clave evaluados. Dentro de los elementos clave están:

1. La conectividad del vestíbulo con respecto a los dos posibles accesos y su entorno.
2. La adaptación del conjunto a la topografía, ya que por la pendiente ciertas áreas tenderán a estar enterradas.
3. La disposición que permita mayor seguridad y protección a las áreas de laboratorio y las oficinas.
4. La disposición que facilite más las circulaciones y el acceso tanto peatonal como vehicular.
5. Organización funcional de las áreas de trabajo.
6. Posicionamiento con respecto a factores como la vibración y los campos magnéticos en el caso del laboratorio de biología molecular..



### Simbología de Escenarios

• Laboratorio de Biología Molecular		• Departamento de administración financiera	
• Laboratorios de Diagnostico		• Auditorio	
• Laboratorios de Produccion		• Vestibulo	
• Laboratorios de suelos y foliares		• Biblioteca	
• Invernaderos		• Circulacion horizontal	
• Direccion de investigacion y desarrollo tecnologico		• Circulacion Vertical	
• Direccion de Gestion de proyecto		• Cuarto de instalaciones	
• Direccion Ejecutiva			

Imagen 117: Diagrama final en el sitio



## Escenario 1.

- La orientación es favorable con respecto al sol, pero el gradeo genera aéreas enterradas.
- El frente está escondido, el área de protección del manto se niega, los accesos desde la calle privada y la parada de tren estarían de espaldas al área del vestíbulo.
- Parqueos muy accesibles desde el vestíbulo, permite muchos parqueos al aire libre.
- Separa los laboratorios de la parte administrativa.
- El laboratorio de biología molecular queda se acerca mucho a la línea del tren y la línea eléctrica, lo que le expone a mayor vibración y mayores campos eléctricos que interfieren con los microscopios electrónicos lo que requiere una mayor necesidad de cimientos y de escudos electromagnéticos.

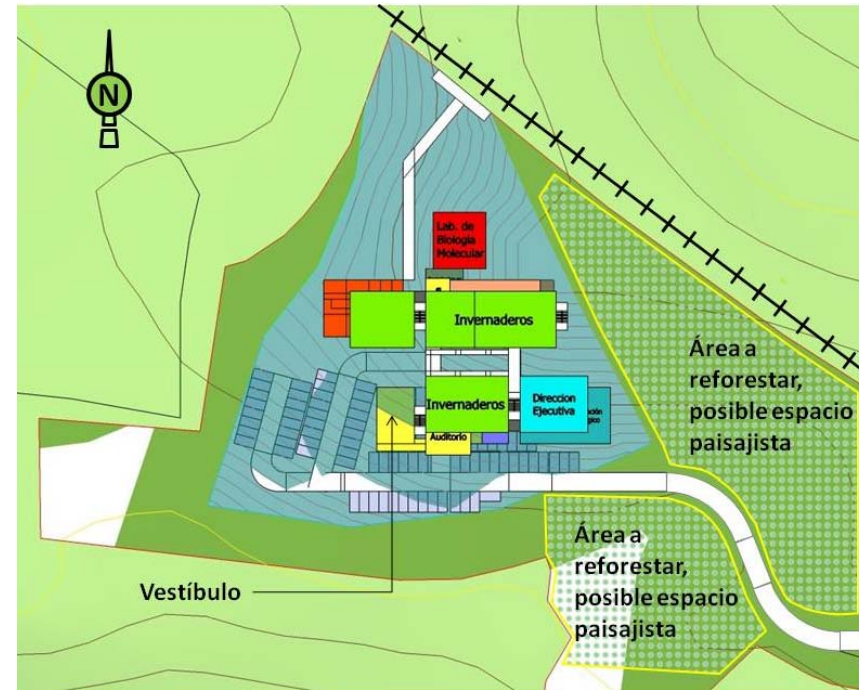
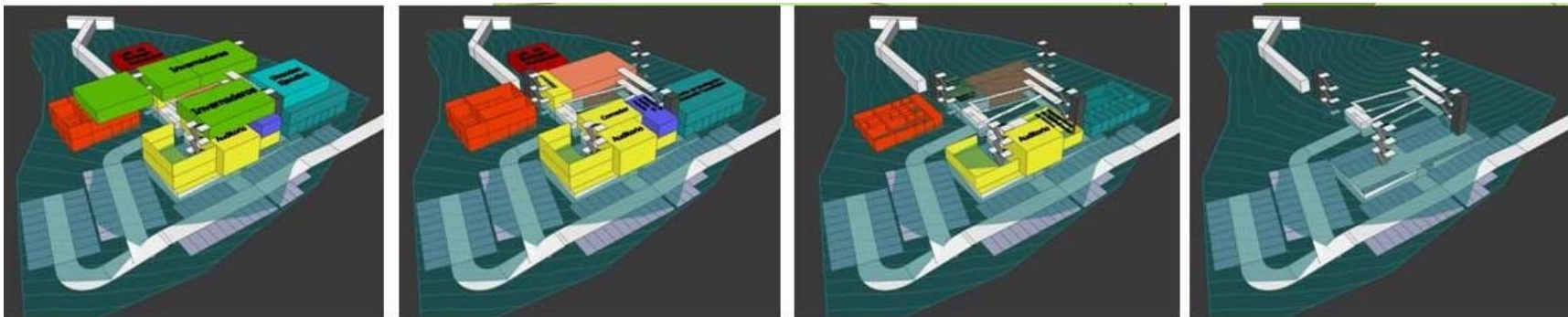


Imagen 118: Escenario 1



## Escenario 2.

- La orientación es favorable con respecto al sol, pero el gradeo genera áreas muy enterradas, se confronta mucho a la topografía.
- El frente sigue dándole la espalda a la conexión con el tren, no se integra socialmente.
- Parqueos muy accesibles desde el vestíbulo, pero es un solo edificio de mucha área, requiere sistemas de extintores y otras extras por lo que requiere construirse en una sola etapa con mayor cantidad de niveles, pero con la ventaja de más espacio abierto.
- El laboratorio de biología molecular se encuentra desarticulado del resto del edificio, pero en la posición idónea; el punto más alejado equitativamente de la línea del tren y de las líneas eléctricas.

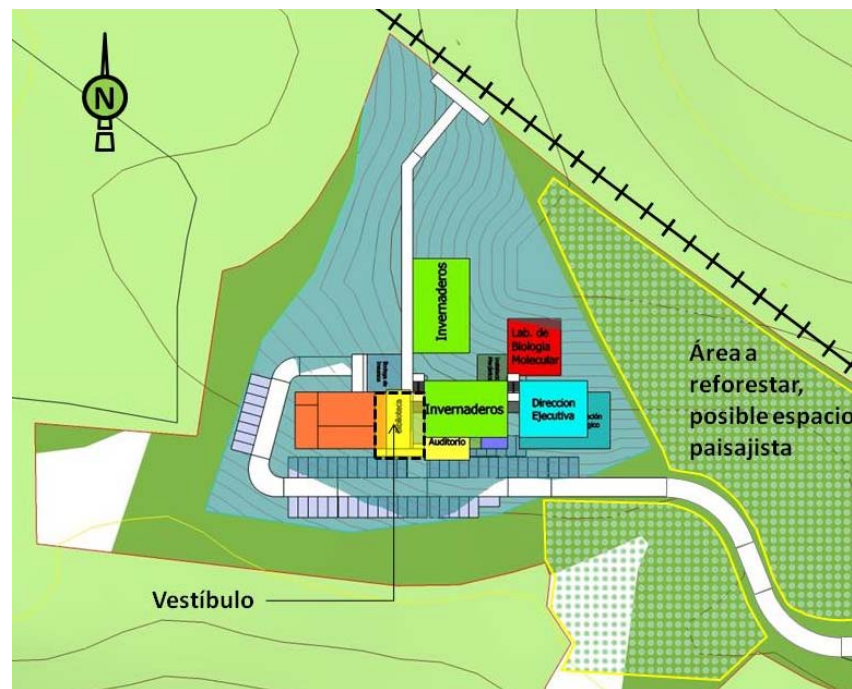
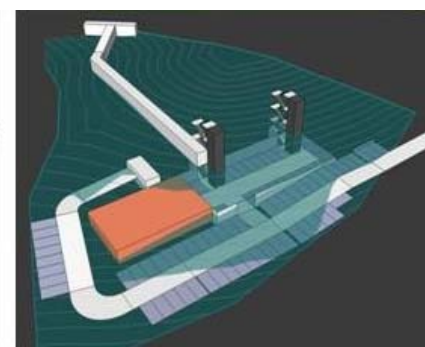
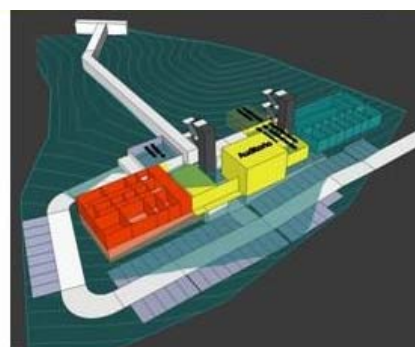
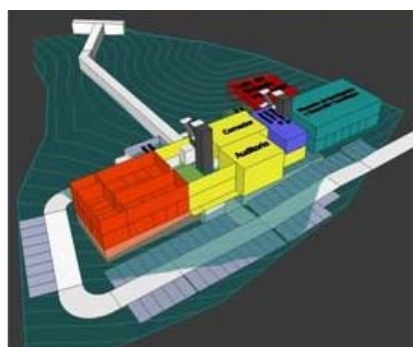
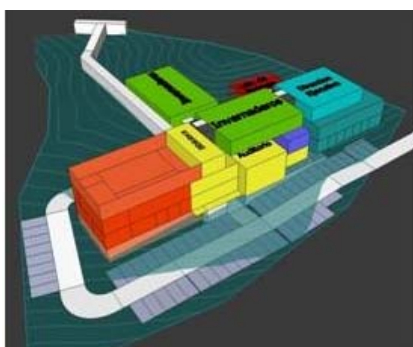


Imagen 119: Escenario 2



### Escenario 3.

- El vestíbulo principal está negado a la entrada, pero cerca tanto de los laboratorios como de las oficinas y el auditorio, articula bien el conjunto, pero no se articula idealmente al contexto.
- El auditorio no tiene salida a un área abierta, la línea eléctrica estaría muy cerca de su salida.
- El conjunto genera el perfil claro de dos edificios, la circulación es muy clara.
- Se separan idealmente las oficinas de los laboratorios, pero se mantienen interconectados los sectores de circulación vertical a través de rampas. Estas áreas se pueden explotar espacial y socialmente.
- El área de carga y descarga sigue muy cerca del vestíbulo.

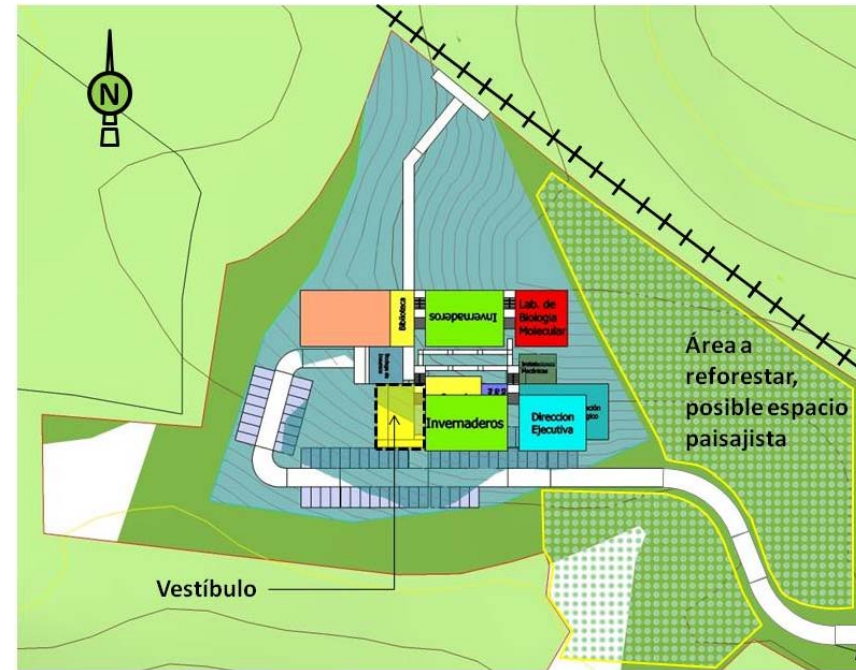
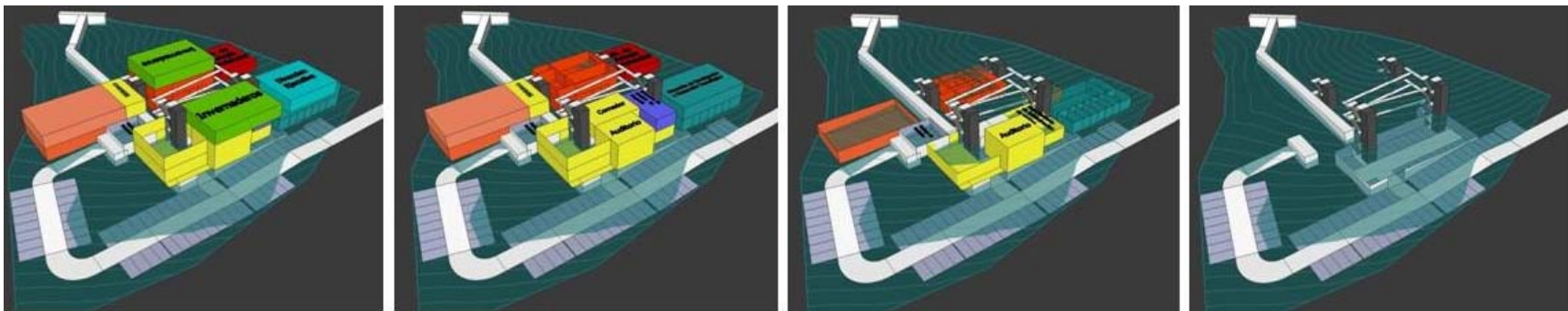


Imagen 120: Escenario 3



## Escenario 4.

- Las circulaciones no son tan claras, la zona de carga y descarga estaría ubicada muy cerca del frente y del area libre al oeste.
- Se genera un agradable espacio libre al oeste, como para una plazoleta.
- Los módulos son más independiente para construirse en etapas, pero esto genera una imagen mas fragmentada de la institucion.
- El vestíbulo de entrada tiene una vista panorámica buena, pero el edificio está oculto de la línea del tren y de la vista desde el acceso público, parqueos ligados directamente a las oficinas.

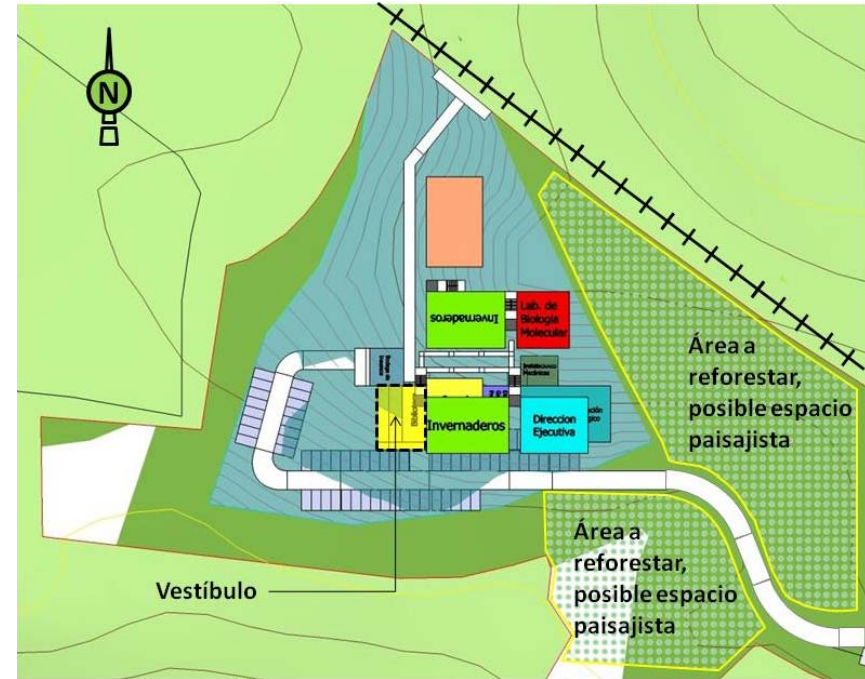
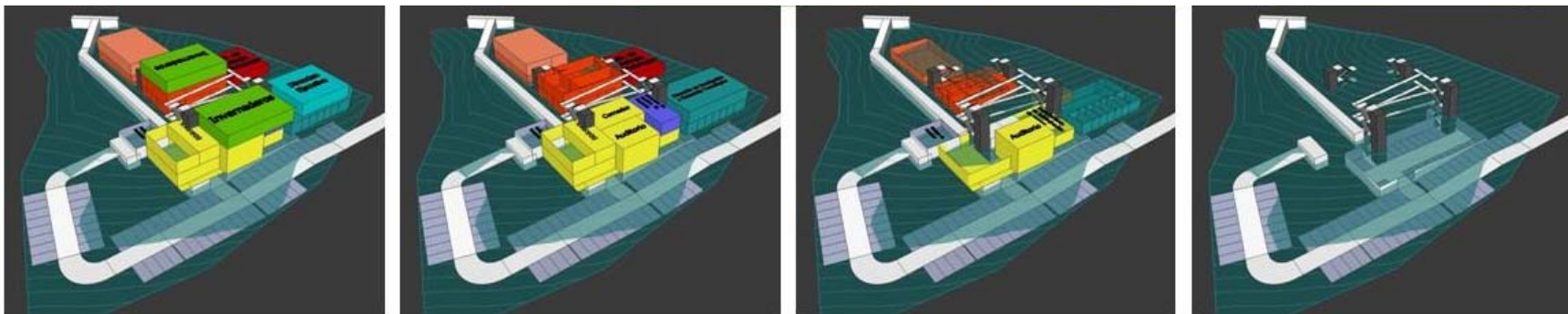


Imagen 121: Escenario 4



## Escenario 5.

- El vestíbulo está junto al acceso vehicular, pero accesible a la parada del tren sin que la circulación atraviese áreas de mayor aislamiento.
- Laboratorios más protegidos y con mayor privacidad.
- La articulación de ambos edificios es más clara, la conexión se realiza a través del vestíbulos y de las rampas.
- Posible pequeña plazoeta entre el vestíbulo y el área de reforestación.
- Los parqueos están lejos de las oficinas, el sótano de parqueos está debajo de los laboratorios y lejos de las oficinas; se podrían implementar parqueos debajo de la dirección de investigación.

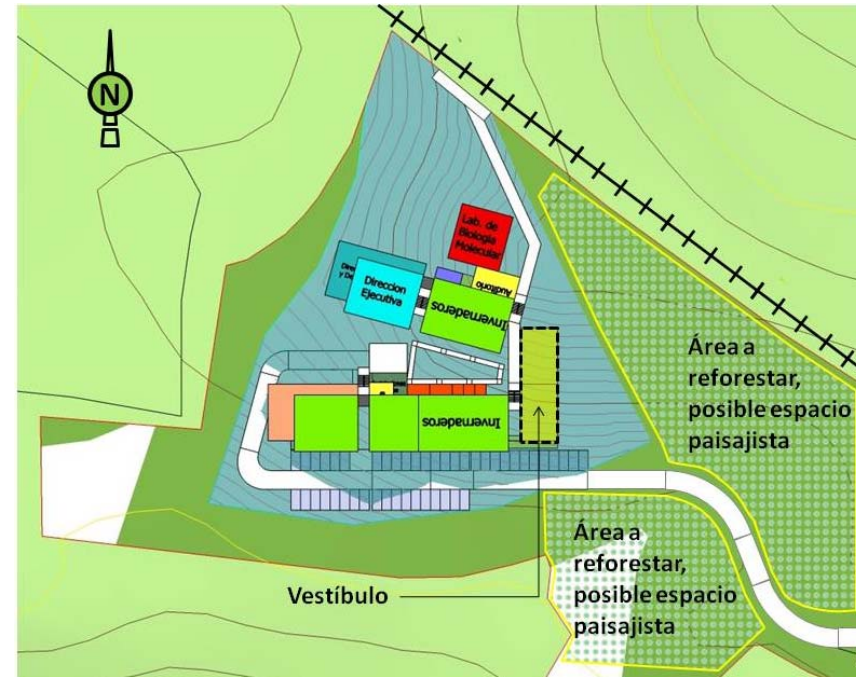
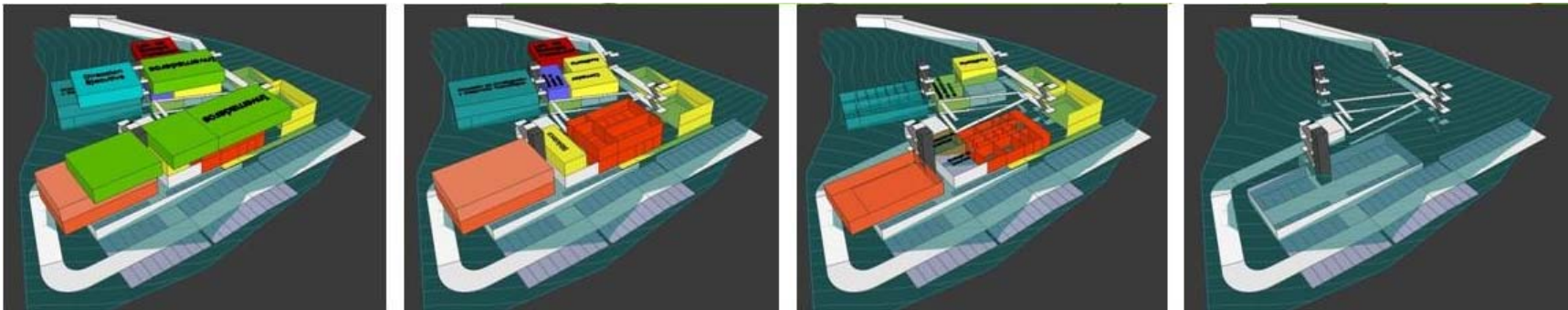


Imagen 122: Escenario 5



## Escenario 6.

- El vestíbulo en ambos edificios los articula bien pero es un gran espacio de estar.
- Los parques del sótano y los parqueos al aire libre están accesibles al vestíbulo, pero los parqueos de sótano requieren de la construcción de los laboratorios de suelos y de control biológico.
- El laboratorio de biología molecular está en la ubicación idónea, en el punto más distanciado de la línea eléctrica y de tren, además está integrado visualmente al conjunto, aunque se mantiene separado del área principal de laboratorios.
- Se sigue negando la vista y el acceso al área de la reforestación.

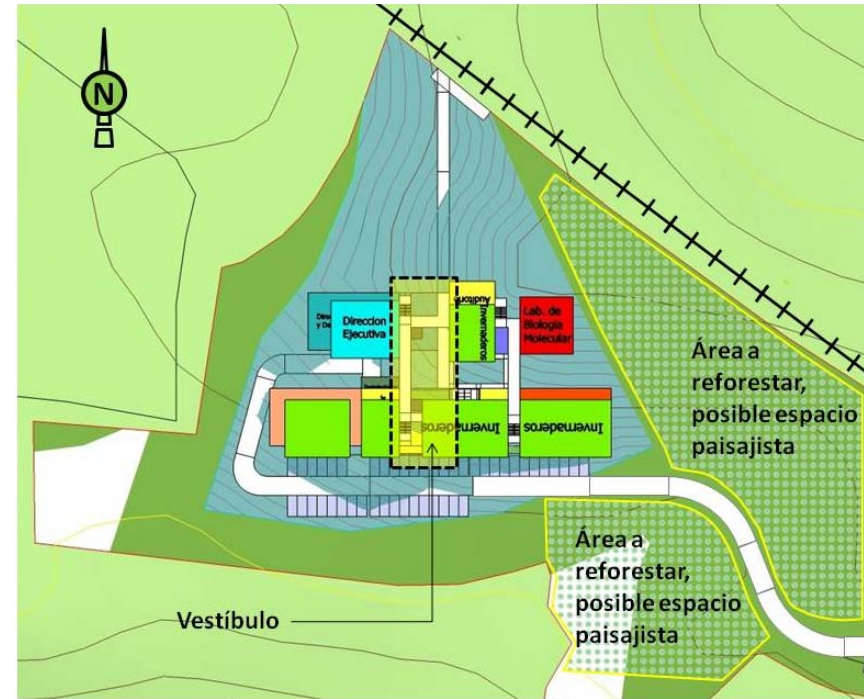
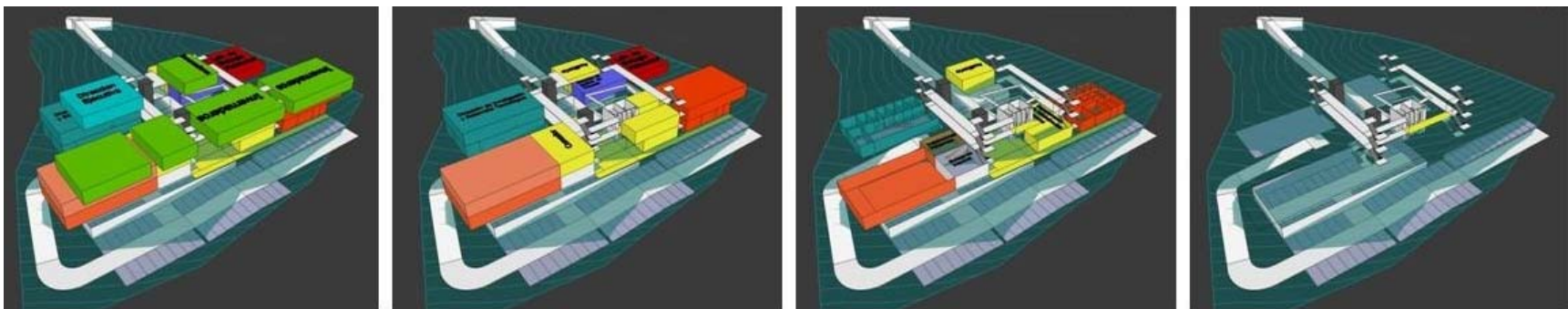


Imagen 123: Escenario 6



## Escenario 7.

- Se generan dos vestíbulos, buena conectividad con la zona de parqueos y el acceso en tren.
- El terraceo es mínimo, la menor de todas las propuestas, la contención no supera los 2 metros
- Se generan vistas en todas direcciones.
- La zonificación de las áreas es muy clara, se separan funciones, con la posibilidad de construir en distintas etapas.
- Requiere de un diseño de parasoles y pieles, la orientación solar no es la mejor.
- La generación de dos vestíbulos permite la separación de la funciones sociales y administrativas de las funciones de laboratorios e investigación.

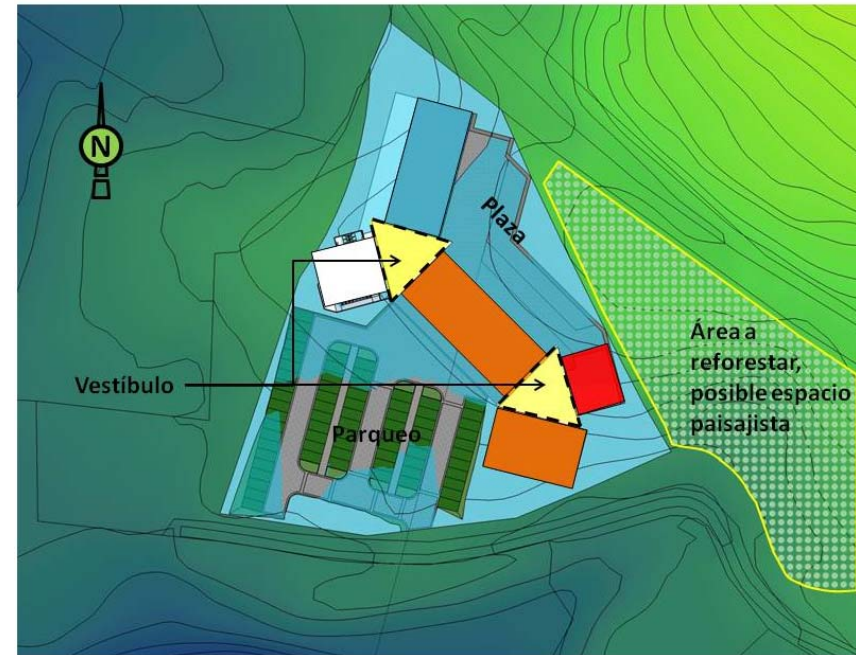


Imagen 124: Escenario 7



# Capítulo 7. La propuesta.

## Concepto.

El escenario escogido es el 7, ya que es el que permite una buena articulación entre el acceso vehicular y desde la línea del tren, la configuración ramificada permite una adecuada separación de las oficinas y la zona de laboratorios e invernaderos. La configuración se adapta a la topografía, permitiendo poco movimiento de tierra; los taludes que se requieren no superan los 2 metros por lo se reduce cualquier potencial impacto en la dinámica hidrogeológica del sitio.

La ubicación del salón multifuncional permite aprovechar el desnivel, mientras que el laboratorio de técnicas moleculares aprovecha a su vez la posibilidad de quedar semienterrado, lo que beneficia en su aislamiento y en una distancia estratégica, tanto de la vibración del tren como de la exposición a los campos de la línea eléctrica. Por otra parte la ubicación de áreas mecánicas y eléctricas está relativamente centralizada, reduciendo los recorridos de las tuberías. El módulo de laboratorios de suelos y producción se independiza y permite con el desnivel incluir un área de parques privados para los directivos.

Por su posición con respecto al recorrido solar esta propuesta requiere el desarrollo de una piel que pueda

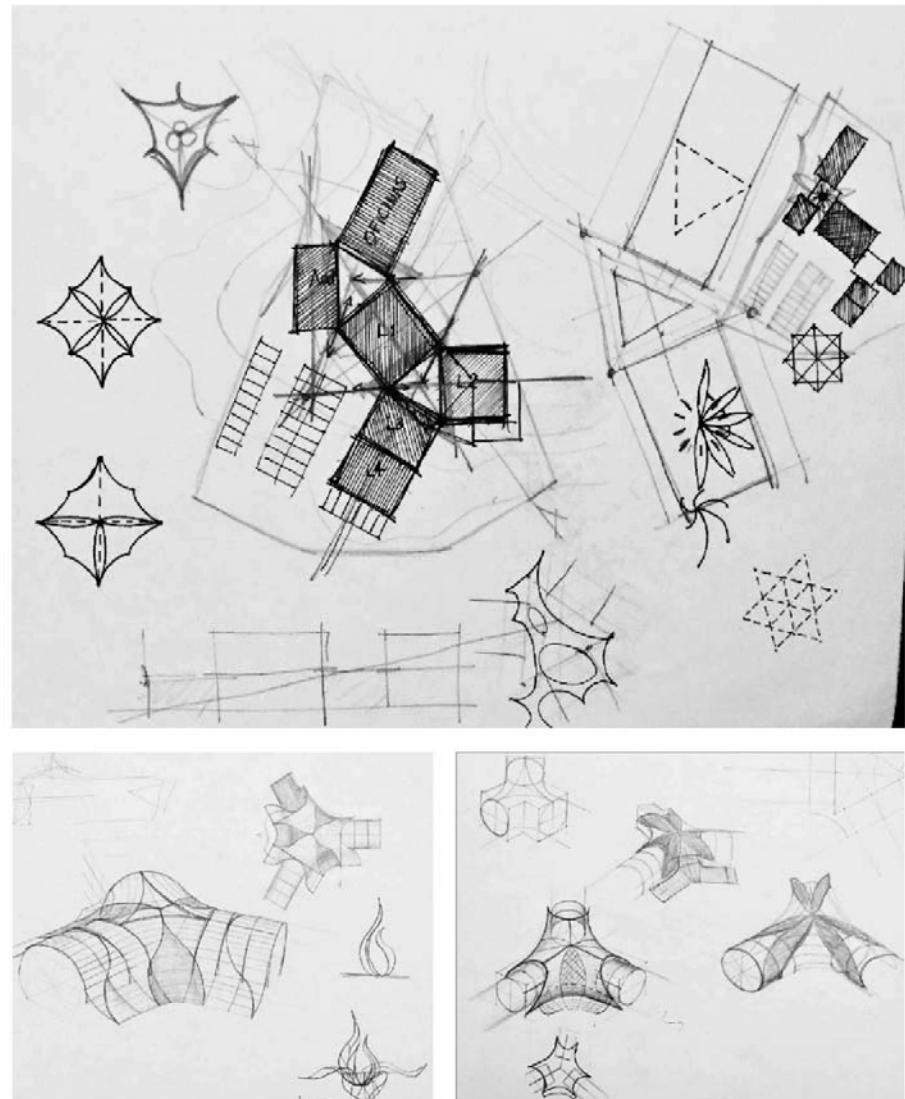


Imagen 125: Croquis 1



cerrarse por completo durante las horas críticas, pero que permita la apertura hacia las vistas importantes al oeste y el sur. Las áreas vestibulares que articulan los edificios se exploran en búsqueda de un lenguaje simbólico que permita expresar el carácter de investigación agropecuario a través de formas vegetales.

Como se puede ver en la Imagen 125 y la Imagen 126 se exploraron distintas respuestas formales para las cubiertas de la articulación, algunas implicaban lonas, otras eran altamente figurativas, ambas se desecharon por considerar que no aportaban una imagen fuertemente institucional o por volverse demasiado amorfas.

La propuesta terminó centrándose en el desarrollo de una retícula espacial que envolviera todo el edificio y le diera una unidad visual de conjunto. En la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** se aprecia la exploración de esta piel como un conjunto, así como algunas exploraciones de opciones con “branquias” que permitieran conciliar la protección solar y las vistas con la piel ; pero los cambios angulares de la posición de los edificios dificultaban una respuesta homogénea y generaban demasiada complejidad visual.

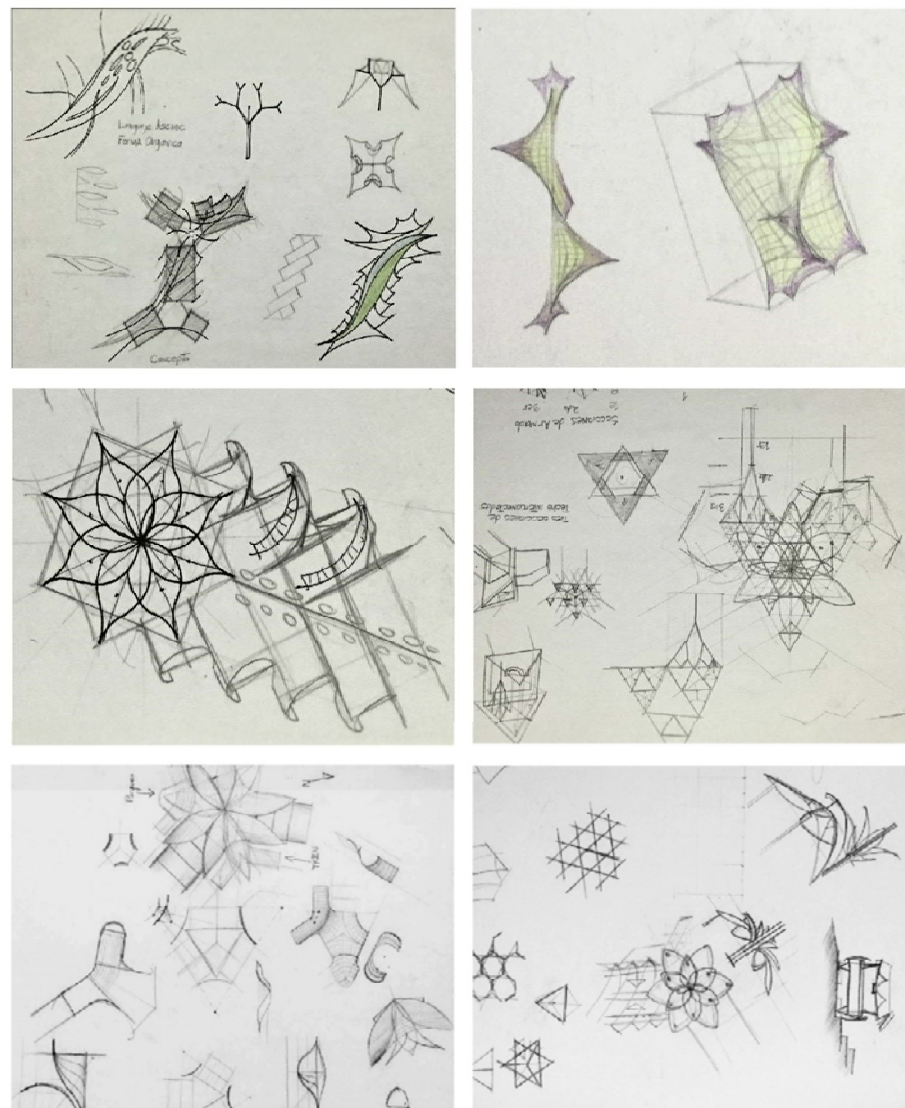


Imagen 126: Croquis 2

La retícula espacial propuesta se propone en tubo estructural, con paneles corredizos de madera y apoyada en la estructura de columnas y vigas de los edificios, los núcleos que articulan los edificios recogen el agua a través de una losa central que la conduce por medio de bajantes trabajados escultóricamente hacia una fuente central. La losa central se trabaja escultóricamente para darle una imagen estética al conjunto y para unificar su imagen.

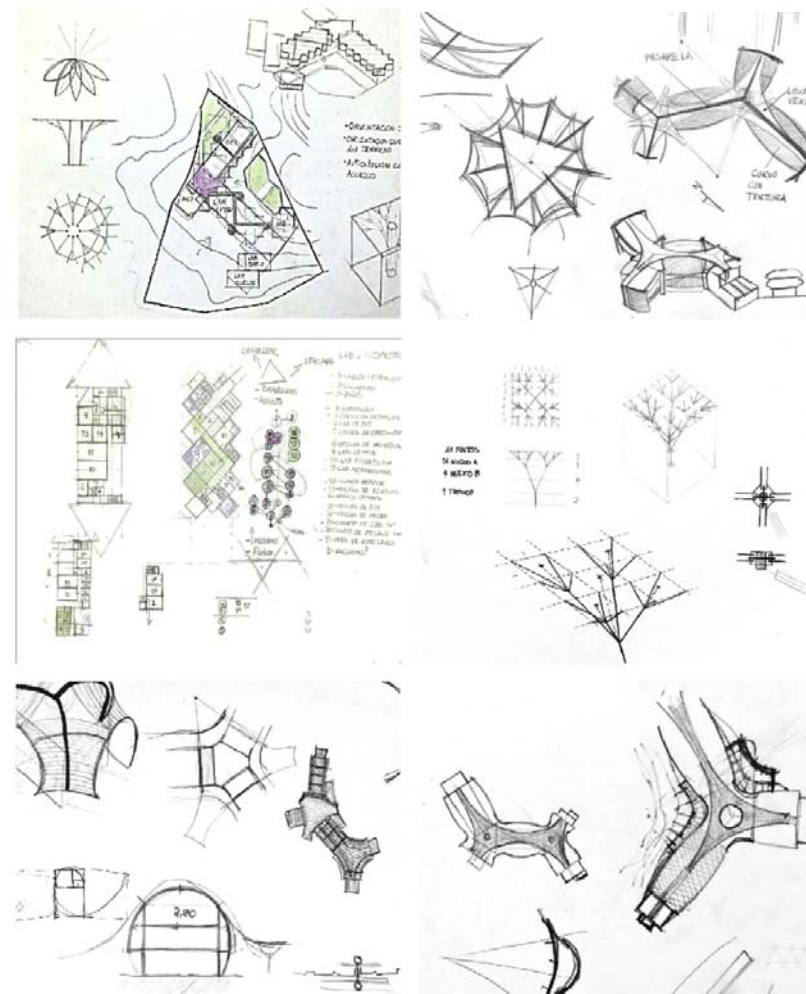


Imagen 127: Croquis 3

## El anteproyecto.

### Articulación con el contexto.

La propuesta final es un conjunto conformado por 5 bloques, que facilitan la posibilidad de construir por etapas, con juntas constructivas, esta cubierto por una piel de madera y esqueleto de tubo que responde a las necesidades climáticas del predio. Una zona de parqueos para 70 vehículos al sur y una plazuela terraceada al noreste, con acceso a una potencial parada del tren. El sector este del terreno, al estar dentro de la zona de protección del manto, se plantea como una zona de protección trabajada de forma paisajística. Las secciones trabajables del terreno al sur y al oeste se dejan intactas para potenciales obras complementarias.(ver Imagen 128)

El camino de ingreso al sector del laboratorio requiere de trabajos de lastreado, potencialmente se podría proponer en zacateblock o en algún material que minimize la impermeabilidad de los suelos.

En la Imagen 130 se puede apreciar en rojo los accesos peatonales desde el parqueo y desde la línea del tren, en azul la ruta del acceso de carga y descarga de las oficinas.

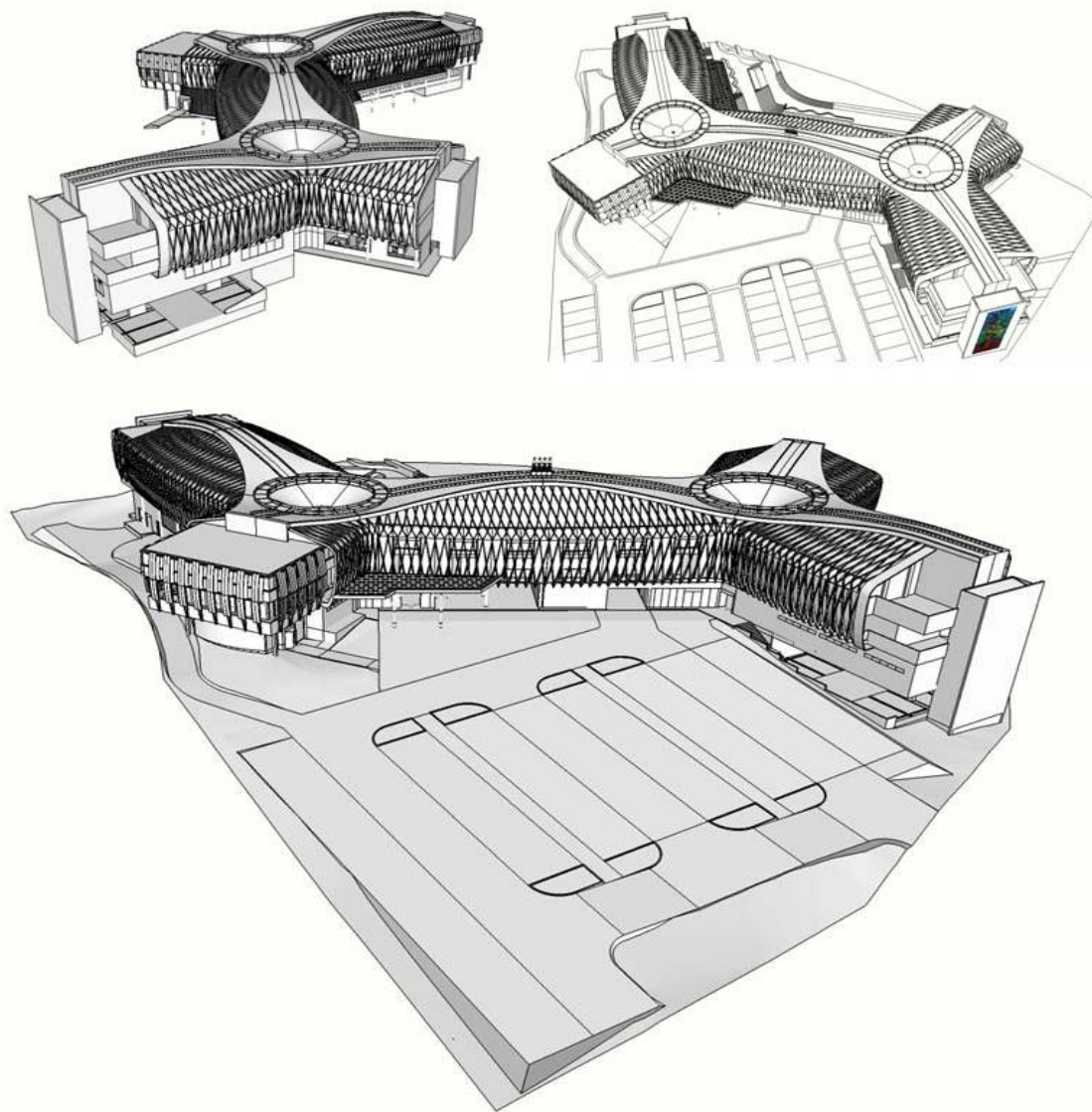
La ruta demarcada en verde es una ruta para la descarga tando de







Imagen 128: vista aérea del conjunto

muestras para los laboratorios de suelos como para la recolección de los desechos de los laboratorios y el mantenimiento de las instalaciones de los cuartos eléctricos y mecánicos.

Los vestíbulos resaltados en amarillo (ver Imagen 130 )se articulan con la zona de parqueo en un mismo nivel +00. Por debajo de este nivel se encuentran el parqueo de los directivos bajo los laboratorios de suelos. El área de carga y descarga de las oficinas y el piso del salón polivalente.



# Articulacion con el Contexto

- Linea del Tren 
- Circulacion peatonal 
- Ruta de salida de desecho 
- Carga y descarga 

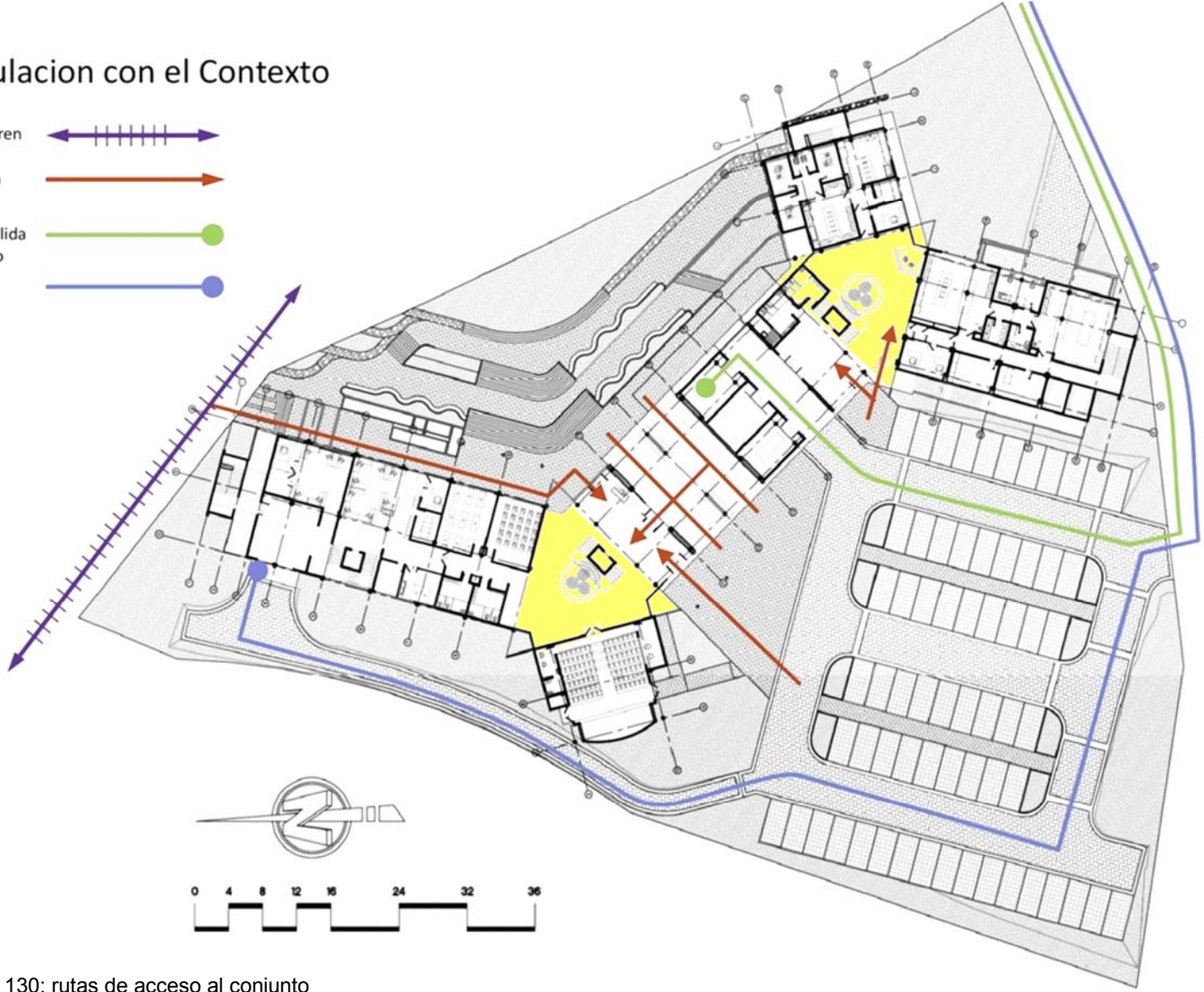


Imagen 130: rutas de acceso al conjunto

## Terraceo del conjunto

Como se puede apreciar en la imagen 131, el terraceo se plantea adaptado a las curvas de nivel de tal forma que el primer nivel del conjunto este en una sola terraza (color azul) mas algunos puntos en otros niveles como las bodegas, el auditorio y los parqueos (color turquesa), la plaza al costado noreste (color amarillo) se terracea para lograr la contención del terreno y crear el espacio necesario para el corte base del edificio. (Ver Imagen 132 ),

En cuanto a los parqueos, estos se localizan sobre una superficie que desciende en rampa al 8% sobre la zona más baja del predio, se pretende tomar parte del material del corte para rellenar y compactar suelo en esta zona, a fin de lograr una base estable pero permeable para los parqueos, cubriendo la calle con adoquín y los parqueos con zacate block para conservar la permeabilidad del suelo.

## Funciones.

Como se puede apreciar en el la Imagen 134, el conjunto cuenta con dos bloques administrativos y de transferencia al norte y al oeste, el primero cuenta con aulas en el primer nivel, el segundo con las oficinas de las direcciones de la DAF y de la Dirección de investigación y desarrollo tecnológico y el tercero con cubículos de trabajo y la dirección de gestión de proyectos y recursos. El bloque oeste cuenta con el salón polivalente en el primer nivel, comedor en el segundo y la dirección general con la junta en el tercer nivel (ver Imagen 136, Imagen 137, e Imagen 138).

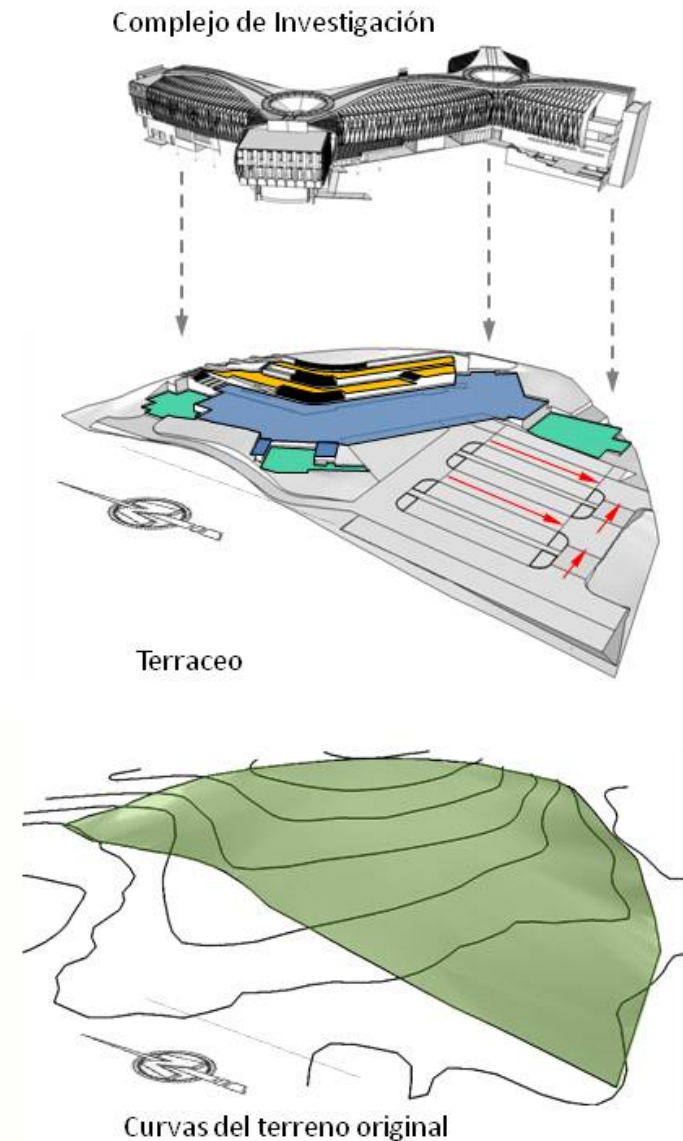
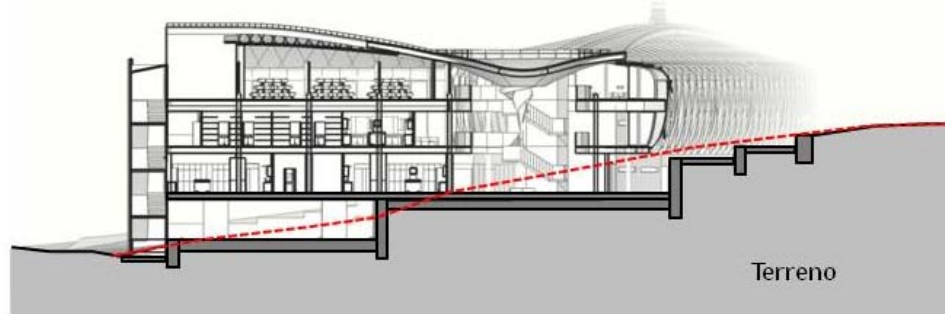


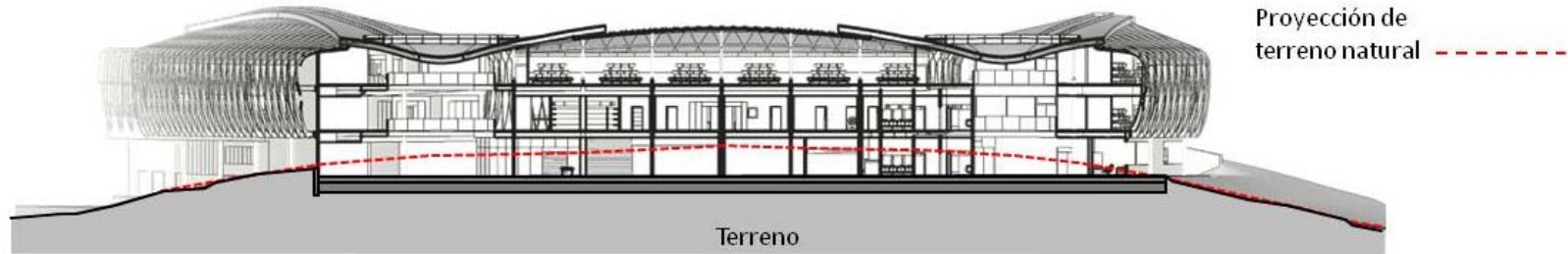
Imagen 131: terraceo del conjunto



Sección 1



Sección 2



Sección 3



Imagen 132: cortes de conjunto

para adaptarse a tres modalidades de uso, siendo posible usarlo como salón, auditorio o aulas según sea el caso. El sistema de graderías plegables junto con un sistema de paredes plegables tipo cortina permiten esta multiplicidad de posibilidades.

El bloque central y los bloques este y sur son áreas de laboratorios, dejando en el caso de los tres bloques, el tercer nivel como área de invernaderos de investigación (ver Imagen 141). El bloque central permite en su primer nivel una articulación entre los parqueos y el área de la plaza, generando así un espacio de cobijo y una ampliación del vestíbulo principal, en este espacio se encuentran también los cuartos eléctricos y mecánico que localizan estratégicamente en el centro del conjunto para reducir distancias de tuberías y de cableados (ver Imagen 139).

El bloque este al estar confrontado a la topografía permite cobijar en el terreno los cuartos de los microscopios electrónicos, lo que permite controlar más los cambios ambientales, de temperatura, humedad y de vibración..

En el bloque sur se encuentra el laboratorio de suelos y foliares, éstos están en el nivel +000 con respecto al vestíbulo, pero se encuentran por encima de los parqueos privados, que aprovechando el desnivel cuentan con un acceso franco a la calle de acceso privado del conjunto.

El bloque central de los laboratorios tiene en el segundo nivel los laboratorios de diagnóstico que incluye fitopatología, microbiología, nematología, entomología y sus áreas de apoyo, externamente a éstos existe un pasillo de exhibición para visitantes y grupos de estudiantes, de tal forma que se les pueda mostrar las instalaciones sin tener que entrar en ellas y comprometer el aislamiento (ver Imagen 135: Tipos de circulación Imagen 135).



Imagen 133: Salón Polivalente



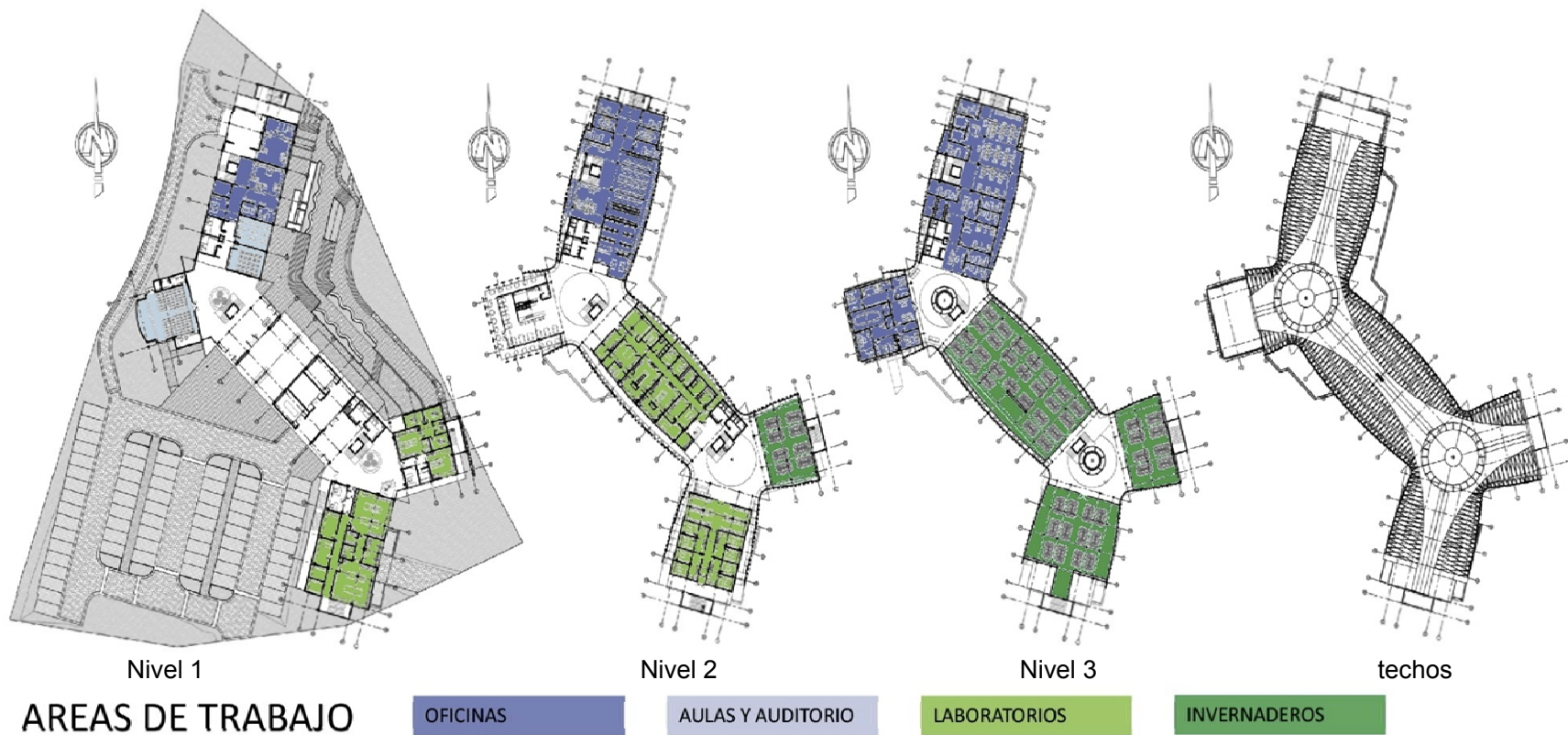


Imagen 134: Áreas de trabajo

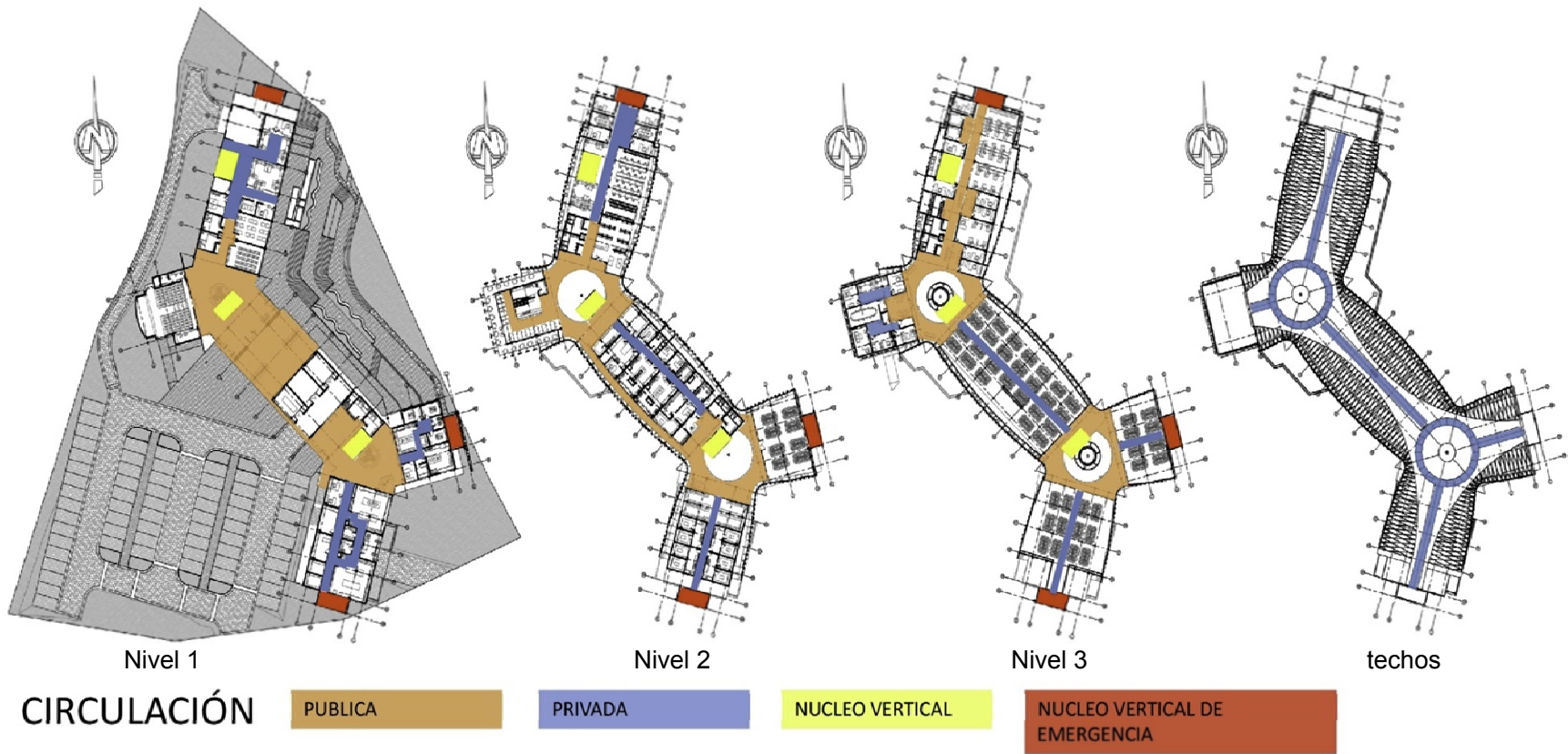
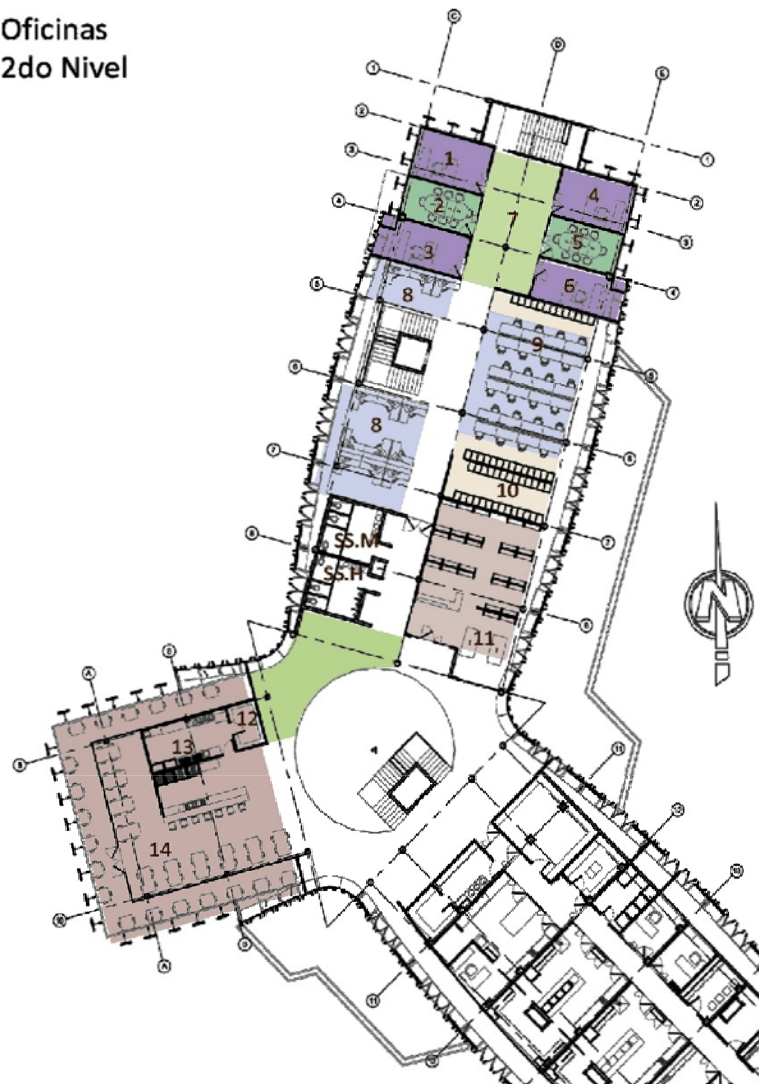


Imagen 135: Tipos de circulación



Imagen 136: Oficinas de 1er Nivel

Oficinas  
2do Nivel



1. Dirección de Servicios Técnicos
2. Sala de reuniones
3. Gestión de Calidad
4. Dirección de Investigación e innovación
5. Sala de reuniones
6. Dirección de Investigación y Desarrollo tecnológico
7. Recepción
8. Departamento de Servicios Técnicos - Cubículos
9. Departamento de Investigación e innovación -Cubículos
10. Archivos de Investigación e innovación
11. Biblioteca
12. Bodega
13. Cocina
14. Comedor general



- Espacio de trabajo individual-Abierto
- Espacio de trabajo individual-Cerrado
- Espacio de Colaboración-Abierto
- Espacio de Colaboración-Cerrado
- Presentación/almacenamiento
- Soporte

Imagen 137: Oficinas de 2do Nivel

**Oficinas  
3er Nivel**



- Espacio de trabajo individual-Abierto
- Espacio de trabajo individual-Cerrado
- Espacio de Colaboración-Abierto
- Espacio de Colaboración-Cerrado
- Presentación/almacenamiento
- Soporte

1. Dirección de Administración Financiera
2. Archivo de presupuesto
3. Archivo de Tesorería
4. Tesorería
5. Secretaría
6. Talento Humano y Tesorería
7. Presupuesto y contabilidad
8. Módulos de Mercadeo
9. Oficina de Mercadeo
10. Oficina de Formulación y Negociación
11. Seguimiento y evaluación
12. Archivo de Mercadeo
13. Cubículos de Planificación
14. Contraloría de servicios
15. Oficina de Planificación
16. Espacio de descanso
17. Recepción y espera
18. Asesoría legal
19. Auditoría
20. Cubículos de apoyo
21. Archivos
22. Sala de reuniones
23. Oficina del Subdirector
24. Oficina del Director
25. Sala de la Junta Directiva
26. Baño privado

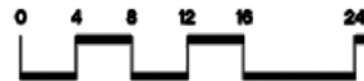


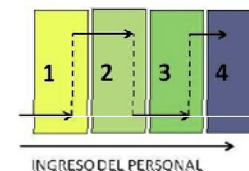
Imagen 138: Oficinas de 3er Nivel



1. Vestíbulo Principal
2. Plaza de conexión
3. Cuarto Eléctrico
4. Cuarto Mecánico
5. Bodega general
6. Cuarto de desechos
7. Vestíbulo Secundario

8. Recepción de Lab. De Suelos y Foliars
9. Oficina de Suelos
10. Oficina de foliars
11. Cuarto de reactivos
12. Sala de reuniones
13. Secado de Foliars
14. Secado de suelos
15. Laboratorio de suelos
16. Cuarto de pesaje
17. Cuarto de nitrógeno
18. Laboratorio de Foliars
19. Cuarto de espectrometrías
20. Escaleras de emergencia

DE MENOR A MAYOR  
AISLAMIENTO/RIESGO

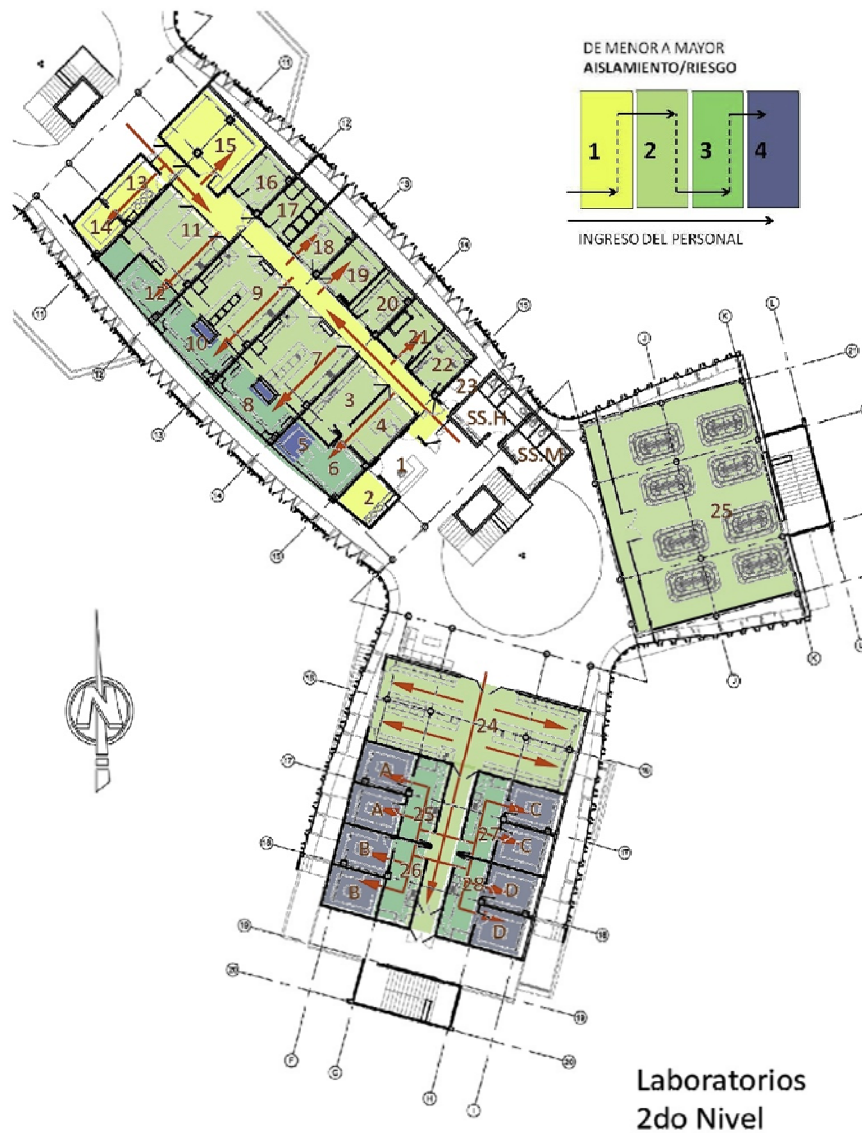


21. Administración de microscopia
22. Bodega de reactivos
23. Laboratorio de técnicas moleculares
24. Área de preparación de muestras
25. Exclusa
26. TEM
27. STEM
28. Microscopio Confocal



Laboratorios  
1er Nivel

Imagen 139: Laboratorios 1er Nivel



- DE MENOR A MAYOR AISLAMIENTO/RIESGO
- 1 2 3 4
- INGRESO DEL PERSONAL
1. Recepción de Muestras
  2. Custodia de Muestras
  3. Laboratorio de Entomología
  4. Oficina de Entomología
  5. Colección Entomológica
  6. Cámara de Crecimiento
  7. Laboratorio de Fitopatología, área sucia
  8. Laboratorio de Fitopatología, área Limpia
  9. Laboratorio de Microbiología, área sucia
  10. Laboratorio de Microbiología, área Limpia
  11. Laboratorio de Nematología
  12. Oficina de Nematología
  13. Cuarto de esterilización
  14. Bodega de insumos
  15. Bodega de General
  16. Bodega de Reactivos
  17. Cuarto de refrigeración
  18. Oficina de Microbiología
  19. Oficina de Fitopatología
  20. Cuarto de pesaje
  21. Cuarto de CBS
  22. Cuarto de Autoclaves
  23. Ducto de tuberías
  24. Laboratorio de Producción
  25. Preparación de cultivos entomológicos
  26. Preparación de cultivo de hongos
  27. Preparación de In Vitro
  28. Preparación de In Vitro
- A. Cámara de crecimiento entomológico  
 B. Cámara de crecimiento de hongos  
 C. Cámara de crecimiento In Vitro  
 D. Cámara de crecimiento In Vitro

Imagen 140: Laboratorio 2do Nivel

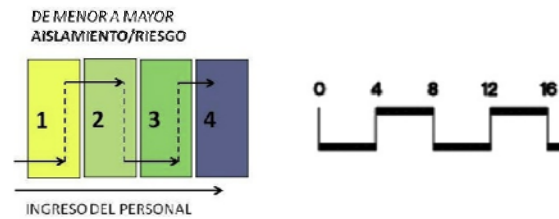
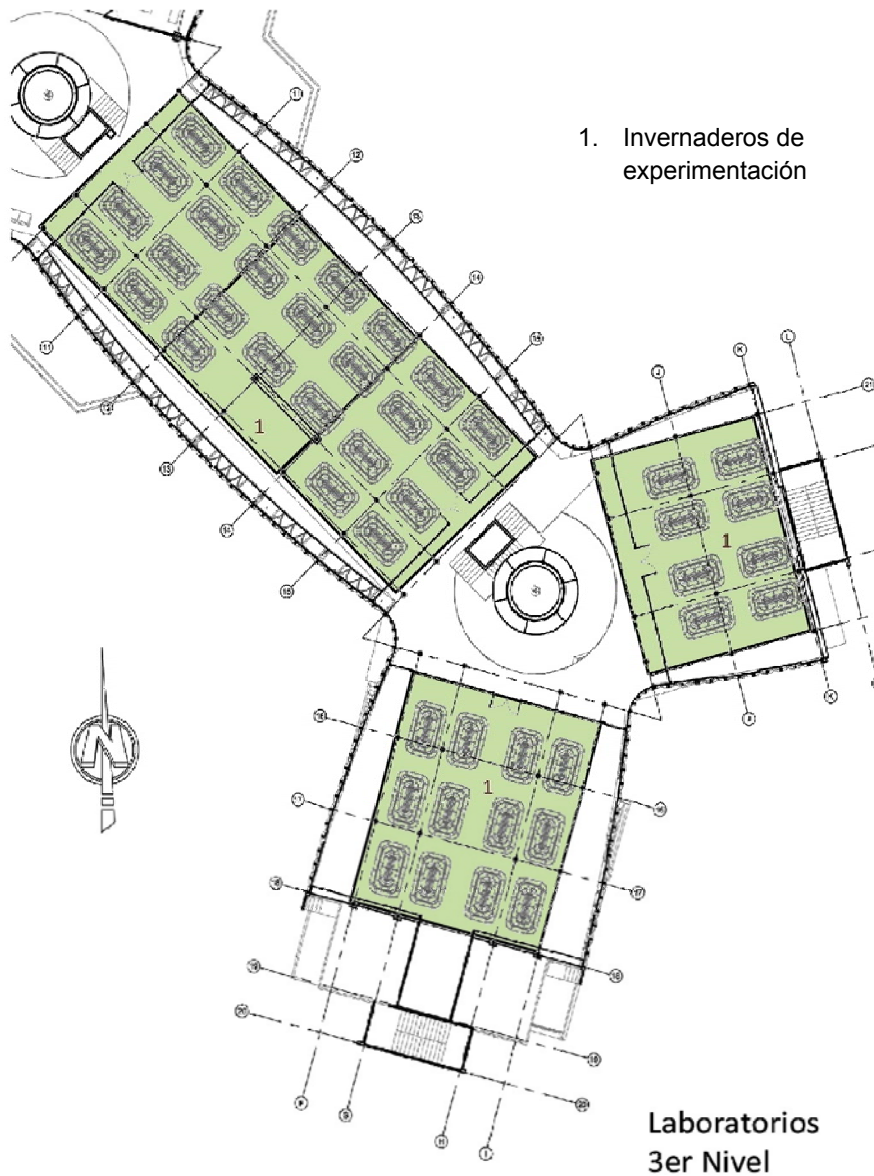


Imagen 141: Laboratorio 3er Nivel



## Sistema estructural.

El sistema estructural de los 5 edificios plantea una estructura octogonal de columnas redondas y vigas H sobre una losa flotada. Las vigas H se predimensionaron en 45cm de peralte y 15cm de ala para este proyecto, partiendo de luces de 6m entre los módulos longitudinales como se puede apreciar en la imagen.

En el caso del bloque sur, los tres niveles del edificio descansan sobre una losa estructurada sobre muros monolíticos y un muro de contención que da al espacio de los parqueos, que a su vez descansa sobre una losa flotada.

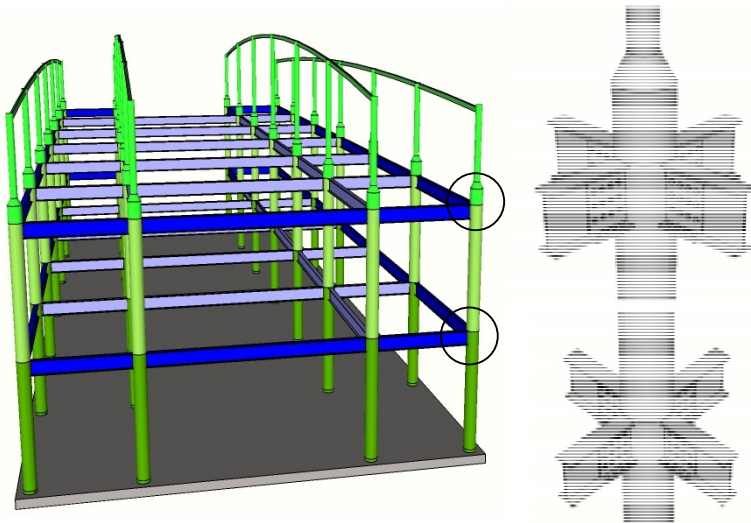


Imagen 143: Detalle conceptual de Columnas

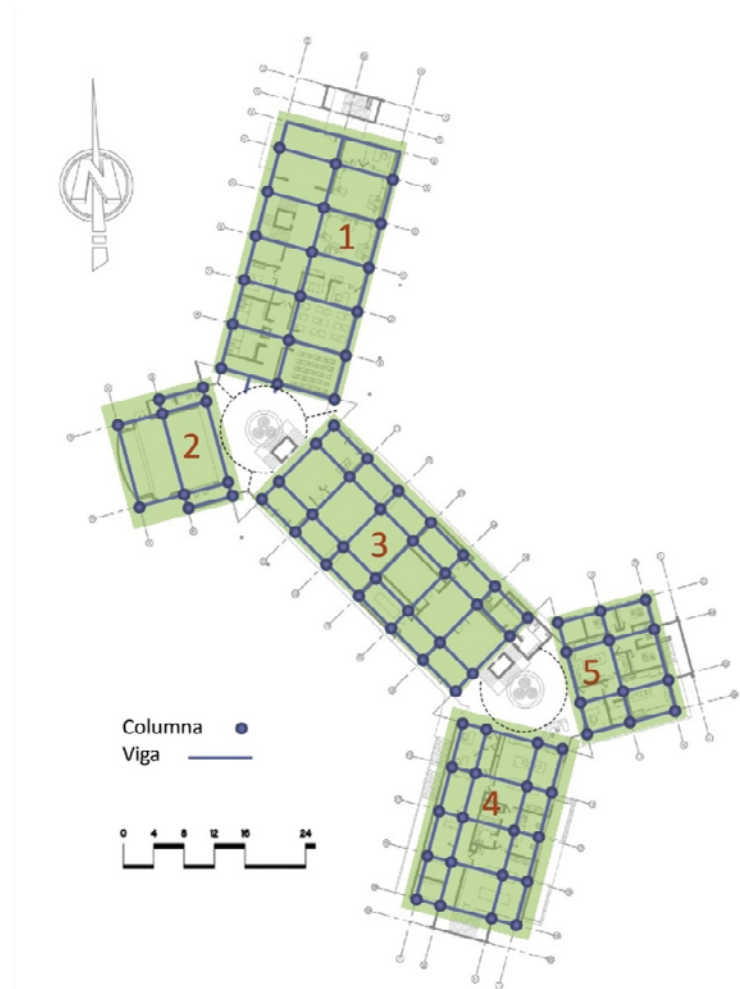


Imagen 142: Diagrama conceptual de estructura

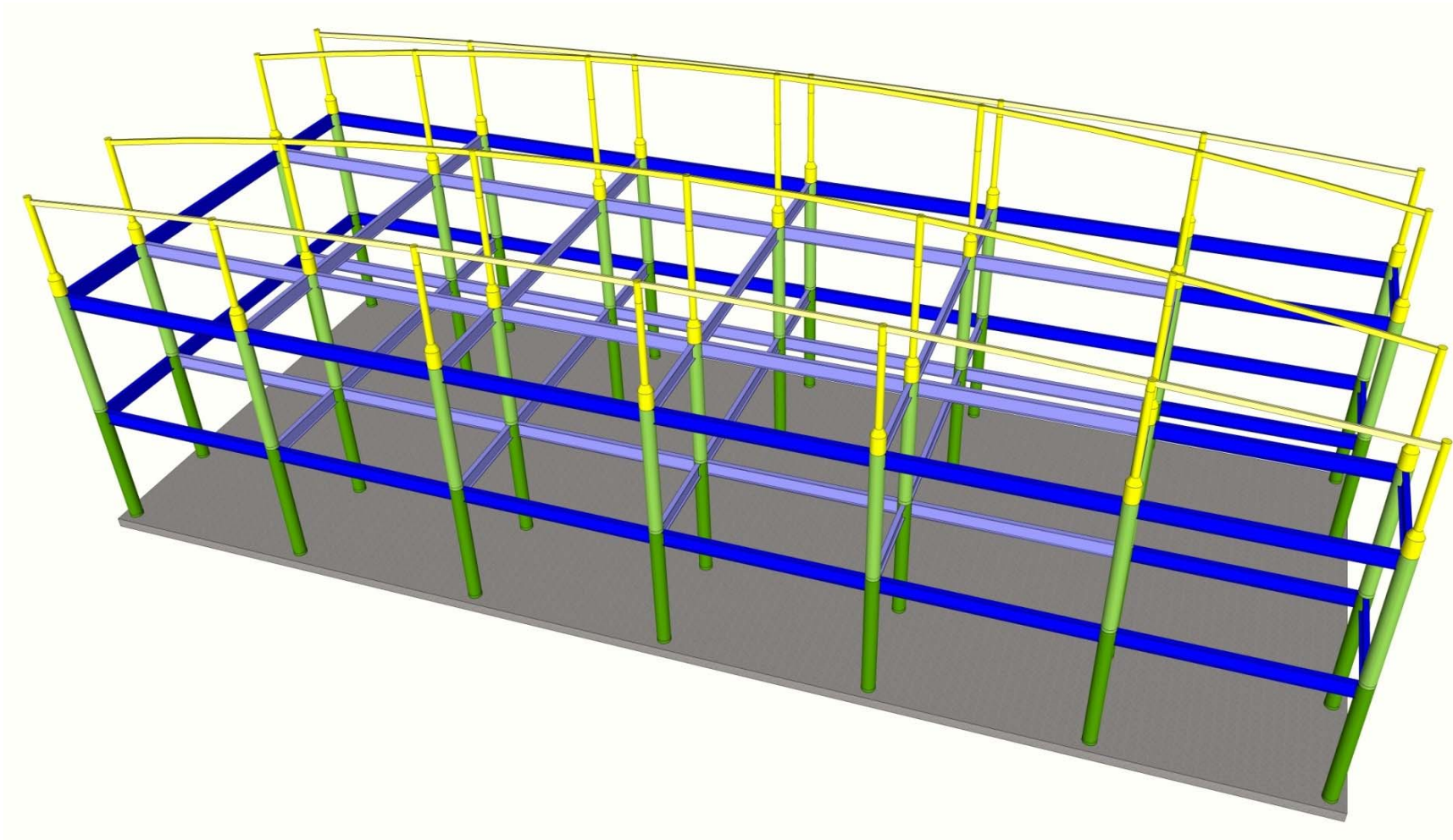


Imagen 144: propuesta estructural de modulo 3

## Cubierta climática.

La cubierta se plantea como un elemento climático y unificador de la imagen. Está compuesta de una estructura primaria de rombos de tubo estructural de 15x10cm y sostiene una estructura secundaria de madera modulada cada 6m.

La modulación de 6m corresponde a la estructura principal del edificio; este panel de 6 metros se adapta a la forma de la curva y está conformado por cuatro paneles corredizos sobre rieles que permiten que los paneles se cierren durante las horas de mayor incidencia solar entre 3pm y 6pm. La opción de parasoles es insuficiente para los módulos 1,2 y 4, ya que su orientación es completamente Norte-Sur.

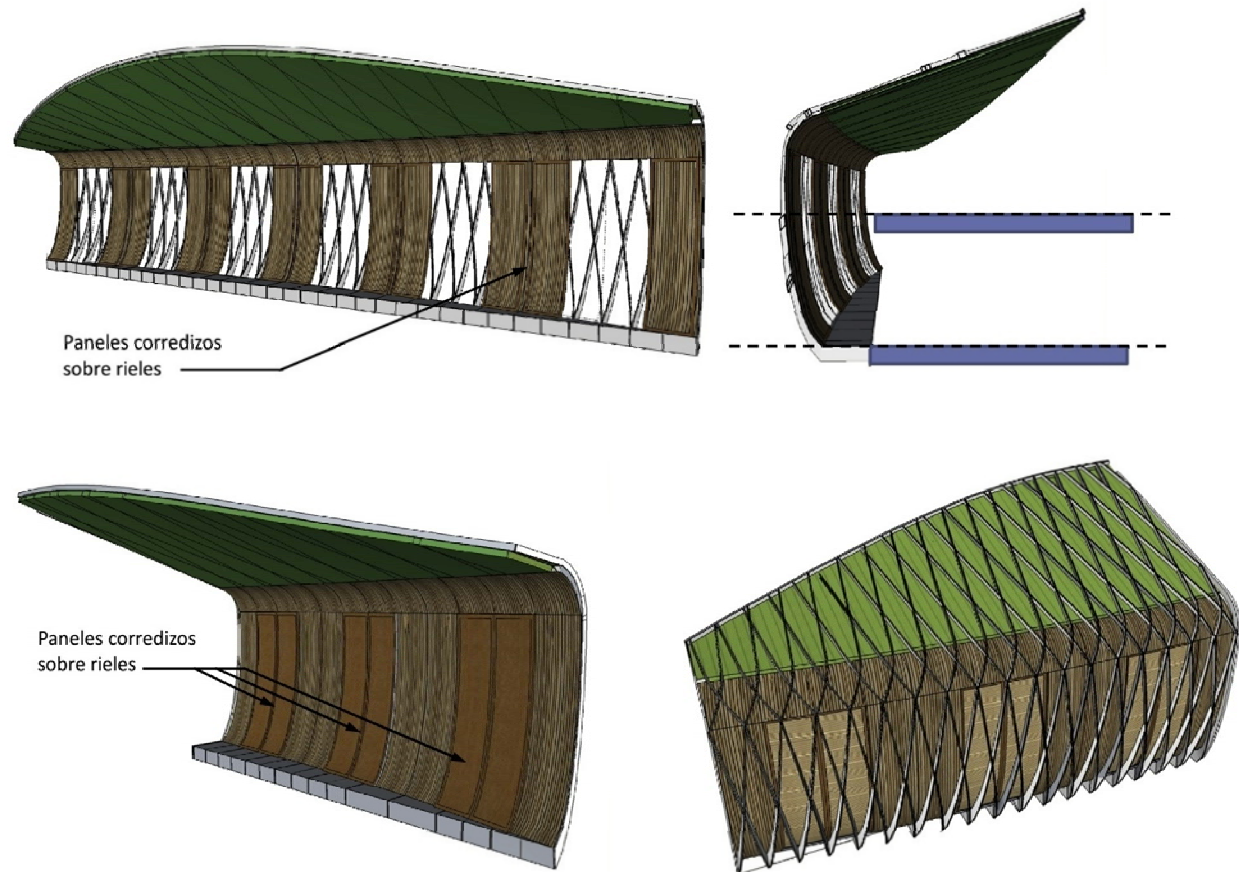


Imagen 145: detalle de las estructuras de la piel

## Redes e instalaciones.

Por recomendación general, los cuartos mecánicos y eléctricos se localizaron en una posición central, a fin de reducir la distancia de las tuberías y sus consecuentes costes.

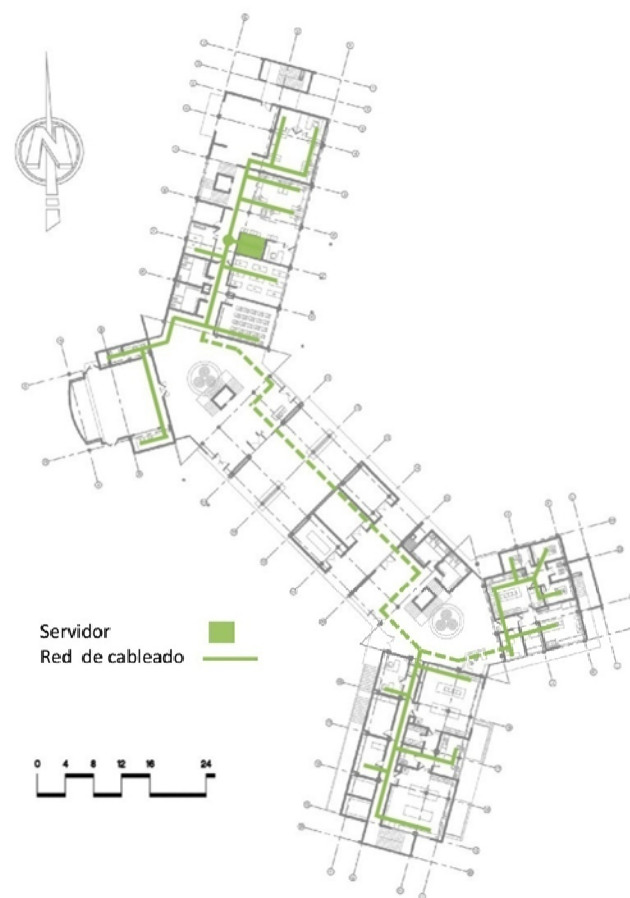
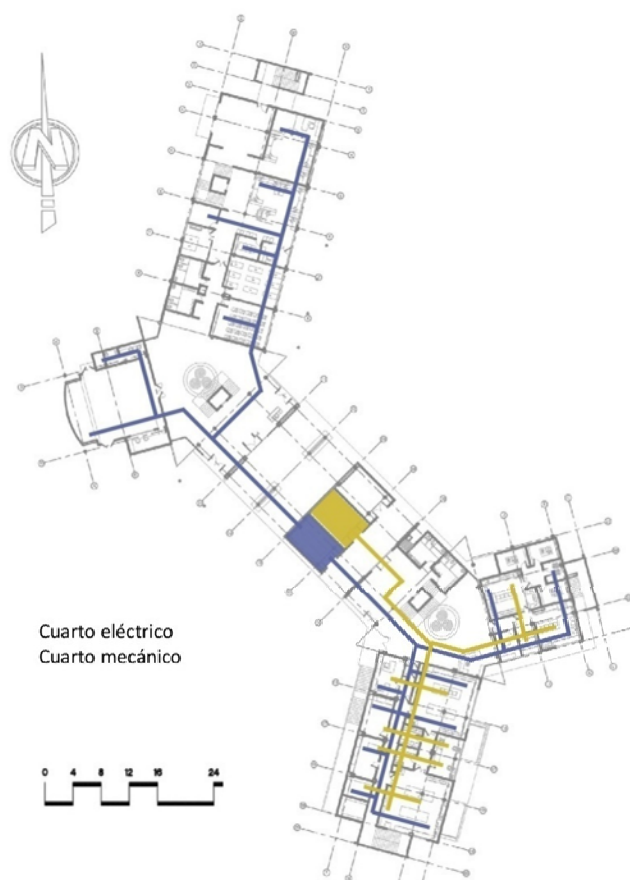


Imagen 146: diagrama de instalaciones y redes

## Imágenes



Imagen 147: Vista Sur

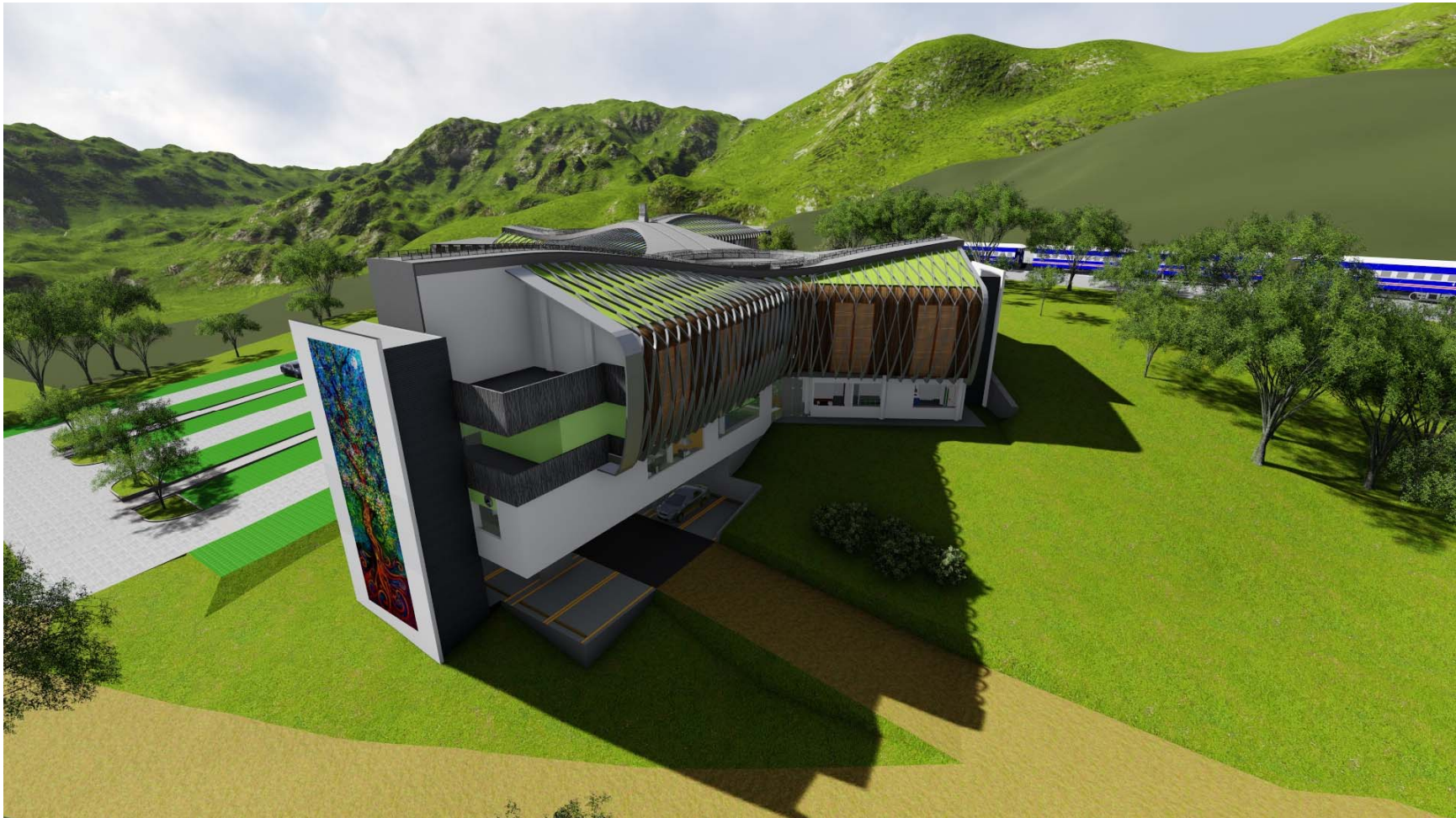


Imagen 148: Vista Sureste



Imagen 149: Vista Este



Imagen 150: Vista Norte





Imagen 151: Vista Oeste



Imagen 152: vista suroeste

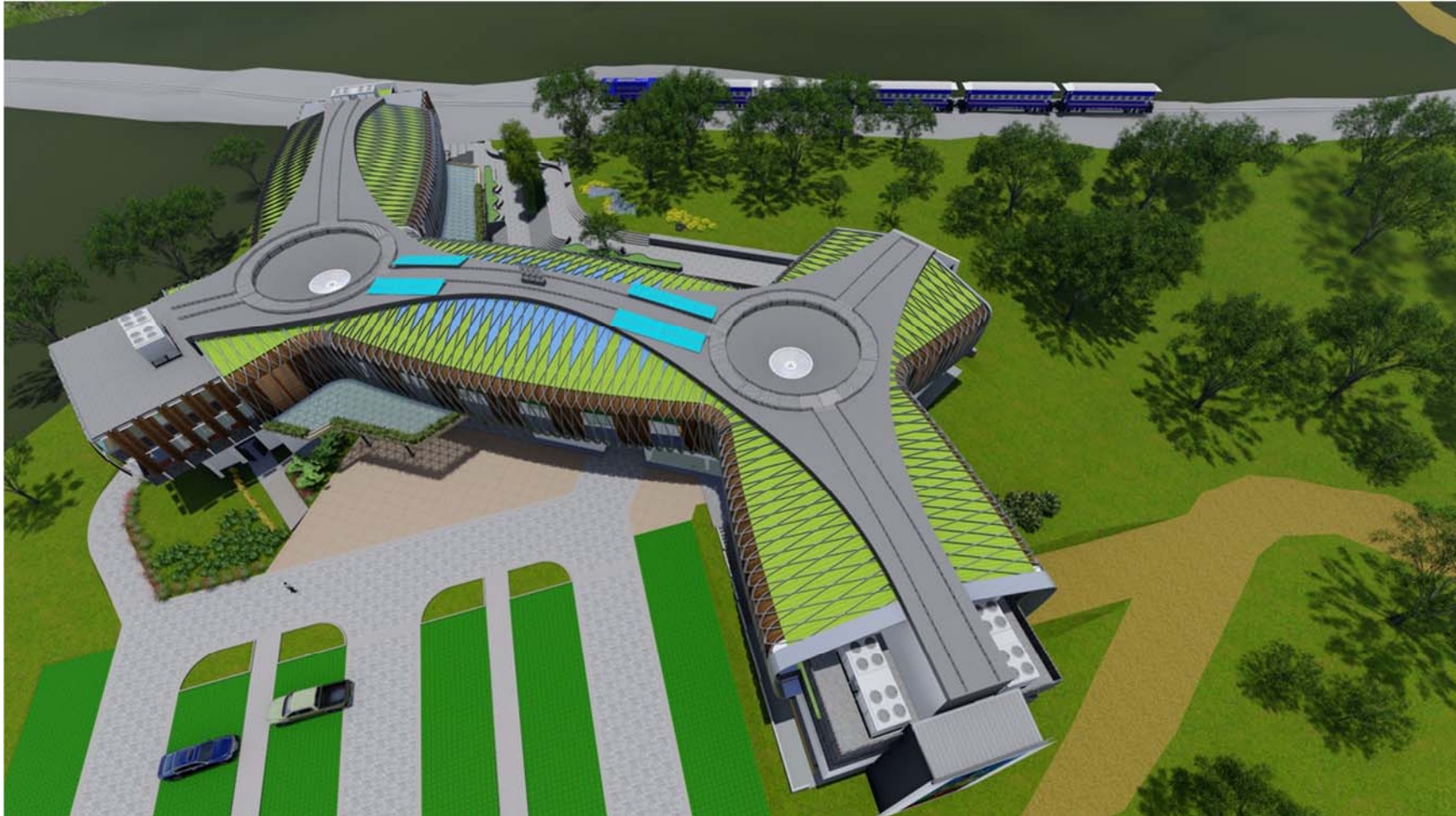


Imagen 153: vista de techos

## Cortes



Imagen 154: Corte Perspectivo del Conjunto en primer nivel



Imagen 155: Corte Perspectivo del Conjunto en segundo nivel



Imagen 156: Corte perspectivo del conjunto en tercer nivel



Imagen 157: corte perspectivo de los Laboratorios



Imagen 158: Corte perspectivo del núcleo de oficinas



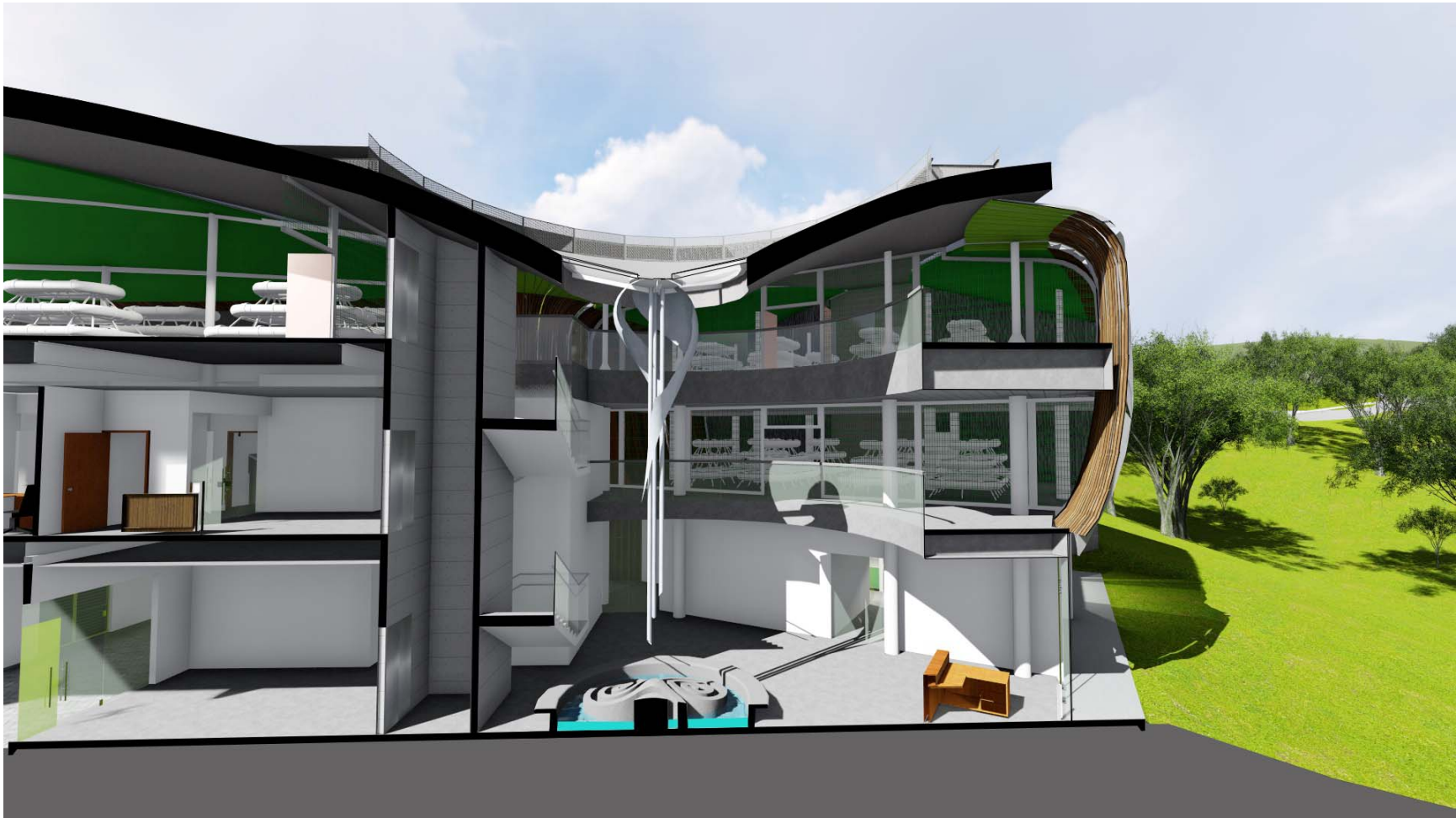


Imagen 159: Corte perspectivo del vestíbulo

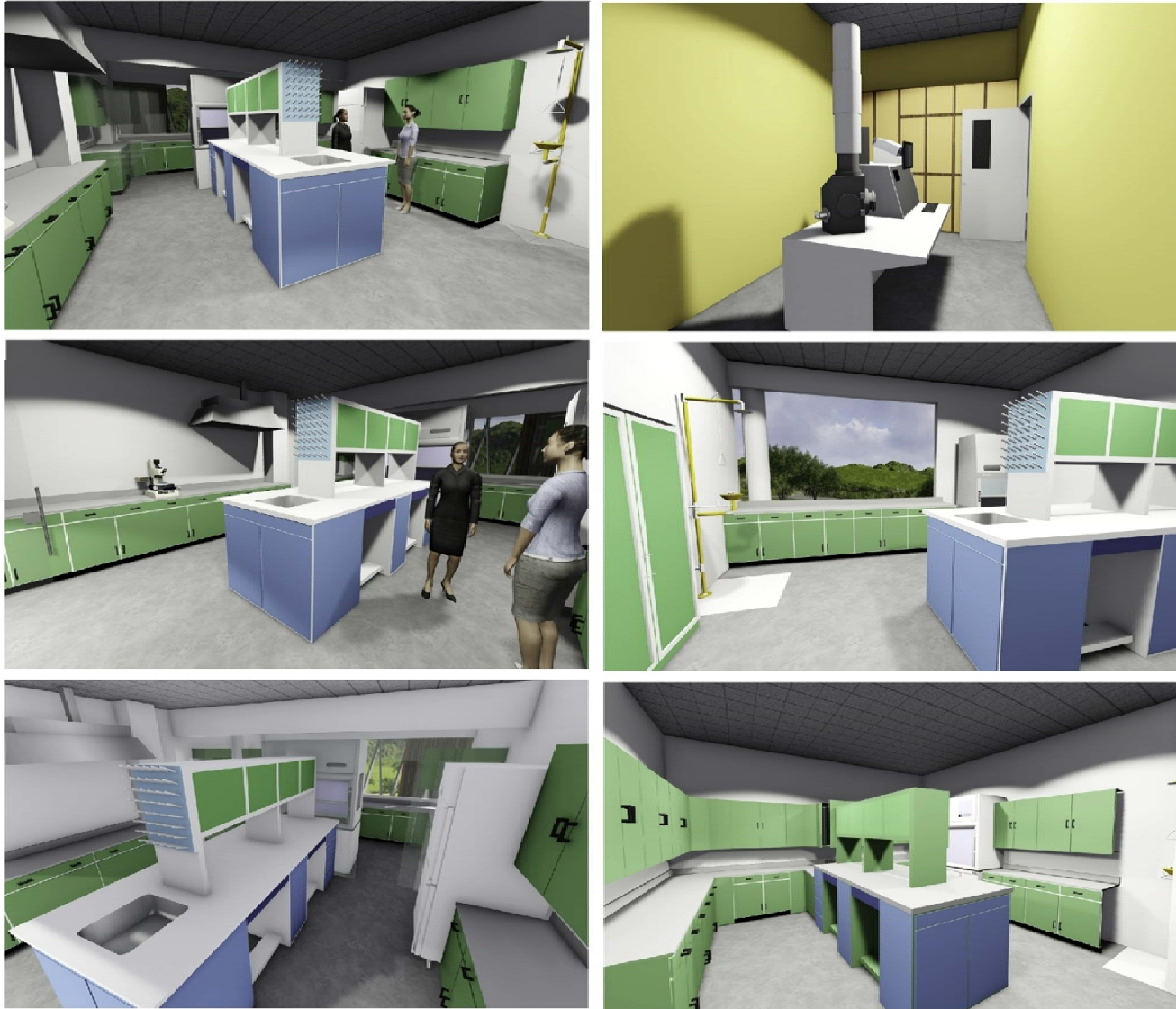


Imagen 160: conjunto de imágenes de los laboratorios

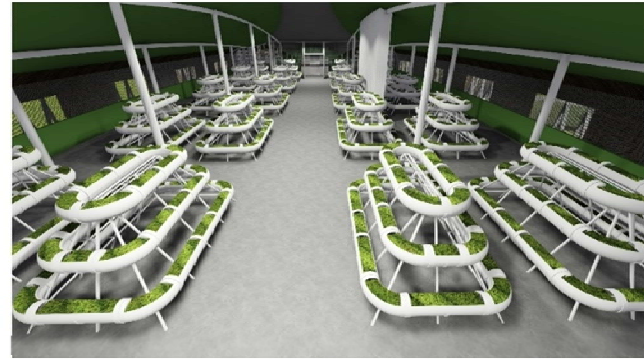


Imagen 161: Áreas públicas



Imagen 162: vista superior del vestíbulo

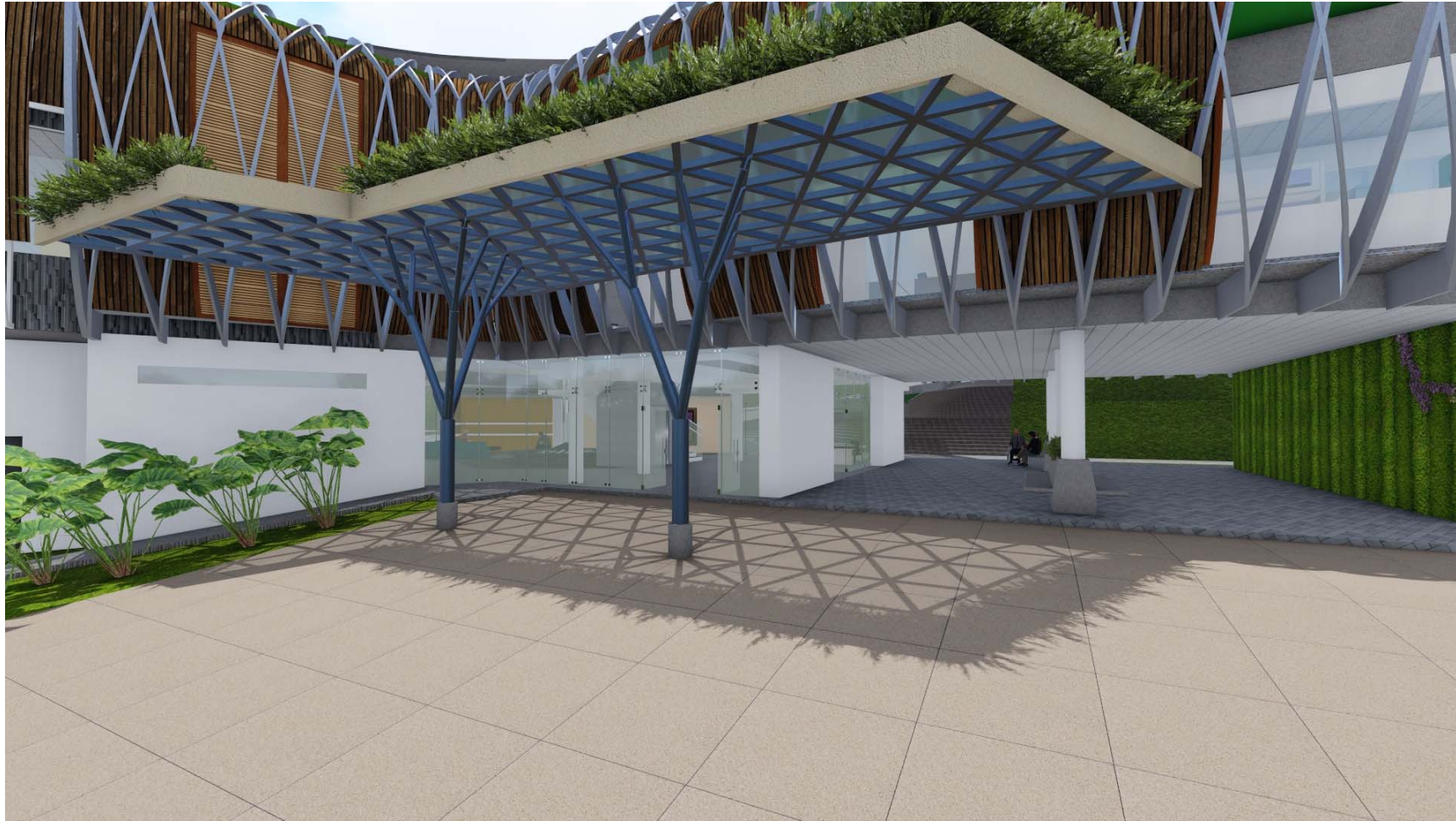


Imagen 163: Acceso principal

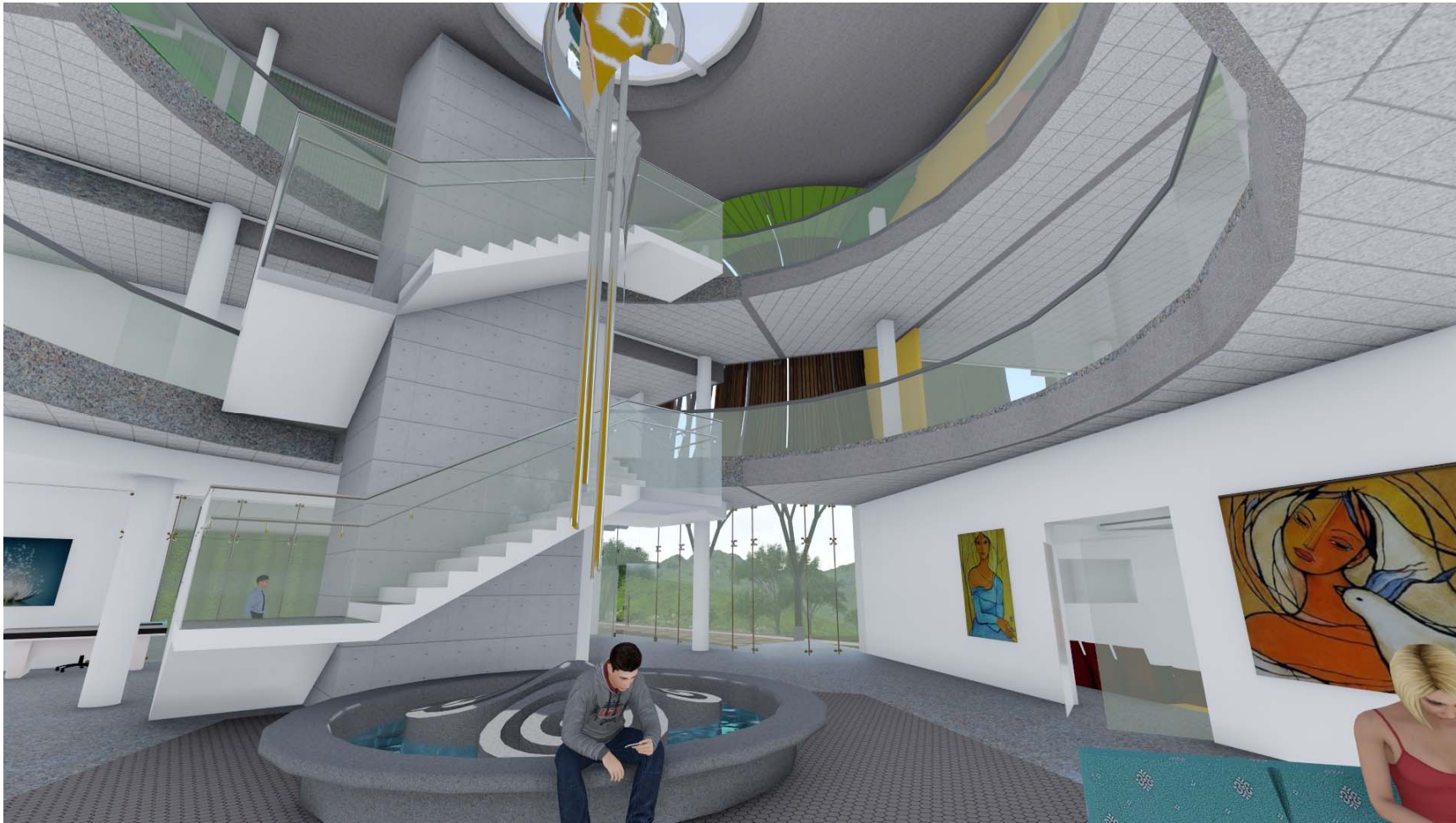


Imagen 164: Vista inferior del vestíbulo principal



# Bibliografía

- Municipalidad La Unión. (2003). *Reglamento de Zonificación para el Canton La Unión*. Obtenido de <http://www.launion.go.cr/images/REGLAMENTO%20DE%20ZONIFICACION%20PLAN%20REGULADOR.pdf>
- AyA. (Diciembre de 2006). *Mapa de Infraestructura del acueducto metropolitano*. Obtenido de <http://www.tramitesconstruccion.go.cr/mapas-oficiales.html>
- Bell, G. C. (15 de junio de 2014). *Manifolding Laboratory Exhaust Systems*. Recuperado el 15 de junio de 2014, de Labs21: [http://www.i2sl.org/documents/toolkit/bp\\_manifold\\_508.pdf](http://www.i2sl.org/documents/toolkit/bp_manifold_508.pdf)
- Braid, C., Esteban, E., Vázquez, F., Méndez, J., Real, M., Canet, P., . . . Triunfo, A. (25 de octubre de 2010). *Concepcion del entorno de trabajo, Portal UNED*. (3. office-UNED, Ed.) Recuperado el 13 de junio de 2014, de [http://portal.uned.es/pls/portal/docs/PAGE/UNED\\_MAIN/LAUNIVERSIDAD/VICERRECTORADOS/EVALUACIONCALIDAD/INFRAESTRUCTURA/06-GUIA%20DE%20CRITERIOS%20DE%20DISE%C3%91O\\_251010.PDF](http://portal.uned.es/pls/portal/docs/PAGE/UNED_MAIN/LAUNIVERSIDAD/VICERRECTORADOS/EVALUACIONCALIDAD/INFRAESTRUCTURA/06-GUIA%20DE%20CRITERIOS%20DE%20DISE%C3%91O_251010.PDF)
- Carballo, M., Guharay, F., & al, e. (. (2004). Control biológico de plagas agrícolas 1er ed. *Serie Tecnica, manual tecnico/ CATIE N°53*. Managua: CATIE.
- CDC. (Diciembre de 2010). Bioseguridad en laboratorios microbiológicos y biomédicos. *5ª Edició*. Atlanta, EE.UU. Obtenido de <http://www.cdc.gov/biosafety/publications/bmb15/BMBL.pdf>
- CIA. (2010). *Microbiología Agrícola*. Obtenido de Centro de Invetigaciones Agronomicas de la UCR: [http://www.cia.ucr.ac.cr/?page\\_id=135](http://www.cia.ucr.ac.cr/?page_id=135)
- CONICYT. (2008). *Manual de Normas de Bioseguridad, 2da ed*. Obtenido de FONDECYT-CONICYT : <http://www.bvsde.paho.org/bvsacd/cd49/gc-bioseguridad.pdf>
- Coyne, D., Nicol, J., & Claudius-cole, B. (2007). *Practical plant nematology: a field and laboratory (PDF)*. (S.-I. Secretaria, Ed.) Obtenido de <http://www.uark.edu/ua/onta/info/2010%20Nematodes%20Manual%20SPANISH.pdf>



- De la Fuente, F., Luppi, S. P., Ugalde, J., & Winter, A. (27 de enero de 2014). "*Instituto de Investigaciones Biotecnológicas /De la Fuente + Luppi Pieroni + Ugalde + Winter*". Recuperado el 12 de junio de 2014, de Arch daily Mexico: <http://www.archdaily.mx/mx/02-122229/instituto-de-investigaciones-biotecnologicas-a3-digital>
- Dean, J., Geet, O. V., & Rockenbaugh, C. (septiembre de 2011). *I2SL*. (Lab21, Ed.) Recuperado el 15 de junio de 2014, de [http://www.i2sl.org/documents/toolkit/bp\\_onsite\\_508.pdf](http://www.i2sl.org/documents/toolkit/bp_onsite_508.pdf)
- ECA. (10 de junio de 2014). *Ente Costarricense de Acreditación*. Obtenido de <http://www.eca.or.cr/>
- Garro, J. E. (diciembre de 2014). Entrevista personal sobre laboratorio de control biológico. (J. P. Berrocal, Entrevistador)
- Griffin, B. (2005). *Laboratory Design Guide* (3er edición ed.). Gran Bretaña: Architectural Press.
- Grupo ICE. (11 de julio de 2014). *Plan piloto de generación distribuida*, *Grupoice.com*. Recuperado el 07 de noviembre de 2014, de [http://www.grupoice.com/wps/portal/gice/elect\\_hub/Proyectos%20Energ%C3%A9ticos/Plan%20piloto%20generaci%C3%B3n%20distribuida!/ut/p/c5/04\\_SB8K8xLLM9MSSzPy8xBz9CP0os\\_gQL0N\\_D2cLEwN\\_Vy8XA08zY09TUzNTg2A3M6B8JE55Z38zknQbBFi6AuVdfS2DzFwNDAXMiNFtgAM4GhDQ7eeRn5uqX](http://www.grupoice.com/wps/portal/gice/elect_hub/Proyectos%20Energ%C3%A9ticos/Plan%20piloto%20generaci%C3%B3n%20distribuida!/ut/p/c5/04_SB8K8xLLM9MSSzPy8xBz9CP0os_gQL0N_D2cLEwN_Vy8XA08zY09TUzNTg2A3M6B8JE55Z38zknQbBFi6AuVdfS2DzFwNDAXMiNFtgAM4GhDQ7eeRn5uqX)
- Gutiérrez, C. (30 de mayo de 2014). *Laboratorio Nacional de Genómica / TEN Arquitectos*. Recuperado el 15 de junio de 2014, de <http://www.plataformaarquitectura.cl/cl/02-68603/laboratorio-nacional-de-genomica-ten-arquitectos>
- Hevia, G. (23 de abril de 2014). "*Edificio Laboratorio Synthon / GH+A | Guillermo Hevia*". Obtenido de Plataforma Arquitectura: <http://www.plataformaarquitectura.cl/cl/02-351739/edificio-laboratorio-synthon-gh-a-guillermo-hevia>
- Hevia, G. (12 de Junio de 2014). [*Synthon Laboratory Building / GH+A | Guillermo Hevia*]. Obtenido de Arch daily Mexico: <http://www.archdaily.mx/mx/02-351739/edificio-laboratorio-synthon-gh-a-guillermo-hevia>
- INTA. (10 de abril de 2014). *Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria*. Obtenido de <http://www.inta.go.cr/>
- INTECO. (15 de junio de 2005). *Requisitos generales para la competencia los laboratorios de ensayo y calibración*. (E. 2005, Ed.) Recuperado el junio de 2014, de [http://www.ambientales.una.ac.cr/files/Sistemas\\_de\\_Gestion\\_CyA/DE-001\\_INTE-ISO-IEC\\_17025-2005\\_Requisitos\\_generales\\_para\\_la\\_competencia\\_de\\_los\\_laboratorios\\_de\\_ensayo\\_y\\_de\\_calibracin.pdf](http://www.ambientales.una.ac.cr/files/Sistemas_de_Gestion_CyA/DE-001_INTE-ISO-IEC_17025-2005_Requisitos_generales_para_la_competencia_de_los_laboratorios_de_ensayo_y_de_calibracin.pdf)

ISO. (18 de Junio de 2014). *Requisitos generales para la competencia de los laboratorios de ensayo y calibración, ISO/IEC 17025: 2005, Catalogo de Normas*. Obtenido de [http://www.iso.org/iso/home/store/catalogue\\_tc/catalogue\\_detail.htm?csnumber=39883](http://www.iso.org/iso/home/store/catalogue_tc/catalogue_detail.htm?csnumber=39883)

KlingStubbins. (2010). *Sustainable design of Research Laboratories*. Estados Unidos: John wiley & sons.

Kosminski, K., Lewis, S., & Mathew, P. (agosto de 2006). *Efficient Electric Lighting in Laboratories, I2SL intenational Institute for Sustainable Laboratories, DOE/GO-102005-August2006*. Recuperado el 15 de junio de 2014, de [http://www.i2sl.org/documents/toolkit/bp\\_lighting\\_508.pdf](http://www.i2sl.org/documents/toolkit/bp_lighting_508.pdf)

Lengerich, S., & Lilly, E. (agosto de 2008). *Commissioning Ventilated containment Systems in the Laboratory, I2SL International Institute for Sustainable Laboratories, GOE/GO-102008-2653*. (Laboratories for the 21st Century) Recuperado el 15 de junio de 2014, de [http://www.i2sl.org/documents/toolkit/bp\\_commissioning\\_508.pdf](http://www.i2sl.org/documents/toolkit/bp_commissioning_508.pdf)

Mapp, C., Nobe, M., & Dunbar, B. (2011). *The Journal of Sustainable Real State*. Obtenido de [http://www.josre.org/wp-content/uploads/2012/09/Cost\\_of\\_LEED\\_Analysis\\_of\\_Construction\\_Costs-JOSRE\\_v3-131.pdf](http://www.josre.org/wp-content/uploads/2012/09/Cost_of_LEED_Analysis_of_Construction_Costs-JOSRE_v3-131.pdf)

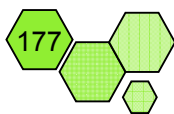
Márquez, M. E. (2010). *Produccion masiva de bioplaguicidas para el control biologico de plagas y enfermedades*. Recuperado el 04 de junio de 2015, de [http://webmail.cnpma.embrapa.br/down\\_site/forum/2010/cuba/palestras/ConferenciaBrasilModoComp.pdf](http://webmail.cnpma.embrapa.br/down_site/forum/2010/cuba/palestras/ConferenciaBrasilModoComp.pdf)

MIDEPLAN. (Abril 2003). *Marco estrategico, estructural y operativo del INTA*. San Jose: MIDEPLAN.

Ministerio de Hacienda,CR. (2007). *Mapa de Valores de terrenos por zonas homogeneas*. Obtenido de [http://dgt.hacienda.go.cr/tiposimpuestos/PublishingImages/mapa%20de%20valoraciones/303\\_Mapa\\_Valores\\_Terrenos\\_Distritos%2001%20a%2008%20\(Canton%20La%20Union.pdf](http://dgt.hacienda.go.cr/tiposimpuestos/PublishingImages/mapa%20de%20valoraciones/303_Mapa_Valores_Terrenos_Distritos%2001%20a%2008%20(Canton%20La%20Union.pdf)

Ministerio de Salud. (19 de junio de 2014). *RTCR 450:2011 Reglamento para la notificación de materias primas, registro, importacion, etiquetado y control de productos quimicos peligrosos*. Obtenido de <http://meic.go.cr/reglatec/consulta/productosquimicospeligrosos.pdf>

Mira, D., & Tolat, D. (16 de junio de 2014). *Whole Building Design Guide*. Obtenido de Program of National Institute of Building Scieces: [http://www.wbdg.org/design/research\\_lab.php](http://www.wbdg.org/design/research_lab.php)



- Molinare, A. (30 de mayo de 2014). "*Instituto de Investigaciones Biotecnológicas / De La Fuente + Luppi + Pieroni + Ugalde + Winter*". Recuperado el 12 de junio de 2014, de <http://www.plataformaarquitectura.cl/?p=122229>
- Mora Barrantes J.C., B. R. (Enero-Junio de 2013). "Gestión de Reactivos Químicos en el Laboratorio de la Universidad Nacional". *UNICIENCIA*, vol 27(Nº 1, ISSN 1101-0275). Obtenido de <http://www.revistas.una.ac.cr/index.php/uniciencia/article/download/4954/4748>
- Mora Barrantes, J. C., Piedra Marín, G., Benavides Ramirez, D., & Ruepert Ruepert, C. (2012). *Clasificación de Reactivos en los Laboratorios de la Universidad Nacional, Tecnología en marcha.*, Vol. 25, Nº3 julio-septiembre 2012, Pag. 50-57. Obtenido de <http://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/4835638.pdf>
- Municipalidad La Unión. (2015). *Propuesta del Nuevo Plan Regulador La Unión-San Rafael*. Obtenido de [http://www.launion.go.cr/index.php?option=com\\_content&view=article&id=626&Itemid=348](http://www.launion.go.cr/index.php?option=com_content&view=article&id=626&Itemid=348)
- Municipalidad La Unión. (s.f.). *Mapa de Zonificación-Plan Regulador La Unión*. Recuperado el 11 de diciembre de 2013, de [http://www.launion.go.cr/index.php?option=com\\_content&view=article&id=30&Itemid=214](http://www.launion.go.cr/index.php?option=com_content&view=article&id=30&Itemid=214)
- NIH. (20 de mayo de 2005). *Design policy and guidelines, National Institutes of health*. Obtenido de <http://orf.od.nih.gov/PoliciesAndGuidelines/BiomedicalandAnimalResearchFacilitiesDesignPoliciesandGuidelines/Pages/policy-index.aspx>
- OMS. (19 de junio de 2005). *Manual de Bioseguridad en el Laboratorio 3er ed. Ginebra*. Obtenido de [http://www.who.int/csr/resources/publications/biosafety/CDS\\_CSR\\_LYO\\_2004\\_11SP.pdf](http://www.who.int/csr/resources/publications/biosafety/CDS_CSR_LYO_2004_11SP.pdf)
- Petersen, R. L., Carter, J. J., & Cochran, B. C. (septiembre de 2011). *Modeling Exhaust Dispersion for specifying acceptable exhaust, I2SL International Institute for the Sustainable Laboratories, DOE/GO-102011-3331*. (Laboratories for the 21st Century) Recuperado el 15 de junio de 2014, de [http://www.i2sl.org/documents/toolkit/bp\\_modeling\\_508.pdf](http://www.i2sl.org/documents/toolkit/bp_modeling_508.pdf)
- Porras Salazar, J. A. (2013). *Guía de Diseño Bioclimático (Seminario de graduación, Universidad de Costa Rica)*.
- PRUGAM. (Octubre de 2005). Obtenido de <http://www.tramitesconstruccion.go.cr/docs/SENARA/Manantiales%20y%20pozos/la%20union%20general.jpg>

PRUGAM. (2009). *Tomo II, Propuesta Plan Prugam 2008-2030*. Obtenido de Ministerio de Vivienda y Asentamientos Urbanos:  
<http://www.mivah.go.cr/PRUGAM.shtml>

PRUGAM. (2009). *Tomo III Reglamento Plan PRUGAM 2008-2030*. Obtenido de Ministerio de Vivienda y Asentamientos Humanos:  
<http://exnet.mivah.go.cr/PRUGAM/Documentos/Reglamento.pdf>

Ramirez Villegas, G., & Lucke Sanchez, O. (1983). *Delimitación del área inmediata de recarga de las fuentes del Padre Carazo Tres Ríos-Cartago*. San Jose, CR.: AyA.

Rumsey, P., Bulger, N., Wenisch, J., Disney, T., & Engineers, R. (junio de 2009). *Chilled beams in Laboratories, Best Practice Guide, I2SL Intenational Institute for Sustainable Laboratories*. (Lab21, Ed.) Recuperado el 15 de junio de 2014, de  
[http://www.i2sl.org/documents/toolkit/bp\\_chilled-beam\\_508.pdf](http://www.i2sl.org/documents/toolkit/bp_chilled-beam_508.pdf)

Stringer, L. (. (2013). *Estrategias Laborales que mejoran el rendimiento, la Salud y el Bienestar PDF, thought-leadership*. (HOK) Recuperado el 4 de Junio de 2014, de hok.com: <http://www.hok.com/thought-leadership/workplace-strategies-that-enhance-human-performance-health-and-wellness/>

Tanner, S. (mayo de 2005). *Water Efficiency Guide for Laboratories, I2SL Intenational Institute for ustainable Laboratories, DOE/GO-102005-2008*. Obtenido de [http://www.i2sl.org/documents/toolkit/bp\\_water\\_508.pdf](http://www.i2sl.org/documents/toolkit/bp_water_508.pdf)

Tolat, D., & Watch, D. (2014). *Whole Building Design Guide*. Obtenido de National institute of Building Sciences:  
[http://www.wbdg.org/resources/secure\\_safelab.php](http://www.wbdg.org/resources/secure_safelab.php)

Turner, J. H., Milligan, R. A., O'Keefe, M. A., Cullis, A., Blom, D. A., Allard, L. F., . . . Lados, W. H. (Mayo de 2004). Laboratory design for high performance electron microscopy. *Microscopy Today, Diario volumen 12*(emicion 3 FT), pag. de 8 a la 14, DOE: DE-AC02-05CH11231. Obtenido de [http://www2.lbl.gov/today/2004/May/21-Fri/MAOkeefe\\_lab\\_design.pdf](http://www2.lbl.gov/today/2004/May/21-Fri/MAOkeefe_lab_design.pdf)

Union Europea-PRUGAM. (2006). *Mapa de Usos del Suelo-Hoja Tres Rios*. Obtenido de  
[http://201.194.102.38/cartografia/PRUGAM\\_Cartografia\\_Sur\\_Este.htm](http://201.194.102.38/cartografia/PRUGAM_Cartografia_Sur_Este.htm)

usgbc.org. ((s.f.)). *LEED Green Building Certification System*. Recuperado el 24 de 06 de 2014, de USGBC:  
<http://www.usgbc.org/Docs/Archive/General/Docs3330.pdf>

- Vasquez Regalado, A. (2012). "*Crianza de Insectos y organismos beneficos*". Obtenido de Universidad Nacional de Cajamarca, Facultad de ciencias agrarias: <http://es.slideshare.net/abelithw/monografia-de-crianza-de-insectos-y-organismos-beneficos?related=2>
- Vaughn, P., & Watch, D. (17 de setiembre de 2012). *Using LEED on Laboratory Projects, Whole Building Design Guide*. (Perkins+Will, Ed.) Obtenido de <http://www.wbdg.org/resources/lableed.php>
- Walsh, M., & Reilly, S. (junio de 2012). *Energy Recovery in Laboratory Facilities, I2SL International Institute for Sustainable Laboratories, DOE/GO-102012-3503*. (Laboratories for the 21st Century) Recuperado el 15 de junio de 2014, de [http://www.i2sl.org/documents/toolkit/bp\\_recovery\\_508.pdf](http://www.i2sl.org/documents/toolkit/bp_recovery_508.pdf)
- Watch, D. (2001). *Building types Basic for Research Laboratories* (1er ed.). (S. A. Kliment, Ed.) New York: John Wiley & Sons, INC.
- Watch, D. (09 de setiembre de 2012). *Research Laboratory, Whole Building Design Guide*. (National Intitute of Building Sciences) Obtenido de <http://www.wbdg.org/design/research.php>

# ANEXOS

## Anexo 1- Guía de consultas para encargados de laboratorios.

Esta información es con el fin de comenzar a entender el trabajo del laboratorio y sus necesidades específicas. Se utilizará como información para una primera etapa de diseño. Se necesita que esté lo más detallado posible, sin embargo se pospondrá esa ampliación para más adelante. Es importante para el diseño del laboratorio, por lo que se les solicita dedicarle tiempo dentro de sus agendas. Muchas gracias.

1. -Descripción de actividades del laboratorio.

Un diagrama con las funciones y una breve explicación de cada actividad (de forma sencilla) es importante y es ideal que el personal del laboratorio lo realice para entender las relaciones constantes, las esporádicas y las eventuales situaciones que se puedan dar.

Ejemplo

2. -Definición de peligros y riesgos por cada puesto de trabajo.
3. -Definir cuidadosamente que se almacena: cantidades y espacios usados regularmente, nivel de peligrosidad, así como sus requerimientos especiales (temperatura, humedad, etc.)
4. -Definir el equipo que se usa en las actividades diagramadas; definir inventario del mobiliario, equipo (fecha de uso y fecha de obsolescencia), tipo de reactivos, líquidos o componentes químicos. De los equipos es necesario el modelo, si es 110v o 220v, si requiere salida de gases, dimensiones, si está en uso o se planea comprar; cual equipo se comparte entre laboratorios, cuales equipos requieren entrenamiento especializado, etc.
5. -Mecanismos de asepsia y control biológico en los casos que aplica; cuales equipos de seguridad se usan y que protocolos se siguen.
6. -Requerimientos ambientales necesarios para las aéreas de trabajo( para establecer los rangos de trabajo de los equipos de aires)

7. -Sistema internacional o local de certificaciones de pruebas o servicios que se brindan al productor. Costos de los servicios y periodicidad de los mismos etc., etc.
8. -Otras condiciones físico espaciales requeridas o deseables para el proyecto, tales como espacios aislados para algunas pruebas específicas, incompatibilidades con otros espacios, dependencias por uso.
9. -Atención y consulta al público, periodicidad, atención en campo, etc., etc.
10. -Croquis del espacio actual de trabajo con comentarios sobre ventajas y problemas de ste.
11. -Cualquier otro aspecto que se considere oportuno indicar.

Esta información será vital para la elaboración y planificación de los futuros espacios de trabajo, es importante que se aporte toda la información posible, se pretende mantener el canal de comunicación para poder llegar a una propuesta eficiente y acorde a las necesidades.

## Anexo 2-Descripción de actividades de los laboratorios

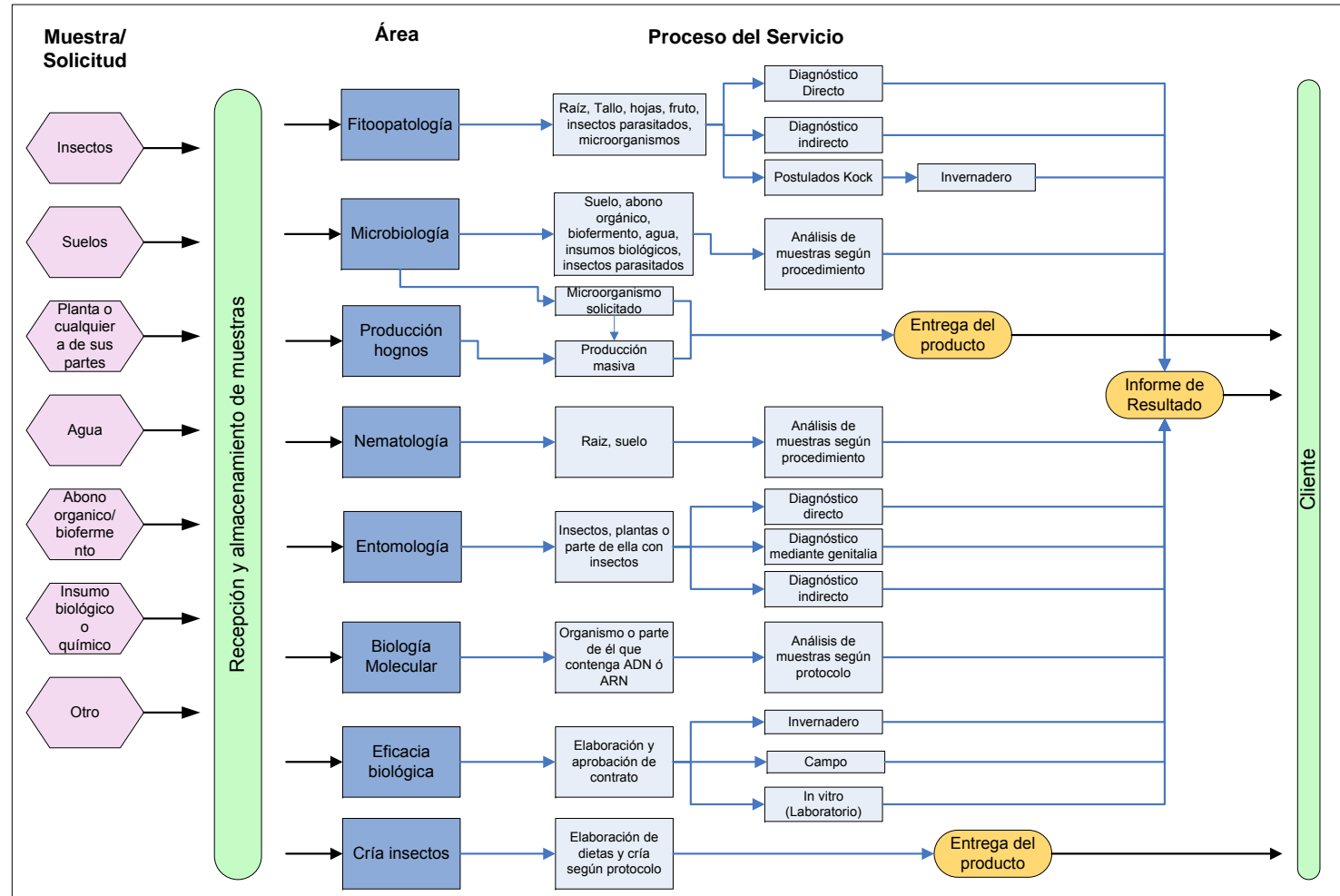


Imagen 165: Diagrama del laboratorio de diagnóstico, elaborado por la Dra. Cristina Vargas



### Anexo 3 -Plantas de otros proyectos consultados



Imagen 166: MLO Medical Laboratory Observer, obtenido de [http://www.vsgram.net/?image=http://cle12.mapyourshow.com/mys\\_shared/cle12/logos/24043.jpg&title=MLO%20Medical%20Laboratory%20Observer&tag=clinical%20laboratory%20floor%20plan](http://www.vsgram.net/?image=http://cle12.mapyourshow.com/mys_shared/cle12/logos/24043.jpg&title=MLO%20Medical%20Laboratory%20Observer&tag=clinical%20laboratory%20floor%20plan)

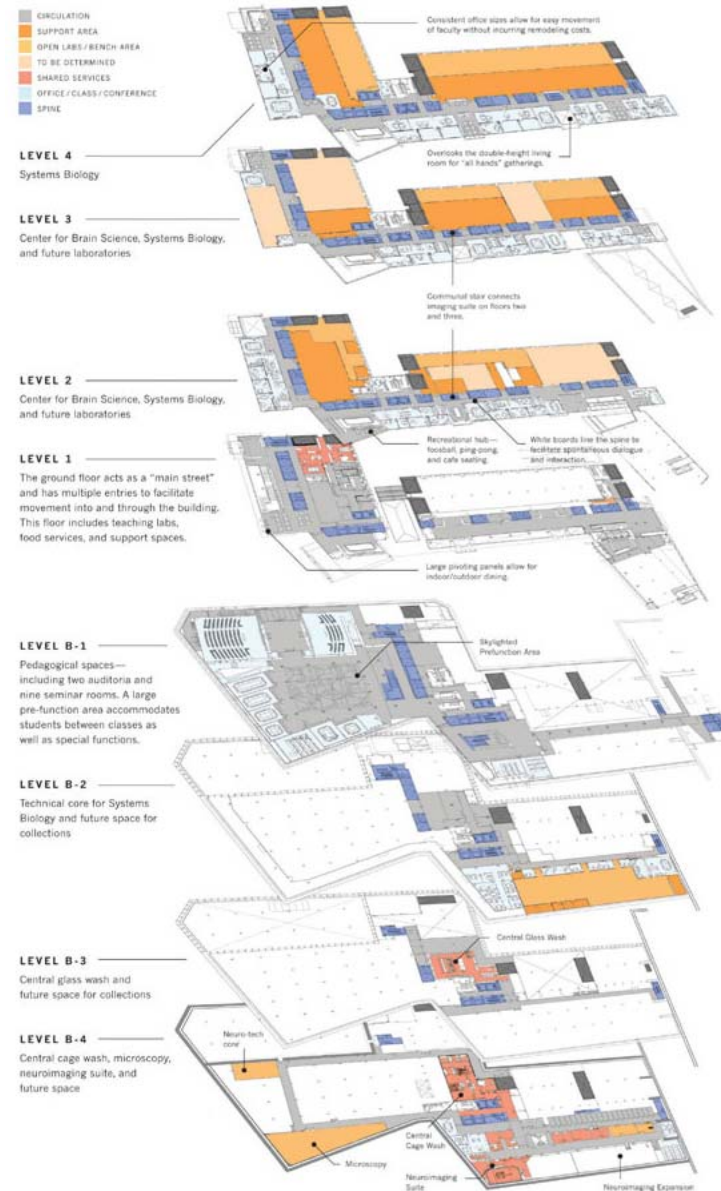
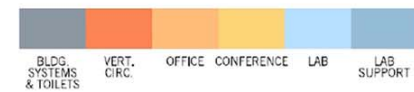
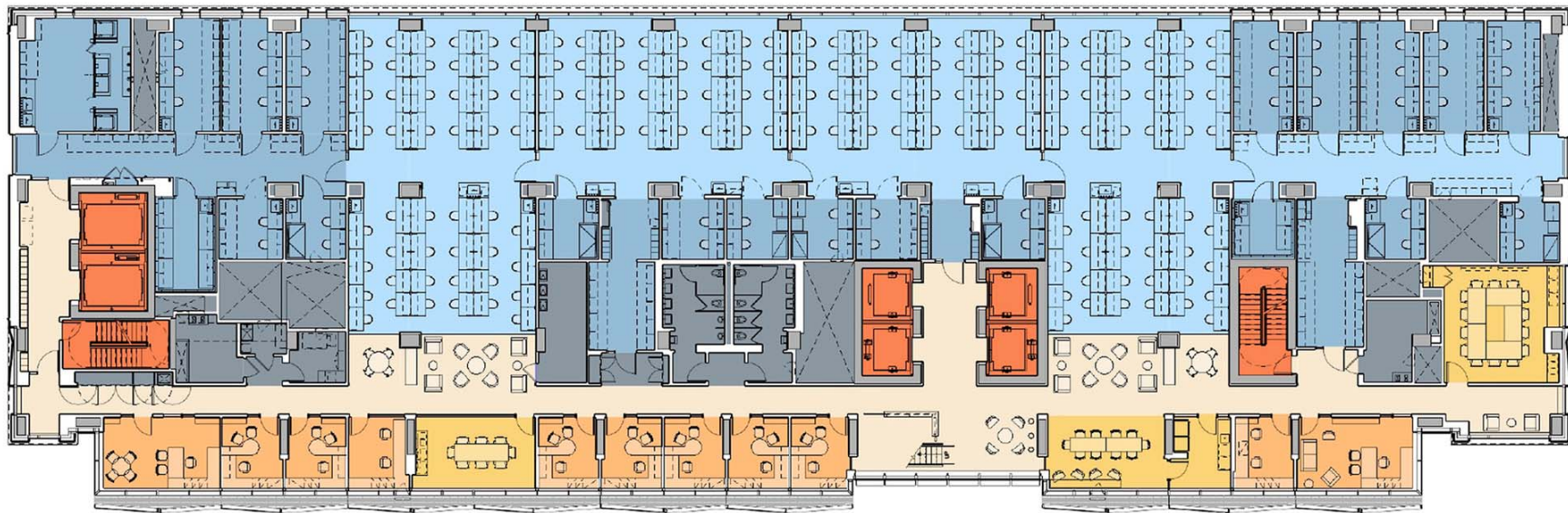
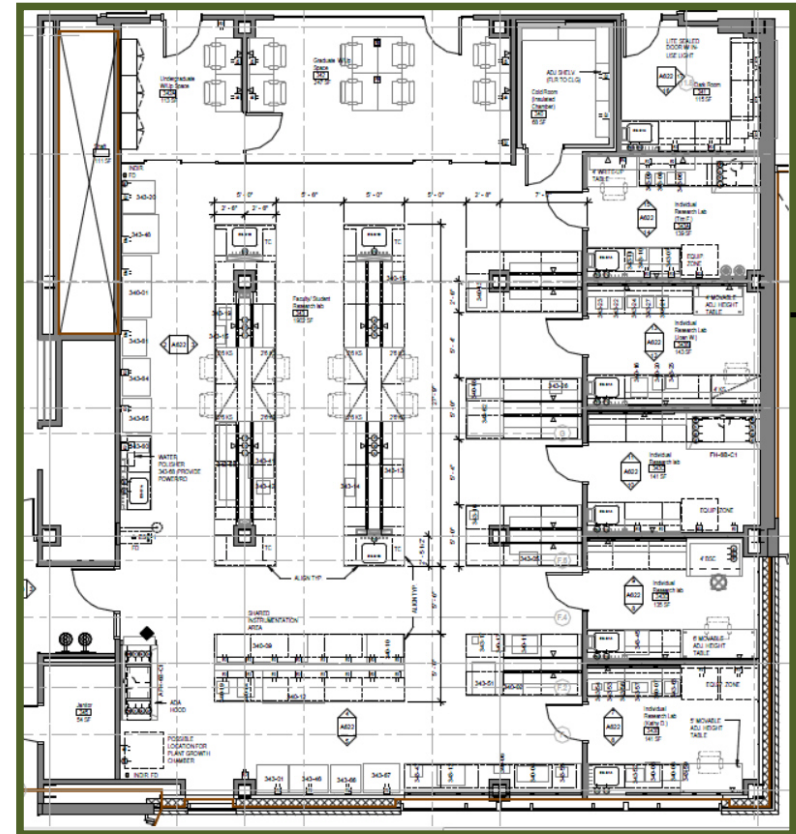
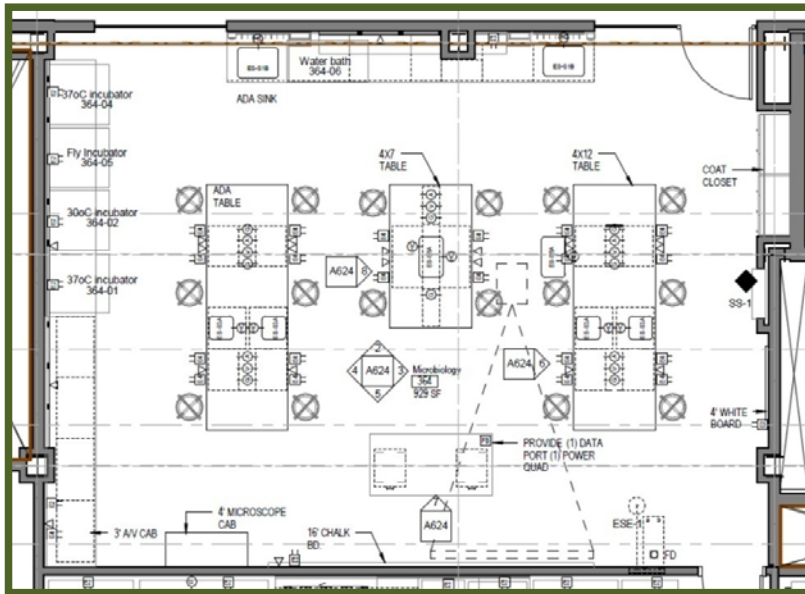


Imagen 167: Harvard Univ., Northwest Science Building, Cambridge, obtenido de <https://www.labdesignnews.com/article/2009/07/harvard-fits-large-versatile-lab-sensitive-campus-site>



Weill Cornell Medical College Belfer Edificio de Investigación / Todd Schliemann | Ennead Arquitectos  
Obtenida de: <http://www.archdaily.com/480963/weill-cornell-medical-college-ennead-architects>



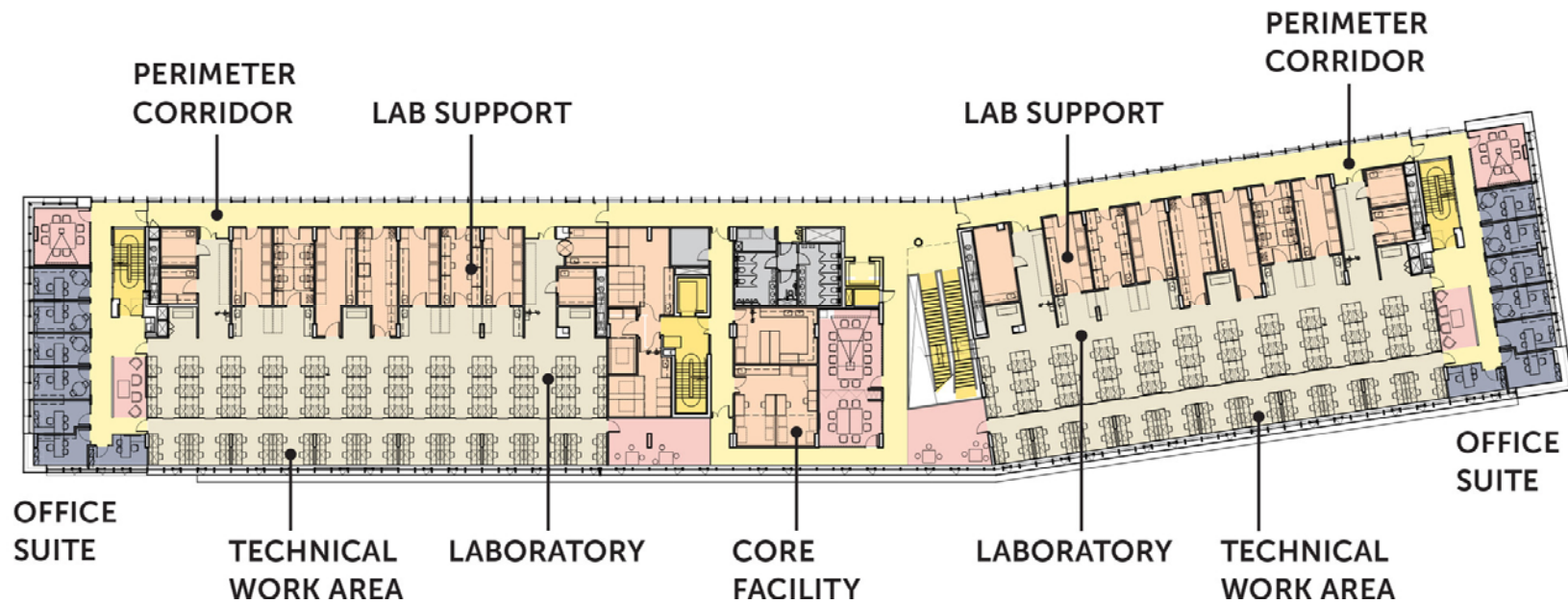
Laboratorios de “Microbiología” y de “Biología Bioquímica Celular y molecular” obtenidos de:  
<http://www.scranton.edu/academics/sciencecenter/Design/FloorPlans/Floor03/MicrobioLab.shtml>  
<http://www.scranton.edu/academics/sciencecenter/Design/FloorPlans/Floor03/BCMBResearch1.shtml>



Centro de Ciencias Scranton, obtenida de: <http://www.scranton.edu/academics/sciencecenter/Design/FloorPlans/Floor03.shtml>



Fase 2 de renovación, Departamento de Bioquímica, Universidad de Vanderbilt, obtenido de: <https://medschool.vanderbilt.edu/biochemistry/>

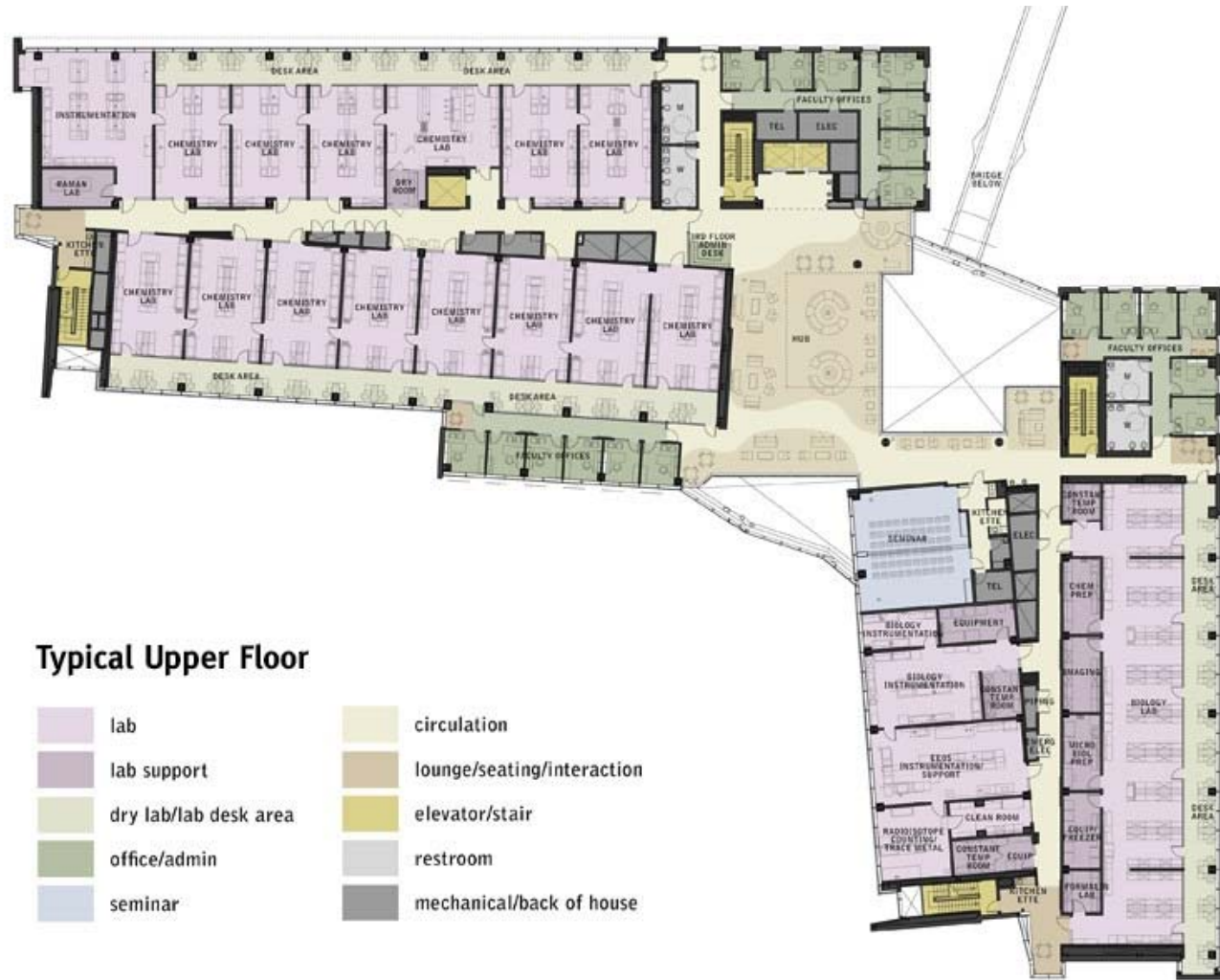


LEVEL THREE – ANIMAL RESEARCH AND CHEM-BIO RESEARCH



LEVEL TWO – REGENERATIVE MEDICINE AND CANCER RESEARCH

Laboratorios Payette, obtenido de:  
<http://www.payette.com/post/2287077-the-next-generation-lab>

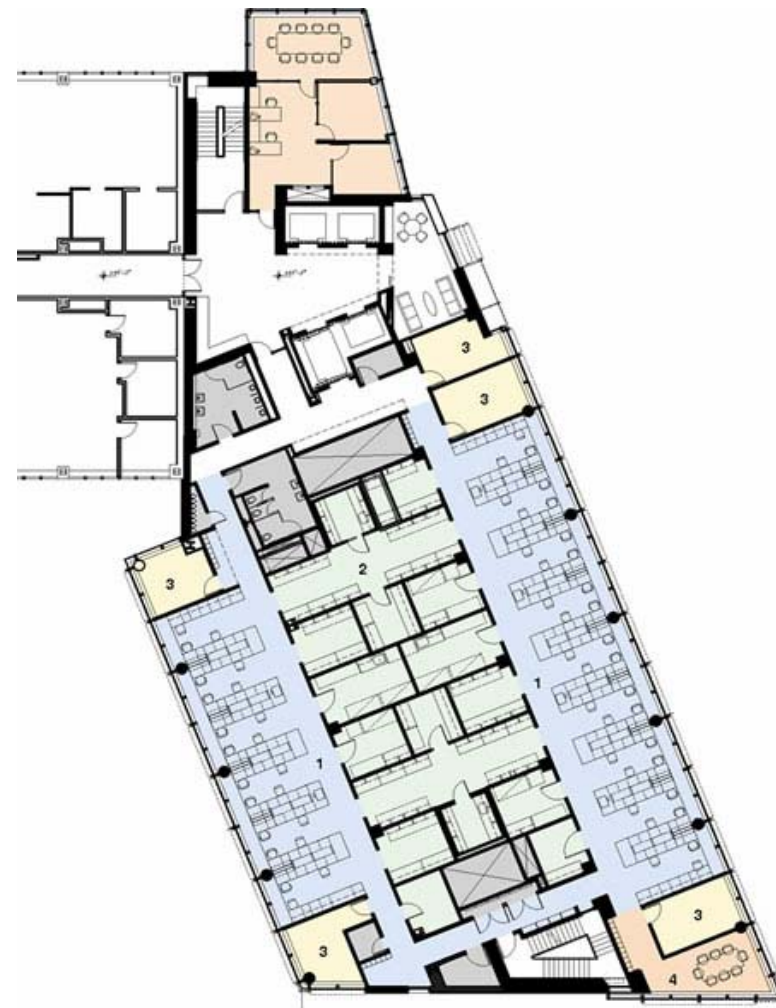


Planta típica, Complejo integrado de ciencias Goody Clancy, obtenida de:  
<http://www.goodyclancy.com/projects/integrated-sciences-complex/>

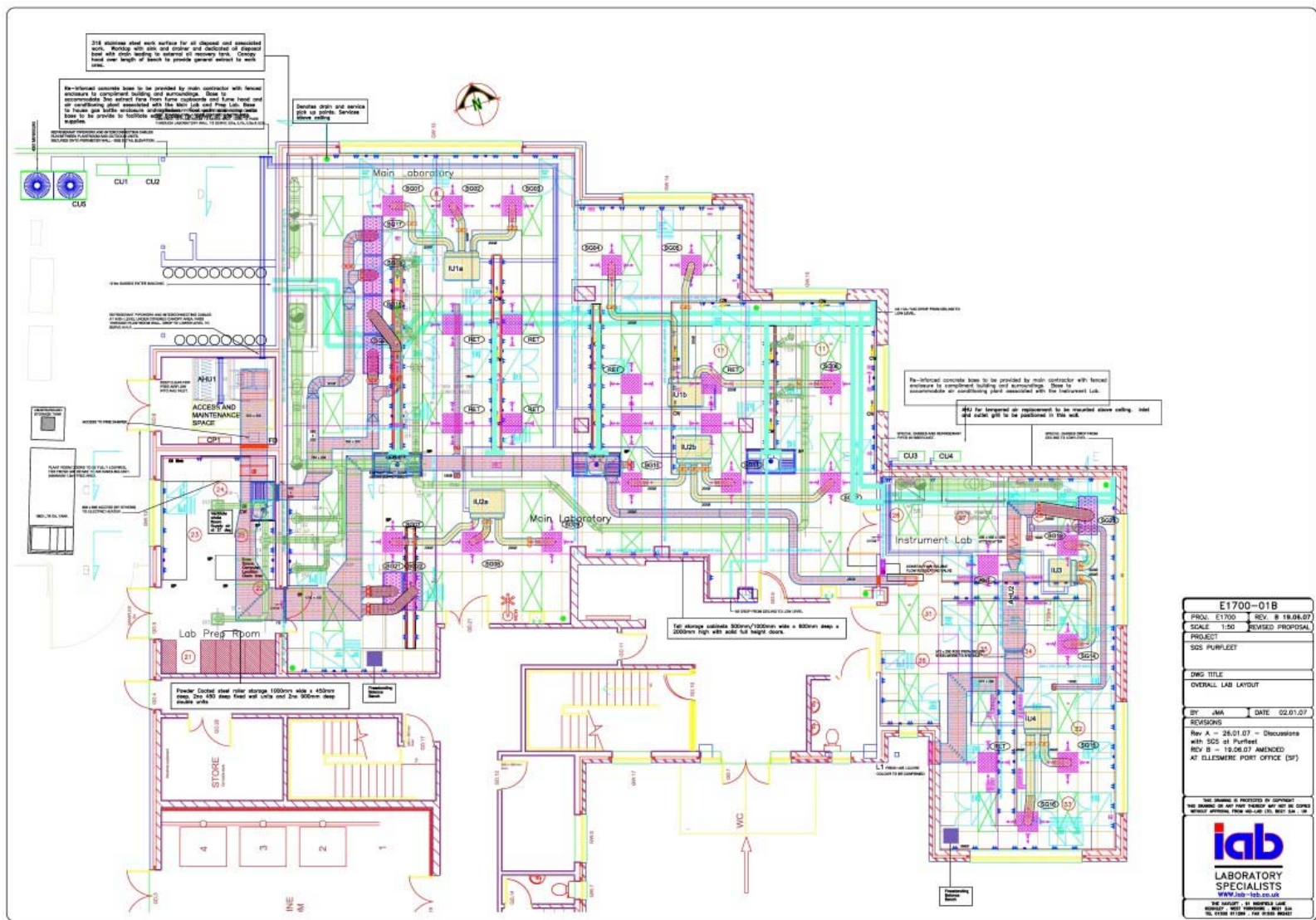




Planta arquitectónica, Instituto de medicina Molecular, obtenida de: [http://www.cadvance.com/gallery\\_tenbrook.htm](http://www.cadvance.com/gallery_tenbrook.htm)

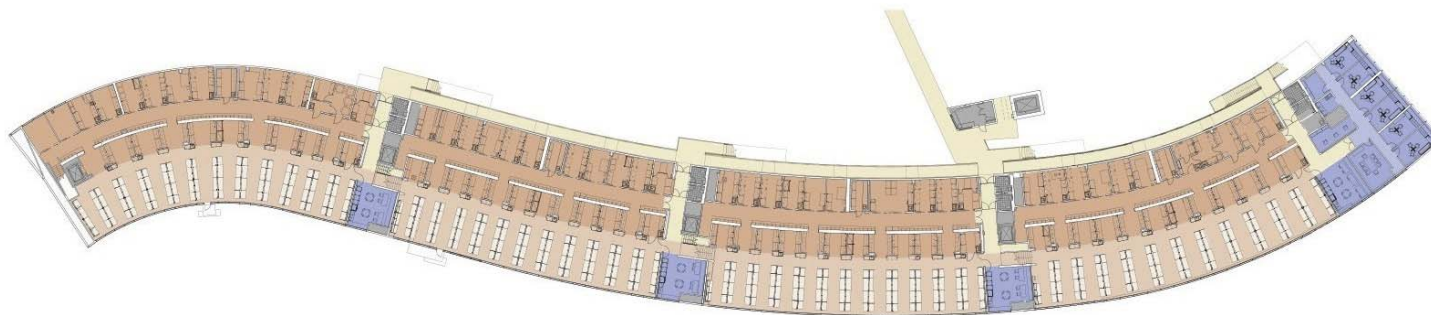


Planta Arquitectónica del Centro de Investigaciones Smilow, obtenida de: <http://www.med.nyu.edu/smilowcenter/facility/lab-floor-plan>



#### Laboratory Level Plan

One continuous open laboratory with 48 bays maximizes connectivity and flexibility.



#### Roof Level Plan

Green roof terraces are accessible from exterior ramps and walkways. P.I. office suites, conference rooms and boardroom are located on this level.

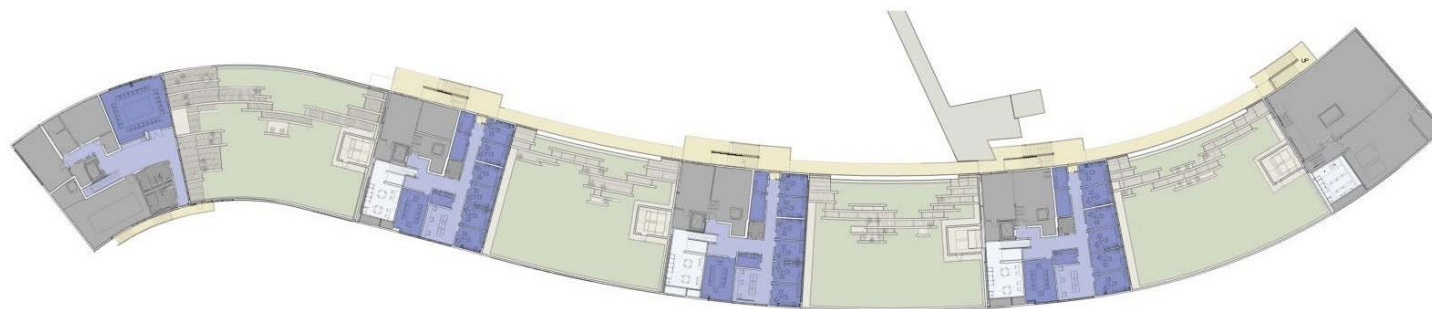
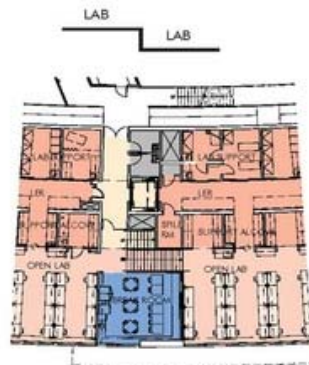
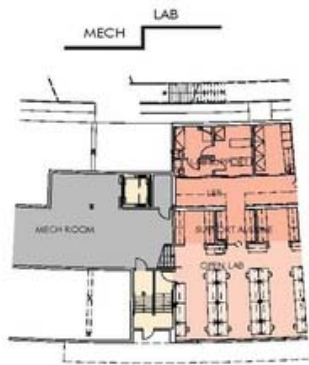


Imagen 168: "Institute for Regeneration Medicine", de Rafael Viñoly, obtenida de:  
<http://www.plataformaarquitectura.cl/cl/02-74833/laboratorios-en-la-universidad-de-california-rafael-vinoly-arquitectos>



SECTION VIEW FROM NORTH

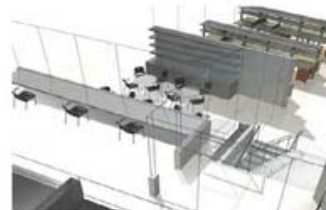
LEGEND	
[Light Orange Box]	OPEN LAB
[Dark Orange Box]	LAB SUPPORT
[Blue Box]	OFFICE/CONFERENCE/BREAK AREA
[Light Blue Box]	ADMIN SUPPORT
[Yellow Box]	CIRCULATION
[Grey Box]	MECHANICAL



VIEW FROM LOWER LAB



VIEW FROM UPPER LAB



VIEW FROM OFFICE



Imagen 169: detalle del "Institute for Regeneration Medicine", de Rafael Viñoly, obtenida de: <http://www.plataformaarquitectura.cl/cl/02-74833/laboratorios-en-la-universidad-de-california-rafael-vinoly-arquitectos>

## Anexo 4 Programa Arquitectónico