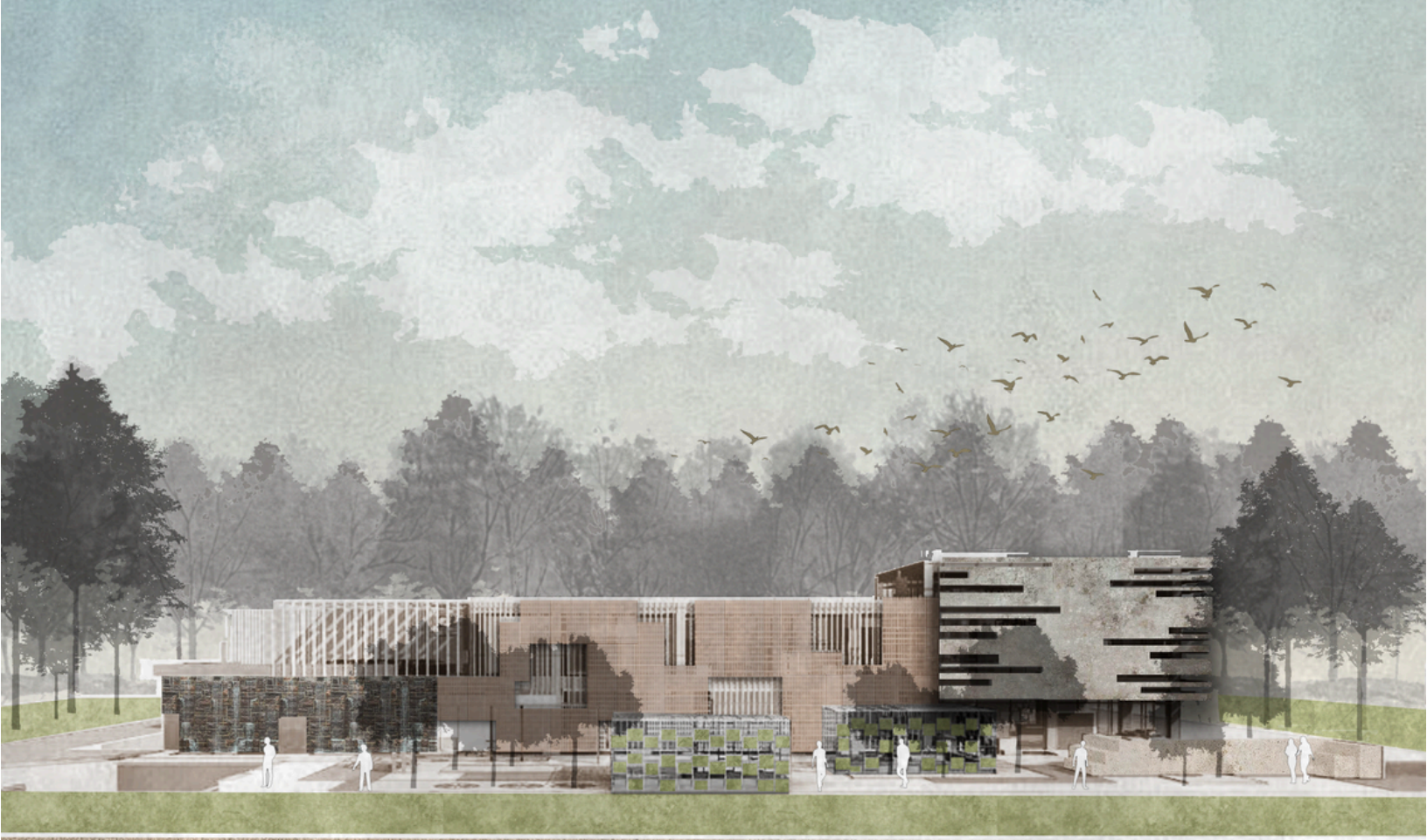
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE ARQUITECTURA
ESCUELA DE ARQUITECTURA

HERBARIO DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA. CIUDAD DE GUATEMALA



MIRIAM ANGELICA
GAITAN MONROY

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE ARQUITECTURA
ESCUELA DE ARQUITECTURA

HERBARIO DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA. CIUDAD DE GUATEMALA

Proyecto de Graduación elaborado por:
Miriam Angelica Gaitan Monroy
Previo a optar al título de: Arquitecta
Guatemala, Junio de 2026



“Me reservo los derechos de autor haciéndome responsable de las doctrinas sustentadas adjuntas, en la originalidad y contenido del Tema, en el Análisis y Conclusión final, eximiendo de cualquier responsabilidad a la Facultad de Arquitectura de la Universidad de San Carlos de Guatemala”.

JUNTA DIRECTIVA

Arq. Sergio Francisco Castillo Bonini - Decano
Msc. Lcda. Ilma Judith Prado Duque - Vocal II
Arq. Mayra Jeanett Díaz Barillas - Vocal III
Br. Oscar Alejandro La Guardia Arriola - Vocal IV
Br. Laura del Carmen Berganza Pérez - Vocal V
Arq. Francisco Ronaldo Herrarte González - Secretario Académico

TRIBUNAL EXAMINADOR

Arq. Sergio Francisco Castillo Bonini - Decano
Arq. Francisco Ronaldo Herrarte González - Secretario Académico
Ing. David Elías Mendieta Jiménez - Examinador
Arq. Mabel Daniza Hernández Gutiérrez - Examinador
Msc. Luis Enrique Kohon Ortiz - Examinador



AGRADECIMIENTOS

En Guatemala, el acceso a los sueños no depende únicamente del talento, la inteligencia o el esfuerzo. Para muchas personas, las condiciones en las que nacen y crecen determinan hasta dónde podrán llegar. Tener o no tener privilegios sigue siendo uno de los factores que más influye en la posibilidad de estudiar, graduarse y construir un proyecto de vida. Aunque la universidad pública representa una oportunidad para miles de guatemaltecos, actualmente enfrenta problemas de corrupción y cooptación que limitan su capacidad de responder a las necesidades de la comunidad estudiantil y contribuyen a dificultar el acceso, la permanencia y la graduación de sus estudiantes.

En un país marcado por profundas desigualdades sociales, económicas y territoriales, llegar a obtener un título universitario continúa siendo un privilegio al que no todas las personas pueden acceder, incluso cuando poseen la capacidad y las ganas de hacerlo. Por eso, al finalizar esta etapa, reconozco que este logro no es únicamente el resultado de mi esfuerzo, perseverancia o inteligencia. Esos elementos estuvieron presentes, sí, pero también hubo algo más: el privilegio de contar con una red de apoyo que me sostuvo durante todo el camino. Tuve el privilegio de tener un papá que, aun cuando las circunstancias no siempre fueron favorables, trabajó incansablemente para que sus hijos tuvieran más oportunidades que las que él tuvo. Un papá que se levantaba de madrugada para llevarme al bachillerato y luego atravesaba la ciudad para dejar a mi hermano. Que aprendía sobre AutoCAD, impresión de planos y grosores de línea para ayudar a que su hija pudiera ganar 4to bachillerato.

Tuve el privilegio de contar con su apoyo constante, de sentirme protegida, de tener la libertad de explorar ideas distintas sin miedo a ser juzgada. De saber que, incluso en los momentos de agotamiento, cuando la carrera parecía consumirlo todo, él seguía ahí, acompañándome en silencio y sosteniendo muchos de los esfuerzos que no aparecen escritos en ningún diploma. Agradezco profundamente ese privilegio.

Gracias, papi, por recordarme que detrás de cada logro individual también existen sacrificios colectivos, y por ayudarme a llegar hasta aquí.



ÍNDICE

CAPÍTULO

1

DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

Introducción	27
1.1 Problemática	29
1.2 Definición de problema	30
1.3 Antecedentes	31
1.4 Justificación	32
1.5 Delimitación teórica	34
1.6 Delimitación temporal	34
1.7 Delimitación geográfica	36
1.7.1 Delimitación geografíca de especímenes	38
1.7.2 Delimitación geografíca de usuarios	39
1.8 Delimitación poblacional	40
1.8.1 Población estudiantil	40
1.8.2 Población de especímenes vegetales	41
1.9 Objetivos	42
1.10 Metodología	43

CAPÍTULO

2

FUNDAMENTO TEÓRICO

2.1 Teoría arquitectónica	45
2.1.1. Arquitectura Modernista	45
2.2 Historia de la arquitectura en estudio	46
2.3 Teoría y conceptos del tema	47
2.3.1 Botánica	47
2.3.2 Ramas de la botánica	47
2.3.3 Taxonomía vegetal	48
2.3.4 Herbario	49
2.3.5 Tipo de colecciones	51
2.3.6 Preservación de ejemplares	52
2.3.7 Personal específico	63

ÍNDICE

CAPÍTULO

2

FUNDAMENTO TEÓRICO

2.4 Casos de estudio 64
2.4.1 Caso de estudio no.1 - Herbario Nacional (MEXU) - Instituto de Biología, UNAM 64
2.4.1.1 Criterios de selección 64
2.4.1.2 Localización 65
2.4.1.3 Proyectos contemplementarios 66
2.4.1.4 Organigrama administrativo 68
2.4.1.5 Programa arquitectónico 70
2.4.1.6 Counjunto y organización de espacios 74
2.4.1.7 Morfología e imagen urbana 76
2.4.1.8 Aspecto tecnico - constructivo 77
2.4.1.9 Soleamiento 78
2.4.1.10 Riesgos 79
2.4.1.11 Humedad y precipitación pluvial 80
2.4.1.12 Resumen 81
2.4.2 Caso de estudios de estudio Herbario Jardín Botánico José Celestino Mutis 82
2.4.2.1 Criterios de selección 82
2.4.2.2 Localización 83
2.4.2.3 Proyectos contemplementarios 84
2.4.2.4 Riesgos 84
2.4.2.5 Personal administrativo 85
2.4.2.6 Programa arquitectónico 86
2.4.2.7 Planos arquitectonicos 90
2.4.2.8 Morfología e imagen urbana 91
2.4.2.9 Aspecto técnico - constructivo 92
2.4.2.10 Soleamiento 93
2.4.2.11 Humedad y precipitación pluvial 94
2.4.2.12 Riesgos y contaminantes 94
2.4.2.13 Resumen 95

CAPÍTULO

2

FUNDAMENTO TEÓRICO

ÍNDICE

CAPÍTULO 3 CONTEXTO DEL LUGAR

3.1 Delimitación territorial 98
3.1.1Ubicación y contexto inmediato 98
3.1.2 Instalaciones de agua potable, drenaje, luz y energía electrica, en la zona 12 ciudad de Guatemala 99
3.1.3 Colindancias 101
3.1.4 Terreno de emplazamiento del proyecto 102
3.2 Contexto social 103
3.2.1 Organización universitaría de la Universidad de San Carlos de Guatemala 103
3.2.2 Población total y objetivo 103
3.2.3 Historia 104
3.2.4 Cultura 105
3.2.5 Eventos y tradiciones 106
3.3 Referente legal 107
3.4 Contexto físico natural 127
3.4.1 Geomorfología 130
3.4.2 Topografía 130
3.4.3 Drenaje e hidrología 134
3.4.4 Fauna 136
3.4.5 Flora 136
3.4.6 Factor climatico 138
3.4.7 Temperatura, precipitación pluvial 139
3.4.8 Cuadros de Mahoney 141
3.4.9 Riesgos y contaminantes 145
3.4.10 Imagen urbana 148
3.4.11 Arquitectura del paisaje 152
3.4.12 Uso de suelo 154
3.4.13 Equipamiento 156
3.4.14 Jerarquía vial 157
3.5 Analsis de sitio 158
3.5.1 Ubicación y colindancias del terreno 158
3.5.2 Circulación y accesibilidad al terreno 159
3.5.3 Análisis topográfico 162
3.5.4 Usos de suelo del terreno 164

CAPÍTULO 3 CONTEXTO DEL LUGAR

ÍNDICE

CAPÍTULO

3

CONTEXTO DEL LUGAR

3.5.5 Condiciones físicas 165
3.5.6 Características físicas y mecánicas del suelo 168
3.5.7 Factor micro clima y ecología 170
3.5.8 Factor natural ecológico 171
3.5.9 Vistas 172
3.5.10 Infraestructura Local 173

4.1 Premisas de diseño 175
4.1.1 Premisas Funcionales 175
4.1.2 Premisas morfológicas 181
4.1.3 Premisas tecnológicas 184
4.1.4 Gestión integral de riesgos 189
4.1.5 Premisas ambientales 191
4.2 Diagrama de circulaciones en conjunto 196
4.3 Programa arquitectónico Herbario de la Universidad San carlos de Guatemala. Ciudad de Guatemala 197
4.4 Diagramas de circulaciónes 200
4.5 Concepto 202

CAPÍTULO

4

PROCESO DE DISEÑO

ÍNDICE

CAPÍTULO

5

PROYECTO ARQUITECTÓNICO

5.1 Propuesta arquitectónica Herbario de la Universidad de San Carlos de Guatemala 206
5.2 Planta de conjunto accesibilidad 207
5.3 Isométrico de conjunto del Instituto Ciencias de la Vida 208
5.4. Localización del proyecto 209
5.5. Planta de conjunto 210
5.6 Isometrico de conjunto 211
5.7 Plaza de ingreso principal, equipamientos 212
5.8 Fundamentos Formales de la propuesta arquitectónica 217
5.9 Porcentajes y Fases 219
5.10 Capacidad Funcional del Herbario 221
5.11 Contorno, Eje central e ingresos 222
5.12 Circulaciones 223
5.13 Modulo y submodulo 225
5.14 Proporción aurea y regilla de modulación 225
5.15 Materiales y murales 227

CAPÍTULO

5

PROCESO DE DISEÑO

5.16 Estacionamientos 228
5.17 Planta primer y segundo nivel 229
5.18 Salidas de emergencia 231
5.19 Propuesta auxiliar 233
5.20 Fachadas 234
5.21 Detalle fachadas 235
5.22 Secciones 236
5.23 Propuesta ambiental 237
5.24 Visualizaciones arquitectónicas del proyecto 238
5.25 Soleamiento 248
5.26 Propuesta estructural 249
5.27 Estructura Rampa 250
5.28 Modulo de laboratorios 251
5.29 Diseño de laboratorios 252
5.30 Sistema contra incendios 257
5.31 Tipos de puertas propuestas 259

ÍNDICE

CAPÍTULO

5

PROYECTO ARQUITECTÓNICO

5.32 Sistema de extracción e inyección de aire 261
5.33 Sistema eléctrico, Hidráulico y de drenaje 262
5.34 Deshumificadores 265
5.35 Presupuesto por Fases 266
5.36 Cronograma de ejecución 269
5.37 Conclusión 270
5.38 Recomendación 271

FUENTES DE CONSULTA Y ANEXOS

6

FUENTES DE CONSULTA 272

ANEXOS 278

Carta licendiada en letras 278
Imprimase 279

ÍNDICE DE FIGURAS

- Figura 1. País de Guatemala 36
- Figura 2. Departamento de Guatemala 36
- Figura 3. Universidad San Carlos de Guatemala zona 12 36
- Figura 4.Terreno Centro Experimental Docente, agronomía CEDA USAC 36
- Figura 5. Plan Maestro Instituto de Ciencias de la Vida de la Universidad San Carlos de Guatemala 37
- Figura 6. Región mesoamericana 38
- Figura 7. Mapa de Guatemala 38
- Figura 8. Ubicación de Herbarios de Guatemala 38
- Figura 9. Mapa de Ciudad Universitaria USAC 39
- Figura 10. Línea de herbario Historia de la arquitectura moderna 46
- Figura 11. Jardín Botánico 47
- Figura 12. Taxonomía vegetal 48
- Figura 13. Especímenes conservados 49
- Figura 14. Recolección de especímenes 53
- Figura 15. Secado de muestras botánicas Herbario JAUM 54
- Figura 16. Técnicas de curación 55
- Figura 17. Secado y prensado de plantas 57
- Figura 18. Colecciones UNAM MEXU 60
- Figura 19. Esquema simplificado de preparación de especímenes 62
- Figura 20. Herbario MEXU-UNAM 64
- Figura 21. Mapa de Ubicación instituto de biología UNAM 65
- Figura 22. Organigrama de herbario y colecciones Biológicas- UNAM- 69
- Figura 23. Mapa de Conjunto UNAM- MEXU 74
- Figura 24. Diagrama de funcionamiento-MEXU-UNAM 74
- Figura 25. Perspectivas exteriores- UNAM-MEXU 76
- Figura 26. Interior herbario UNAM-MEXU 77
- Figura 27. Representación de sistema constructivo - UNAM-MEXU. 77
- Figura 28. El clima en ciudad de México 78
- Figura 29. Proyección solar 3d México. 78
- Figura 30. Carta Solar - UNAM-MEXU 78





ÍNDICE DE FIGURAS

- Figura 31. Fachada critica UNAM -MEXU 78
- Figura 32. Soleamiento 1 UNAM-MEXU 78
- Figura 33. Soleamiento 2 UNAM-MEXU 78
- Figura 34. Mapa de riesgo México 79
- Figura 35. Clima en ciudad de México 80
- Figura 36. Herbario Jardín Botánico José Celestino Mutis. 82
- Figura 37. Mapa de ubicación del Jardín Botánico Bogotá. 83
- Figura 38. Tropicario Botánico de Bogotá 84
- Figura 39. Mapa de riesgos Bogotá 84
- Figura 40. Organigrama de funcionamiento Herbario JBB 88
- Figura 41. Diagrama de relaciones Herbario JBB 89
- Figura 42. Planos herbario JBB 90
- Figura 43. Perspectiva exterior herbario JBB 91
- Figura 44. Perspectivas construcción herbario JBB 92
- Figura 45. Clima Bogotá 93
- Figura 46. Representación soleamiento 3d Bogotá 93
- Figura 47. Carta solar Bogotá 93
- Figura 48. Fachada principal herbario JBB 93
- Figura 49. Representación de soleamiento 3 JBB 93
- Figura 50. Precipitación Bogotá. 94
- Figura 51. Mapa país de Guatemala 98
- Figura 52. Mapa ciudad de Guatemala 98
- Figura 53. Mapa zona 12 de Guatemala 98
- Figura 54. Mapa zona 12 de Guatemala Cobertura de Agua potable 99
- Figura 55. Mapa zona 12 de Guatemala, Cobertura de drenajes 99
- Figura 56. Mapa zona 12 Cobertura Energía eléctrica 100
- Figura 57. Mapa de Colindancias USAC 101

ÍNDICE DE FIGURAS

- Figura 58. Ubicación del terreno en el previo - USAC 102
- Figura 59. Afiche Huelga de Dolores 106
- Figura 60. Mapa principal de valoración dentro del poligono principal de bienes inmuebles. 121
- Figura 61. Mapa jerarquías de valoración dentro del polgígono principal de bienes inmuebles 123
- Figura 62. Jerarquías de valoración dentro del polígono principal de espacios abiertos de interés arqueológico 124
- Figura 63. Mapa jerarquías de valoración dentro del polígono principal de espacios abiertos de interés arqueológico. 125
- Figura 64. Mapa zonas POT 126
- Figura 65. Mapas zona de vida- USAC 127
- Figura 66. Mapa zona de vida Guatemala 127
- Figura 67. Mapa zonas geomorfologicas de Guatemala 130
- Figura 68. Mapa topográfico USAC 130
- Figura 69. Mapa sismoresistente ciudad de Guatemala 131
- Figura 70. Propuestas de zonas sismogenéticas- Guatemala 131
- Figura 71. Figuras verticarles sismoresistentes 132
- Figura 72. Tipos de zapatas 133
- Figura 73. Mapa de quebradas, drenaje natural 134
- Figura 74. Mapa de cuencas del país de Guatemala 135
- Figura 75. Mapa de cuencas Departamento de Guatemala. 135
- Figura 76. Mapa de cuencas- USAC- 135
- Figura 77. Instalaciones USAC tras ser enregadas 137
- Figura 78. Estudio del soleamiento en el terreo 138
- Figura 79. Edificio de rectoría 148
- Figura 80. Biblioteca USAC 148
- Figura 81. Diseño de plazas en Ciudad Universitaria- USAC 148
- Figura 82. Acabados y materiales rectoría 149
- Figura 83. Acabados y materiales biblioteca y recursos educativos. 149
- Figura 84. Acabados y materiales edificio M1 150
- Figura 85. Edificios S10 y S9 152





ÍNDICE DE FIGURAS

- Figura 86: Vegetación USAC 153
- Figura 87. Uso de suelos - Entorno USAC 154
- Figura 88. Mapa de Equipamientos 156
- Figura 89. Jerarquía de vías, accesibilidad - USAC 157
- Figura 90. Anillo Periférico de salida de la universidad 157
- Figura 91. Ingreso a ciudad universitaria con acceso a pie, bicicleta, vehículo, moto 157
- Figura 92. Periférico universitario, el cual tiene una sola vía 157
- Figura 93. Terreno del proyecto 158
- Figura 94. Mapa universida san carlos de Guatemala. Área sur 159
- Figura 95. Circulaciones internas y construcciones internas existentes 160
- Figura 96. Gabarito Principal 160
- Figura 97. Fotografías del terreno 161
- Figura 98. Analisis topografía del terreno 162
- Figura 99. Isometrico topográfico del terreno no.1 163
- Figura 100. Isométrico topografico del terreno no.2 163
- Figura 101. Planta general topografía del terreno 163
- Figura 102. Uso de suelo del terreno 164
- Figura 103. Ingreso y Garita de control 165
- Figura 104. Taller de carpinteria 165
- Figura 105. Invernaderos 165
- Figura 106. Área de secado 165
- Figura 107. UVIGER 165
- Figura 108. Condiciones Físicas 165
- Figura 109. Corral 166
- Figura 110. Oficina de dirección 166
- Figura 111. Editorial universitaria 166
- Figura 112. Ingreso al lado Este 166
- Figura 113. Condiciones físicas del terreno 166

ÍNDICE DE FIGURAS

- Figura 114. Invernaderos 167
- Figura 115. Salón 167
- Figura 116. Pozos 167
- Figura 117. Piletas 167
- Figura 118. Condiciones físicas terreno 167
- Figura 119. Características físicas del terreno 168
- Figura 120. Vientos, asolamientos, precipitación pluvial, escorrentía y vegetación existente del terreno 170
- Figura 121. Topografía con vegetación existente del terreno 171
- Figura 122. Vista desde el cerco frontal del terreno 172
- Figura 123. Vista desde el cerco frontal del terreno 172
- Figura 124. Vista hacia las siembras desde la orilla del terreno 172
- Figura 125. Vista hacia las siembras e invernaderos desde orilla del terreno 172
- Figura 126. Vista hacia el oeste del terreno desde la quebrada por el lado este 172
- Figura 127. Vista hacia el sur del terreno y hacia la quebrada 172
- Figura 128. Vista hacia el área de invernaderos Este.
- Figura 129. VIsta hacia el lado sur del lado este del terreno 172
- Figura 130. Vistas del terreno 172
- Figura 131. Ubicación de infraestructura local del terreno 173
- Figura 132. Representación de accesos 175
- Figura 133. Representación de ingresos 175
- Figura 134. Representación de ubicaciones de ambientes 175
- Figura 135. Flexibilidad de espacios 175
- Figura 136. Relación entre espacios 175
- Figura 137. Separación de mobiliario 175
- Figura 138. Ingreso de especímenes 176
- Figura 139. Ubicación de carga y descarga 176
- Figura 140. Ordenamiento de laboratorios 176
- Figura 141. Relación de espacios de colección
- Figura 142. Ordenamiento de mobiliario y colecciones permanentes 176





ÍNDICE DE FIGURAS

- Figura 143. Circulaciones 177
- Figura 144. Parqueos 177
- Figura 145. Plan maestro 177
- Figura 146. Participaciones y mobiliario flexible 177
- Figura 147. Separación desechos 178
- Figura 148. Cuarto de máquinas 178
- Figura 149. Separación de circulaciones vehiculares 178
- Figura 150. Plazas de parqueos 178
- Figura 151. Isometrico enfermería 178
- Figura 152. Espacios de educación 179
- Figura 153. Espacios de bodega 179
- Figura 154. Plazas 179
- Figura 155. Seguridad 179
- Figura 156. Relación de espacios 2 179
- Figura 157. Ordenamiento laboratorios 180
- Figura 158. Diseño de laboratorio modular 180
- FIgura 159. Figura uniforme 181
- Figura 160. Uso de ángulos de 90 grados 181
- Figura 161. Proporción aurea 181
- Figura 162. Arquitectura moderna 181
- Figura 163. Parteluces 181
- Figura 164. Paletas de colores USAC 182
- Figura 165. Sustracción 183
- Figura 166. Planos seriados 183
- Figura 167. Doble fachada 184
- Figura 168. Altura en espacio de colecciones. 184
- Figura 169. Ductos de Instalaciones 184
- Figura 170. Materiales 185
- Figura 171. Estructura bajo peso 185
- Figura 172. Estructura 185
- Figura 173. Estructura 186
- Figura 174. Infraestructura amigable con el medio ambiente 186
- Figura 175. Uniones horizontales 186
- FIgura 176. Figuras verticales sismoresistentes 187
- Figura 177. Tipos de zapata. Structuralia 187
- Figura 178. Sistema novec 1230 187

187

ÍNDICE DE FIGURAS

- Figura 179. Recolección de agua de lluvia por medio de losas 188
- Figura 180. Paneles fotovoltaicos 189
- Figura 181. Drenajes simples 189
- Figura 182. Manejo de desechos o residuos 189
- Figura 183. Separación de aguas negras 190
- Figura 184. fachada larga dirección norte 191
- Figura 185. Iluminación norte 191
- Figura 186. Iluminación Laboratorios 191
- Figura 187. Orientación laboratorios 191
- Figura 188. Ventilación colecciones 191
- Figura 189. Iluminación indirecta colecciones 191
- Figura 190. Doble fachada 192
- Figura 191. Muro doble sistema sate 192
- Figura 192. Ventilación cruzada 192
- Figura 193. Puentes termicos 193
- Figura 194. Cubierta fría 193
- Figura 195. Pendiente losa final 193
- Figura 196. Vegetación cercana 193
- Figura 197. Barreras de humedad 193
- Figura 198. Aislamiento termico en ventanería 194
- Figura 199. climatización pasiva 194
- Figura 200. Especies vegetales 194
- Figura 201. Movimiento de aire 195
- Figura 202. Aberturas 195
- Figura 203. Muros 195
- Figura 204. Posición de aberturas 195
- Figura 205. Estratificación vegetal 195
- Figura 206. Diagrama de circulaciones de conjunto 196
- Figura 207. Diagrama de burbujas primer nivel 200
- Figura 208. Diagrama de burbujas segundo nivel 201
- Figura 209. Concepturalización de la idea 202
- Figura 210. Collage de idea principal 203
- Figura 211. Espécimen vegetal conservado no.1 205
- Figura 212. Planta de conjunto Plan Maestro Instituto Ciencias De la Vida 207
- Figura 213. Planta de conjunto 3d Plan Maestro Instituto Ciencias de la Vida 208
- Figura 214. Localización del proyecto, Plan maestro Instituto Ciencias de la Vida 209





ÍNDICE DE FIGURAS

- Figura 215. Localización del proyecto metrajes cuadrados 209
- Figura 216. Planta de conjunto, Plan Maestro Instituto Ciencias De la Vida 210
- Figura 217. Isométrico de conjunto, Herbario de la Universidad de San Carlos de Guatemala, Ciudad de Guatemala 211
- Figura 218. Plaza principal , Herbario de la Universidad de San Carlos de Guatemala, Ciudad de Guatemala 212
- Figura 219. Áreas de descanso exteriores, Herbario de la Universidad de San Carlos de Guatemala, Ciudad de Guatemala 213
- Figura 220. Anfiteatro, Herbario de la Universidad de San Carlos de Guatemala, Ciudad de Guatemala 214
- Figura 221. Áreas educativas y de descanso ,Herbario de la Universidad de San Carlos de Guatemala, Ciudad de Guatemala 215
- Figura 222. Área de juegos .Herbario de la Universidad de San Carlos de Guatemala, Ciudad de Guatemala 216
- Figura 223. Fundamentos Formales de la Propuesta Arquitectónica, Herbario de la Universidad de San Carlos de Guatemala, Ciudad de Guatemala 217
- Figura 224. Fundamentos Formales de la Propuesta Arquitectónica, Herbario de la Universidad de San Carlos de Guatemala, Ciudad de Guatemala 217
- Figura 225. Porcentajes y fases. Herbario de la Universidad de San Carlos de Guatemala, Ciudad de Guatemala 219
- Figura 226. Estanterías moviles herbario 221
- Figura 227. Contorno, Eje central e ingresos. Herbario de la Universidad de San Carlos de Guatemala 222
- Figura 228. Circulaciones - Herbario de la Universidad de San Carlos de Guatemala 223

ÍNDICE DE FIGURAS

- Figura 229. Proporción aúrea y modulo. Herbario de la Universidad de San Carlos de Guatemala 225
- Figura 230. Proporción aurea 226
- Figura 231. Fachada modulada. Herbario de la Universidad de San Carlos de Guatemala 226
- Figura 232. Fachada principal. Fachada modulada. Herbario de la Universidad de San Carlos de Guatemala 226
- Figura 233. Pintura Carlos Mérida 227
- Figura 234. Pintura Carlos Mérida aplicada a Herbario de la Universidad de San Carlos de Guatemala 227
- Figura 235. Concreto fundido visto 227
- Figura 236. Jardín Vertical 227
- FIgura 237. Soleamiento en Herbario de la Universidad de San Carlos de Guatemala 248
- Figura 238. Estructura Herbario de la Universidad de San Carlos de Guatemala 249
- Figura 239. Estructura Rampa Interna. Herbario de la Universidad de San Carlos de Guatemala 250
- Figura 240. Estructura general rampa Herbario de la Universidad de San Carlos de Guatemala 250
- Figura 241. Módulo de laboratorios-Herbario de la Universidad de San Carlos de Guatemala 251
- Figura 242. Distribución Modulo de laboratorio 255
- Figura 243. Modelos de equipamiento para laboratorios modulares 256
- Figura 244. Laboratorios modulares, modelo empleado. Herbario de la Universidad de San Carlos de Guatemala 256
- Figura 245. Gas IG-541 257
- Figura 246. Esquema de propuesta de sistema contra incendios- Herbario de la Universidad de San Carlos de Guatemala 258
- Figura 247. Productos Guatemetal - Puertas Cortafuegos 259
- Figura 248. Puerta corrediza hermetica 259
- Figura 249. Prueba de fuego 260
- Figura 250. Sistema de extracción e inyección de aire. Herbario de la Universidad de San Carlos de Guatemala 261





ÍNDICE DE FIGURAS

- Figura 251. Localización de ductos para instalaciones especiales. Herbario de la Universidad de San Carlos de Guatemala 262
- Figura 252. Localización de Deshumificadores, Herbario de la Universidad de San Carlos de Guatemala 265

ÍNDICE DE TABLAS

- Tabla 1. Delimitación teórica y delimitación temporal 34
- Tabla 2. Línea de tiempo del anteproyecto 35
- Tabla 3. Delimitación geográfica. 36
- Tabla 4. Delimitación geográfica de Especímenes 38
- Tabla 5. Población estudiantil 40
- Tabla 6. Clasificación de herbarios 50
- Tabla 7. Propósito de herbarios 50
- Tabla 8. Recolección de especímenes vegetales 53
- Tabla 9. Fumigación de herbarios 55
- Tabla 10. Condiciones requeridas para establecer un herbario 61
- Tabla 11. Proyectos complementarios- Instituto de Biología- UNAM- MEXU 67
- Tabla 12. Programa arquitectónico- Instituto de Biología- UNAM - MEXU 73
- Tabla 13. Consideraciones generales de diseño - MEXU - UNAM 75
- Tabla 14. Programa arquitectónico Herbario Jardín Botánico José Celestino Mutis 86
- Tabla 15. Análisis de soleamiento Herbario Jardín Botánico José Celestino Mutis 93
- Tabla 16. Tabla de ubicación, extensión territorial, subdivisiones administrativas y colindancias 101
- Tabla 17. Murales en el campus central USAC 105
- Tabla 18. Jerarquías de valoración bienes inmuebles 120

ÍNDICE DE TABLAS

- Tabla 19. Jerarquías de valoración bienes inmuebles 121
- Tabla 20. Jerarquías de valoración bienes inmuebles 2 122
- Tabla 21. Jerarquías de valoración bienes inmuebles 3 123
- Tabla 22. Jerarquías de valoración bienes inmuebles 4 123
- Tabla 23. Jerarquías de valoración bienes inmuebles 5 124
- Tabla 24. Jerarquías de valoración bienes inmuebles 6 124
- Tabla 25. Zonificación Pot 126
- Tabla 26. Zona de vida del terreno 128
- Tabla 27. Estación meteorológica Insivumeh, ubicada en la 7avenida zona 13 capital 139
- Tabla 28. Cuadro de Mahoney No. 1 y No. 2 141
- Tabla 29. Cuadro de Mahoney No. 3 y No. 4 141
- Tabla 30. Cuadro de Mahoney No. 5 142
- Tabla 31. Cuadro de Mahoney No. 6 142
- Tabla 32. Valoración del clima 144
- Tabla 33. Riesgos y contaminantes 146
- Tabla 34. Nivel de frecuencia e intensidad de amenazas 147
- Tabla 35. Consecuencias de amenazas 147
- Tabla 36. Edificios emblemáticos-USAC- 149
- Tabla 37. Tabla compatibilidad de uso del manual 155
- Tabla 38. Recomendación en uso de suelos 169
- Tabla 39. Recomendación según el tipo de sub suelo 169
- Tabla 40. Factor microclima y ecología 170
- Tabla 41. Infraestructura local 173
- Tabla 42. Premisas ambientales No.1 175
- Tabla 43. Premisas ambientales No.2 176
- Tabla 44. Premisas ambientales No.3 177
- Tabla 45. Premisas ambientales No.4 178
- Tabla 46. Premisas ambientales No.5 179
- Tabla 47. Premisas morfológicas No.1 181





ÍNDICE DE TABLAS

- Tabla 48. Premisas morfológicas No. 2 182
- Tabla 49. Premisas morfológicas No. 3 183
- Tabla 50. Premisas tecnológicas No. 1 184
- Tabla 51. Premisas tecnológicas No. 2 185
- Tabla 52. Premisas tecnológicas No. 3 186
- Tabla 53. Premisas tecnológicas No. 4 187
- Tabla 54. Promedios mensuales de precipitación para la ciudad de Guatemala 188
- Tabla 55. Gestión integral de riesgos No.1 189
- Tabla 56. Premisas ambientales No.1 191
- Tabla 57. Premisas ambientales No. 2 192
- Tabla 58. Premisas ambientales No. 3 193
- Tabla 59. Premisas ambientales No. 4 194
- Tabla 60. Premisas ambientales No. 5 195
- Tabla 61. Programa arquitectónico - área pública 197
- Tabla 62. Programa arquitectónico - área de laboratorios 197
- Tabla 63. Programa arquitectónico - área de colecciones 197
- Tabla 64. Programa arquitectónico - área de servicio 198
- Tabla 65. Programa arquitectónico - área de preparación 198
- Tabla 66. Programa arquitectónico - área de administración 198
- Tabla 67. Programa arquitectónico - área de servicio 199
- Tabla 68. Programa arquitectónico - área de preparación 199
- Tabla 69. Programa arquitectónico - área de administración 199
- Tabla 70. Programa arquitectónico - área de investigadores asociados, comedor y áreas extras 200
- Tabla 71. Programa arquitectónico 219
- Tabla 72. Cálculo de caudal 263
- Tabla 73. Cálculo caudal No. 2 264

ÍNDICE DE GRAFICAS

- Gráfica 1. Porcentaje área privada. Herbario JBB 87
- Gráfica 2. Porcentaje área de servicio. Herbario JBB 87
- Gráfica 3. Porcentaje área pública. Herbario JBB 87
- Gráfica 4. Colección general. Herbario JBB 87
- Gráfica 5. Porcentaje de áreas. Herbario de la Universidad de San Carlos de Guatemala 220
- Gráfica 6. Porcentaje de requerimiento en el diseño de espacios de laboratorios 251



INTRODUCCIÓN

En Guatemala existen, actualmente, cuatro herbarios a nivel nacional, de los cuales tres forman parte de la Universidad de San Carlos de Guatemala (USAC). Estos herbarios desempeñan un papel crucial en el estudio taxonómico, ecológico y biogeográfico de las especies vegetales. Sin embargo, las instalaciones actuales presentan condiciones desfavorables que dificultan la eficiencia en el desarrollo de sus funciones.

Ante este escenario, surge la iniciativa de la Facultad de Agronomía -FAUSAC- en el 2010 para abordar esta problemática. Esta idea evoluciona a lo largo del tiempo, dando lugar al plan maestro denominado Instituto de Ciencias de la Vida de la Universidad de San Carlos de Guatemala. Este instituto se ubicará en los terrenos actuales del CEDA y comprenderá cinco edificios cuyo objetivo principal será la conservación e investigación de ejemplares biológicos.

En particular, este trabajo se enfoca en uno de estos edificios: El herbario de la Universidad San Carlos de Guatemala, ciudad de Guatemala. El desarrollo de este edificio se presenta en este documento, ofreciendo una respuesta arquitectónica a las necesidades existentes. A lo largo de este documento se abordan distintas etapas, que van desde el diseño de la investigación hasta el proyecto arquitectónico, destacando la relevancia de cada fase en la creación de un espacio que no solo albergará colecciones botánicas de manera eficiente, sino que también contribuirá al avance de la investigación científica en el ámbito botánico. Este documento se divide en las siguientes partes: Etapa 1, diseño de la investigación; Etapa 2, fundamento teórico; Etapa 3, contexto del lugar; Etapa 4, Proceso de diseño arquitectónico y Etapa 5, proyecto arquitectónico.

En tal sentido, el producto final es el equipamiento planteado en forma evolutiva y desarrollado en fases, organizado en tres niveles funcionales que optimizan recursos y permiten el crecimiento progresivo de las colecciones, las cuales constituyen el núcleo del edificio al representar el 27.4 % del programa; en una primera etapa se concentran las áreas públicas, laboratorios, colecciones, servicios, investigación y administración, mientras que una segunda fase contempla la ampliación de laboratorios y colecciones permanentes, apoyadas en una retícula modular de 7.20 × 7.20 m que garantiza flexibilidad y futuras expansiones; formalmente, el edificio se concibe como una prolongación de la Universidad de San Carlos de Guatemala, retomando el lenguaje del movimiento moderno mediante un volumen esencial donde el concreto y el vidrio expresan honestamente la estructura y la función, integrándose al campus a través de vacíos y sustracciones que dialogan con la luz, el paisaje y el recorrido humano, privilegiando la pertenencia y la continuidad histórica sobre el protagonismo formal.



CAPÍTULO I

DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

1.1 PROBLEMÁTICA

La investigación y la generación de conocimiento científico llegan a determinar el grado de desarrollo de un país. En Guatemala esta producción es deficiente y una de las principales causas es el presupuesto limitado que se asigna a las instituciones encargadas de gestionar y producir los avances científicos del país. El porcentaje del producto interno bruto (PIB) que Guatemala destina al desarrollo de la ciencia y la investigación no ha variado en los últimos diez años, manteniéndose en un promedio de 0.035 %, debido a la indiferencia del Gobierno y del sector privado para otorgar los recursos económicos necesarios, a pesar de que esta inversión es determinante para mejorar las condiciones de vida de la sociedad. [1]

Actualmente, según el presupuesto aprobado por el Congreso para el año 2022, a la Universidad de San Carlos de Guatemala le corresponden Q1,909,015,000, de los cuales únicamente Q15 millones son asignados a la Dirección general de Investigación -DIGI-, mientras que el presupuesto vigente destinado a la SENACYT es de Q11,444,000.00, tomando como base el año 2016 y realizando un análisis a cinco años, se evidencia una reducción del –34.2110 % en la asignación presupuestaria, lo que en términos absolutos equivale a una disminución de Q5,951,000, según datos del Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología -SENACYT-. De continuar esta tendencia, el presupuesto destinado a la investigación científica podría volverse prácticamente nulo. Esta reducción presupuestaria se refleja directamente en los indicadores de investigación científica del país. Según datos de SENACYT, Guatemala presenta cifras significativamente bajas en comparación con otros países de Iberoamérica. En cuanto al número de investigadores, Brasil encabeza la región con 421,838 investigadores, mientras que Guatemala ocupa el último lugar con únicamente 508. [2] Respecto a la colaboración internacional registrada en Scopus, Chile presenta el porcentaje más alto de la región con 63 %, seguido de Portugal y Argentina con 53 % y 49 %, respectivamente. Guatemala registra 357 colaboraciones, una de las cifras más bajas de Iberoamérica, comparable con Honduras (241), Nicaragua (142) y El Salvador (120), mientras que Brasil reporta 87,399 trabajos científicos. En este contexto, la baja inversión en ciencia e investigación no solo limita la producción de conocimiento, sino que también se traduce en una infraestructura deficiente para la conservación, estudio y difusión del patrimonio científico del país. El Edificio de Colecciones Botánicas de la Universidad de San Carlos de Guatemala, caso de estudio del presente trabajo, surge como una respuesta arquitectónica a esta problemática, al proponer un espacio especializado, eficiente y adaptable que optimiza los recursos disponibles, fortalece la investigación botánica y garantiza la adecuada conservación de las colecciones científicas, abordando desde la arquitectura una de las causas estructurales del rezago científico nacional. [3]

1 Red Iberoamericana de Indicadores de Ciencia y. Tecnología, Indicadores de ciencia y tecnología en Iberoamérica: Agenda 2002 (Buenos Aires, Argentina: RICYT, 2002), http://www.ricyt.org/wp-content/uploads/2021/11/El-Estado-de-la-Ciencia-2021.pdf.

2 No-Ficción. 2025. “¿Guatemala Sin Científicos?” No Ficción. July 10, 2025. https://no-ficcion.com/guatemala-sin-cientificos/.

3 "Decreto 16-2021 Año 2022 | MINECO", MINECO | Ministerio de Economia Guatemala, consultado el 24 de septiembre de 2022, https://www.mineco.gob.gt/decreto-16-2021-año-2022.

1.2 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

Las colecciones botánicas constituyen una valiosa fuente de información sobre los organismos que almacenan, siendo básicos e imprescindibles en estudios taxonómicos, florísticos, biogeográficos, fenológicos, de conservación, etc. En la actualidad, Guatemala posee 4 Herbarios Nacionales registrados en el Index Herbariorum del New York Botanical Garden de los cuales 3 de ellos están vinculados directamente a la USAC. Siendo estos el herbario AGUAT que contiene alrededor de 10,000 especímenes, herbario BIGU que cuenta con 259 familias, 7,476 especies y 28,255 especímenes y el herbario herbario USCG, cuenta actualmente con más de 47,000 ejemplares que corresponden a 273 familias, 1,959 géneros y 6,842 especies de hepáticas (Marchantiophyta), musgos, helechos, plantas con semillas, líquenes y macrohongos. [4]

A pesar de que los herbarios tienen gran importancia para el país se encuentran en condiciones desfavorables. En un caso ideal las instalaciones deben de poseer las características necesarias que permitan preservar a los especímenes en su mejor estado para que se pueda llevar un buen proceso de investigación, estudio y conservación, para esto debe de cumplir con espacios que posean una humedad relativa sin importar la temporada del año que tomen en cuenta lo que es la deshumidificación en áreas de almacenamiento y se mantenga temperatura estable y templada la mayor parte del tiempo, no permitir el paso de rayos solares ultravioletas que sea hermético y que evite la existencia de plagas; sin embargo, estos requisitos se llegan a cumplir de formas improvisadas en los espacios existentes ya que estos fueron diseñados para función de aula, no exactamente para ser un herbario lo cual lo vuelve un espacio vulnerable. De manera paralela también se encuentra un incremento de especies que deben de ser ingresadas en estos espacios, sin embargo el metraje cuadrado existente ya no es suficiente, por lo que es necesario contar con unas instalaciones que integren y centralicen el estudio, investigación y conservación de las colecciones botánicas evitando inconvenientes en los diversos procesos ya mencionados anteriormente y llegar al objetivo de tener un herbario de referencia para Guatemala y mesoamérica. [5]

4 Manual de laboratorio de Botánica. El herbario. Recolección, procesamiento e identificación de plantas vasculares Itziar Arnelas Seco (Córdoba, 2012), https://www.researchgate.net/publication/268523923_Manual_de_laboratorio_de_Botanica_El_herbario_Recoleccion_procesamiento_e_identificacion_de_plantas_vasculares.

5 "Herbarium List - The William & Lynda Steere Herbarium", The William & Lynda Steere Herbarium, consultado el 24 de septiembre de 2022, http://sweetgum.nybg.org/science/ih/herbarium-list/.

1.3 ANTECEDENTES

El desarrollo de los espacios dedicados a las colecciones botánicas dio sus inicios en el año 1910; se comenzaron los trabajos de diagramación y cultivo de las primeras colecciones del Jardín Botánico por parte del doctor Julio Rosal, decano de la Escuela de Medicina y Farmacia para que en el año 1913 el Dr. Rafael Tejada diera inicio a la recolección de los primeros ejemplares botánicos del Herbario, ya en el año 1921 el gobierno de Carlos Carrera donó el terreno en el cual se ubica actualmente el jardín botánico que dio su inauguración el 27 de diciembre de 1922, siendo este el primer jardín botánico en Centroamérica para dar inicio a las colecciones del Herbario en el año 1923 por el Botánico doctor Ulises Rojas.[6] El segundo espacio dedicado a las colecciones botánicas fue el herbario BIGU que se inauguró a mediados del siglo pasado por parte del Departamento de botànica entre 1982 a 1992, fue llamado BBEBUSC y en ese periodo fueron recolectados 261 especìmenes de 127 especies. Fue inscrito en 1995 al Index Herbarium del New York Botanical Garden, bajo el acrónimo de BIGU y en 2010 ante el Consejo Nacional de Áreas Protegidas. CONAP, actualmente está relacionado con la Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, entre otras. Por último, se dio la incorporación del herbario UVAL creado en 1974 para la educación y convirtiéndose en herbario oficial de la Universidad del Valle de Guatemala en 1990.[7]

Con el transcurso del tiempo los espacios dedicados a la investigación y conservación botánica han ido incrementando y los que están vinculados de manera directa con la USAC no poseen el metraje cuadrado ni las condiciones idóneas para poder seguir funcionando de manera eficiente y activa, por esto mismo en el año 2010 surgió la idea en la Facultad de Agronomía FAUSAC de construir un herbario para albergar las colecciones botánicas de la Universidad de San Carlos de Guatemala. La idea original fue propuesta e impulsada por los curadores del Herbario José Ernesto Carrillo AGUAT, el Ing. Agr. Juan José Castillo Mont y el Ing. Agr. David Elías Mendieta Jiménez, de la Facultad de Agronomía FAUSAC. Durante el año 2012 el proyecto desarrolló el concepto de Instituto de Ciencias de la Vida con la coordinación del Arq. Sergio Francisco Castillo Bonini y la colaboración de la Facultad de Arquitectura, siendo el Arq. Mabel Daniza Hernández Gutiérrez quien estableció el contacto entre las facultades de Agronomía y Arquitectura desde el principio. En el año 2013 se presenta un nuevo programa arquitectónico que se extiende del herbario original para abarcar también las colecciones zoológicas, laboratorios, administración y servicios de apoyo, previamente a la consulta de los curadores de las colecciones (zoológicas y botánicas) y se elaboraron propuestas en el curso de Diseño Arquitectónico 7, el primer semestre de ese mismo año. Las mejores propuestas originaron un plan maestro en el cual el proyecto general se dividió en edificios individuales y cada edificio se empezó a desarrollar por medio de tesis de grado, proyectos de graduación, algunos ya concluidos y otros pendientes de ser realizados. [8]

6 "Jardín Botánico / Index Seminum / Herbario USCG – IIQB", IIQB, consultado el 24 de septiembre de 2022, https://iiqb.ccqqfar.usac.edu.gt/unidades-de-investigacion/jardinbotanico/.

7 "Herbario de la Escuela de Biología -BIGU- – IIQB", IIQB, consultado el 24 de septiembre de 2022, https://iiqb.ccqqfar.usac.edu.gt/unidades-de-investigacion/herbariobigu/.

8 "Biodiversidad de Guatemala Universidad del Valle de Guatemala - Herbario UVAL", Biodiversidad de Guatemala Home, consultado el 24 de septiembre de 2022, https://biodiversidad.gt/portal/collections/misc/collprofiles.php?collid=19.

1.4 JUSTIFICACIÓN

Es necesario proteger la megadiversidad del país de Guatemala, Los países megadiversos son un grupo de países que albergan el mayor índice de biodiversidad de la Tierra. El Centro de Monitoreo de la Conservación del Ambiente, un organismo del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, ha identificado 18 países megadiversos. Se trata principalmente de países tropicales, como los del sureste asiático y de América. Albergan en conjunto más del 70 % de la biodiversidad del planeta, suponiendo sus territorios el 10 % de la superficie del planeta. En diciembre de 2010 Guatemala fue reconocido como país megadiverso durante el décimo encuentro de la Conferencia de las Partes del Convenio sobre Diversidad Biológica. [9] Así mismo, se encuentra dentro del Grupo de Países Megadiversos Afines -GPMA-, proceso el cual logró en 2012 designar al país como Co-Presidente entrante y en 2014, desempeñar la presidencia de dicho grupo, razón por la cual se hace necesario aumentar la cantidad de especímenes de la colección botánica actual para tener un mejor registro de esta megadiversidad que posee el país y mantener la colección y sus datos asociados debidamente protegida para garantizar su conservación a largo plazo. [10]

Es necesario conservar y mantener las colecciones biológicas, por medio de publicaciones o informes, para que de esta manera las colecciones biológicas sean ubicadas como patrimonio nacional al mismo nivel que se encuentran las colecciones de historia de arte.

Para tener una mejora en el registro de la megadiversidad del país también es necesario facilitar y mejorar los procesos de investigación implementando infraestructura más funcional para la recolección y conservación de colecciones botánicas esto se menciona por que las cifras relacionadas a la investigación en el país de Guatemala son muy bajas a comparación de otros países. Esto se menciona ya que ocupa el último lugar con relación del número de investigadores por cada país según SENACYT, y esto se vuelve a repetir con los números en relación a colaboración internacional, que según Scopus Guatemala ha colaborado con 357 una de las cifras más bajas de Iberoamérica. Existen muchas razones del porqué de este número. Óscar Cóbar, exjefe de SENACYT, menciona que la falta de infraestructura de primer nivel, como laboratorios y equipo especializado es una de ellas la cual está ligada a que la investigación de alta calidad La implementación de instalaciones y áreas educativas de colección botánica que respondan a la demanda académica actual, permitirán a la población de la USAC y otras universidades involucradas una visión académica, tan profesional como el de los países desarrollados, pues contará con instalaciones estandarizadas a nivel mundial y espacialmente tendrá la capacidad de albergar más profesionales en sus instalaciones, con alto grado sostenible, mejorando las cifras de aportación investigativa por parte del país la cual beneficiará al desarrollo de este mismo. [11]

9 "Países megadiversos -", Home -, consultado el 24 de septiembre de 2022, https://conap.gob.gt/paises-megadiversos/.

10 "Biodiversidad – Infolarna", Infolarna – Infolarna, consultado el 24 de septiembre de 2022, http://www.infolarna.org.gt/temas/biodiversidad/#:~:text=Al%202019,%20el%20Sistema%20Guatemalteco,Diversidad%20Biológica%20(CoP%2010.

11 Carlos Álvarez, "Necesaria investigación científica es desatendida", Prensa Libre, 10 de abril de 23, https://www.prensalibre.com/guatemala/comunitario/necesaria-investigacion-cientifica-es-desatendida/.

Si se llegan a mejorar estas cifras de aportación se ayudará de manera indirecta a mejorar el cambio climático, una problemática vista alrededor del mundo en donde algunos países llegan a ser más vulnerables que otros, en el grupo de los más vulnerables se encuentra Guatemala esto conforme la definición científica del Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC) y las circunstancias dadas por CMNUCC, actualmente se tiene registro de 10 317 especies especies de flora silvestre nativa donde a causa de diversos factores, 2,343 de estas están amenazadas de extinción, según datos del Consejo Nacional de Áreas Protegidas (Conap). La deforestación y la contaminación del hábitat son las principales causas que hacen vulnerables a ciertas especies de desaparecer, esto según César Barrios, de Comunicación Social de Fundaeco. Una de las acciones que se deben de realizar para cambiar la situación es el mejoramiento de la educación ambiental del país con la ayuda de las instalaciones de colección botánica, ya que son el único documento de la vegetación sobre nuestro territorio que garantiza su conservación de manera permanente. Contienen la información indispensable para investigaciones en taxonomía, ecología, biogeografía, etnobotánica, anatomía, mejoramiento genético, biodiversidad agrícola, invasión de especies, fitopatología, aislamiento y síntesis de compuestos químicos orgánicos, entre otras, al mejorar y facilitar los procesos de investigación se podrán implementar nuevas maneras de disminuir esta vulnerabilidad que poseemos como país y recuperar el valor y conciencia social hacia la naturaleza por parte de los pobladores que se ha dado por la poca interacción con esta misma. Demostrando que el cambio climático no solo puede controlarse con la ayuda de las autoridades si no con la ayuda de todos. [12]

Ahora bien, se pueden poner en duda los beneficios que aportará el anteproyecto; ya que actualmente se encuentran en funcionamiento ciertos lugares de colección botánica en el país siendo estos segùn el CONAP el Herbario BIGU Propiedad de la Escuela de Biología de la Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia de la Universidad de San Carlos de Guatemala creado en 1982 y con alrededor de 40,278 especímenes y 8700 especies, el herbario AGUAT Propiedad de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala creado en el año 1979 con alrededor de 10,000 especímenes. El Herbario USCG situado en el Centro de Estudios Conservacionistas - CECON- de la Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia de la Universidad de San Carlos de Guatemala fue creado en 1922 con 25000 especímenes. El Herbario UVAL es propiedad del departamento de Biología de la Universidad Del Valle de Guatemala creado en 1974 con 2500 especies. Estos trabajan de manera conjunta intercambiando resultados y realizando actividades como talleres, elaboración de documentos de apoyo, seminarios y asistencia auxiliar de investigaciones para finalmente ser publicados en el informe final de cada mes, a pesar de esto, las cifras de aporte en investigaciòn científica por parte de Guatemala es mínima segùn el Senacyt.[13]

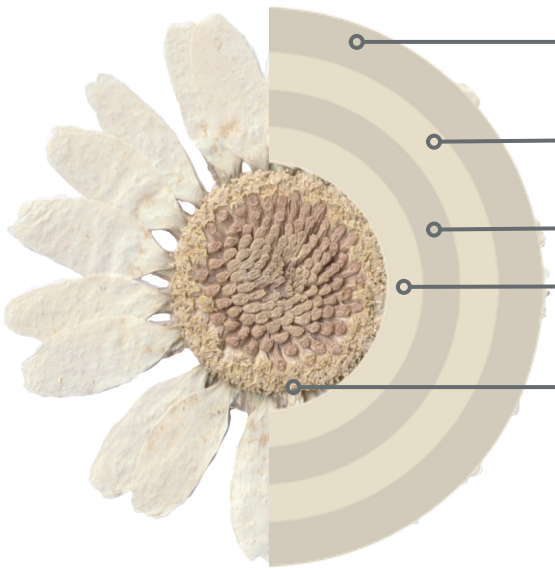
A pesar de este inconveniente queda aclarar que es un proyecto el cual es encargado por parte de la Facultad de Agronomía y otras entidades involucradas en el estudio de la biologìa lo cual demuestra una verdadera necesidad y ningún supuesto, que sin lugar a dudas traerá altos beneficios creando profesionales mejor capacitados en espacios de calidad para proteger y resguardar la información de la biodiversidad del país.

12 La Redacción. 2016. “Guatemala Tiene 2 Mil 343 Especies Silvestres En Peligro.” Prensa Libre. March 2, 2016. https://www.prensalibre.com/guatemala/comunitario/guatemala-tiene-2-mil-343-especies-silvestres-en-peligro/.

13 "¡El incalculable valor de la vida silvestre! -", Home -, consultado el 24 de septiembre de 2022, https://conap.gob.gt/el-incalculable-valor-de-la-vida-silvestre/.

Tabla 1. Delimitación teorica y Delimitación temporal. Fuente: Elaboración propia

1.5 DELIMITACIÓN TEÓRICA



Tema de estudio: importancia de la conservación especies botánicas

Tipo de institución: pública autónoma de carácter nacional

Subtema de estudio: conservación ex situ

Teoría arquitectónica: Arquitectura Modernista

Objeto de estudio Herbario de la Universidad de San Carlos de Guatemala

1.6 DELIMITACIÓN TEMPORAL

VIDA ÚTIL DEL EDIFICIO

Se propone un estimado de vida de aproximadamente 50-99 años basándonos en el documento planeación de la vida útil en proyectos arquitectónicos, tomando en cuenta que esta cifra puede aumentar o disminuir según los materiales a emplearse y el mantenimiento que se le de a el proyecto. [14]

Vida larga	50-99 años	La mayoría de los edificios residenciales, comerciales, de oficinas, de salud, de educación.

Respecto a las acciones que han conducido a la construcción y consolidación de los herbarios, es pertinente iniciar con la fundación del primer herbario, el cual marcó el punto de partida y la motivación para que este tipo de infraestructuras científicas comenzarán a desarrollarse y consolidarse en el país. A partir de este antecedente, se identifican una serie de acciones sucesivas, las cuales se presentan en la siguiente línea del tiempo:

14 Alexander von Humboldt, Estrategia Nacional para la Conservación de Plantas (Villa de Leyva: Cristián Samper K. Hernando García M, 2001), http://www.humboldt.org.co/images/documentos/pdf/investigacion/2001-estrategia-nacional-para-la-conservacin-de-plantas.pdf.

Tabla 2. Línea del tiempo del proyecto. Elaboración Propia

1923	1979	1982	2010
Fundación del primer herbario en el año 1923 dirigido por el botánico doctor Ulises Rojas.	Creación del herbario AGUAT por parte de la Facultad de agronomía en el año 1979 que contiene alrededor de 10,000 especímenes.	Se crea el herbario BIGU por parte del Departamento de botánica entre 1982 a 1992, fue llamado BBEBUSC, y en ese periodo fueron recolectados 261 especímenes de 127 especies.	Planteamiento para el herbario de la USAC, percatándose de los diversos problemas existentes.

2012	2012 - 2013	2013 -1er semestre	2013 -final semestre
Acercamiento a FARUSAC para realización anteproyecto herbario	Elaboración de programa arquitectónico (se agregan colecciones zoològicas, lab y àreas de apoyo)	Selección de mejores propuestas	Elaboración de anteproyectos en curso de diseño Arq. 7

2013 (2do sem)	2013 (final semestre	2018	2020
Creación de plan maestro.	Comienzo de proyectos de graduaciòn (edificios individuales).	Publicación del anteproyecto Jardín Botánico para el Instituto de Ciencias de la Tierra y la Vida por parte de Teva Peña.	Publicación del anteproyecto Edificio de laboratorios especializados para el Instituto de Ciencias de la Vida por parte de Marco Perez.

2021	2022	2022 2do semestre	2023 1er. y 2do. semestre
Publicación del anteproyecto Edificio de colecciones zoológicas para el Instituto de Ciencias de la Vida por parte de Federico Rubio.	Comienzo del desarrollo del anteproyecto Edificio de colecciones botánicas para el Instituto de Ciencias de la Vida el cual puede llevar un tiempo aproximadamente de 1 año y medio tiempo dividido en 2 fases.	Primera fase A lo largo de dos semanas se realizarán asesorías con los arquitectos e ingenieros especializados en las distintas áreas, y en algún momento se realizarán reuniones con especialistas de la botánica.	Segunda Fase con una duración de 12 meses en las cuales se llevará la propuesta del diseño del edificio tanto funcional como estructural, finalizado el anteproyecto.

1.7 DELIMITACIÓN GEOGRÁFICA

Departamento: Guatemala
Zona 12 Universidad San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía Centro Experimental Docente de Agronomía (CEDA)
Límites Geográficos del radio de influencia directo:

- Oeste: Parque de Las Ardillas, USAC
- Este: Avenida Petapa
- Sur: Cementerio
- Norte: área comercial y residencial el bosque

Ubicación geográfica: 14.572138866359905, -90.5478461028147

Tabla 3. Delimitación geografica. Elabroación propia

1.PAÍS DE GUATEMALA



FIGURA 1.

Litteralis, "Mapa Guatemala", Depositphotos, 5 de mayo de 2022, https://sp.depositphotos.com/345625046/stock-illustration-guatemala-map-with-regional-division.html.

2. DEPARTAMENTO DE GUATEMALA



FIGURA 2.

Colaboradores de los proyectos Wikimedia, "Zonas de la Ciudad de Guatemala - Wikipedia, la enciclopedia libre", Wikipedia, la enciclopedia libre, 24 de diciembre de 2021, https://es.wikipedia.org/wiki/Zonas_de_la_Ciudad_de_Guatemala.

4. TERRENO CENTRO EXPERIMENTAL DOCENTE
AGRONOMÍA CEDA, USAC



FIGURA 4.

"UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE AGRONOMÍA ÁREA INTEGRADA - PDF Descargar libre", Le proporcionamos las herramientas cómodas y gratuitas para publicar y compartir la información., consultado el 27 de octubre de 2022, https://docplayer.es/90514163-Universidad-de-san-carlos-de-guatemala-facultad-de-agronomia-area-integrada.html.

3. UNIVERSIDAD SAN CARLOS DE GUATEMALA ZONA 12

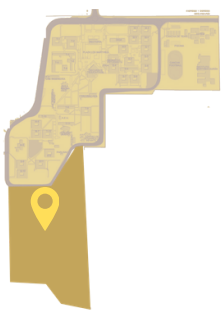


FIGURA 3.

"USAC Tricentenaria. Grande entre las del Mundo", USAC Tricentenaria. Grande entre las del Mundo, consultado el 27 de octubre de 2022, https://www.usac.edu.gt/mapausac.php.

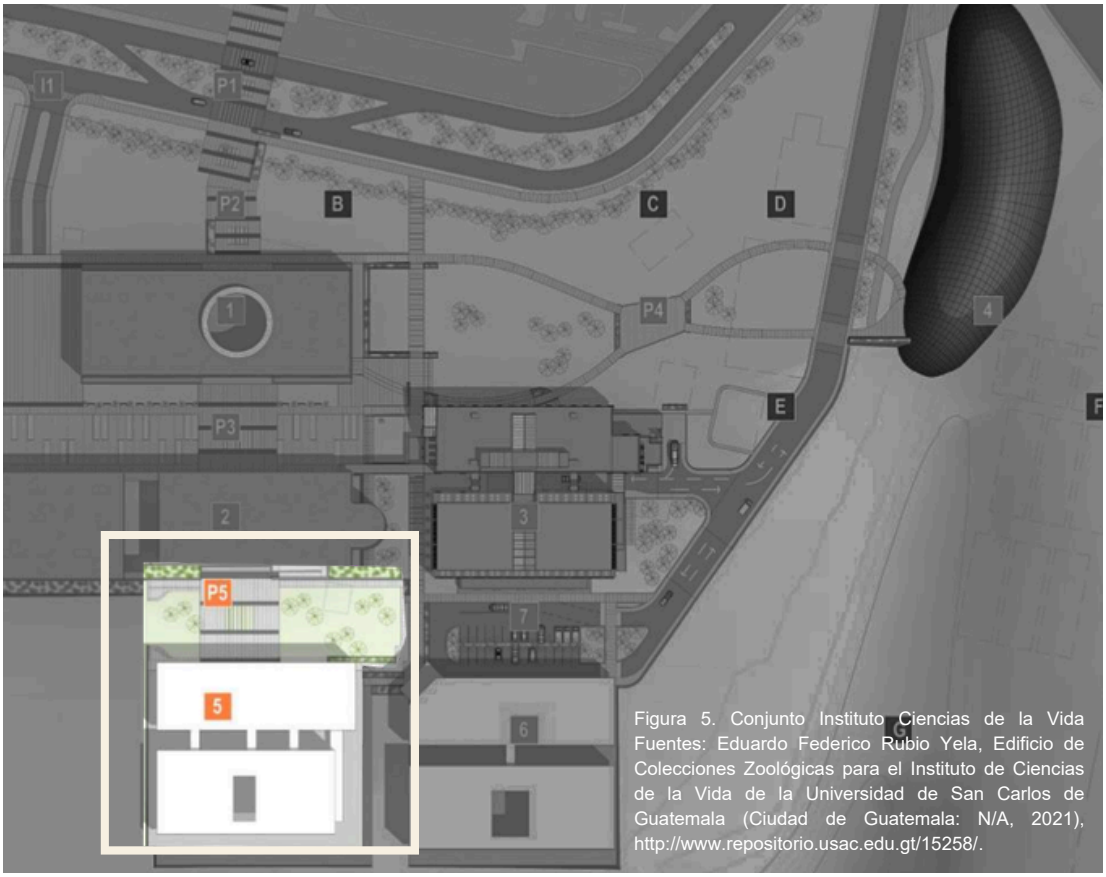


Figura 5. Conjunto Instituto Ciencias de la Vida Fuentes: Eduardo Federico Rubio Yela, Edificio de Colecciones Zoológicas para el Instituto de Ciencias de la Vida de la Universidad de San Carlos de Guatemala (Ciudad de Guatemala: N/A, 2021), http://www.repositorio.usac.edu.gt/15258/.

2658 m2
Área superficial del terreno

22 hectáreas
Instituto Ciencias y Sistemas de la Tierra,

Es un proyecto a nivel local y el área de influencia del edificio afectará al campus central de la Universidad de San Carlos de Guatemala debido a que se encontrará ubicado dentro del polígono secundario del campus al sur del mismo. El área planteada actualmente cuenta con 22 hectáreas , la mayoría de las cuales se utilizan para práctica de plantaciones e invernaderos, sobre este terreno se ha planteado la construcción del Instituto Ciencias y Sistemas de la Tierra,

Ahora bien, el área estimada destinada para el edificio de Colecciones Botánicas es de 2658 m2 aproximadamente; aunque es algo que puede llegar a cambiar en el trayecto del proyecto ya que, el área de ocupación puede llegar a expandirse o reducirse.[15]

15 Usac.edu.gt. “Jardín Botánico Para El Instituto de Ciencias de La Tierra, Universidad de San Carlos de Guatemala.,” 2026. https://biblos.usac.edu.gt/opac/record/621619?&mode=advanced&query=@field1=encabezamiento@value1=%20%20%20%20%20%20%20%20EDIFICIOS%20UNIVERSITARIOS&recnum=95.

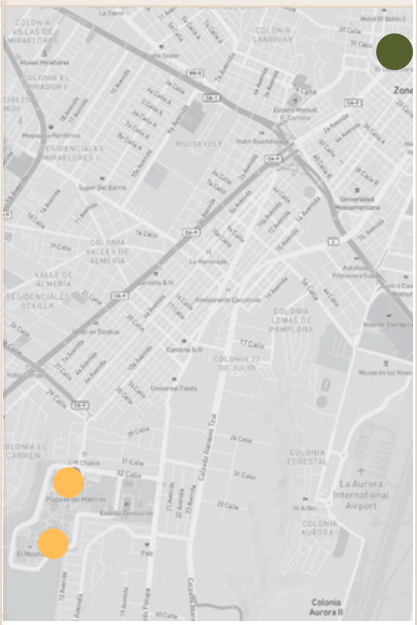
1.7.1 DELIMITACIÓN GEOGRAFICA DE ESPECÍMENES

Se estarían cubriendo las colecciones de especímenes ya existentes en los 3 herbarios pertenecientes a la Universidad San Carlos de Guatemala:

- Herbario de la Escuela de Biología -BIGU-
- Herbario AGUAT
- Herbario USCG

Aparte de esto, también se estarían implementando nuevas colecciones que se recolectarán. las cuales se recolectarán en el país de Guatemala o se adquirirán por medio de intercambios internacionales entre países mesoamericanos. Los cuales tienen las siguientes regiones políticamente bien definidas: los estados mexicanos de Tabasco (24, 738 km2), Chiapas (73, 289 km2), Campeche (57, 294 km2), Quintana Roo (42, 361 km2) y Yucatán (36, 612 km2), y los países centroamericanos de Belice (22, 966 km2), Guatemala (108, 890 km2), Honduras (112, 492 km2), (incluyendo las Islas Swan), El Salvador (21,040 km2), Nicaragua (130, 373 km2), Costa Rica (51, 100 km2), (incluyendo la Isla del Coco) y Panamá (75, 517 km2); 760,302 km2 en total, que es lo que conforma Mesoamérica. [16]

Tabla 4. Delimitación geográfica de Especímenes . Elaboración propia

Región Mesoamérica	País de Guatemala	Mapeado según los registros del Index Herbariorum
		
Figura 6. Mesoamérica. "Mesoamérica." Arqueología Mexicana, June 7, 2016. https://arqueologiamexicana.mx/indice-tematico/mesoamerica.	**Figura 7.** Mapa de Guatemala. Fuente: Litteralis, "Mapa Guatemala", Depositphotos, 5 de mayo de 2022, https://sp.depositphotos.com/345625046/stock-illustration-guatemala-map-with-regional-division.html.	**Figura 8.** Ubicación de Herbarios de Guatemala."Tropicos", Trópicos, consultado el 24 de septiembre de 2022, http://legacy.tropicos.org/Project/FM.

16"Tropicos", Tropicos, consultado el 24 de septiembre de 2022, http://legacy.tropicos.org/Project/FM.

1.7.2. DELIMITACIÓN GEOGRÁFICA USUARIOS

Estudiantes y docentes de pregrado, postgrado y doctorado de la universidad San carlos de Guatemala principalmente de

- Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia
- Facultad de veterinaria y zootecnia
- Facultad de Agronomía
- Escuela de Biología
- Escuela de Ingeniería Química,
- Escuela de Historia



Figura 9. "USAC Tricentenaria. Grande entre las del Mundo", USAC Tricentenaria. Grande entre las del Mundo, consultado el 27 de octubre de 2022, https://www.usac.edu.gt/mapausac.php.

1.8 DELIMITACIÓN POBLACIONAL

El proyecto está enfocado principalmente para la población estudiantil y docente de la Universidad de San Carlos de Guatemala, así como también a los investigadores internos y externos múltiples relacionados con la botánica y biología.

1.8.1 Población Estudiantil

Tabla 5. Población estudiantil . Fuente: Elaboración propia con datos deTotal de estudiantes inscritos por unidad academica y carrera según categoría de ingreso y sexo (Guatemala: N/A, 2018), https://registro.usac.edu.gt/formularios_rye/POficialINSCRITO2018.pdf.

Estudiantes inscritos para el año 2018 en las facultades directamente relacionadas con el proyecto

Facultad	Estudiantes inscritos	
	Licenciatura	Maestría
Facultad de Agronomía	2,100	24
Facultad de Arquitectura	3,540	-
Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia	2,142	217
Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnía	1,281	34
Subtotales	5421	149
Totales	14,908	

Los resultados indican que, de forma anual, se estima que 14,900 estudiantes serán beneficiados directamente a través del herbario, quienes harán uso constante de sus instalaciones a lo largo del año. A esta cifra se suman los estudiantes de las facultades vinculadas indirectamente mencionadas en la página anterior, los cuales aportan un incremento adicional al número de usuarios, consolidando al herbario como un equipamiento universitario de alto impacto académico, científico y social dentro de la universidad. [17]

17 Total de estudiantes inscritos por unidad academica y carrera según categoría de ingreso y sexo (Guatemala: N/A, 2018), https://registro.usac.edu.gt/formularios_rye/POficialINSCRITO2018.pdf.

1.8.2 POBLACIÓN DE ESPECÍMENES VEGETALES

La población resguardada por el herbario, con respecto a los especímenes vegetales, estará conformada por las colecciones actualmente existentes en tres herbarios del país, los cuales son reconocidos por el Index Seminum y forman parte de la Universidad de San Carlos de Guatemala. Dichas colecciones cuentan con una cantidad determinada de especímenes, los cuales se detallan a continuación:

- Herbario De La Escuela De Biología -BIGU- con 94,896 especímenes.
- Herbario AGUAT- 10,000 especímenes.
- Herbario USCG- 56,200 especímenes.

Dando un promedio de 53,699 especímenes. El objeto de estudio de estos herbarios son las colecciones de la diversidad florística del país, conformadas por flora, hongos, líquenes, briofitas y algas.[18]

En cuanto a su crecimiento anual, de acuerdo con la información proporcionada por sus curadores, se refleja en las siguientes cifras:

- Herbario De La Escuela De Biología -BIGU- Crecimiento anual 3,013 especímenes
- Herbario AGUAT- 10,000 especímenes- Crecimiento anual 400 especímenes
- Herbario USCG- 56,200 especímenes.- Crecimiento anual 1,500 especímenes

Sabiendo estos datos, puede decirse que el promedio anual son 2,256.5 especímenes nuevos por año. Utilizando la siguiente fórmula, se puede deducir cuántos especímenes se podrían tener en un tiempo de 50 años, tomando como dato inicial el promedio obtenido de las colecciones indicadas con anterioridad:

Datos
Población inicial (P_0): 53,699 especímenes
Crecimiento anual: 2,256.5 especímenes
Tiempo (t): 50 años

$$r = (pt/\ po)^{1/t} - 1$$

$$r = \frac{2,256.5}{53,699} = 0.0420 \approx 4.20\%\ \text{anual}$$

$$P_{50} = 53,699(1 + 0.0420)^{50}$$

$$P_{50} = 53,699(1.042)^{50}$$

$$P_{50} \approx 53,699 \times 7.83$$

$$P_{50} \approx 420,900\ \text{especímenes}$$

Dando como resultado final en un período de 50 años, se estima que el herbario podría alcanzar aproximadamente 420,900 especímenes, considerando un crecimiento anual promedio constante de 2,256.5 especímenes y un modelo de crecimiento exponencial.

18 David Mendieta, ingeniero agrónomo, entrevista personal, Guatemala, febrero de 2026.

Ahora bien, es posible estimar un máximo teórico de especies y de especímenes, así como plantear una proyección anual de crecimiento de las colecciones. Para Centroamérica, se reconocen aproximadamente 16,335 especies vegetales, lo que permitiría proyectar una cantidad potencial de hasta 1,633,500 especímenes, asumiendo un criterio de colecta promedio de 100 especímenes por especie.

No obstante, alcanzar una colección de esta magnitud implicaría un cambio de paradigma en las estrategias de investigación, financiamiento, infraestructura y recursos humanos, lo que convierte este escenario en una proyección teórica más que en un objetivo inmediato, y que podría alcanzar incluso a la región mesoamericana. [19]

1.9 OBJETIVOS

OBJETIVOS GENERAL

Diseñar a nivel anteproyecto el edificio destinado a las colecciones botánicas y micológicas, para el Plan Maestro del Instituto de Ciencias de la Vida de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Ubicar de manera estratégica en la Ciudad Universitaria el edificio de colecciones botánicas y que este mismo se logre adaptar a los anteproyectos ya resueltos del Instituto de Ciencias de la Vida que coexistirán en el mismo terreno.

- Solucionar la falta de instalaciones adecuadas y de capacidad espacial para la conservación, protección e investigación de especímenes vegetales, así como promover la unificación de las colecciones botánicas, con el fin de facilitar el trabajo transdisciplinario entre los profesionales vinculados a la temática y permitir el adecuado almacenamiento de nuevos especímenes.

- Diseñar espacios con las condiciones ambientales óptimas y adaptados a las necesidades actuales que se proyectan en los usuarios.

- Brindar Instalaciones y áreas educativas que respondan con sostenibilidad ambiental, funcional y estructural.

19 David Mendieta, Ingeniero Agrónomo, entrevista personal, Guatemala, febrero de 2026.

1.10 METODOLOGÍA



DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN	FUNDAMENTO TEÓRICO	CONTEXTO DEL LUGAR	PROCESO DE DISEÑO	PROYECTO ARQUITECTÓNICO
TEMAS	**TEMAS**	**TEMAS**	**TEMAS**	**TEMAS**
Definición del problema. justificación, de limitación, objetivos, metodología,cronograma de actividades	Teorías de la arquitectura, historia de la arquitectura en estudio, teorías y conceptos sobre tema de estudio, casos de estudio.	Contexto social, contexto económico, contexto ambiental.	Programa arquitectónico urbano y pre dimensionamiento, premisas de diseño, preconfiguración.	Desarrollo, presentación arquitectónica, presupuesto por áreas, crono-grama de ejecución por etapas
TIPO DE INVESTIGACIÓN	**TIPO DE INVESTIGACIÓN**	**TIPO DE INVESTIGACIÓN**	**TIPO DE INVESTIGACIÓN**	**TIPO DE INVESTIGACIÓN**
Investigación aplicada	Investigación aplicada	Investigación aplicada	Investigación aplicada	Investigación aplicada
LUGAR	**LUGAR**	**LUGAR**	**LUGAR**	**LUGAR**
Bibliográfica y documental	Bibliográfica, documental y de campo	De campo	Experimental	Experimental
ENFOQUE	**ENFOQUE**	**ENFOQUE**	**ENFOQUE**	**ENFOQUE**
Enfoque cuantitativo	Enfoque cuantitativo	Enfoque cuantitativo	Enfoque cuantitativo	Enfoque cuantitativo
PROFUNDIDAD	**PROFUNDIDAD**	**PROFUNDIDAD**	**PROFUNDIDAD**	**PROFUNDIDAD**
Explorativa	Descriptiva, y explicativa	Explorativa	Exploratoria	Explicativa
TÉCNICAS E INSTRUMENTOS	**TÉCNICAS E INSTRUMENTOS**	**TÉCNICAS E INSTRUMENTOS**	**TÉCNICAS E INSTRUMENTOS**	**TÉCNICAS E INSTRUMENTOS**
Reuniones con los encargados del proyecto Consultas con el asesor, Consulta bibliográfica del sitio y del tipo de proyecto • Análisis y síntesis de esa información • Redacción del material por escrito	Reuniones con los encargados del proyecto Consultas con el asesor, Consulta bibliográfica del sitio y del tipo de proyecto • Análisis y síntesis de esa información • Redacción del material por escrito, Análisis de proyectos de la misma naturaleza en aspectos a nivel de conjunto, ambientales, funcionales y formales de carácter nacional e internacional.	Análisis del contexto físico inmediato • Estudio de topografía, pen dientes, tipo y uso del suelo del terreno • Localización de infraestructura en el terreno • Recopilación de datos climáticos que afectan al terreno. • Vistas y uso de suelo del ter reno	Desarrollo del programa de necesidades • Diagramación • Análisis de casos análogos • Taller de desarrollo del conjun to por medio de la teoría de la forma • Desarrollo de plan maestro • Desarrollo de áreas a nivel de conjunto	Desarrollo de la propuesta a nivel de anteproyecto en planos, y vistas tridimensionales del objeto arquitectónico



CAPÍTULO II

FUNDAMENTO TEÓRICO

2.1 TEORÍAS DE LA ARQUITECTURA

2.1.1 ARQUITECTURA MODERNISTA

Modernismo es el término con el que se designa a una corriente de renovación artística desarrollada a finales del siglo XIX y principios del XX. Según los distintos países, recibió diversas denominaciones: Art Nouveau (en Bélgica y Francia), Modern Style (en Inglaterra), Sezession (en Austria), Jugendstil (en Alemania y países nórdicos), Liberty o Floreale (en Italia), y Modernisme o Estil modernista (en Cataluña). Si bien existe cierta relación que los hace reconocibles como parte de la misma corriente, en cada país su desarrollo se expresó con características distintivas. Tales como:

- La inspiración en la naturaleza y el uso profuso de elementos de origen natural, pero con preferencia en los vegetales y las formas redondeadas de tipo orgánico entrelazándose con el motivo central.
- El uso de la línea curva y la asimetría, tanto en las plantas y alzados de los edificios como en la decoración. Una derivación de este estilo en la década de 1920 es el denominado Art decó por lo que a veces se le suele confundir con el modernismo.
- Hay también una tendencia a la estilización de los motivos, siendo menos frecuente la representación estrictamente realista de éstos.
- Una fuerte tendencia al uso de imágenes femeninas, las cuales se muestran en actitudes delicadas y gráciles, con un aprovechamiento generoso de las ondas en los cabellos y los pliegues de las vestimentas.
- Una actitud tendente a la sensualidad y a la complacencia de los sentidos, con un guiño hacia lo erótico en algunos casos.
- La libertad en el uso de motivos de tipo exótico, sean éstos de pura fantasía o con inspiración en distintas culturas lejanas o antiguas.
- La aplicación envolvente del motivo tomando alguna de las características anteriormente mencionadas en contraposición con las características habituales del objeto a decorar. Esto se puede observar en la aplicación en el mobiliario, en arquitectura, en los afiches o posters promocionales o en objetos de uso cotidiano donde el elemento destacado de tipo orgánico envuelve o se une con el objeto que decora. [20]

20 Admin, "Arquitectura modernista - Urbipedia - Archivo de Arquitectura", Urbipedia, 22 de noviembre de 2008, https://www.urbipedia.org/hoja/Arquitectura_modernista.

2.2 HISTORIA DE LA ARQUITECTURA EN ESTUDIO

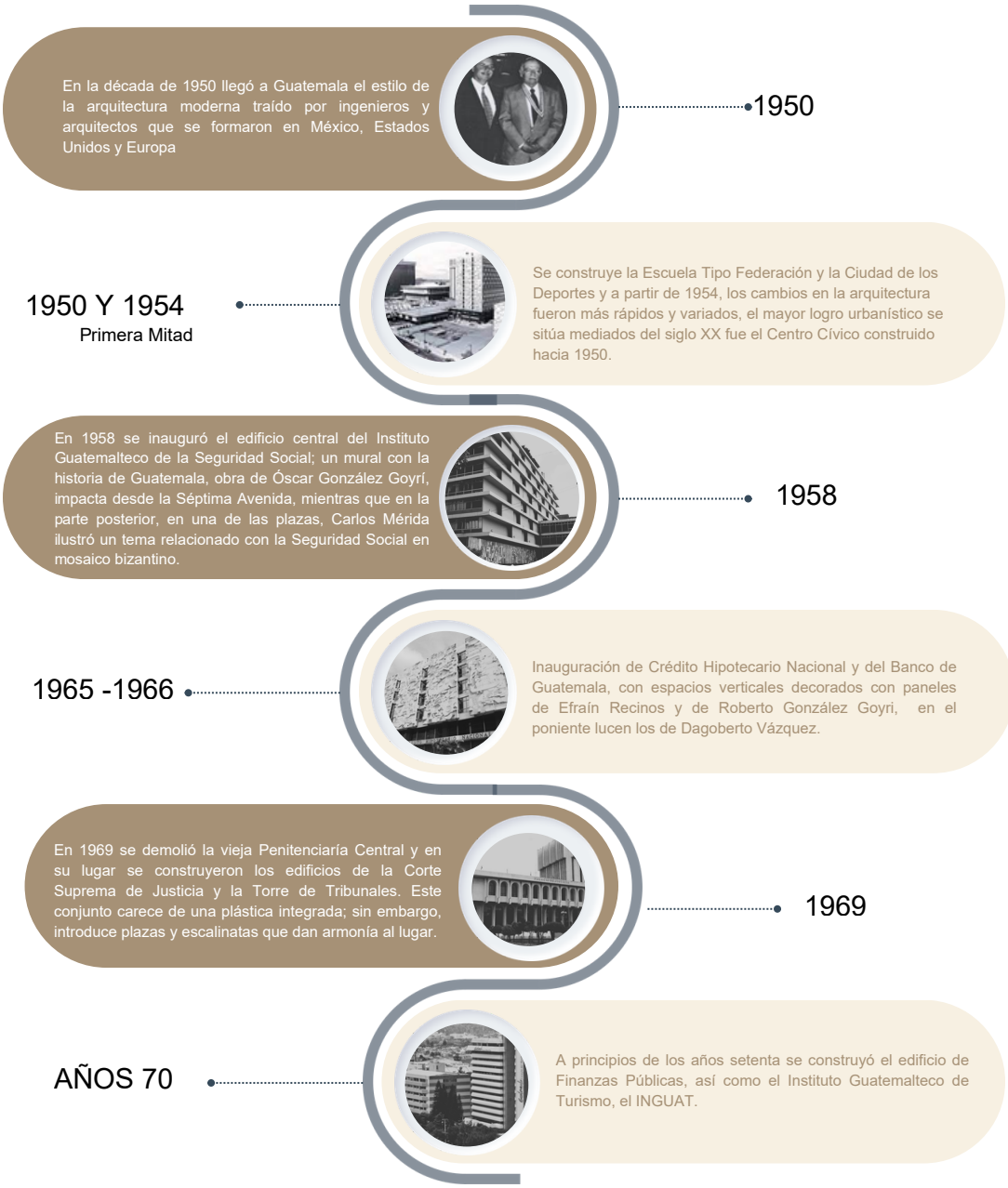


Figura 10. "Linea de tiempo Historia de la arquitectura moderna : realizado con ayuda de las siguientes páginas:

- "La historia de uno de los creadores del Centro Cívico en Guatemala", Aprende Guatemala.com, consultado el 27 de octubre de 2022, https://aprende.guatemala.com/historia/personajes/biografia-roberto-aycinena/.
- "Centro Cívico de Guatemala, Patrimonio Moderno en peligro", SciELO Ecuador- Scientific Electronic Library Online, consultado el 27 de octubre de 2022, http://scielo.senescyt.gob.ec/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1390-92742018000400066.
- "Crédito Hipotecario Nacional de Guatemala - Gazzettagt", Gazzettagt, consultado el 27 de octubre de 2022, https://gazzettagt.com/credito-hipotecario-nacional-de-guatemala/.
- "CSJ convoca a participar en elección de magistrados a la Corte de Constitucionalidad y estos son los requisitos", Prensa Libre, consultado el 27 de octubre de 2022, https://www.prensalibre.com/guatemala/justicia/csj-convoca-a-participar-en-eleccion-de-magistrados-a-la-corte-de-constitucionalidad-y-estos-son-los-requisitos/.

2.3 TEORÍAS Y CONCEPTOS SOBRE TEMA DE ESTUDIO

2.3.1 BOTÁNICA

Es una rama de la biología que trata del estudio de las plantas desde el nivel celular, estableciendo las relaciones entre estructura y función, pasando por el individuo, hasta su distribución geográfica, en los distintos ecosistemas terrestres. [21]



Figura 11. Jardín Botánico. Fuente: Concepto, 5 de agosto de 2021, https://concepto.de/botanica/.

2.3.2 RAMAS DE LA BOTÁNICA

Es una rama de la biología que trata del estudio de las plantas desde el nivel celular, estableciendo las relaciones entre estructura y función, pasando por el individuo hasta su distribución geográfica en los distintos ecosistemas terrestres. De acuerdo con el grupo de plantas que se estudien en el lugar se estarán dividiendo de la siguiente manera:

- Pteridología. Es la rama que aborda a los helechos.
- Ficología. También denominada algología, esta rama se dedica a abordar a las algas.
- Briología. Se dedica a estudiar a las hepáticas y a los muscos.
- Liquenología. Es la rama que estudia los líquenes.
- Mitología. Se enfoca en el estudio de los hongos.[22]

21 "Botánica", Concepto, 5 de agosto de 2021, https://concepto.de/botanica/.

22 De, Colaboradores. 2002. "Ciencia Que Estudia Las Plantas." Wikipedia.org. Wikimedia Foundation, Inc. May 15, 2002. https://es.wikipedia.org/wiki/Bot%C3%A1nica.

2.3.3 TAXONOMÍA VEGETAL

La Taxonomía vegetal es la parte de la Botánica que se ocupa de la clasificación u ordenación de las plantas, así como las bases, principios, métodos y normas que regulan dicha clasificación. [23]

Las plantas se ordenan en distintos grupos o categorías taxonómicas de acuerdo con las afinidades que presentan. De esta manera se va formando un sistema jerárquico de categorías taxonómicas, debido a que cada categoría está subordinada o incluida en otra más amplia, y a su vez incluye otros grupos de categoría inferior.

Aunque existen un total de 24 categorías taxonómicas las más utilizadas son de mayor a menor: División, Clase, Orden, Familia, Género, Especie, Subespecie y Variedad. [24]

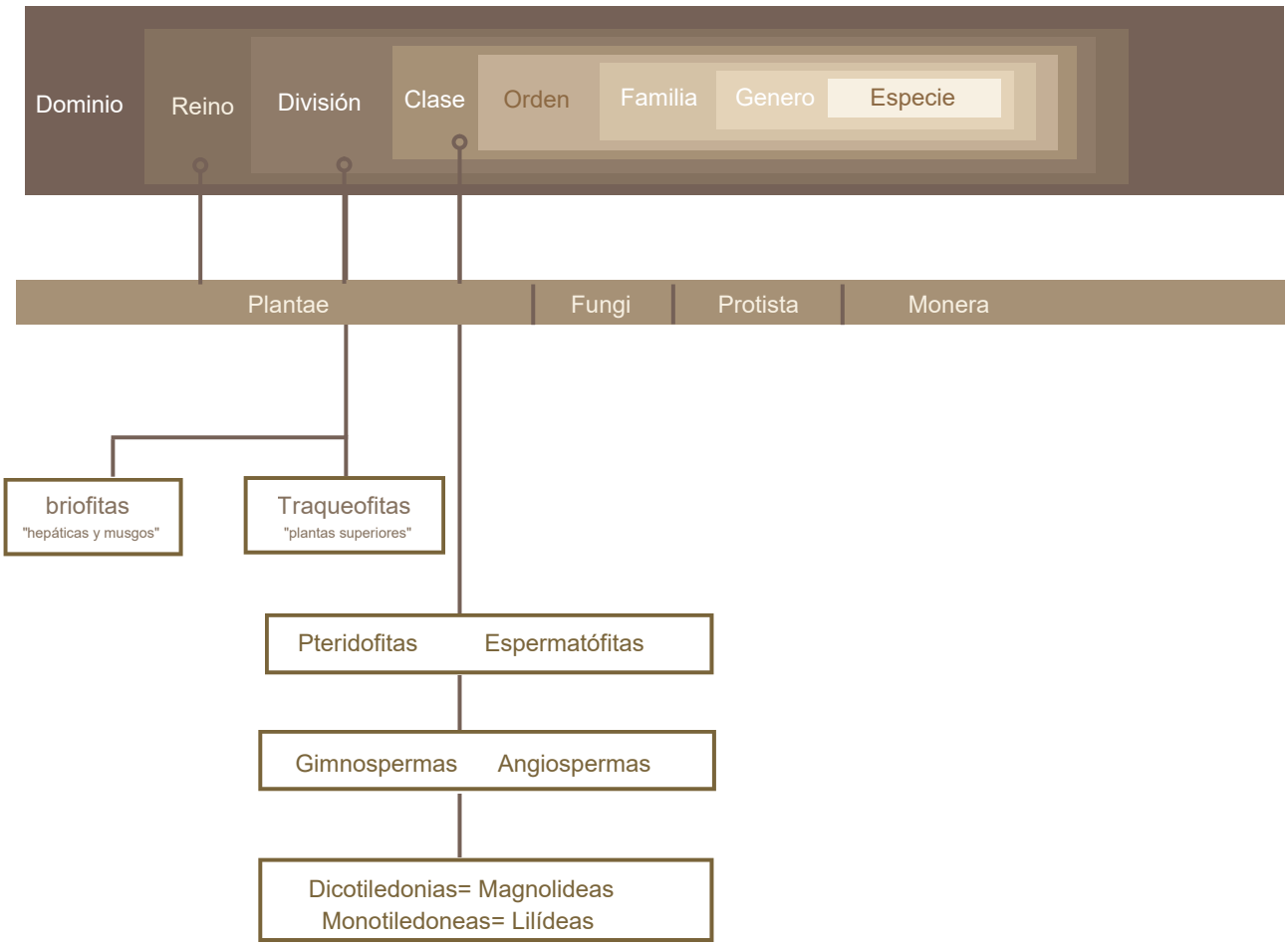


Figura 12. "Taxonomía Vegetal",. Fuente: Iberofla, 2021, https://iberoflora.jimdofree.com/plantas-vasculares/taxonomía-vegetal/.

23 "Taxonomía Vegetal", Iberofla, 2021, https://iberoflora.jimdofree.com/plantas-vasculares/taxonomía-vegetal/.

24 Tomas, Jose. "Botánica Sistemática: Documento de Apoyo Curso Agronomía 3er Semestre 2025." Studocu, March 31, 2025. https://www.studocu.com/gt/document/universidad-san-carlos-de-guatemala-centro-universitario-de-occidente/anatomia-y-morfologia-vegetal/botanica-s-doc-1-2025-informacion-basica/122524097.

2.3.4 HERBARIO

Tipo de colección: Científica y especial

Formación y clasificación

Préstamos de ejemplares	Expediciones de colecta	Intercambio y donaciones

En forma general se clasifican en colecciones para estudiar, investigar y dar docencia. Desde este punto de vista, las colecciones tienen dos funciones: una educativa y otra de investigación.

Función

Un herbario es una colección científica de plantas secas o herborizadas. Generalmente referida a plantas superiores o con flores (angiospermas y gimnospermas), también suele comprender al grupo de los helechos y afines (pteridofitas), así como musgos (musci) y hongos o setas e incluso algas (excepto los organismos microscópicos, que como colecciones suelen depositarse con otro sistema). Asociado a los herbarios se acostumbra contar con colecciones de semillas, frutos, madera, fotografías de plantas y otras relativas a los vegetales, incluso jardines botánicos. De vital importancia es contar también con una biblioteca especializada para la identificación del material vegetal.

La finalidad del herbario es tener la representación sistematizada de la biodiversidad vegetal con el fin de estudiar con precisión su presencia en determinada región geográfica en tiempo y espacio. Tomando esto como base, los estudios de la flora permiten conocer mejor la composición de comunidades vegetales, y son también información de primera mano para estudios en el medio terrestre sobre aspectos ecológicos, evolutivos, de ordenación territorial e impacto ambiental. [25]



Figura 13.

Especímenes conservados. Fuente: "¿Qué es un herbario?", Inicio, consultado el 27 de octubre de 2022, https://www.cibnor.gob.mx/investigacion/colecciones-biologicas/herbario-hcib/hcib-que-es-un-herbario.

25 "¿Qué es un herbario?", Inicio, consultado el 27 de octubre de 2022, https://www.cibnor.gob.mx/investigacion/colecciones-biologicas/herbario-hcib/hcib-que-es-un-herbario.

EN DEPENDENCIA DEL ALCANCE DE SUS COLECCIONES LOS HERBARIOS PUEDEN CLASIFICARSE EN:

Tabla 6. Clasificación de herbarios. Fuente: Elaboración propia con ayuda de "Herbario Histórico de Plantas Vasculares (MA) - GBIF.ES", GBIF.ES, consultado el 27 de octubre de 2022, https://www.gbif.es/coleccion/csic-real-jardin-botanico-herbario-historico/.

Generales o internacionales	Poseen millones de ejemplares que permiten una representación a escala global.
Nacionales o regionales	Son colecciones representativas de un país y otros vecinos de áreas geográficas afines.
Locales	Incluyen la representatividad de una región o provincia.
Especiales	Son colecciones representativas de un país y otros vecinos de áreas geográficas afines.
Adicionalmente	Pueden incluir colecciones anexas de frutos (carpoteca), semillas (esper- moteca), madera (xiloteca), pólenes (palino- teca); así como fotos y archivos de informes de viajes de campo

PROPÓSITOS DE LOS HERBARIOS

Tabla 7. Proposito de herbarios. Fuente: Elaboración propia con ayuda de "Herbario Histórico de Plantas Vasculares (MA) - GBIF.ES", GBIF.ES, consultado el 27 de octubre de 2022, https://www.gbif.es/coleccion/csic-real-jardin-botanico-herbario-historico/.

Referencia	Depositarias de información que respaldan el conocimiento sobre la diversidad de plantas de un área geográfica.
Identificación	Los especímenes de un herbario sirven como referencia para identificar material botánico.
Mantenimiento de la nomenclatura botánica	Mantienen los especímenes con los nombres científicos actualizados, según las revisiones taxonómicas más recientes y contribuyen a la estabilidad de la taxonomía al ser colecciones organizadas de acuerdo a las normas preestablecidas.
Fuente de información	Contienen datos sobre la diversidad de una región y sobre la distribución geográfica de las especies, junto con la información de los usos tradicionales, los periodos de floración y rectificación, etc.

Colecciones anexas

Complementan la colección general y su identificación está asegurada porque cuentan con ejemplares de respaldo. Son colecciones que pueden seguir el orden seleccionado para el herbario o estar alfabetizadas por familias, géneros y especies; esta última ordenación es la que más se emplea.

Colecciones históricas

Las colecciones históricas están formadas básicamente por las plantas recogidas en siglos o en décadas pasadas es recomendable mantenerlas en un sitio especial y que estén catalogadas; si son archivos pueden estar con los archivos recientes, pero de preferencia se mantienen en sitios seguros y secos para evitar pérdidas y sobre todo deterioro ya que el papel se dafia con el tiempo; si son obras encuadernadas, pueden estar en la biblioteca anexa al herbario incluidas en el acervo general o en cuartos acondicionados para su consulta y buena preservación como es un sitio sombreado (sin sol directo), y poca humedad o riesgos de plagas (insectos, roedores, etc.).

Fototecas

Son colecciones poco frecuentes en nuestro país y dependen de los programas de investigación o de docencia de la institución; los materiales que las integran pueden ser: positivos en papel, negativos o diapositivas. Cada una de estas colecciones se preserva de distinta manera: los positivos regularmente se montan en hojas de cartulina con una etiqueta que indica la especie y los datos de recolección, en particular si son fototipos, que posteriormente se intercalan en la colección general.

Colección de órganos carnosos, frutos y flores

Estas pueden ser orquídeas, cactáceas, etc. preservadas en sustancias o "espíritus", colección sumamente útil para los especialistas o para la ensefianza ya que permite el estudio morfológico de las muestras, independientemente de la fecha de recolección.

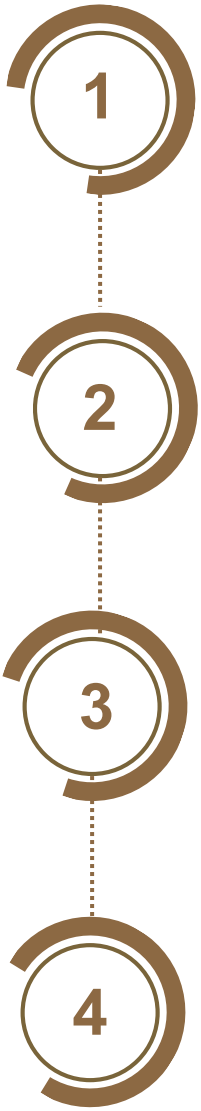
Colección de ejemplares de tipo

Los ejemplares tipo son aquellos en los cuales se basa la descripción de una especie; su presencia y número en las colecciones biológicas son una medida del aporte al conocimiento científico de la biodiversidad de una región, ya que representan especies nuevas cuyo primer reporte se refiere a la zona de estudio.[26]

26 Antonio Lot y Fernando chiang, Manual de herbario administración y manejo de colecciones, técnicas de recolección y preparación de ejemplares botánicos, 2a ed. (Mexico: Comite editorial, 1986).

2.3.6 PRESERVACIÓN DE EJEMPLARES

La organización de un herbario ya establecido consta de cuatro fases importantes:



Enriquecimiento

El enriquecimiento o crecimiento de la colección está dado por las propias recolecciones del personal, donaciones de colecciones e intercambios.

Procesamiento

El procesamiento consiste en una serie de pasos encaminados a dejar disponible el material al usuario: etiquetado, identificación, montaje, registro e intercalado.

Mantenimiento

El mantenimiento se refiere a la depuración de las colecciones y consiste en: a] un mantenimiento físico, consistente en fumigaciones, montaje, hecho.a de carpetas, etc. y uno académico, que se basa principalmente en la actualización de las determinaciones por medio de préstamos y visitas de especialistas a la institución, además de la que realizan los botánicos de la propia institución.

Administración

Consta del personal que es encargado de realizar diversas labores dentro del herbario. [27]

Consta del personal que es encargado de realizar diversas labores dentro del herbario.

27 Antonio Lot y Fernando Chiang, Manual de herbario administración y manejo de colecciones, técnicas de recolección y preparación de ejemplares botánicos, 2a ed. (México: Comité editorial, 1986).

1

RECOLECCIÓN

La primera fase en la formación de un herbario consiste en la recolección de muestras botánicas por lo que el trabajo de campo realizado con el equipo óptimo es el ideal En el momento de la recolección también llamada enriquecimiento la toma de datos se debe hacer preferentemente en el momento de la recolección y para ello es importante indicar en la libreta: la localidad exacta del sitio en que se realizó los nombres del colector o colectores; el número de muestra y la fecha en que se efectuó . De ser posible, deberán recolectarse las muestras por duplicado para que puedan ser intercambiadas con otros herbarios.

Tabla 8. Recolección de especímenes vegetales. Fuente: Elaboración propia con ayuda de Manual de herbario administración y manejo de colecciones, técnicas de recolección y preparación de ejemplares botánicos, 2a ed. (México: Cómite editorial, 1986).

Equipo Mínimo  **Figura 14.** Recolección de especímenes. Fuente: Herbario COA - Jardín Botánico de Córdoba. (2024, April 18). Jardín Botánico de Córdoba. https://www.jardinbotanicodecordoba.com/investigacion/herbario-coa/	. Prensa • Secadora (estufa y armazón) • Cartones corrugados • Periódico • Tijeras de podar • Pico o martillo de geólogo • Libreta de notas de bolsillo, plumón de tinta permanente y lápiz • Cuerda y/o garrocha para recolectar • Altimetro, mapas • Vehículo de doble tracción
Las hojas, frutos, semillas o flores	Transportadas en bolsas de papel, plástico o en sobres Las flores pueden fijarse con líquidos fijadores comunes, como por ejemplo el FAA (formaldehído, alcohol etílico al 70% y ácido acético) en frascos herméticos.
Bulbos, rizomas, raíces u otras partes subterráneas	Hacha, una navaja resistente y un pico de geólogo o una pala

Toma de datos: se debe hacer preferentemente en el momento de la recolección, y para ello es importante indicar en la libreta: la localidad exacta del sitio en que se realiza (anotando las coordenadas con respecto a algún punto o poblado conocido localizable en un mapa que sirva de referencia); el hábitat, los nombres comunes y los usos de la planta; las características biológicas (como forma de vida, tipo y color de flor, fruto, semillas, corteza y otras características notorias); los nombres del recolector o recolectores; el número de muestra (dándoles a éstas un número progresivo) y la fecha en que se efectuó. De ser posible, deberán recolectarse las muestras por duplicado para que puedan ser intercambiadas con otros herbarios, ya sea para acrecentar la colección o simplemente para enviárselas como donación a algún especialista, para que efectúe en caso necesario, su identificación. [28]

28 Antonio Lot y Fernando Chiang, Manual de herbario administración y manejo de colecciones, técnicas de recolección y preparación de ejemplares botánicos, 2a ed. (México: Comité editorial, 1986).

SECADO

2

1 **Pasos previos**

Aplanado y deshidratado por medio de calor
Papel absorbente (periódico) colocado entre 2 cartones corrugados de 45 x 30.

2 **Pasos para el secado**

Se coloca encima de una de las rejillas de la prensa un cartón, el ejemplar y otro cartón se continúa con esta operación hasta terminar de apilar todos los ejemplares; se cubre con la otra rejilla se amarra con 2 cintas resistentes para que quede fija la prensa y se mantiene así de 8 a 24 horas, dependiendo de la constitución tisular de las plantas.

3 **Instrumentos de secado**

Pueden ser prefabricados con cubierta aislante por dentro como el aluminio o lámina negra para que al subir el calor no se queme el armazón, que generalmente es de madera; el tamaño puede variar, pero el más recomendable es de 80 x 45 cm y 75 cm de alto.

La estufa o fuente de calor deberá colocarse en la parte baja de la secadora para que el calor suba a la prensa; la estufa puede ser de petróleo, eléctrica o de gas.

4 **Otros tipos**

El horno de microondas ha sido usado para matar el tejido vegetal como para secar el ejemplar; para ello emplean una prensa que no contenga metal y cambian las toallas de papel hasta que el ejemplar está seco (usualmente entre 20 y 35 min.)

Secado por congelación: para suculentas emplea nitrógeno líquido y proporciona excelentes resultados para cactáceas, quedando estas, al secar, en un estado bastante parecido al que tenían antes de ser procesadas. Los inconvenientes de este método son: costo prohibitivo y no muy apropiado para utilizarse en el campo.[29]



Figura 15.

"Secado de muestras botánicas Herbario JAUM". Fuente: Flickr, consultado el 29 de octubre de 2022, https://www.flickr.com/photos/proaves/31097446852.

29 Antonio Lot y Fernando Chiang, Manual de herbario administración y manejo de colecciones, técnicas de recolección y preparación de ejemplares botánicos, 2a ed. (México: Comité editorial, 1986).

Los herbarios ubicados en sitios de clima cálido-húmedo o húmedo tienen mucho más riesgo de plagas que aquellos de clima frío, ya que el desarrollo de las larvas se favorece con el calor y la humedad las especies más comunes que se encuentran en estos mismos vienen siendo:

Tabla 9. Fumigación de herbarios. Elaboración propia con ayuda de Manual de herbario administración y manejo de colecciones, técnicas de recolección y preparación de ejemplares botánicos, 2a ed. (México: Comité editorial, 1986).

Lasidoderma serricorne Stegobium panicum Atropos adivinatoria	Su ciclo de vida es de 70 a 90 días, el problema es que se agudiza ya que la infestación y destrucción de ejemplares es rápida, los huevos eclosionan en un período de 6 a 10 días y el estado larvario dura de 5 a 10 semanas, también que hay un riesgo muy alto de que las larvas permanecen latentes y que lleguen a hibernar a 15 °C.
Familias que son algo inmunes al ataque de plagas	
Bignoniaceae, Gesheriaceae, Pinaceae y algunos géneros de Acanthaceae) (Lewis, 1971),	
Totalmente destruidas por las plagas	
Flores, frutos, las semillas y las partes vegetativas suaves. Las familias más atacadas son: Solanaceae, Scrophulariaceae, Capparidaceae, Cruciferae, Asclepiadaceae, Apocynaceae, Tropaeoleaceae, Papaveraceae, Ranunculaceae, Nymphaeaceae, Lilia ceae, Araceae, Leguminosae (algunos g€neros), Rosaceae y Compositae;	
Totalmente destruidas rápidamente por las plagas	
Umbelliferae, Cruciferae, Papaveraceae y Scrophulariaceae , helechos, musgos y lfquenes, asi como con ciertos géneros de hongos [30]	



Figura 16.

Técnicas de curación. Fuente: Sonia Monroy Martinez y Francisco Javier Lopez Rosas, MANUAL DE TÉCNICAS DE CURACIÓN Y PRESERVACIÓN PARA UN HERBARIO DE MALEZAS (Mexico: Grupo DiaFi, 2019), XXXX, http://sinavef.senasica.gob.mx/CNRF/AreaDiagnostico/DocumentosReferencia/Documentos/ManualesGuias/Manuales/Manual%20Preservación%20Herbario%20V1%20PUB.pdf.

30 Antonio Lot y Fernando Chiang. Manual de herbario administración y manejo de colecciones, técnicas de recolección y preparación de ejemplares botánicos, 2a ed. (México: Comité editorial, 1986).

- **Rutinario:** a través de envenenamiento de ejemplares, uso de repelentes, o temperatura; el envenenamiento de plagas puede ser efectuado con gases de cianuro, con ácido cianhídrico o con cualquier sustancia que al ser ingerida por los posibles huéspedes les provoquen intoxicación y mueran. Los repelentes más comunes son el paradiclorobenceno (PDCB) y el diclorodifeniltricloroetano (DDT). Todas estas sustancias se usan permanentemente en dosis bajas, dentro de bolsitas o sobres para que se vayan evaporando lentamente, en los gabinetes del herbario.
- **Periódico:** la fumigación puede ser hecha cada dos o tres años. Estas sustancias, entre otras, pueden ser sales de mercurio o arsénico, o bromuro de metilo. Los fumigantes en general son objetables por su toxicidad al hombre, su grado de explosividad y su olor desagradable; y los repelentes solo son eficientes cuando son usados en conjunto con algún insecticida.
- **Aumento o disminución de temperatura:** son sometidos todos los ejemplares de nuevo ingreso a temperatura de entre 43 y 70°C (montados o no en cartulina) se lograra matar tanto a las larvas como a los insectos adultos (O'Neill,1972). El éxito de esta medida preventiva dependerá del cuidado, constante y rutinario, que se tenga de pasar directamente al horno o secadora el material que ingrese a cualquier secciòn del herbario ya sea laboratorio u oficina, independientemente de su procedencia; el tiempo de exposición al calor puede variar, pero no debe ser menor de 5 horas a 43°C.
- **Tratamiento de congelación:** por medio de congeladores comerciales, los insectos a -18 grados durante 48 horas mueren en cualquier estadio en que se encuentren, incluyendo a los escarabajos de herbario (lasioderma serricorne), no utiliza sustancias que pueden ser tóxicas para los usuarios del herbario.
- **Prevención:** consta de tener las precauciones necesarias para evitar introducir plagas a la colección sometiendo al calor los ejemplares de nuevo ingreso en forma rutinaria ya que el calor extremo (de 77°C) actúa como insecticida (O'Neill, 1938) a la vez que es el método de menor costo y riesgo para la salud de los humanos. Las medidas de seguridad más recomendables son las preventivas como la fumigación de los ejemplares de nuevo ingreso en cuartos acondicionados específicamente para esto y sin riesgos para el personal del herbario. El diseño de una cámara de fumigación puede ser variable dependiendo del espacio conque se cuente y de las facilidades para su estructuración, pero es indispensable, ya que si el método preventivo es con calor hay riesgos de incendio cuando el sitio donde se efectúa es improvisado y si se usan tóxicos, los riesgos son mayores y pueden afectar la salud humana a corto, mediano o largo plazo. [31]

31 Antonio Lot y Fernando Chiang, Manual de herbario administración y manejo de colecciones, técnicas de recolección y preparación de ejemplares botánicos, 2a ed. (México: Comité editorial, 1986),



Figura 17.

Secado y prensado de plantas. Fuente: El. (2022, December 2). Cómo hacer un herbario: aprende a secar y prensar plantas - EL BLOG DE LA TABLA. EL BLOG de LA TABLA. https://www.elblogdelatabla.com/como-hacer-herbario-aprende-secar-prensar-plantas/

Equipo Mínimo

Tijeras, cartulina blanca libre de ácido de 42 × 28 cm de 1 mm de espesor, tiras de papel blanco libre de ácido, pegamento 850 (acetato de polivinilo) que tiene la particularidad que no mancha, pega bien, no cristaliza con el tiempo y no es apetecido por los insectos, hilo blanco grueso, agujas de coser gruesas, pinceles y sobres de papel de diferentes dimensiones para depositar fragmentos desprendidos del ejemplar (e.g. hojas, flores, semillas o frutos).

Montaje y registro

El montaje y registro consiste en adherir la planta seca a una cartulina, en el caso de fanerógamas y helechos o en sobres o cajas, para criptógamas, para asegurar su preservación.

En los herbarios que no cuentan con mucho espacio para la colección se puede optar por separar los frutos grandes en una colección aparte con sus datos de recolección y una etiqueta tanto en el ejemplar de donde se quitó como en el fruto, que indique que corresponden al mismo número.

Etiquetado

La etiqueta debe tener el nombre completo de la Institución a que pertenece el herbario o colección. A cada ejemplar se le coloca una etiqueta tomando los datos de la etiqueta provisional o de la libreta de campo. Aunque el formato puede variar, la información mínima indispensable que lleva una etiqueta es la siguiente:

- Número de herbario / número del recolector (si lo tiene) / nombre científico / nombre completo de la localidad (e.g. provincia, localización puntual, coordenadas geográficas)/ fecha / nombre de los recolectores / hábitat/ usos.

Debe incluirse, además, el resto de la información recogida en el lugar de la recolecta, designación, revisión y actualización del nombre científico del ejemplar debe realizar un especialista del grupo en cuestión. [32]

32 Antonio Lot y Fernando Chiang, Manual de herbario administración y manejo de colecciones, técnicas de recolección y preparación de ejemplares botánicos, 2a ed. (México: Comité editorial, 1986).

IDENTIFICACIÓN

Una vez que han sido etiquetados los ejemplares, son identificados por el recolector o por los especialistas. Esta es la fase en la que el material suele permanecer más tiempo, particularmente en los herbarios en que los taxónomos son escasos.

Para efectuar la determinación de los ejemplares el herbario necesita de una biblioteca que tenga en su acervo obras florísticas generales y regionales, revisiones monográficas (que contengan claves y descripciones) e índices. Muy frecuentemente, es necesario enviar el material para su identificación a otros herbarios, ya sea en calidad de obsequio o préstamo (esto último es lo más frecuente).

ARREGLO DE LAS COLECCIONES

Los ejemplares de un herbario son arreglados sistemáticamente, arreglo que puede hacerse de acuerdo con los usos que tendrá la colección; en algunos casos será más práctico un herbario en orden alfabético de familias y géneros que uno por regiones fisiográficas o municipales

Si se opta por cualquier otro arreglo de la colección es suficiente con anotar los nombres de la familia y del género en cada carpeta. Las carpetas con los ejemplares se colocan en muebles herméticos, que pueden ser de madera o de metal, con entrepaños; las medidas de los estantes para herbario son de 2 a 2.20 m de altura, por 1 in de ancho y 50 cm de profundidad

Los herbarios micológicos tienen un arreglo alfabético, tanto en los géneros como en las especies dentro de cada grupo mayor (ascomicetos y basidiomicetos). [33]

33 Antonio Lot y Fernando Chiang, Manual de herbario administración y manejo de colecciones, técnicas de recolección y preparación de ejemplares botánicos, 2a ed. (México: Comité editorial, 1986).

OTROS PROCESOS QUE SE DESARROLLAN

Remontaje

Proceso se basa en la detección de ejemplares que se han deteriorado a través del tiempo dentro de la colección de consulta, toda vez se extraen de la colección se llevan a restaurar para reincorporarse nuevamente en su sitio en cuanto estén reparados y remontados.

Actualización

Una colección sirve de referencia para determinar las especies que habitan en determinadas regiones y, por tanto, deberá actualizarse constantemente. Así, los ejemplares nuevos, además de tener que estar determinados por especie, deben revisarse y nominarse de acuerdo con los cambios de nomenclatura o taxonómicos más recientes.

Mantenimiento

Consiste en la revisión y limpieza periódica de todos los ejemplares del herbario, asegurando los fragmentos desprendidos o colocándolos en sobres; a veces es necesario remontarnos si la cartulina se ha deteriorado. La desinfección periódica con productos químicos y la ubicación de bolsitas de naftalina en los entrepaños de los estantes es parte de las labores de mantenimiento de los herbarios.

Intercambio y donaciones

Son otras vías de incremento y diversificación de las colecciones y se establece por el interés de los especialistas o de la institución de obtener ejemplares de grupos taxonómicos o de zonas geográficas específicas. Los intercambios se pueden realizar a nivel nacional e internacional.

Préstamos de ejemplares

Es usual que investigadores, tanto cubanos como extranjeros, realicen la solicitud de préstamos de ejemplares. Esto debe atenderse siempre que la institución a la que pertenece el solicitante se responsabilice con la custodia del ejemplar y con fecha límite del préstamo. Debe quedar constancia escrita del ejemplar prestado. Salvo situaciones especiales no deben prestarse ejemplares únicos y los ejemplares tipos. [34]

34 Antonio Lot y Fernando Chiang, Manual de herbario administración y manejo de colecciones, técnicas de recolección y preparación de ejemplares botánicos, 2a ed. (México: Comité editorial, 1986).

Los principales agentes que causan deterioro a las colecciones son la aplicación de fuerzas físicas directas sobre los ejemplares, vandalismo, fuego, agua, radiaciones, la contaminación por plagas como insectos, hongos y roedores, temperaturas no adecuadas y humedad relativa no controlada.

Factores que intervienen en la conservación:

- inmueble adecuado: edificio de concreto o mampostería y cubierta de hormigón
- mobiliario: estantes metálicos con cierre hermético.
- humedad óptima: 40 – 65 % (± 5 %).
- temperatura: por debajo de 25 ºC (±2 ºC).
- actividad humana: cumplimiento del reglamento establecido por parte del personal que atiende la colección y los usuarios.
- eliminar agua estancada y desperdicios (dentro y alrededores del edificio).
- eliminar árboles y arbustos cercanos.
- no introducir plantas vivas.

Los trabajadores del herbario están en la obligación de:

- hacer cumplir el reglamento del herbario; tanto en su puesto de trabajo como para la atención a usuarios.
- controlar el acceso al inmueble de las colecciones y a las bases de datos a personas ajenas al herbario.
- no permitir la entrada de plantas y animales vivos, y ejemplares húmedos y no desinfectados al área principal de la colección.
- tener en cuenta que el acceso a trabajar con las colecciones históricas es limitado.
- velar por que se mantenga la limpieza y organización del herbario, tanto en los puestos individuales de trabajo como en las áreas colectivas. [35]



Figura 18.

"Colección UNAM- MEXU. Fuente: Revista Digital Universitaria", RDU - UNAM, consultado el 29 de octubre de 2022, http://www.revista.unam.mx/index_abr14.html.

35 Antonio Lot y Fernando Chiang, Manual de herbario administración y manejo de colecciones, técnicas de recolección y preparación de ejemplares botánicos, 2a ed. (México: Comité editorial, 1986).

CONDICIONES REQUERIDAS PARA ESTABLECER UN HERBARIO

En todos los casos es necesario tener condiciones mínimas para el mantenimiento, la conservación, el incremento y el uso de las colecciones. Primeramente, se debe disponer de una edificación, preferentemente de mampostería o concreto, ubicada en un lugar seco, con áreas debidamente compartimentadas para las principales actividades: local para la colección, local para el procesamiento del ejemplar recolectado (selección y desinfección), local de trabajo para el personal del herbario y visitantes; además puede incluir un almacén.

Tabla 10. Condiciones requeridas para establecer un herbario. Elaboración propia con ayuda de Manual de herbario administración y manejo de colecciones, técnicas de recolección y preparación de ejemplares botánicos, 2a ed. (México: Comité editorial, 1986).

	
local para la colección	local para el procesamiento del ejemplar recolectado
	
almacén	local de trabajo para el personal del herbario y visitantes

TEMPERATURA Y HUMEDAD

Los ejemplares deben guardarse en estantes metálicos con cierre hermético y debe existir un sistema de protección contra incendios.

En el área de colecciones deben estar controlados los parámetros de temperatura, humedad relativa e iluminación, la temperatura debe ser inferior a 25 ºC y la humedad relativa mantenerse entre 40 y 65 %.

El área para la descontaminación del ejemplar debe estar debidamente ventilada debido al uso habitual de tratamientos químicos con sustancias nocivas. [36]

36 Antonio Lot y Fernando Chiang, Manual de herbario administración y manejo de colecciones, técnicas de recolección y preparación de ejemplares botánicos, 2a ed. (México: Comité Editorial, 1986).

ESQUEMA SIMPLIFICADO DE PREPARACIÓN DE ESPECÍMENES

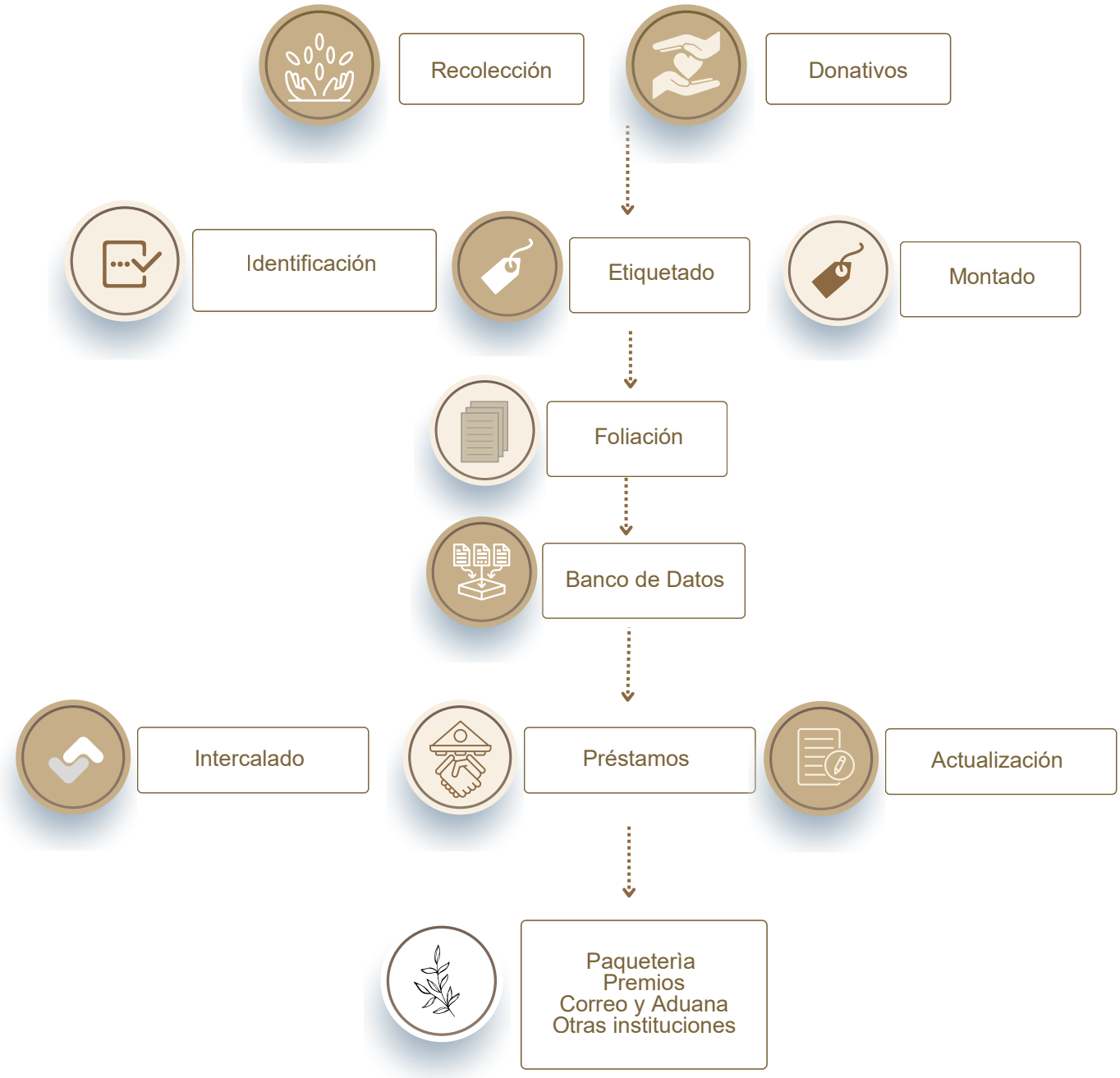


Figura 19. Esquema simplificado de preparación de especímenes. Elaboración propia con ayuda del manual Antonio Lot y Fernando Chiang, Manual de herbario administración y manejo de colecciones, técnicas de recolección y preparación de ejemplares botánicos, 2a ed. (México: Comité editorial, 1986).

2.3.7 PERSONAL ESPECÍFICO

Director o curador general

Dirige o inicia un herbario, lo provee de materiales, incluyendo la literatura y el personal; mantiene relaciones con botánicos para intercambiar, prestar o donar material; organiza y administra el presupuesto, y lo que es más importante, distribuye las actividades del personal que consta de un investigador, un profesor o recolector promotor del herbario, y de las personas que realizan el trabajo manual de montaje y etiquetado de los ejemplares que forman el acervo.

Recolectores

Recolectan, aunque en algunos herbarios hay recolectores contratados o estudiantes de licenciatura y de posgrado que para sus estudios realizan recolecciones regulares en el país. En ocasiones los recolectores son conocedores empíricos de la flora local, y representan una excelente ayuda pues proporcionan información fidedigna.

Etiquetadores

Elaboran las etiquetas para cada uno de los ejemplares; es indispensable que conozca la importancia de todos y cada uno de los datos anotados en la etiqueta y cómo transferirlos correctamente a partir de las libretas de campo.

Identificadores

Personal especializado en una región geográfica o en un determinado grupo que puede identificar las muestras botánicas; también existe otro tipo de identificadores que no tienen especialidad alguna y que identifican de todo en general. Tanto unos como otros son indispensables en los herbarios.

Curadores

Personal que lleva el registro de todas estas colecciones que permite conocer con detalle el origen y procedencia de las colecciones que formaron parte del acervo. Son las personas que manejan las diferentes colecciones, ya sea las de reciente ingreso o las que ya forman parte del acervo, es decir, primeras colecciones sin montar que provienen de los recolectores y que carecen de etiqueta, identificación y montaje; las que provienen de intercambios y ya tienen sus etiquetas; las que se reciben en obsequio y pueden o no tener etiquetas ya impresas y que pasarían, según sea el caso, a una u otra fase.[37]

37 Antonio Lot y Fernando Chiang, Manual de herbario administración y manejo de colecciones, técnicas de recolección y preparación de ejemplares botánicos, 2a ed. (México: Comité editorial, 1986).

2.4. CASO DE ESTUDIO

2.4.1 CASO DE ESTUDIO NO.1- HERBARIO NACIONAL (MEXU) - INSTITUTO DE BIOLOGÍA, UNAM

2.4.1.1 CRITERIOS PARA SELECCIÓN DEL CASO DE ESTUDIO 1

El Herbario del Instituto de Biología UNAM tiene varios aspectos por los cuales merece ser estudiado siendo estos los siguientes:

- Relevancia académica: el Herbario Nacional de México es una de las colecciones botánicas más grandes y valiosas de América Latina. Por lo tanto, cualquier proyecto relacionado con esta institución es altamente relevante desde una perspectiva académica.

- Disponibilidad de datos y acceso al herbario: en su página web ofrece acceso para fines de investigación, tales como la cantidad y tipos de especímenes que se encuentran en cada colección.

- Importancia científica: contiene la existencia de especímenes que no se encuentran en otros herbarios, así como especies endémicas o en peligro de extinción en México, que pueden ser un buen objeto de estudio. 38

- Viabilidad: se tienen los datos suficientes para continuar con la investigación del caso análogo, eso sí, a excepción de los planos que, tanto en internet como personas que han trabajado en el lugar, no cuentan con ellos.

- Originalidad: por la manera en que, a pesar de los años, han logrado adaptar el edificio a las condiciones aceptables de edificios de este mismo uso.

- Supervisión y orientación: se tiene actualmente el apoyo de una persona que trabajó en el lugar y tiene idea de cómo es el edificio. Aún así, la desventaja es que fue hace 2 años; se cuentan con diagramas, entre otros documentos, pero al ser realizados por una persona que no está dentro del área de arquitectura, estos esquemas llegan a ser muy teóricos.



Figura 20. Herbario MEXU - UNAM. Fuente: de, Digital. “Herbario Nacional de México, Insituto de Biología, UNAM- Mexico City.” Mexico City, 2023. https://mexicocity.cdmx.gob.mx/venues/herbarium/.



Figura 21. Mapa de ubicación Instituto de Biología UNAM- Fuente: Elaboración propia con ayuda de Google Maps. 2019. “Google Maps.” Google Maps. 2019. https://www.google.com/maps.

2.4.1.2 LOCALIZACIÓN INSTITUTO DE BIOLOGÍA- UNAM

El terreno del proyecto se encuentra ubicado en: Cto. Zona Deportiva S/N, C.U., Coyoacán, 04510 Ciudad de México, CDMX, México, siendo parte de Universidad Nacional Autónoma de México- UNAM.

- Latitud: 19°32’06.6”N
- Longitud: 99°19’43.7”W

Posee un retiro de entre 15 y 25 m de distancia, el cual va variando conforme el desarrollo de la línea de fachada.

- El ingreso principal se encuentra luego de cruzar todo el parqueo de la institución.
- El ingreso secundario (de servicio) a los costados.

Área: 5,943.96 solo la edificación sin contar el parqueo. El parqueo tiene 3, 286 m2 de área.
Perímetro: 395.16 m. solamente la edificación.

Fue fundado en 1929 y cuenta con dos grandes departamentos, el de botánica y el de zoología. Los edificios que integran el complejo se describen de la siguiente manera. [38]

38 De, Instituto. “IBUNAM - Instituto de Biología, UNAM.” Unam.mx, 2021. https://www.ib.unam.mx/ib/colecciones-biologicas/herbario-nacional/.

2.4.1.3 PROYECTOS COMPLEMENTARIOS INSTITUTO DE BIOLOGÍA UNAM

Tabla 11. PROYECTOS COMPLEMENTARIOS Instituto de Biología- UNAM. Fuente: Mábel Daniza Hernández Gutiérrez, Visita técnica a la Universidad Nacional Autónoma de México –UNAM–: Informe general (Guatemala: Centro de Investigaciones, Facultad de Arquitectura, Universidad de San Carlos de Guatemala, 2012).

Edificio A	• Biblioteca • Colección Botánica del Herbario Nacional	**PLANTA BAJA:** • Biblioteca **PRIMER NIVEL:** • Sala Acacia • Sala Opuntia • Sala de tipos • Cubículos A-104 a 115 **SEGUNDO NIVEL:** • Sala Dhalia • Sala Salvia • Sala Thevetia • Cubículos A-204 a 218
Edificio B	• Gobierno Universitario • Área Usos Múltiples • Área de cómputo • Colección Botánica del Herbario Nacional	**PLANTA BAJA:** • Dirección • Secretaría Académica • Secretaría Administrativa • Salón de Usos Múltiples **PRIMER NIVEL:** • Sala Polypodium • Sala Alorina • Microscopio electrónico • Cubículos B-108 a 124 **SEGUNDO NIVEL:** • Sala Zea • Sala Betia • Floras • Colecciones de polen • Jefaturas • Cubículos B-210 a 215
		PLANTA BAJA: • UNIBIO

Edificio C	• UNIBIO • Unidad Post grados • Micología • Secretaría Técnica • Zoología - laboratorios	• Aulas 1 y 2 • Oficina de Post grados • Laboratorio húmedo **PRIMER NIVEL:** • Colección de hongos • Jefatura • Microtoxinas • Macromicetos • Micromicetos • Líquenes • Palmas • Secretaría técnica • Xiloteca y anatomía de madera • Laboratorio de biodeterioro **SEGUNDO NIVEL:** • Biología molecular • Bioterios A y B • Laboratorio de hidrobiología • Laboratorio de Sistemas de Información Geográfica • Laboratorio de herpetología • Laboratorio de fotografía científica
Edificio D	• Zoología – colecciones nacionales	**PLANTA BAJA:** • Colección nacional de ácaros • Colección nacional de mamíferos • Aula 3 • Laboratorio de mastozoología • Colección nacional de crustáceos **PRIMER NIVEL:** • Colección nacional de peces • Colección nacional de aves • Colección nacional de anfibios y reptiles **SEGUNDO NIVEL:** • Colección nacional de insectos • Helmintos

2.4.1.4 ORGANIGRAMA ADMINISTRATIVO INSTITUTO DE BIOLOGÍA- UNAM

Curador de Herbario: encargado principal de la gestión, conservación y desarrollo de la colección. Esto incluye la adquisición de especímenes, la catalogación, la supervisión del mantenimiento y la promoción de la colección.

Asistentes de Curador: personal que ayuda al curador en diversas tareas, como la clasificación de especímenes, la catalogación, la conservación y la organización de la colección.

Científico Botánico: especialista en botánica que realiza investigaciones y estudios científicos utilizando la colección de herbario.

Técnicos de Laboratorio: personal que ayuda en las tareas de preparación de especímenes, extracción de compuestos químicos, análisis y procesamiento de muestras.

Botánicos y Biólogos: investigadores y expertos en botánica y biología que trabajan en proyectos específicos relacionados con plantas y sus aplicaciones.

Especialistas en Taxonomía: botánicos especializados en la clasificación y nomenclatura de especies.

Conservador de Colecciones: responsable de la conservación y el mantenimiento de los especímenes, incluyendo la protección contra daños y el control de plagas.

Especialistas en Preservación de Especímenes: personal que se encarga de la prensa y secado de las plantas, así como de su montaje en hojas de herbario.

Bibliotecarios: encargados de gestionar la biblioteca del herbario, que incluye literatura científica y recursos botánicos.

Personal de Administración: personal administrativo encargado de la gestión de recursos humanos, presupuesto, adquisiciones y gestión de documentos.

Guías y Educadores: personal que se encarga de ofrecer visitas guiadas, charlas y programas educativos para el público.

Personal de Mantenimiento: personal de mantenimiento y limpieza para mantener las instalaciones del herbario en buen estado.

Especialistas en Tecnología de la Información: responsables de la gestión de bases de datos y sistemas de información relacionados con la colección de herbario.

Voluntarios y Becarios: personas que colaboran con el herbario en diversas tareas, desde catalogación hasta conservación.

Personal de Seguridad y Salud Ocupacional: encargado de garantizar la seguridad de las instalaciones y del personal en el manejo de productos químicos y maquinaria.

Personal de Mantenimiento: personal de mantenimiento y limpieza para mantener las instalaciones del herbario en buen estado.

Organigrama del herbario y colecciones zoológicas

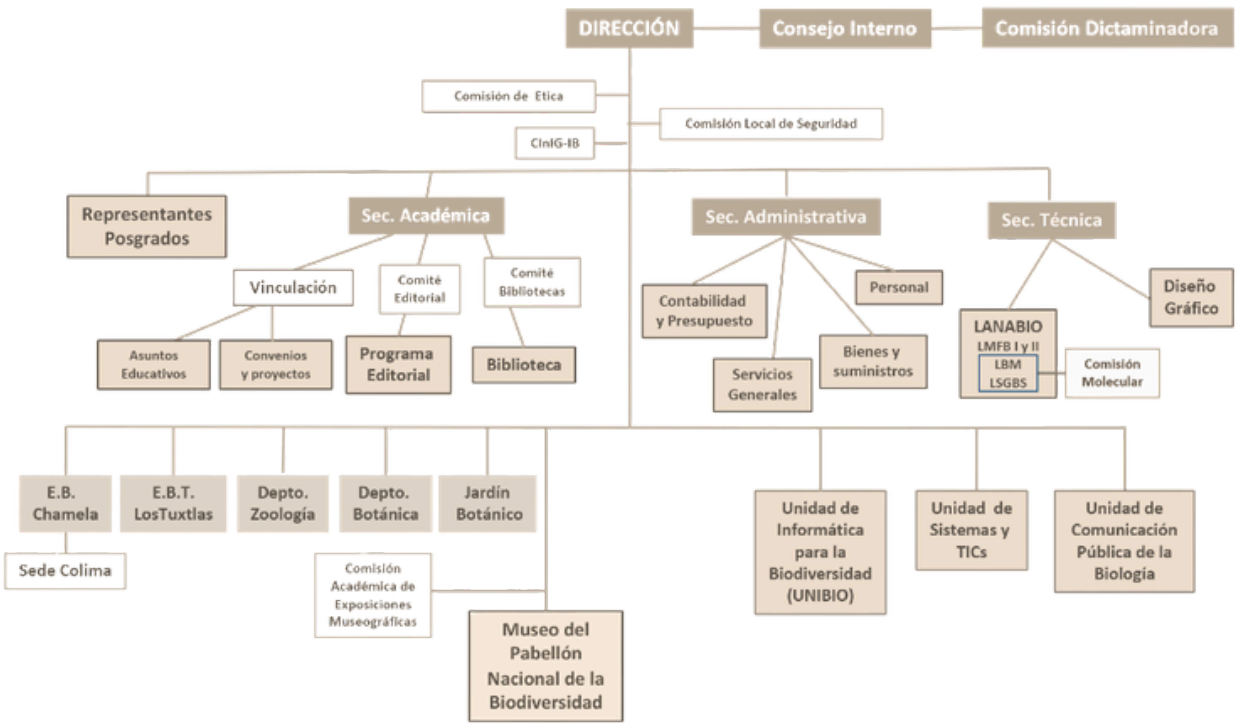


Figura 22. ORGANIGRAMA DE HERBARIO Y COLECCIONES BIOLOGICAS, UNAM. de, I. (2021). IBUNAM - Instituto de Biología, UNAM. Retrieved October 16, 2023, from Unam.mx website: https://www.ib.unam.mx/ib/organizacion/organigrama/

2.4.1.5 PROGRAMA ARQUITECTÓNICO INSTITUTO DE BIOLOGÍA- UNAM

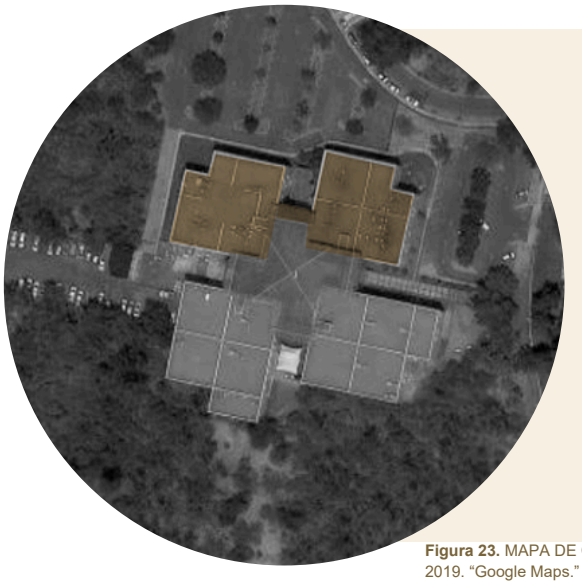
Tabla 12. Programa arquitectónico- Instituto de Biología- UNAM. Fuente: Mabel Daniza Hernández Gutiérrez, Visita técnica a la Universidad Nacional Autónoma de México –UNAM–: Informe general (Guatemala: Centro de Investigaciones, Facultad de Arquitectura, Universidad de San Carlos de Guatemala, 2012).

PROGRAMA ARQUITECTÓNICO MEXU							
Programa arquitectonico	Áreas complementarias	Consideraciones de diseño	Actividades	m2	usuarios	Metros cuadrados por usuario	Mobiliario
EDIFICIO DE ADMINISTRACIÓN							
Cafetería	Área de mesas		Comer, convivir	72	60	1.20	Mesas, sillas
	Cocina		Cocinar	32	8	4	Gabinetes, alacenas, cajones, islas de cocina, encimeras, fregadero, electrodomésticos empotrados. Campana extractora, despensas, estanterías abiertas, muebles auxiliares, armarios de esquina
Jefatura de curación y mantenimiento de colecciones	Secretaría de colecciones						
	Oficina del curador/administrador de colecciones	Cerca de: Área secretarial, Área de procesamiento de especímenes y catalogación	Investigación, informes y trámites	18	1	16	Escritorios, computadora, conección telefónica, librerías, archivo, superficie de trabajo para especímenes, armarios para especímenes
Tesorería	Oficina tesorero		Realizar cuentas y chequeos	12	1	12	Escritorio, computadora, conexión telefónica, librerías, archivo.
	Auditorio		Revisar, examinar y evaluar las operaciones administrativas y financieras de una empresa	12	1	12	Escritorio, computadora, coleccion telefonica, librerías, archivo
	Caja		Detallar el ingreso y egreso del dinero	12	1	12	Escritorio, computadora, conección telefónica, librerías, archivo
	Auxiliar de tesorería I y II		Realizar cuentas y chequeos	12	2	6	Escritorio, computadora, conexión telefónica, librerías, archivo.
Trabajadores de servicio	Servicio sanitarios pertinentes a los espacios		Realizar actividades fisiologícas	16	4	4	Inodoros, lavamanos.
	Área de lockers		Guardar pertenencias	16	3 o menos	5.33	Lockers
	Lugar para descanso		Descansar	32	7	4.57	Televisión, mesa de billar, juegos de mesa, consola de videojuegos, sillas y mesas
Dirección del herbario	Recepción		Realizar llamadas, informes y atender clientes	4	1	4	Escritorio y computadora + teléfono de línea
	Oficina del jefe del herbario		Realizar llamadas, investigaciones, informes	16	1	16	Teléfono, línea confidencial del fax, computadora en red, archivo confidencial, escritorio y sillas adicionales.
	Secretaría general	Cerca de la sala de descanso, almacén de suministro	Archivar, llamar, espacio de almacenamiento de suministros de secretaría, fotocopiar.	32	3 de manera permanente, pueden llegar a estar más usuarios en este espacio de manera espontánea	10.66	Equipadas con: guillotinas, fax, gabinetes para archivos, y otros, equipos de oficinas, espacio para materiales de referencia, suministros secretariales y para computadoras, computadoras en red, maquinas de escribir, sacapuntas, impresoras, teléfonos, fotocopiadora, botiquín de primeros auxilios, información asociada de seguridad y registros de incidentes.

Recepción	Recepción	Cerca del personal de respaldo. Tratamiento de plagas. Colecciones, oficinas, biblioteca.	Atender llamadas, visitantes, dar orientación y explicación de lo que se realiza en la instalación	16	1	2	Equipada con equipo telefónico, enchufes electricos, registro de visitantes y trifoliares de orientación, algunos libros de referencia básicos de orientación o institucionales, una colección de referencia de plantas locales, microscopios y estereomicroscopios de disección folletos informativos y objetos en exhibición, información de recorrido para visitantes.
Biblioteca	Servicio sanitario		actividades fisiológicas	16	4	4	inodoros, lavamanos, etc.
	Área de lectura y trabajo		Leer y escribir	64	18	2	Estanterías, libros, escritorios, sillas, sillones
	Secretaría		Archivar, llamar, espacio de almacenamiento de suministros de secretaría, fotocopiar.	16	1	4	Teléfono, línea confidencial del fax, computadora en red, archivo confidencial, escritorio y sillas adicionales
	Jefe de biblioteca		Archivar, organizar, controlar.	16	1	6	Teléfono, línea confidencial de fax, computadora en red, archivo, escritorio y sillas adicionales
	Oficina para libros y revistas en tránsito		Organizar y almacenar	16	1	2	Repizar
Departamento editorial	Departamento de diseño		Diseñar	16	2	6	Computador, escritorio, silla y estantería
	Sala de reuniones		Divulgar	21	8	2.62	Mesa con capacidad de 8 personas, proyector y sillas
Auditorio	Capacidad para 150 personas		Hablar, escuchar, sentarse, aplaudir	180	150	1.2	Butacas, escenario, cortina, equipos audiovisuales
Cómputo	Oficina para 3 encargados de mantenimiento de equipo de cómputo		Informes, análisis, archivar herramientas	24	3	3	Herramientas, escritorios, teléfono y computadoras
EDIFICIO DE LABORATORIOS							
30 cubículos para investigadores botánicos	Área para 6 estudiantes		investigar, digitalizar, sentarse, escribir	12 x cubículo	1 x cubículo	4 x cubículo	Área de cómputo, área de trabajo personal, biblioteca personal, escritorio de trabajo
Coordinación de curso de posgrado	Área de material en tránsito						
Laboratorio de biología molecular	Cúbiculo de investigador		Investigar, digitalizar, sentarse, escribir	12 x cubículo	1 x cubículo	4 x cubículo	Área de cómputo, biblioteca personal, área de trabajo personal
Laboratorio de analisis instrumental	Área de trabajo	Colaboración en conjunto	Investigar, digitalizar, sentarse, escribir	64	18	2	Equipo especial, campana de flujo, autoclave, destilación
Área de recepción y curación de ejemplares	Con sala de vidrio conferencia para un máximo de 30 personas		Sentarse, observar, charlar	36	30	1.2	Instalación multimedia
Área de manejo de base de datos	Oficina pequeña para coordinación de posgrado de la universidad		Sentarse, coordinar, archivar, escribir.	16	3	2	Área de cómputo, área de trabajo personal, biblioteca personal, escritorio de trabajo
Laboratorio de fotografía	10 salones de clases para un máximo de 15 personas		Escuchar, conversar, sentarse, pararse, caminar distancias cortas.	18	15	1.22	Mesas de trabajo, escritorio, proyector, pizarrón.

Laboratorio de microscopía electrónica	Laboratorio de biología molecular		Almacenamiento de reactivos y muestras en tránsito, espacio de trabajo para procesamiento de muestras.	16	2	4	Cubículo técnico con computadora y escritorio
Laboratorio de analisis instrumental	Laboratorio de analisis instrumental		Identificación de especímenes, análisis de compuestos químicos, análisis de tejidos vegetales.	16	2	4	Mesas de laboratorio, estanterías para guardar los instrumentos
Área de recepción y curación de ejemplares	Área de recepción y curación de ejemplares		Recepción y curación	16	2	4	Congeladores, área de trabajo, bodega para papel, cartón y prensa de colecta, área de recepción de ejemplares, secadoras.
Área de manejo de base de datos			Digitalizar datos y actualizar el sistema	32	5	4	Espacios para digitalizadores para la colección equipados con varios scanners.
Laboratorio de fotografía			Almacenamiento del archivo fotográfico y almacenamiento	16	2	4	Estanterías especiales para el resguardo de fotografías etc.
Laboratorio de microscopía electrónica			Procesamiento de muestras para cubiculo técnico	24	2	4	Microscopio electrónico según sus requerimientos.
Laboratorio de química industrial	Laboratorio de química industrial		Extracción de compuestos bioactivos	24	2	4	Bancos de trabajo, campanas de extracción, gabinetes de almacenamiento, fregaderos, estanterías, bancos de preparación, equipo de seguridad, mobiliario auxiliar, área de almacenamiento de solventes, área de mezcla
Departamento editorial	Departamento de diseño		Diseñar	16	2	6	Computador, escritorio, silla y estantería
	Sala de reuniones		Divulgar	21	8	2.62	Mesa con capacidad de 8 personas, proyector y sillas
Auditorio	Capacidad para 150 personas		Hablar, escuchar, sentarse, aplaudir	180	150	1.2	Butacas, escenario, cortina, equipos para audiovisuales
Cómputo	Oficina para 3 encargados de mantenimiento de equipo de cómputo		Informes, análisis, archivar, herramientas	24	3	3	Herramientas, escritorios, teléfono y computadora
30 cubículos para investigadores botánicos	Área para 6 estudiantes		Investigar, digitalizar, sentarse, escribir	12 x cubículo	1 x cubículo	4 x cubículo	Área de cómputo, área de trabajo personal, biblioteca personal, escritorio de trabajo
	Área de material en tránsito						
	Cubiculo de investigador		Investigar, digitalizar, sentarse, escribir	12 x cubículo	1x cubículo	4 x cubículo	Área de cómputo. Biblioteca personal, área de trabajo personal, escritorio de trabajo
	Área de trabajo		Investigar, digitalizar, sentarse, escribir	64	18	2	Equipo especial, campana de flujo, autoclave, destilación
	Con sala de videoconferencia para un máximo de 30 personas		Sentarse, observar, charlar	36	30	1.2	Instalación multimedia

Coordinación de curso de posgrado	Oficina pequeña para coordinación de posgrado de la universidad		Sentarse, coordinar, archivar, escribir	16	3	2	Área de cómputo, área de trabajo personal, biblioteca personal, escritorio de trabajo.
	10 salones de clases para un máximo de 15 personas		Escuchar, conversar, sentarse, pararse, caminar distancias cortas	18	15	1.22	Mesas de trabajo, escritorio, proyector, pizarrón
Laboratorio de biología molecular			Almacenamiento de reactivos y muestras en tránsito, espacio de trabajo para procesamiento de muestras.	16	2	4	Cubículo técnico con computadora y escritorio
Laboratorio de analisis instrumental			Identificación de especímenes, Análisis de compuestos químicos, análisis de tejidos vegetales	16	2	4	Mesas de laboratorio, estanterías para guardar los instrumentos
Área de recepción y curación de ejemplares			Recepción y curación	16	2	4	Congeladores, área de trabajo, bodega para papel, cartón y prensas de colecta, área de recepción de ejemplares, secadoras
Área de manejo de base de datos			Digitalizar datos y actualizar el sistema	32	5	4	Espacios para digitalizadores para la colección equipados con varios scanners.
Laboratorio de fotografía			Almacenamiento del archivo fotografiico y almacenamiento	16	2	4	Estanterías especiales para el resguardo de las mismas.
Laboratorio de microscopía electrónica			Procesamiento de muestras para cubiculo técnico	24	2	4	Microscopio electrónico según sus requerimientos
Laboratorio de química industrial	Laboratorio de química industrial		Extracción de compuestos bioactivos	24	2	4	Bancos de trabajo, campanas de extracción, gabinetes de almacenamiento, fregaderos, estanterías, bancos de preparación, equipo de seguridad, mobiliario auxiliar, área de almacenamiento de solventes, área de mezcla y preparación, muebles de oficina, sillas de laboratorio, pizarras o tableros, extintores y equipos de seguridad.
EDIFICIO DE ALMACENAMIENTO DE COLECCIONES							
Recepción general del herbario	Vestíbulo		Caminar, esperar, pararse	32	60 en transición	4	sillones, mostrador
25 salas de colección	Área de información y vigilancia		Informar y vigilar	4	1	1.2	Escritorio, dispositivo detector de metales
	Colección de algas		Almacenar las diferentes colecciones del herbario	64	4 que pueden consultar las colecciones, no existen usuarios permanentes	1.2	Estanterías y compactadores, cada sala estará equipada con computadores según sus necesidades, área de consulta, fuera de ella el cubículo del curador responsable de dicha sala
	Colección de briófitos			64			
	Colección de frutos y semillas			64			
	Colección de líquenes			64			
	Colección de plantas vasculares - 18 salas			576			
	Colección de hongos			64			
Montaje y etiquetado	Colección de polen y esporas			64			
Asistente curatorial colección	Colección de maderas			64			
	Montaje y etiquetado		Montar y etiquetar	20	5	1.2	Estantería, mesa de trabajo, computador, silla.
			Mantenimiento	32	3	1.2	Escritor y silla
				2580.00			



2.4.1.6 CONJUNTO Y ORGANIZACIÓN DE ESPACIOS, INSTITUTO DE BIOLOGÍA- UNAM

Se realizó un análisis rápido desde la cubierta, demostrando que 2 edificios son para colecciones botánicas mientras los otros dos sin color son para colecciones zoológicas.

Figura 23. MAPA DE CONJUNTO UNAM MEXU. CON AYUDA DE ELABORACIÓN DE: Google Maps. 2019. "Google Maps." Google Maps. 2019. https://www.google.com/maps/@14.6464313,-90.5730806,15z?entry=ttu.

DIAGRAMA DE FUNCIONAMIENTO

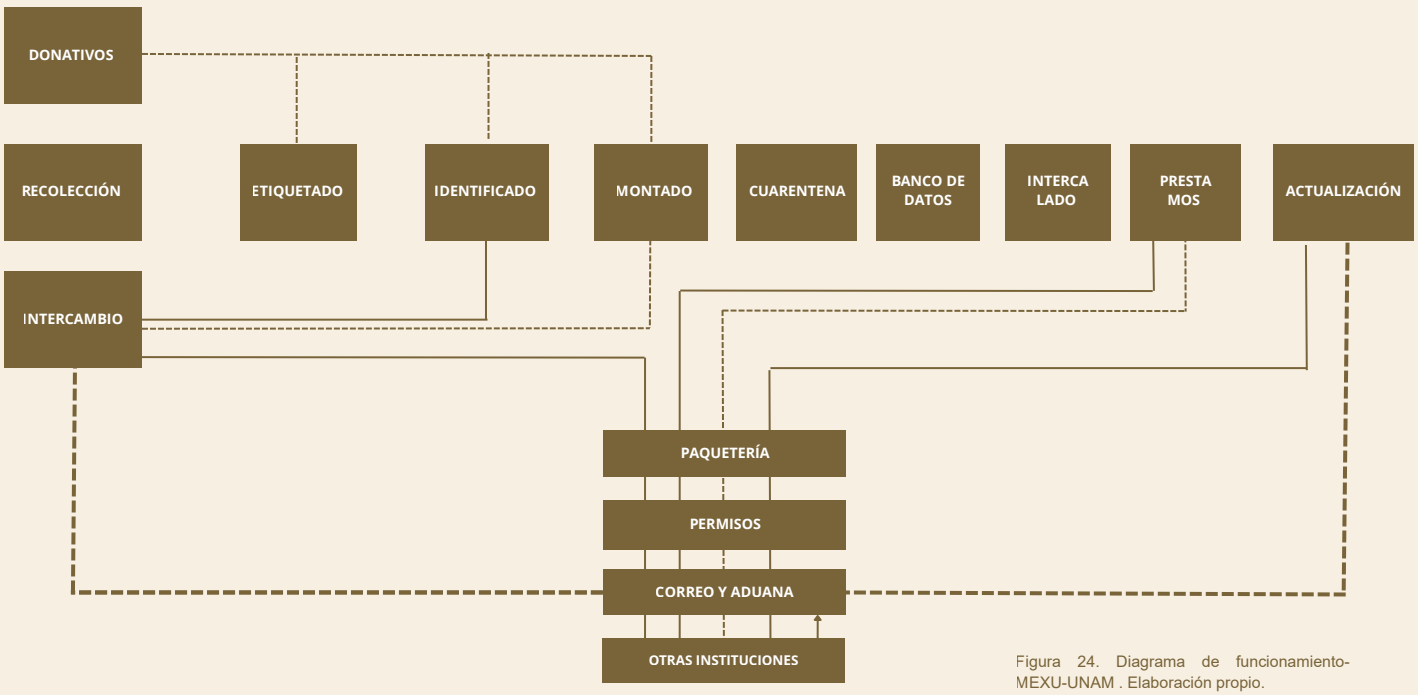


Figura 24. Diagrama de funcionamiento-MEXU-UNAM . Elaboración propio.

Tabla 13. Consideraciones generales de diseño- MEXU- UNAM- de, I. (2021). IBUNAM - Instituto de Biología, UNAM. Retrieved October 16, 2023, from Unam.mx website: https://www.ib.unam.mx/ib/organizacion/organigrama/

CONSIDERACIONES GENERALES DE DISEÑO	Ambiente de trabajo	Iluminación natural
		Diseño ergonómico
		Acceso para sillas de ruedas
		Irritantes y peligros potenciales
		Personal
	Seguridad	Acceso restringido al herbario
		Sistema de llaves jeráquico logra niveles de seguridad deseados
	Visitantes	Oficinas del personal, Salas de reuniones
		Biblioteca
	Control de plagas	Sellar hoyos en paredes, techos y pisos
		Estar consciente de las fuentes de agua
		Bloquear los espacios debajo de las puertas
		Instalar cedazos de 18-20 micras en ventanas no selladas
		Instalar filtros en sistemas de ventilación
		Proveer área de cuarentena para especimenes no tratados
		Mantener el resto del herbario como un ambiente libre de plagas
		Aislar las áreas de las colecciones
		Mantener las puertas cerradas
		Mantener el número de puertas al mínimo
	Peligros de inundaciones	Actividades de lucha contra incendios
		Esquinas húmedas y drenajes en el piso
		Aspersores automáticos
		Ducha de seguridad de laboratorio
		Fuentes de agua en general
	Peligros sísmicos	Libreras sin anclajes y objetos
		Gavetas abiertas sobre lugares de trabajo habituales
	Peligros de incendios	Cartón y otros artículos infamables almacenados cerca de una secadora
		Secadores de especímenes no ventilados
		Aparatos de cocina

2.4.1.7 MORFOLOGÍA E IMAGEN URBANA - INSTITUTO DE BIOLOGÍA- UNAM



Figura 25. Perspectivas exteriores UNAM-MEXU: de, Digital. 2021. “Herbario Nacional de México, Instituto de Biología, UNAM| Mexico City.” México City. 2021. https://mexicocity.cdmx.gob.mx/venues/herbarium/?lang=es.

- Dimensiones y Escala: el edificio cuenta con 3 pisos de alto que conforman en total una altura de 9.6 m. Dentro del edificio todo se encuentra a una escala íntima, pero por el vestíbulo principal esta escala se vuelve monumental. Su altura se adapta al entorno esto ya que la vegetación que crece a los costados mide de igual manera 9.6 m o más.
- Estilo Arquitectónico: su estilo puede ser clasificado de modernista, por lo sencilla que es su fachada. Sumándole que fue construido solamente pensando en su funcionalidad en 1929.
- Elementos arquitectónicos distintivos: su vestíbulo, el cual además de poseer una gran altura es un agregado que se posó hace algunas décadas para mejorar el funcionamiento interno y conexiones.
- Diseño de Fachada: está realizada de ladrillo aún así lo que más vista le dan son los jardines que se encuentran enfrente de la edificación.
- Características de la fachada, como patrones de ventanas, balcones, terrazas, relieves, etc: las ventanas no tienen diseño y estilo aún así estas son casi cuadradas, poseyendo marcos de acero inoxidables y vidrios.
- Colores y acabados de la fachada: corinto sin algún acabado.
- Accesibilidad y Entradas: el edificio es accesible solo en su primera planta, ya que cuenta con algunos desniveles compensados en rampas, no se tiene conocimiento si para desplazarse por los niveles se tiene un elevador.
- Acceso al edificio: cuenta con una entrada principal la cual se distribuye en 4 edificios por medio de una gran plaza .

1. Efecto en el entorno Urbano: la distribución del edificio con su entorno es muy buena, ya que aparte de sus materiales la altura formula una conexión con la altura de los árboles.
2. Cómo el edificio interactúa con su entorno y la ciudad en general.
3. Su contribución a la imagen urbana y el skyline de la ciudad.
4. Elementos de diseño sostenible: el edificio cuenta con algunos paneles solares, los cuales no pueden llegar a alimentar a todo el edificio por no poseer un sistema apropiado. La vegetación en fachadas es inexistente, pero el reciclaje de agua si se aplica, vegetación en fachadas, sistemas de reciclaje de agua, etc.

2.4.1.8 ASPECTO TÉCNICO- CONSTRUCTIVO (SISTEMA CONSTRUCTIVO, MODULACIÓN, CONSOLIDACIÓN DE MUROS Y SUELOS.) -INSTITUTO DE BIOLOGÍA- UNAM



Figura 26. Interior de Herbario UNAM. Fuente Gernandt, David S. 2014. "Digitalización Del Herbario Nacional de México: Avances Y Retos Del Futuro." Unam.mx. 2014. https://www.revista.unam.mx/vol.15/num4/art30/.

- **Sistema de marcos rígidos de concreto**

  En el sistema de marcos rígidos la unión fija de la columna y la viga hace que ambos elementos trabajen en el soporte de las cargas, tanto horizontales como verticales, dándoles en su conjunto una mayor resistencia, pero sobre todo mucha más rigidez, que en este caso se mide como la capacidad de contrarrestar los desplazamientos horizontales.[31]

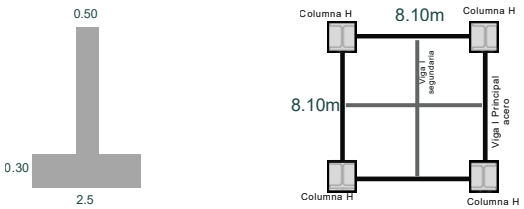


Figura 27. Representación de sistema constructivo UNAM- elaboración propia.

Al analizar la imagen del folleto muy posiblemente esté divido en módulos de 8.10, esto para tener más flexibilidad en los espacios, en un sistema así las zapatas llegan a tener dimensiones como se mira en la ilustración.

Por otro lado, los muros están conformados por ladrillo, lo que evidencia la durabilidad del sistema constructivo y explica que el edificio se haya conservado en buen estado a lo largo del tiempo. [39]

39 Revistaconstruye. 2019. "¿Qué Son Los Marcos Rígidos? - Revista Construye." Revista Construye. February 28, 2019. https://revistaconstruye.com.mx/que-son-los-marcos-rigidos/.

2.4.1.9 SOLEAMIENTO - INSTITUTO DE BIOLOGÍA- UNAM

LOCALIZACIÓN DE PUNTOS CRITICOS

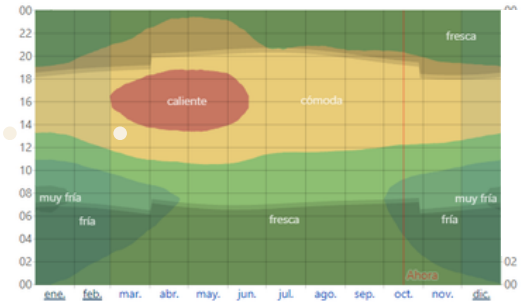


Figura 28. "El Clima En Ciudad de México, El Tiempo Por Mes, Temperatura Promedio (México) - Weather Spark." 2023. Weatherspark.com. 2023. https://es.weatherspark.com/y/5674/Clima-promedio-en-Ciudad-de-M%C3%A9xico-M%C3%A9xico-durante-todo-el-a%C3%B1o.

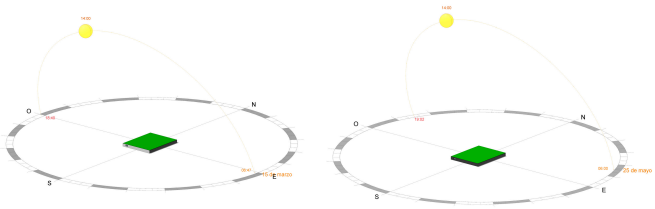


Figura 29. Proyección solar 3d México . Elaboración propia con ayuda de Revit 2023

Localización en 3d del lugar

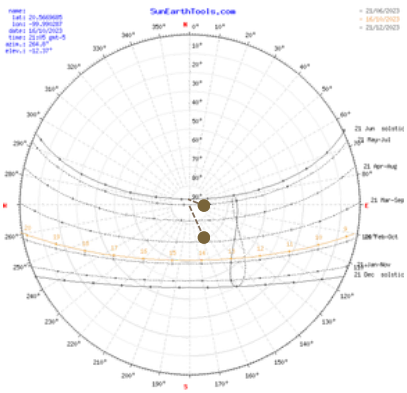


Figura 30. Carta solar Fuente: info@sunearthtools.com. 2023. "Cálculo de La Posición Del Sol En El Cielo Para Cada Lugar En Cualquier Momento." Sunearthtools.com. 2023. https://www.sunearthtools.com/dp/tools/pos_sun.php?lang=es.

Localización exacta de punto crítico en carta solar

El día donde el soleamiento es más crítico son marzo y mayo a las 2 de la tarde. Tomando este dato en cuenta, se visualizó por medio de la carta solar el exacto posicionamiento, para luego trasladarlo a Revit y ver el ángulo de soleamiento del proyecto. Llegando a la conclusión de que, por muy mínimo que sea el soleamiento entrante en las ventanas, podría afectar a lo que son las áreas más delicadas del herbario. Por esto mismo, se visualizan cortinas en estas ventanas. Luego de este análisis, queda como conclusión no utilizar fachadas críticas para posicionar ventanas y en las cuales se incluirán espacios que no tengan que tener cuidado con el soleamiento directo.

visualización de ventanas en fachada critica



Figura 31. Fachada critica UNAM- MEXU. de, Digital. 2021. "Herbario Nacional de México, Insituto de Biología, UNAM| Mexico City." Mexico City. 2021. https://mexicocity.cdmx.gob.mx/venues/herbarium/?lang=es.

Representación 3d de ingreso de soleamiento



Figura 32. Soleamiento 1-UNAM-MEXU . Elaboración propia con ayuda de Revit 2023

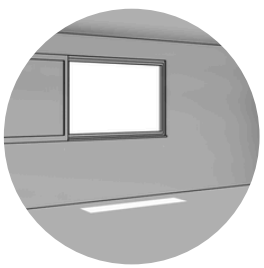


Figura 33. Soleamiento 2-UNAM-MEXU. Elaboración propia con ayuda de Revit 2023

2.4.1.10 RIESGOS - INSTITUTO DE BIOLOGÍA- UNAM



Figura 34. MAPA DE RIESGOS- MÉXICO https://www.infobae.com/america/mexico/2019/09/19/mapa-de-riesgo-cdmx-los-lugares-mas-peligrosos-en-caso-de-sismo/

De acuerdo con el conteo realizado por la administración de Sheinbaum, hay registradas 2,004 zonas de alto riesgo entre los lugares con mayor cantidad de zonas potencialmente sísmicas se encuentran Iztapalapa con 916, Gustavo A. Madero con 612 y Tlalpan con 422 de ellas. Por otro lado, las alcaldías con menor cantidad de zonas de este tipo son Cuajimalpa de Morelos con sólo 66 de estas, Milpa Alta con 92 y Magdalena contreras con 106.[40]

Si bien estos datos corresponden a la escala de la ciudad de México, al analizar específicamente el área de implantación del proyecto, localizada en la alcaldía de Coyoacán, el Atlas de Riesgos de la Delegación Coyoacán, los principales riesgos naturales que afectan al territorio corresponden a fenómenos geológicos y hidrometeorológicos. Entre los más relevantes se encuentran los sismos, cuyo impacto se ve intensificado por las condiciones geotécnicas del subsuelo, así como los procesos de hundimiento, subsidencia y agrietamiento del terreno, asociados principalmente a la sobreexplotación de los mantos acuíferos y a la naturaleza lacustre y volcánica de los suelos. Asimismo, se identifican inundaciones y lluvias intensas como riesgos recurrentes, con antecedentes históricos de afectaciones a viviendas e infraestructura, además de la presencia ocasional de heladas y ondas térmicas extremas que inciden en zonas específicas, como Ciudad Universitaria. La combinación de estos fenómenos, junto con condiciones de vulnerabilidad territorial y urbana, genera una exposición multi-peligro que requiere la implementación de criterios de mitigación y prevención en la planificación y diseño de infraestructura especializada. [41]

40 INFOBAE. 2019. “Mapa de Riesgo CDMX: Los Lugares Más Peligrosos En Caso de Sismo.” Infobae. September 19, 2019. https://www.infobae.com/america/mexico/2019/09/19/mapa-de-riesgo-cdmx-los-lugares-mas-peligrosos-en-caso-de-sismo/.

41 Gobierno de la Ciudad de México. 2015. Atlas de riesgos de la delegación Coyoacán. Ciudad de México: Secretaría de Protección. https://rmgir.proyectomesoamerica.org/PDFMunicipales/09003_Coyoacan.pdf

2.4.1.11 HUMEDAD Y PRECIPITACIÓN PLUVIAL - INSTITUTO DE BIOLOGÍA- UNAM

Humedad

La humedad relativa del aire oscila durante el año entre 70% y 75% para conservar una buena humedad; en el caso análogo se utilizan deshumidificadores para llegar a un 50%, que es lo necesario. Lo ideal en estos casos sería optar por sistemas pasivos de climatización, ya que permiten reducir significativamente el impacto ambiental.

Precipitación pluvial

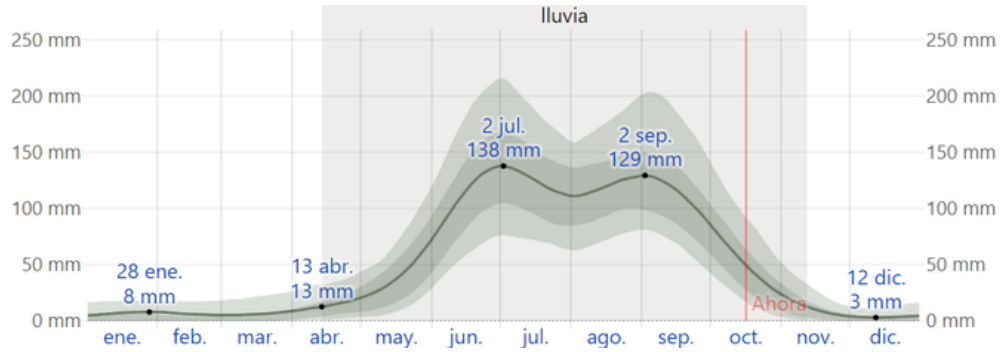


Figura 35. “El Clima En Ciudad de Mexico- Fuente: “El Clima Y El Tiempo En México Por Mes, Temperatura Media - Weather Spark.” 2026. Weatherspark.com. 2026. https://es.weatherspark.com/countries/MX.

El mes con más lluvia en ciudad de México es Julio. El mes con la precipitación pluvial más peligrosa es Julio, ya que puede causar daños en la infraestructura/ más humedad, En estos casos si se han registrado daños, ya que es un parámetro que en los años de 1929 aún no se tomaba tanto en cuenta, sumando que este edificio no fue creado para ser el Herbario Nacional de México.[42]

42 “El Clima Y El Tiempo En México Por Mes, Temperatura Media - Weather Spark.” 2026. Weatherspark.com. 2026. https://es.weatherspark.com/countries/MX.

2.4.1.12 RESUMEN

Los elementos que se valoran dentro del caso de estudio y que se deberán tomar en cuenta para las premisas de diseño y desarrollo del anteproyecto son los siguientes:

Los laboratorios tienen grandes ventanales e iluminación natural, lo cual es recomendable según varios manuales; sin embargo, en el herbario de la UNAM estos se posicionan en la fachada crítica sin tener algún dispositivo que regule la entrada de rayos solares, lo cual causa un gran daño en los especímenes que se están estudiando, aspecto que se debe evitar de cualquier manera.

En las áreas de investigación y otras se puede ver cómo las columnas del edificio bloquean lo que son las áreas de trabajo, haciéndolas más incómodas. Lo recomendable sería tener una buena modulación sin columnas que intervengan.

A pesar de que el edificio no estuviese preparado desde un principio para albergar colecciones botánicas, este se adaptó lo mejor que pudo al crecimiento de colecciones; aún así, por la cantidad de estas mismas, comienza a existir un poco de desorden, además de que los espacios ya no se pueden percibir amplios y aptos para pasar mucho tiempo. Por consiguiente, es recomendable considerar el crecimiento de la colección y proponer una premisa en la que se logre esto sin llegar a afectar la percepción del espacio.

Todas las áreas están conectadas de maneras directas e indirectas; los traslados entre espacios son rápidos a pesar de que el proyecto tenga una gran cantidad de metros cuadrados. Es óptimo considerar este aspecto para que exista una buena distribución espacial que a la vez no afecte el trabajo de los usuarios.

Aunque se mantiene la climatización por medios activos, causa un gran consumo de energía. En el anteproyecto es necesario que se proponga una climatización pasiva y elementos constructivos que ayuden a mantener la humedad y temperatura correctas.

2.4.2 CASO DE ESTUDIO NO.2
HERBARIO JARDÍN BOTÁNICO JOSÉ CELESTINO MUTIS

2.4.2.1 CRITERIOS PARA SELECCIÓN DEL CASO DE ESTUDIO

- Relevancia académica: el herbario del Jardín Botánico de Bogotá José Celestino Mutis es reconocido por tener una colección de carácter público y regional, especializada en la flora de las regiones de vida andina y paramuna convirtiéndose, por lo tanto, en un referente de la flora del Distrito Capital y su área de influencia.

- Disponibilidad de datos y acceso al herbario: en su página web ofrece acceso para fines de investigación, tales como la cantidad y tipos de especímenes que se encuentran en cada colección.

- Importancia científica: contiene la existencia de especímenes que no se encuentran en otros herbarios además como su colección especial de instrumentos realizados por plantas que hasta el momento no he encontrado algo parecido.

- Viabilidad: se tienen los datos suficientes para continuar con la investigación del caso análogo, planos, entrevistas, videos, arquitectos, historia, etc.

- Originalidad: es uno de los pocos herbarios contemporáneos que existen en el mundo, la mayoría son antiguos y se encuentran en edificaciones que anteriormente tenían otros usos, este herbario es novedoso y fue construido desde un principio con este propósito y función.

- Supervisión y orientación: se cuentan con los documentos digitales y cualquier cosa que quede a interpretación se cuenta con profesionales que saben del tema.



Figura 36. Herbario Jardín Botánico José Celestino Mutis - Fuente: Bogotá.gov.co. “Datos Sobre La Caléndula Y Más Plantas En El Herbario En Línea Del J. Botánico,” March 14, 2026. https://bogota.gov.co/mi-ciudad/ambiente/que-es-el-herbario-del-jardin-botanico-y-como-navegarlo-en-la-web.



Figura 37. Mapa de ubicación del Jardín Botánico de Bogotá. Fuente: Elaboración propia con ayuda de Google Maps. 2019. “Google Maps.” Google Maps. 2019. https://www.google.com/maps/@14.6464313,-90.5730806,15z?entry=ttu.

2.4.2.2 LOCALIZACIÓN - HERBARIO JARDÍN BOTÁNICO JOSÉ CELESTINO MUTIS

HERBARIO JBB

El Jardín Botánico de Bogotá, nombrado oficialmente Jardín Botánico José Celestino Mutis en honor al astrónomo y botánico José Celestino Mutis, es un centro de investigación, conservación y divulgación de la diversidad de las especies vegetales en Bogotá, capital de Colombia. Fundado en 1955 por el sacerdote Enrique Pérez Arbeláez.

- Latitud: 4°66’8”N
- Longitud: -74°10’16” W

El Herbario fue construido dentro del Jardín Botánico de Bogotá en el año 2017.

- El ingreso principal se encuentra luego de cruzar una plaza de concreto que está 1 nivel bajo del nivel del piso.
- El ingreso secundario se encuentra en la fachada principal costado derecho. Este ingreso es solamente para ingresar especímenes que comenzarán el proceso.
- Arquitectos: Juan Manuel Hoyos Mora; Juan Manuel Hoyos Mora.
- Área: 635 m².

43 ArchDaily en Español. “Herbario JBB / Juan Manuel Hoyos Mora,” July 24, 2018. https://www.archdaily.cl/cl/898680/herbario-jbb-juan-manuel-hoyos-mora?ad_medium=office-landing&ad_name=featured-image.

2.4.2.3 PROYECTOS COMPLEMENTARIOS- HERBARIO JARDÍN BOTÁNICO JOSÉ CELESTINO MUTIS

Proyecto complementario



Figura 38. Tropicario Jardín Botánico de Bogotá. Fuente: Dejtiar, Fabian. "Antes Y Después: El Tropicario Del Jardín Botánico de Bogotá." ArchDaily en Español, June 16, 2023. https://www.archdaily.cl/cl/1002594/antes-y-despues-el-tropicario-del-jardin-botanico-de-bogota?ad_source=search&ad_medium=projects_tab&ad_source=search&ad_medium=search_result_all.

Tropicario Jardín Botánico de Bogotá

Como estrategia de conservación y protección de los ecosistemas, el Jardín Botánico de Bogotá desarrolla la iniciativa "Nodos de Diversidad", un ambicioso proyecto que busca realizar una nueva expedición botánica a lo largo de distintas zonas del país y que permitirá proteger y poner en valor, algunos de los ecosistemas más amenazados en el territorio colombiano. El Tropicario, como se denomina el proyecto, es la principal infraestructura de este plan, será el espacio para exhibir y promover los resultados de estas expediciones. [44]

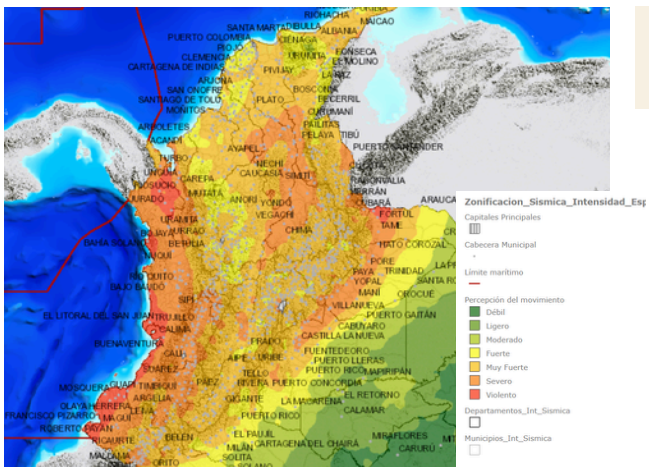


Figura 39. MAPA DE RIESGOS BOGOTÁ. FUENTE: Catastrobogota.gov.co. "Mapa de Riesgos | Unidad Administrativa Especial de Catastro Distrital," February 14, 2023. https://www.catastrobogota.gov.co/planeacion/mapas-de-riesgos.

2.4.2.4 RIESGOS

Mapa de riesgos

La parte donde se encuentra el proyecto presenta un riesgo fuerte hacia sismos, aspecto que se toma en cuenta en el proceso constructivo del diseño, y se pone como parámetro de diseño para cumplirlo en el siguiente proyecto.

44 "Tropicario Jardín Botánico de Bogotá / DARP - de Arquitectura Y Paisaje." 2021. ArchDaily En Español. April 22, 2021. https://www.archdaily.cl/cl/960524/tropicario-jardin-botanico-de-bogota-darp.

2.4.2.5 PERSONAL ADMINISTRATIVO - HERBARIO JARDÍN BOTÁNICO JOSÉ CELESTINO MUTIS

Director o curador general

Dirige un herbario, lo provee de materiales, incluyendo la literatura y el personal, mantiene relaciones con botánicos para intercambiar, prestar o donar material; organiza y administra el presupuesto, y lo que es más importante, distribuye las actividades del personal que consta de un investigador, un profesor o recolector promotor del herbario y de las personas que realizan el trabajo manual de montaje y etiquetado de los ejemplares que forman el acervo.

Recolectores

Los especialistas taxónomos son quienes recolectan, aunque algunas veces también son estudiantes de licenciatura y de posgrado.

Preparadores

Son quienes participan en el montaje de los ejemplares y no necesariamente saben de botánica. Para esta actividad se selecciona personal con destreza manual.

Etiquetadores

Son los encargados de elaborar las etiquetas para cada uno de los ejemplares.

Identificadores

Se cuenta con personal especializado en una región geográfica o en un determinado grupo que puede identificar las muestras botánicas.

Curadores

Manejan las diferentes colecciones, ya sea las de reciente ingreso o las que ya forman parte del acervo, es decir, las colecciones sin montar que provienen de los recolectores y que carecen de la etiqueta.

Personal especializado

Son personas graduadas, con experiencia en algún género o familia de plantas necesarias en el herbario ya que pesa sobre ellos la responsabilidad de curadores pues tienen que revisar cotidianamente la colección de su especialidad.

45 Antonio Lot y Fernando Chiang, Manual de herbario administración y manejo de colecciones, técnicas de recolección y preparación de ejemplares botánicos, 2a ed. (México: Comité editorial, 1986).

2.4.2.6 PROGRAMA ARQUITECTÓNICO - HERBARIO JARDÍN BOTÁNICO JOSÉ CELESTINO MUTIS

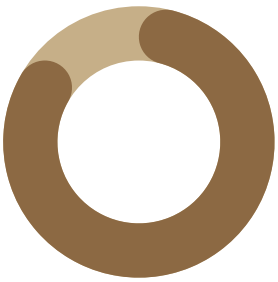
Tabla 14: Programa arquitectónico Herbario Jardín Botánico José Celestino Mutis . Fuente. Elaboración propia con ayuda de: ArchDaily en Español. "Herbario JBB / Juan Manuel Hoyos Mora," July 24, 2018. https://www.archdaily.cl/cl/898680/herbario-jbb-juan-manuel-hoyos-mora.

zonificación	Espacio	Actividades	m2	Usuarios	m2 x usuario	Mobiliario
Pública	Seguridad		12m2	1	1	Escritorio, silla, detector de limpieza
	Biblioteca	Organizar y almacenar	36.20 m2	6	2	Repizar, mesas, sillas
Privada	Área de recepción y limpieza	Recepción y curación	20m2	2	4	Congeladores, área de trabajo, bodega para papel, cartón y prensas de colecta. Área de recepción de ejemplares, secadoras
	Área de montaje	Montaje y etiqueta.	26.70 m2	5	1.2	Estantería, Mesa de trabajo, Computador, silla
	Sala de fotografía	Almacenamiento del archivo fotográfico, y almacenamiento	12m2	2	4	Estanterías especiales para el resguardo de las mismas.
	Centro de documentación	Documentar, sentarse, pararse.	18,74m2	6	2	Escritorios, teléfonos, sillas movibles.
	Colección especial	Guardar y organizar	7.27m2	1	1	Estanterías.
	Cuarentena	Congelar, pararse. sentarse	21.16 m2	2	2	Congelador, mesas de trabajo, estanterías de almacenamiento, escritorios, sillas cubículo técnico con computadora y escritorio
	Laboratorio de microbiología	Almacenamiento de reactivos y muestras en tránsito, espacio de trabajo para procesamiento de muestras.	47.30 m2	2	4	cubiculo tecnico con computadora y escritorio
	Cubículos	Investigar, digitalizar, sentarse, escribir.	46.18m2	1 x cubículo	4 x cubículo	Área de cómputo, área de trabajo personal, biblioteca personal, escritorio de trabajo
	Sala de reuniones		11.085m2	10	2	Mesa de gran tamaño y 10 sillas, proyector
	Colecciones		214.50m2	19	2	Compactadores
	Carpoteca		45.15m2	7	2	Compactadores con apartados de gavetas
servicio	Baños	Realizar actividades fisiológicas	17.58m2	3	1.2	Inodoros, lavamanos etc.
			536.16			

La cantidad de usuarios se dedujo del análisis del mobiliario que estaba al interior de los espacios. Los metros cuadrados están totalmente correctos, ya que se escanearon los planos y se visualizó el área.

ÁREAS EN % DEL JBB- HERBARIO JARDÍN BOTÁNICO JOSÉ CELESTINO MUTIS

Para establecer tamaño de áreas en las premisas de diseño se hizo porcentaje de cada área, dando los siguiente resultados



87.4% del herbario pertenece al área privada

Gráfica1. Porcentaje área privada. Herbario JBB Fuente:Herbario JBB en línea. Retrieved October 16, 2023, from Jbb.gov.co website: https://herbario.jbb.gov.co/site/cifras



3.4% del herbario pertenece al área de servicio

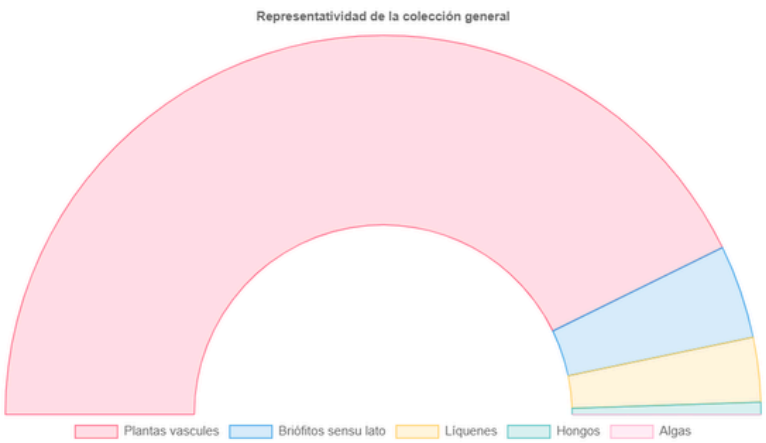
Gráfica 2. Porcentaje área de servicio . Herbario JBB Fuente: Herbario JBB en línea. Retrieved October 16, 2023, from Jbb.gov.co website: https://herbario.jbb.gov.co/site/cifras



9% del herbario pertenece al área públia

Gráfica no.3. Porcentaje área pública. Herbario JBB Fuente: Herbario JBB en línea. Retrieved October 16, 2023, from Jbb.gov.co website: https://herbario.jbb.gov.co/site/cifras.

Mientras con la colección general se logró visualizar que la colección de plantas en seco, a fecha de hoy (2023-10-16), alberga 44091 ejemplares de 37690 plantas vasculares (angiospermas: 34723, gimnospermas: 176 y helechos/afines: 2721), 3521 briófitos sensu lato (musgos: 1526, antoceros: 28 y hepáticas: 1205), líquenes (2420), hongos (458) y micro-algas (2). En ella se encuentran representantes de 457 familias, 2287 géneros y 6820 especies. La colección se encuentra determinada en un 82% a especie y georreferenciada en un 71%. [46]



Grafica no.4. Colección general. Herbario JBB Fuente:Herbario JBB en línea. Retrieved October 16, 2023, from Jbb.gov.co website: https://herbario.jbb.gov.co/site/cifras

46 Herbario JBB. (2023). Herbario JBB en línea. Retrieved October 16, 2023, from Jbb.gov.co website: https://herbario.jbb.gov.co/site/cifras

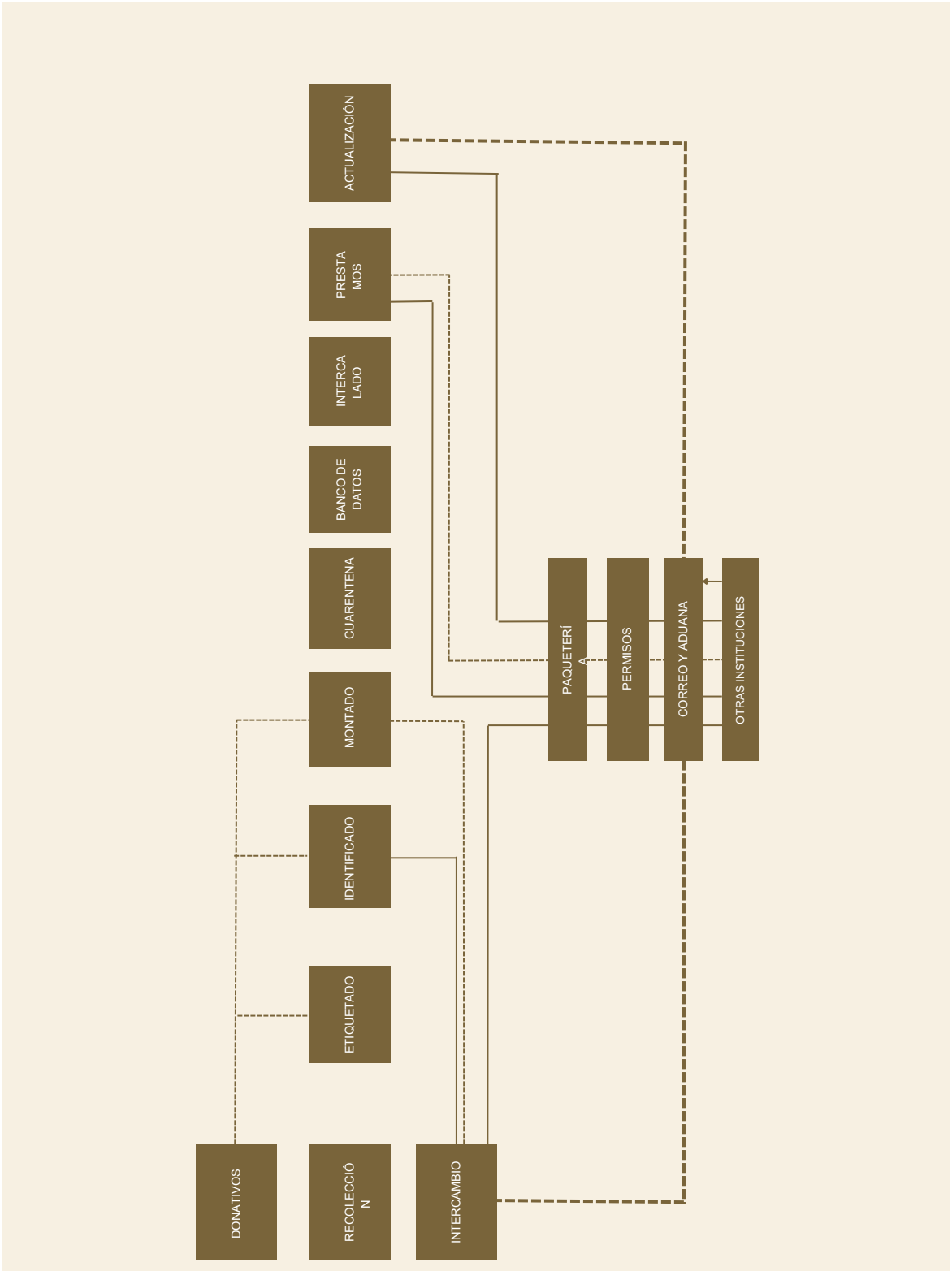


Figura 40. Organigrama de funcionamiento . Issuu. “Manual de Herbario - Administración Manejo Colecciones Ejemplares Botánicos - Lot & Chiang 1986,” January 2, 1986. https://issuu.com/jpintoz/docs/1986_lot-chiang_manualherbario_cnfm.

DIAGRAMAS DE RELACIONES- HERBARIO JARDÍN BOTÁNICO JOSÉ CELESTINO MUTIS

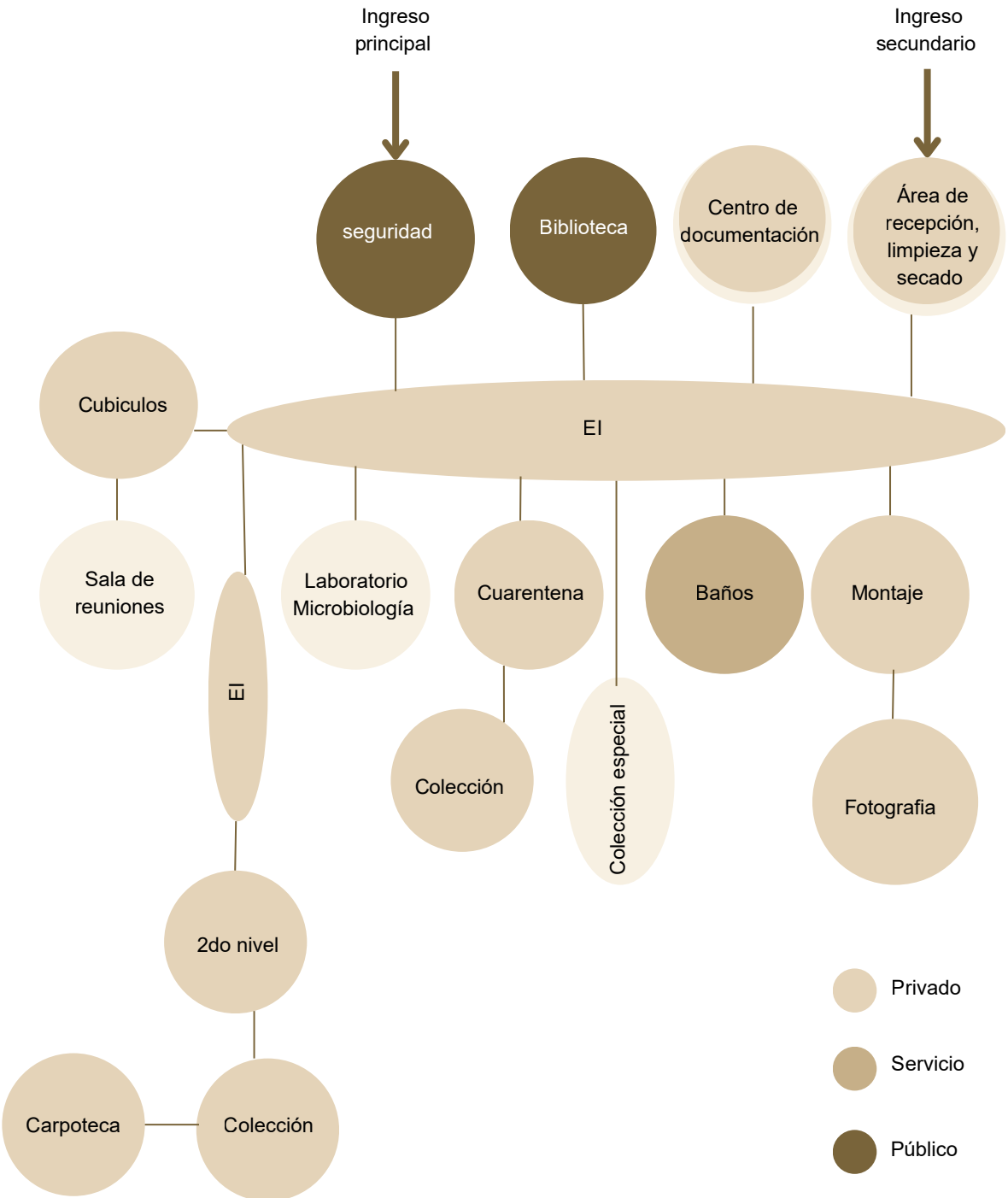
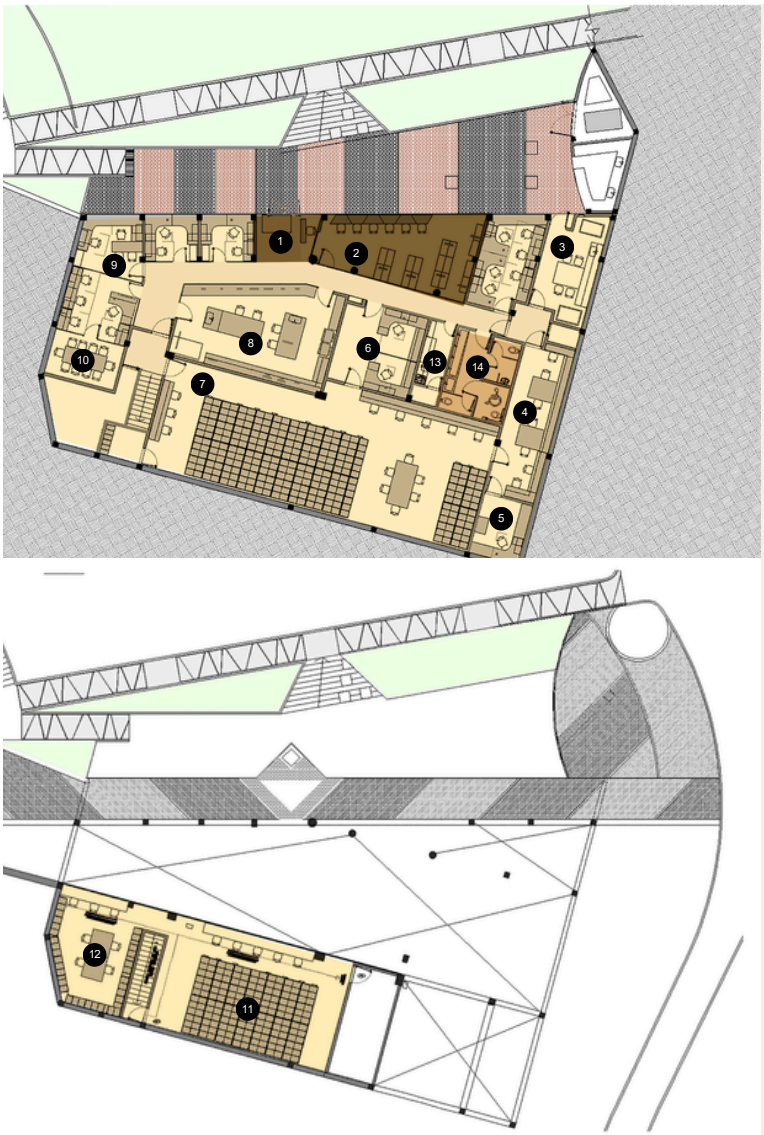


Figura 41. Diagrama de relaciones Herbario JBB. Elaboración propia

2.4.2.7 PLANOS ARQUITECTÓNICOS JBB- HERBARIO JARDÍN BOTÁNICO JOSÉ CELESTINO MUTIS



1. Seguridad
2. Biblioteca
3. Área de recepción, Limpieza y secado
4. Montaje
5. Fotografía
6. Centro de documentación
7. Colecciones
8. Laboratorio de microbiología
9. Cubículos
10. Sala de juntas
11. Seguridad
12. Colecciones
13. Colecciones especiales
14. Sanitarios

Figura 42. Planos Herbario JBB. Fuente: ArchDaily en Español. "Herbario JBB / Juan Manuel Hoyos Mora," July 24, 2018. https://www.archdaily.cl/cl/898680/herbario-jbb-juan-manuel-hoyos-mora?ad_source=search&ad_medium=projects_tab.

2.4.2.8 MORFOLOGÍA E IMAGEN URBANA- HERBARIO JARDÍN BOTÁNICO JOSÉ CELESTINO MUTIS



Figura 43. Perspectiva exterior. Fuente: Herbario JBB / Juan Manuel Hoyos Mora. (2018, July 24). Retrieved October 16, 2023, from ArchDaily en Español website: https://www.archdaily.cl/cl/898680/herbario-jbb-juan-manuel-hoyos-mora?ad_medium=gallery

Los arquitectos que diseñaron tomaron la decisión de deprimir aproximadamente el 80% del programa arquitectónico. Con esta acción se logró articular la capa vegetal existente con las nuevas cubiertas ajardinadas y transitables. La edificación, orientada estrictamente hacia el norte, permite el ingreso de iluminación natural prácticamente a todos los espacios, incluso al área de almacenamiento de las colecciones. Esto se logra gracias a una fachada vidriada que se extiende en todos los niveles de la edificación.

La iluminación natural logra llegar a toda la edificación, no solo a través de la correcta implantación y de la fachada vidriada, sino a partir de la instalación de tubos solares, dispositivos que recogen la energía solar en forma de rayos y la trasladan a través de un conducto para, finalmente, dispersarse en los espacios que requerían iluminación. De esta manera el nuevo Herbario del Jardín Botánico se alinea con uno de los objetivos misionales de la entidad, el cuidado del medio ambiente. [47]

47 Herbario JBB / Juan Manuel Hoyos Mora. (2018, July 24). Retrieved October 16, 2023, from ArchDaily en Español website: https://www.archdaily.cl/cl/898680/herbario-jbb-juan-manuel-hoyos-mora?ad_medium=gallery

2.4.2.9 ASPECTO TÉCNICO - CONSTRUCTIVO- HERBARIO JARDÍN BOTÁNICO JOSÉ CELESTINO MUTIS



Figura 44. Perspectivas construcción herbario JBB. Fuente: Herbario JBB / Juan Manuel Hoyos Mora. (2018, July 24). Retrieved October 16, 2023, from ArchDaily en Español website: https://www.archdaily.cl/cl/898680/herbario-jbb-juan-manuel-hoyos-mora?ad_medium=gallery

- El edificio está realizado de un sistema estructural de mampostería que cubre luces de aproximadamente 2.5 x 3 m, y vigas de concreto reforzado.

- Losa: es una losa ondulada que se conformó gracias a cimbras curveadas que dieron tiempo a incorporar la su estructura interna para luego recubrirla de concreto y otros aditivos.

- La ventanería se ve conformada en la parte norte, situada tanto en el primer como en el segundo nivel incorporándose por paneles de vidrio laminado.

- Cubiertas: estas están recubiertas por área verde para mimetizarse con el entorno y a la vez causar mayor confort en la parte interna del edificio.

- Ingreso: con un ángulo diferente, sigue utilizando el mismo sistema constructivo pero en su parte superior resguarda vidrio de construcción para las entradas de luz y adoquín.

- Rampa: realizada por medio de una estructura típica y superficie de adoquín.

- La forma del edificio tiene el objetivo de que la luz natural ingrese a todos los espacios pero no de manera directa para evitar que dañe las colecciones, en los laboratorios de montaje, y procesamiento podemos observar un casi nulo ingreso de luz natural, esto mismo lo da la forma, en el segundo nivel se puede ver como una pequeña colina es mayor que la otra, esto para que entre de manera sutil la iluminación en el segundo nivel.

- En un herbario se debe controlar de manera muy cercana lo que son las condiciones internas del edificio, por esto mismo cuidan las entradas de luz, y posicionan el edificio al norte ya que es la fachada que es la orientación que menor impacto. [48]

48 Herbario JBB / Juan Manuel Hoyos Mora. (2018, July 24). Retrieved October 16, 2023, from ArchDaily en Español website: https://www.archdaily.cl/cl/898680/herbario-jbb-juan-manuel-hoyos-mora?ad_medium=gallery

2.4.2.10 SOLEAMIENTO- HERBARIO JARDÍN BOTÁNICO JOSÉ CELESTINO MUTIS

Tabla 15. Análisis de soleamiento Herbario Jardín Botánico José Celestino Mutis . Fuente: Elaboración propia

Localización de puntos criticos

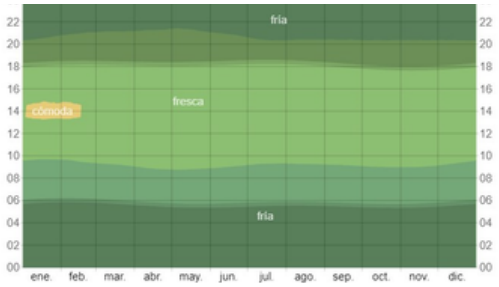


Figura 45. Clima Bogotá. Weatherspark.com. “El Clima En Bogotá, El Tiempo Por Mes, Temperatura Promedio (Colombia) - Weather Spark,” 2023. https://es.weatherspark.com/y/23324/Clima-promedio-en-Bogot%C3%A1-Colombia-durante-todo-el-a%C3%B1o.

Localización en 3d del lugar

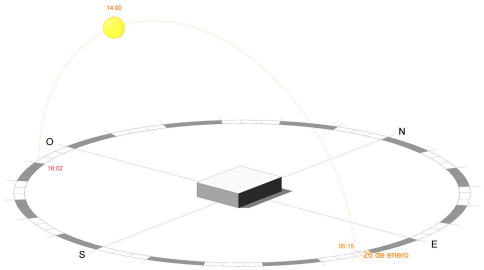


Figura 46. Representación 3d soleamiento Bogotá. Elaboración propia con ayuda de Revit 2023

Localización exacta de punto critico en carta solar

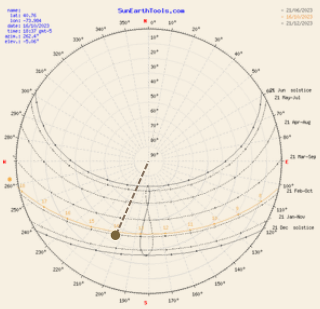


Figura 47. Carta solar Bogotá. Fuente: info@sunearthtools.com. “Cálculo de La Posición Del Sol En El Cielo Para Cada Lugar En Cualquier Momento.” Sunearthtools.com, 2023. https://www.sunearthtools.com/dp/tools/pos_sun.php?lang=es.

El día de soleamiento más crítico es el 2 de enero a las 2 p.m., luego los días se mantienen en temperaturas cómodas y frescas. Al notar este clima se nota el porqué se tomó la decisión de dejar grandes ventanales en la fachada. Aunque eso sí, los diseñadores procuraron que esto fuera en la fachada norte, ya que por muy mínimo que se mire en 3D, el ingreso de luz siempre termina dañando a los especímenes. Por suerte, ningún área delicada tiene contacto directo con este soleamiento.

Visualización de ventanas en fachada critica

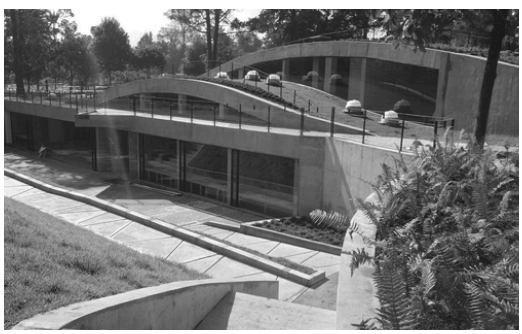


Figura 48. Fachada principal herbario jBB. Fuente: ArchDaily en Español. “Herbario JBB / Juan Manuel Hoyos Mora,” July 24, 2018. https://www.archdaily.cl/cl/898680/herbario-jbb-juan-manuel-hoyos-mora?ad_source=search&ad_medium=projects_tab.

Representación 3d de ingreso de soleamiento

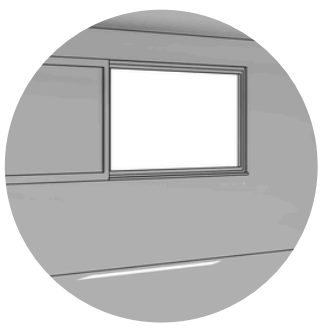


Figura 49. Representación de soleamiento 3 JBB. Elaboración propia con ayuda de Revit 2023.

2.4.2.11 PRECIPITACIÓN Y HUMEDAD- HERBARIO JARDÍN BOTÁNICO JOSÉ CELESTINO MUTIS

Precipitación

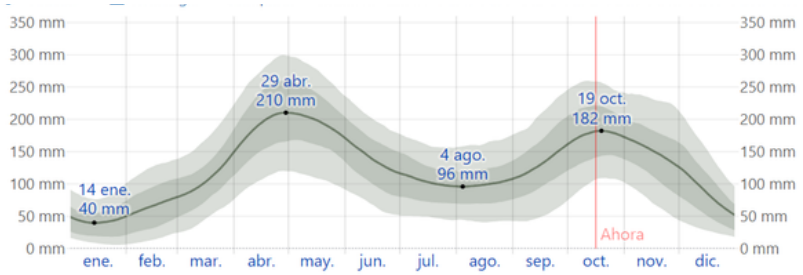


Figura 50. Presipitación Bogotá: Fuente: Weatherspark.com. "El Clima En Bogotá, El Tiempo Por Mes, Temperatura Promedio (Colombia) - Weather Spark," 2023. https://es.weatherspark.com/y/23324/Clima-promedio-en-Bogot%C3%A1-Colombia-durante-todo-el-a%C3%B1o.

El mes con mayor riesgo asociado a la precipitación pluvial es mayo, debido al incremento significativo de las lluvias, lo que genera mayores niveles de humedad y escorrentía que pueden afectar negativamente la infraestructura del edificio.

Humedad

La humedad relativa del aire oscila durante el año entre 77 y 83 %, para conservar una buena humedad en el caso análogo se utilizan deshumidificadores, para llegar a un 50%, que es lo necesario. Aunque lo mejor sería en estos casos utilizar sistemas pasivos de climatización para no causar un impacto ambiental tan potente. [49]

2.4.2.12 RIESGOS Y CONTAMINANTES -HERBARIO JARDÍN BOTÁNICO JOSÉ CELESTINO MUTIS

El proyecto ha considerado de manera integral los riesgos potenciales, incorporando un sistema constructivo resistente a sismos. Además, se destaca un eficiente sistema de captación y tratamiento de agua, así como la orientación estratégica de la fachada para mitigar vientos y exposición solar.

Se implementó un sistema contra incendios seguro para el edificio, sin comprometer la protección de los especímenes internos. Además, se estableció un sistema de gestión de desechos eficaz. Estas medidas reflejan un enfoque completo hacia la seguridad, sostenibilidad y funcionalidad del herbario.

49 Weatherspark.com. "El Clima En Bogotá, El Tiempo Por Mes, Temperatura Promedio (Colombia) - Weather Spark," 2023. https://es.weatherspark.com/y/23324/Clima-promedio-en-Bogot%C3%A1-Colombia-durante-todo-el-a%C3%B1o.

2.4.2.13 RESUMEN - HERBARIO JARDÍN BOTÁNICO JOSÉ CELESTINO MUTIS

Los elementos que se valoran dentro del caso de estudio y que se deberán de tomar en cuenta para las premisas de diseño y desarrollo del anteproyecto son las siguientes:

El sistema contra incendios es óptimo a la vez que moderno, se adapta a las necesidades del herbario por esto mismo se piensa utilizar en el proyecto.

Las instalaciones están vistas en los techos, al ser un proyecto pequeño es comprensible, el anteproyecto al ser nivel medio, se debe cambiar por un ducto de instalaciones en las cuales quepan todas las instalaciones.

La iluminación natural es utilizada de manera efectiva, ningún área de investigación/laboratorio está en alguna fachada principal, aún así llega el porcentaje adecuado de iluminación natural a cada espacio, exceptuando a las colecciones permanentes, que es como debe de ser.

El área de limpieza y secado tienen un ingreso separado del público y éste está conectado con la plaza principal para tener un rápido acceso a los especímenes.

Los ambientes están ordenados exactamente en el orden del proceso que usualmente lleva un espécimen.

Las áreas de investigación mantienen una relación funcional con los laboratorios; aunque el contacto entre ellas es indirecto, la circulación y el traslado entre los distintos espacios es eficiente, lo que facilita las actividades operativas y no representa una limitación para el desarrollo del trabajo de los usuarios.

Se utilizan techos verdes que mejoran de manera pasiva la temperatura interna de los espacios, otro aspecto que se piensa tomar en cuenta en el proyecto.



CAPÍTULO III

CONTEXTO DEL LUGAR

3.1 DELIMITACIÓN TERRITORIAL

3.1.1 UBICACIÓN Y CONTEXTO INMEDIATO



Figura 51. Mapa País de Guatemala . Elaboración propia.

Guatemala está dividida en 22 estados denominados “departamentos” subdivididos en 340 municipios. El departamento más poblado es el de Guatemala, donde se ubica su capital. El departamento de Petén, en el límite con Belice, es el más extenso del país: ocupa más de 35.000 kilómetros cuadrados, lo que representa el 32 % del total del país.



Figura 52. Mapa Ciudad de Guatemala . Elaboración propia.

La capital de Guatemala es la ciudad de Guatemala. Su área metropolitana tiene una población de 5.100.000 habitantes, lo que representa el 28,9 % del total del país. Su nombre oficial es Nueva Guatemala de la Asunción, y allí se encuentran las sedes del poder público guatemalteco y la sede del Parlamento Centroamericano. [50]

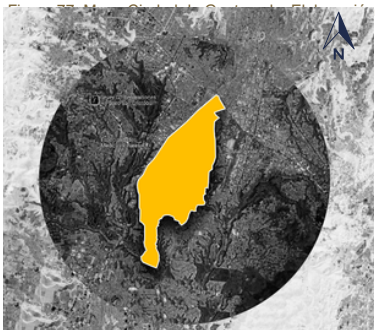


Figura 53. Mapa Zona 12 de Guatemala . Elaboración propia.

Zona 12 abarca desde El Trébol hasta la 55 calle y de la calzada Raúl Aguilar Batres a la colonia Villa Lobos y Ciudad Real. [51]

En las siguientes páginas se presenta la información relativa a aspectos urbanos de la zona 12 donde se localiza el campus central de la USAC.

50 Sposob, Gustavo. “Guatemala: Historia, Economía, Geografía Y Características.” Enciclopedia Humanidades, July 31, 2018. https://humanidades.com/guatemala/.

51 Cetino, Rocio. 2024. “Historia de La Zona 12 En La Ciudad de Guatemala.” Guatemala.com. December 2, 2024. https://www.guatemala.com/aprende/historia/historia-de-la-zona-12-en-la-ciudad-de-guatemala.

3.1.2 INSTALACIONES DE AGUA POTABLE, DRENAJE, LUZ Y ENERGÍA ELÉCTRICA, EN LA ZONA 12 CIUDAD DE GUATEMALA

5.1 Agua potable: La zona 12 se sitúa como una de las zonas con mayor demanda de cantidad de agua (500m3/usuario/ mes), sin embargo, el agua que se distribuye en la zona 12 muestra concentraciones de arsénico las cuales no presentan toxicidad aguda, pero sí pueden resultar en toxicidad crónica. Un tercio de las muestras colectadas en un estudio realizado por Funcagua reveló arsénico arriba del LMP, debido a que en esta zona el agua que se provee es subterránea y se encuentra arsénico de forma natural. Aunque no existe evidencia estadística de acumulación de arsénico en los tanques.

De esta zona se puede agregar que Empagua administra una planta ubicada en la zona 12. El caudal de esta planta de tratamiento es de 83 l/s o 7717 m3/día. 52

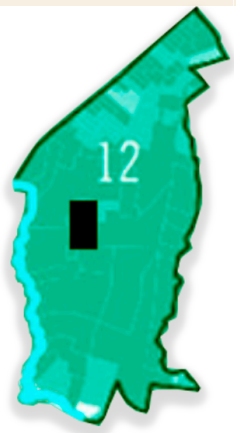


Figura 54. Mapa zona 12 de Guatemala, Cobertura Agua potable. Fuente: Mapa "Cobertura de Agua Potable, Depar tamento/Ciudad de Guatemala", Carrazcoza, Frank. (Ur banística, Municipalidad de Guatemala, 20

Su cobertura municipal es la siguiente:

- 0-28%
- 29%-60%
- 61%-83%
- 84%-100%



Cobertura de servicio de drenajes:

- 0%-20%
- 20%-40%
- 40%-60%
- 60%-80%
- 80%-100%

Figura 55. Mapa zona 12 de Guatemala. Cobertura Drenajes . Fuente: . Mapa "Cobertura de Servicio de Drenajes, De partamento/Ciudad de Guatemala", Carrazcoza, Frank. (Urbanística, Municipalidad de Guatemala, 2009).

5.2 Drenajes: Las aguas residuales y pluviales de las zonas 10,11,12,13 y 14 las recibe el alcantarillado norte.

Dependiendo de la zona, el sistema de drenaje de la capital tiene una cobertura de servicio del 80%-100%. La zona 12 cuenta con un 87% de cobertura, racionado de la siguiente manera:

drenaje individual: 79.45%
drenaje compartido: 7.75
drenaje público: 12.8% 53

52 Cobertura Drenajes . Fuente: . Mapa "Cobertura de Servicio de Drenajes, De partamento/Ciudad de Guatemala", Carrazcoza, Frank. (Urbanística, Municipalidad de Guatemala, 2009).

53 Cobertura Agua potable. Fuente: Mapa "Cobertura de Agua Potable, Depar tamento/Ciudad de Guatemala", Carrazcoza, Frank. (Ur banística, Municipalidad de Guatemala, 20

3 ENERGÍA ELÉCTRICA: La zona 12 de la ciudad de Guatemala cuenta con servicio de energía eléctrica entre un 95% y 100%. Este servicio se divide con un porcentaje de 98.56% brindado por la Empresa Eléctrica de Guatemala y el 1.46% que proviene de candelas, paneles solares u otros. Sin embargo, esto data de un estudio del 2009; el documento del índice de cobertura eléctrica 2016 del MEM demuestra los siguientes datos en la ciudad de Guatemala. En la USAC se visualizan estos mismos datos, pero en una menor escala.[54]

Departamento	Viviendas	Usuarios	Indice
Ciudad de Guatemala	362,769	362,728	99.99%



Figura 56. Cobertura Energía eléctrica . Fuente: .“Cobertura de Energía Eléctrica, Departamento/Ciudad de Guatemala”, Carrazcoza, Frank. (Urbanística, Municipalidad de Guatemala,

54 Cobertura Drenajes. Fuente: “Cobertura de Energía Eléctrica, Departamento/Ciudad de Guatemala”, Carrazcoza, Frank. (Urbanística, Municipalidad de Guatemala,

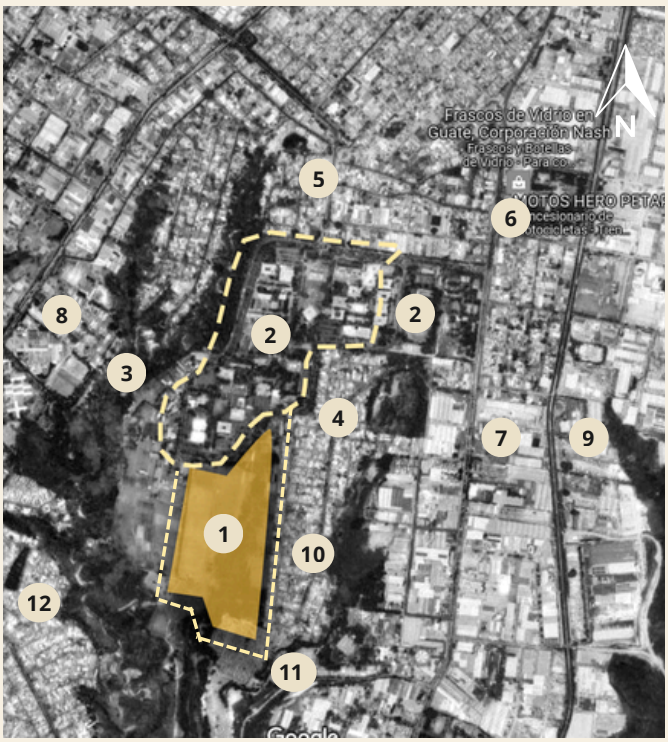


Figura 57. Mapa de colindancias-USAC-, elaboración propia. realizado con Revit 2023

3.1.3 COLINDANCIAS

1. Área del terreno
2. Campus central USAC
3. Parque de las Ardillas, USAC
4. Bulevar interno, USAC
5. Ingreso Principal
6. Ingreso Secundario
7. Avenida Petapa
8. Calzada Aguilar Batres
9. Calzada Atanasio Tzul
10. La Colina Villa Sol
11. Cementerio La Colina
12. Colonia Monte María

Colindancias

Norte: Polígono principal de la USAC
Sur: Cementerio La Colina
Este: Colonia Villa Sol
Oeste: Colonia Monte María

3.1.4 TERRENO DE EMPLAZAMIENTO DEL PROYECTO



Figura 58. Ubicación del terreno en el previo- USAC. Elaboración Propia.

El terreno se encuentra ubicado dentro de la ciudad universitaria de la USAC, al sur de la misma sobre el periférico universitario, posee las siguientes coordenadas:

- Latitud: 14°34’48.27”N
- Longitud: 90°33’16.52”W

Posee un retiro de entre 10 y 15m de distancia, el cual va variando conforme el desarrollo de la línea de fachada.
Área: 223,137.703 m2
Perímetro: 2,245 m. [55]

Tabla 16. tabla de ubicación, extención territorial, subdivisiones administrativas y colindancias. Elaboración propia.

UBICACIÓN		EXTENSIÓN TERRITORIAL	SUBDIVISIONES ADMINISTRATIVAS	COLINDANCIAS		
LATITUD	LONGITUD			NORTE	SUR	ESTE
Entre 90,32 O-90,24 O	Entre 14 grados 40 minutos N. 14 grados 33 segundos norte	996 km2	25 Zonas (omitiendo las zonas 20, 22, 23)	CHINAUTLA SAN PEDRO AYAMPUC	VILLA NUEVA, PETAPA, SANTA CATARINA PINULA	PALENCIA

55 Usac.edu.gt. “Jardín Botánico Para El Instituto de Ciencias de La Tierra, Universidad de San Carlos de Guatemala.,” 2026. https://biblos.usac.edu.gt/opac/record/621619?&mode=advanced&query=@field1=encabezamiento@value1=%20%20%20%20%20%20%20%20EDIFICIOS%20UNIVERSITARIOS&recnum=95.

3.2 CONTEXTO SOCIAL

3.2.1 ORGANIZACIÓN UNIVERSITARIA DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

El gobierno de la Universidad de San Carlos de Guatemala está constituido por: el Consejo Superior Universitario (CSU), Rectoría y la Junta Electoral Universitaria. Donde el CSU tiene conexión con las 3 facultades de Agronomía, Química y Veterinaria; estas cuentan con su propia junta directiva, las cuales realizan las gestiones sobre las Políticas Generales de la Administración, de la Academia y presupuestarias de las Facultades, así como las señaladas en la Ley Orgánica y en los Estatutos de la Universidad de San Carlos de Guatemala y los aspectos no regulados.

Las personas que integran las juntas directivas son electas de manera democrática por medio de elecciones, por lo que la Secretaría Académica, Administrativa, la organización de unidad académica, la coordinación de planificación y el decanato se abocan a ellas. También tienen relación con la Dirección General de Investigación (DIGI), el Consejo Coordinador e Impulsor de la Investigación (CONSIUSAC), la Coordinación de Ciencia, Tecnología e Innovación, el Centro de Estudios Conservacionistas - CECON, el Herbario BIGU, el Centro Experimental Docente de Agronomía, el Herbario USAC y el Herbario UVAL. [56]

3.2.2 POBLACIÓN TOTAL Y OBJETIVO

Las facultades involucradas en el proyecto son Agronomía, Ciencias Químicas y Farmacia, Veterinaria y Zootecnia presentan una población de 5,570 alumnos inscritos número que en un futuro puede cambiar a 94,364.18 dentro de aproximadamente 50 años.

Su población se encuentra desequilibrada ya que el 45% son hombres y el 55% mujeres, es una población que se considera mayormente ladina/mestiza.

Según los datos del registro estudiantil los estudiantes que forman parte de estas 3 facultades conforman el 2.7% de alumnos inscritos en el 2018, mientras el 97.30% pertenece a otras facultades.

Según el grupo de edades, la mayoría de estudiantes es joven ya que se encuentran en un rango de 21 a 35 años de edad. [57]

56 "29. Otros, Cualquier Otra Información Que Sea de Utilidad O Relevancia Para Cumplir Con Los Fines Y Objetivos de La Presente Ley. – Coordinadora de Información Pública." 2018. Usac.edu.gt. 2018. https://cip.usac.edu.gt/index.php/29-otros/.

57 Departamento de Registro y estadistica. (2019). Informe Estadistico Estudiantil. Guatemala: N/A. (Trabajo original publicado en 2019)

3.2.3 HISTORIA

El 31 de enero de 1676, el Monarca Español Carlos II promulgó la Real Cédula de Fundación de la Universidad; documento que llegó a Guatemala el 26 de octubre de 1676, lo que se tradujo en alegría y júbilo en el Reyno de Guatemala.

(1823-1944)

La Academia se dividió en tres secciones: a) Ciencias físicas, matemáticas y médicas; b) Ciencias eclesiásticas, morales y políticas; y c) Literatura y artes. Se impulsó la segunda Reforma Educativa, especialmente en la metodología y planes de la enseñanza. La primera Cátedra de Historia fue inaugurada por el ilustre Doctor Alejandro Marure, el 16 de octubre de 1832.

La Revolución del 20 de octubre de 1944 y la Universidad de San Carlos de Guatemala

Los estudiantes, docentes y profesionales de la Universidad de San Carlos de Guatemala, unidos a militares progresistas, iniciaron un movimiento revolucionario que culminaría con el derrocamiento del sistema político imperante. Esto está plasmado por el ingreso al Cuartel Militar, denominado la Guardia de Honor, de 14 estudiantes universitarios.

La Facultad de Humanidades inauguró una nueva época con su fundación y elección de autoridades el 17 de diciembre de 1945, resultando electo como primer Decano el Licenciado José Rolz Bennett. Estudiantes, docentes y profesionales de la Universidad de San Carlos de Guatemala decidieron participar en política, y en conjunto con otros sectores sociales crearon el Partido político “Frente Popular Libertador”, el cual llevó como candidato a la Presidencia de la República a un egresado de la USAC, el Doctor Juan José Arévalo Bermejo.

La contrarevolución de 1954

El coronel Carlos Castillo Armas, quien asumió la presidencia de la República mediante un plebiscito oral, restituye tierras a la United Fruit Company e impulsó una nueva reforma agraria orientada a la adjudicación de tierras a oficiales del Ejército de Guatemala. En este contexto, el periódico El Estudiante de la Asociación de Estudiantes Universitarios (AEU) publicó una caricatura que representaba la visita del presidente Castillo Armas a los Estados Unidos, en la cual era recibido con una manta que llevaba la inscripción “Bienvenido”, en clara alusión crítica a su política gubernamental. Durante este período, la Asociación de Estudiantes Universitarios sostuvo una lucha constante contra la postura considerada entreguista del régimen. [58]

58 Sagastume Gemmell, M. a. (2013). Sintesis de la historia de la Universidad San Carlos de Guatemala. Guatemala: N/A. Recuperado de Coordinadora General de Planificación. (2016). Manual de imagen, cromatismo, materiales y acabados para el poligono principal del conjunto historico del patrimonio de la modernidad del campus central de la universidad san carlos (2a ed.). Guatemala: N/A. (Trabajo original publicado en 2016)

El movimiento estudiantil de marzo-abril de 1962 y la Universidad de San Carlos de Guatemala

Durante el gobierno del general Miguel Ydígoras Fuentes, se intensificó la represión estatal, lo que derivó en la masacre de estudiantes de Educación Media dentro de sus propios establecimientos. Como respuesta, el movimiento de protesta convocado por la Asociación de Estudiantes Universitarios se extendió a nivel nacional y adoptó nuevos métodos de manifestación, como cadenas humanas y protestas rápidas y móviles, similares a las empleadas en 1968 por estudiantes de la Universidad Nacional Autónoma de México y de universidades de París, bajo el lema: “En un pueblo en donde hay más soldados que maestros es más fácil morir que aprender”.

Ejército de Guatemala invade la Universidad de San Carlos de Guatemala

En noviembre de 1970, el general Carlos Manuel Arana Osorio ordenó la ocupación militar de la Universidad de San Carlos de Guatemala. Ante esta situación, el rector Rafael Cuevas del Cid (1970–1974) mantuvo una actitud firme, valiente y digna. Posteriormente, este gobierno militar promovió un fraude electoral que llevó a la presidencia en 1974 al general Kjell Eugenio Laugerud García. Durante su administración, la Universidad de San Carlos eligió como rector al doctor en Odontología Roberto Valdeavellano Pinot, quien mostró un marcado compromiso con la transformación universitaria, exponiendo esta necesidad en las aulas con el acompañamiento de la Asociación de Estudiantes Universitarios. [59]

3.2.4 CULTURA

Murales: Este apartado se inscribe dentro del contexto histórico, político y cultural de la Universidad de San Carlos de Guatemala, donde el arte mural ha funcionado como un medio de memoria colectiva, denuncia y resistencia frente a la represión estatal vivida especialmente entre las décadas de 1970 y 1980.

Tabla 17. Murales en el Campus Central USAC. Fuente: Murales. (2020, January 28). Retrieved August 23, 2023, from Memoria USAC website: https://memoriausac.home.blog/murales/

Mural Homenaje a los Mártires de la quema de la Embajada de España (Edificio T9)	Al interior del Edificio T-9 de la Facultad de Agronomía, se encuentra un mural elaborado por la agrupación UNIDAD, la cual tuvo a cargo la Asociación de Estudiantes de Agronomía en el periodo 1988-1989.
Mural compañeros mártires (Edificio M-5)	La Asociación de Estudiantes de Ciencia Política, la agrupación estudiantil GRITO, y la agrupación Redes 89 conmemoraron, en junio de 2008, la memoria de los 10 dirigentes estudiantiles de la AEU de 1989, que fueron desaparecidos y asesinados en septiembre y agosto de ese mismo año.
Mural Oliverio Castañeda (Edificio S-2)	La Asociación de Estudiantes de Ciencia Política, la agrupación estudiantil GRITO, y la agrupación Redes 89 conmemoraron, en junio de 2008, la memoria de los 10 dirigentes estudiantiles de la AEU de 1989, que fueron desaparecidos y asesinados en septiembre y agosto de ese mismo año.
• Mural (Edificio S-7) Mario Alioto López Sánchez • Mural a las Jornadas de agosto de 1977. Edificio S-4 • Mural Robin García (Edificio S-2)	

59 Sagastume Gemmell, M. a. (2013). Sintesis de la historia de la Universidad San Carlos de Guatemala. Guatemala: N/A. Recuperado de Coordinadora General de Planificación. (2016). Manual de imagen, cromatismo, materiales y acabados para el poligono principal del conjunto historico del patrimonio de la modernidad del campus central de la Universidad san carlos (2a ed.). Guatemala: N/A. (Trabajo original publicado en 2016)

3.2.5 EVENTOS Y TRADICIONES

1. Aniversario de la Fundación. la celebración del aniversario de la fundación de la universidad, el 31 de enero, es uno de los eventos más importantes en el calendario de la USAC. Se realizan ceremonias, conferencias y actividades culturales para conmemorar este día histórico.
2. Huelga de Dolores: la Huelga de Dolores es una tradición de la Universidad de San Carlos de Guatemala —USAC—. Se lleva a cabo a través de un desfile bufo que cada año, en el Viernes de Dolores, hace su recorrido principal en el centro histórico de la zona 1, ciudad de Guatemala.
3. Feria Universitaria: la Feria Universitaria es un evento anual en el cual la USAC presenta sus programas académicos y servicios a futuros estudiantes y a la comunidad en general. Es una oportunidad para conocer más sobre las carreras y actividades que ofrece la institución.[60]



Maza, Marielos. “Huelga de Dolores 2025: Qúe Es Y Cuando Se Celebra.” La Hora, April 9, 2025. https://lahora.gt/lh-bienestar/mmaza/2025/04/09/huelga-de-dolores-2025-que-es-y-cuando-se-celebra/.

Análisis de los años anteriores

- Todos los movimientos estudiantiles han tenido como consecuencia períodos de cierre y suspensión que han llegado a ser de 15 años y, en casos actuales, de 3 años. Por esta misma situación, lo conveniente es proponer sistemas que puedan mantener el herbario de manera remota.
- Es necesario brindar espacios públicos en el nuevo plan maestro para la realización de actividades culturales que se vienen realizando desde hace varias décadas.

60 Tradiciones de Guatemala: " La Huelga De Dolores ". (2023). Retrieved September 20, 2023, from Victor GT blog website: https://victorgt.typepad.com/blog/2009/03/tradiciones-de-guatemala-la-huelga-de-dolores.html

3.3 REFERENTE LEGAL

Para hacer una base de qué leyes se deben tomar en cuenta para realizar el proyecto se tomaron en cuenta los siguientes reglamentos

1. Constitución Política de la República de Guatemala
2. Decreto número 68-86 - Ley de protección y mejoramiento del medio ambiente
3. Ley de Promoción del Desarrollo Científico
4. Ley de Áreas Protegidas
5. Ley de Sanidad Vegetal y Animal
6. Ley Forestal
7. Estatutos USAC
8. Normativo - Investigaciones Biológicas
9. Ley de Atención a las Personas con Discapacidad
10. Reglamento de las Descargas y Reuso de Aguas Residuales y de la Disposición de Lodos
11. Reglamento para el Manejo de Desechos Hospitalarios
12. Reglamento de Evaluación, Control y Seguimiento Ambiental
13. Tratados Internacionales
14. Plan de manejo del Conjunto Histórico del Patrimonio de la Modernidad del Campus Central de la Universidad de San Carlos de Guatemala

CONSTITUCIÓN DE LA REPÚBLICA

El proyecto encuentra su justificación en el marco de la Constitución de la República de Guatemala, ya que está directamente vinculado a varios artículos que apoyan la protección del patrimonio cultural, el derecho a la educación, la promoción de la ciencia y la tecnología, la autonomía universitaria y el uso sostenible de los recursos naturales. Estos principios constitucionales ofrecen el respaldo legal e institucional que fundamenta la relevancia y viabilidad del proyecto.

Artículo 60. Patrimonio cultural. Forman el patrimonio cultural de la Nación los bienes y valores paleontológicos, arqueológicos, históricos y artísticos del país y están bajo la protección del Estado. Se prohibe su enajenación, exportación o alteración, salvo los casos que determine la ley.

Artículo 61. Protección al patrimonio cultural. Los sitios arqueológicos, conjuntos monumentales y el Centro Cultural de Guatemala, recibirán atención especial del Estado, con el propósito de preservar sus características y resguardar su valor histórico y bienes culturales.

- Artículo 71. Derecho a la educación. Se garantiza la libertad de enseñanza y de criterio docente. Es obligación del Estado proporcionar y facilitar educación a sus habitantes sin discriminación alguna. Se declara de utilidad y necesidad pública la fundación y mantenimiento de centros educativos culturales y museos.

- Artículo 80. Promoción de la ciencia y la tecnología. El Estado reconoce y promueve la ciencia y la tecnología como bases fundamentales del desarrollo nacional. La ley normará lo pertinente.

- Artículo 82. Autonomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala. En su carácter de única universidad estatal, le corresponde con exclusividad dirigir, organizar y desarrollar la educación superior del Estado y la educación profesional universitaria estatal, así como la difusión de la cultura en todas sus manifestaciones. Promoverá por todos los medios a su alcance la investigación en todas las esferas del saber humano y cooperará en el estudio y solución de los problemas nacionales.
- Artículo 119. Obligaciones del Estado. Son obligaciones fundamentales del Estado adoptar las medidas que sean necesarias para la conservación, desarrollo y aprovechamiento de los recursos naturales en forma eficiente. [61]

DECRETO DEL CONGRESO 68-86 LEY DE PROTECCIÓN Y MEJORAMIENTO DEL MEDIO AMBIENTE

Estos artículos del Decreto 68-86, Ley de Protección y Mejoramiento del Medio Ambiente, fundamentan el anteproyecto del herbario al promover el uso racional de los recursos naturales y la conservación del equilibrio ecológico. Asimismo, respaldan la planificación del proyecto como una infraestructura compatible con la protección ambiental y sujeta a la evaluación de impacto ambiental. Finalmente, justifican el herbario como un espacio orientado a la conservación, investigación y mejora de los recursos naturales del país.

- Artículo 1. El Estado, las municipalidades y los habitantes del territorio nacional propiciarán el desarrollo social, económico, científico y tecnológico que prevenga la contaminación del medio ambiente y mantenga el equilibrio ecológico. Por lo tanto, la utilización y el aprovechamiento de la fauna, de la flora, del suelo, del subsuelo y del agua deberán realizarse racionalmente.

- Artículo 4. El Estado velará porque la planificación del desarrollo nacional sea compatible con la necesidad de proteger, conservar y mejorar el medio ambiente.

61 Constitución Política de la República de Guatemala, reformada por Acuerdo Legislativo No. 18-93 (17 de noviembre de 1993),

- Artículo 8. Para todo proyecto, obra, industria o cualquier otra actividad que por sus características puede producir deterioro a los recursos naturales renovables o no, al ambiente, o introducir modificaciones nocivas o notorias al paisaje y a los recursos culturales del patrimonio nacional, será necesario, previamente a su desarrollo, un estudio de evaluación del impacto ambiental, realizado por técnicos en la materia y aprobado por la Comisión del Medio Ambiente.

- Artículo 12. Objetivos específicos de la ley: a) La protección, conservación y mejoramiento de los recursos naturales del país, así como la prevención del deterioro y mal uso o destrucción de los mismos, y la restauración del medio ambiente en general.[62]

LEY DE PROMOCIÓN DEL DESARROLLO CIENTÍFICO Y TECNOLÓGICO NACIONAL

Los artículos de la ley de promoción del desarrollo científico y tecnológico nacional respaldan el anteproyecto del herbario al establecer la libertad de investigación y la responsabilidad del Estado de fortalecer la infraestructura científica y tecnológica. Asimismo, justifican al herbario como un espacio para la investigación, educación y conservación de los recursos naturales, con impacto social. Finalmente, promueven la vinculación universitaria, el apoyo intersectorial y la cooperación para el desarrollo científico.

- Artículo 1. Libertad de Investigación: El estado garantiza la libertad para desarrollar actividades científicas y tecnológicas.

- Artículo 5. Acción general. El Estado promoverá, coordinará y facilitará la formulación, aplicación, coordinación y ejecución de las políticas nacionales de ciencia y tecnología, además del sistema nacional de ciencia y tecnología, y apoyará el fortalecimiento de una base científica y tecnológica que consolide a mediano y largo plazos núcleos de excelencia en sectores y áreas prioritarias para el desarrollo nacional.

- Artículo 6. Infraestructura de investigación y desarrollo. El estado impulsará el fortalecimiento de la infraestructura científica y tecnológica de centros de investigación en sectores y áreas estratégicas para el desarrollo.

- Artículo 8. Recursos e incentivos. El Estado establecerá los recursos e incentivos necesarios para estimular la vinculación entre los sectores productivos, sociales y de investigación y desarrollo. Una ley específica regulará lo relativo a lo dispuesto en este Artículo.

62 Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales. “Ley de Protección Y Mejoramiento Del Medio Ambiente – Decreto 68-86,” 2022. https://www.marn.gob.gt/wpfd_file/ley-de-proteccion-y-mejoramiento-del-medio-ambiente-decreto-68-86/.

- Artículo 7. Tecnología de interés social. El Estado identificará, formulará, evaluará y ejecutará proyectos de investigación científica y desarrollo tecnológico, promoviendo tecnologías que permitan mejorar las condiciones de educación, salud, nutrición y vivienda, tecnologías que permitan el uso de los recursos naturales renovables y que aseguren su conservación, fomento y mejoramiento, sobre la base de la satisfacción de las necesidades de la sociedad guatemalteca.

- Artículo 11. Educación y recreatividad. El Estado promoverá programas y actividades escolares y extraescolares de contenido científico tecnológico, estimulando la creatividad y la inventiva como un elemento de la educación; asimismo, apoyará actividades que estimulen la inventiva nacional.

- Artículo 16. Vinculación de los sectores productivos y de investigación y desarrollo. El Estado estimulará la utilización de la capacidad de las Universidades y Centros de Investigación y Desarrollo para la solución de problemas en ciencias y tecnologías que enfrenten los sectores público y privado. Apoyará la efectiva participación sectorial en el diseño y ejecución de proyectos de investigación y desarrollo.

- Artículo 18. Cooperación Internacional. El Estado apoyará el establecimiento de mecanismos de coordinación que permitan canalizar en forma oportuna la cooperación técnica y financiera internacional en ciencia y tecnología. [63]

LEY DE ÁREAS PROTEGIDAS

Los artículos de la Ley de Áreas Protegidas sustentan el anteproyecto del herbario al declarar la vida silvestre como patrimonio natural de interés nacional y establecer la prioridad del resguardo de especies vegetales amenazadas y endémicas. Además, definen el papel del CONAP en la autorización, control y registro de investigaciones, colectas y colecciones científicas, lo que enmarca legalmente el funcionamiento del herbario. En este sentido, el proyecto se plantea como un espacio técnico que ordena, documenta y regula el manejo de la flora dentro de los lineamientos establecidos por la ley.

- Artículo 2. Interés nacional. La vida silvestre es parte integrante del patrimonio natural de los guatemaltecos y, por lo tanto, se declara de interés nacional su restauración, protección, conservación y manejo en áreas debidamente planificadas.

- Artículo 23. Flora y fauna amenazadas. Se considera de urgencia y necesidad nacional el rescate de las especies de flora y fauna en peligro de extinción, de las amenazadas y la protección de las endémicas.

63 Reglamento de la Ley de Promoción del Desarrollo Científico y Tecnológico Nacional, Acuerdo Gubernativo No. 34-94 (Guatemala, 24 de enero de 1994)

- Artículo 27. Regulación de especies amenazadas. Se prohíbe la recolección, captura, caza, pesca, transporte, intercambio, comercio y exportación de las especies de fauna y flora en peligro de extinción, de acuerdo a los listados del CONAP, salvo que por razones de sobrevivencia, rescate o salvaguarda de la especie.

- Artículo 36. Aprovechamientos especiales. En los aprovechamientos forestales, legalmente autorizados por DIGEBOS, se podrá hacer colecta de plantas y animales, siempre que previamente se obtenga el permiso del CONAP.

- Artículo 81. de las faltas. Las faltas en materia de vida silvestre y áreas protegidas serán sancionadas de diferentes maneras.

- Artículo 82. Acciones ilícitas. Menciona cuáles son las acciones ilícitas en materia de áreas protegidas y vida silvestre que se deben tomar en cuenta.

- Artículo 35. Autorización. Para el aprovechamiento de productos de la vida silvestre protegidos por esta ley, sus reglamentos y leyes conexas, el interesado deberá contar con la autorización correspondiente, extendida por el CONAP.

- Artículo 52. Normas para el uso de la vida silvestre. Las personas individuales o jurídicas que regularmente se dediquen o deseen realizar actividades de corte, recolecta, caza, captura, transporte, tenencia comercial, intercambio, investigación o comercialización de plantas o animales silvestres, vivos o muertos, partes o derivados de los mismos, deberán contar con la autorización expresa del Consejo Nacional de Áreas Protegidas. El reglamento indicará los requisitos para cada caso.

- Artículo 56. Colecciones. Los zoológicos, las colecciones particulares de fauna, de circos, de museos y las de entidades de investigación están sujetas a las regulaciones del CONAP.

- Artículo 47. Autorización para Investigación. El Consejo Nacional de Áreas Protegidas (CONAP), autorizará o generará las investigaciones de todo tipo y categoría que se realicen en áreas protegidas, de acuerdo a las normas que se establezcan para tal efecto.

- Articulo 75. Registros. El CONAP establecerá los registros necesarios que propendan a la conservación, aprovechamiento racional y buena administración de los recursos de vida silvestre y áreas protegidas.

- Artìculo 76. Emision de licencias. La emisión de licencias de aprovechamiento, caza, pesca deportiva, transporte, tenencia comercial, manejo, exportación y comercialización de productos de flora y fauna silvestre, corresponde al Consejo Nacional de Áreas Protegidas. Toda licencia o permiso que extienda el CONAP se considera personal e intransmisible.

64 Ley de Áreas Protegidas, Decreto No. 4-89 del Congreso de la República de Guatemala (Guatemala, 1989)

LEY DE SANIDAD VEGETAL Y ANIMAL

Los artículos de la Ley de Sanidad Vegetal y Animal enmarcan el anteproyecto del herbario al asignar al MAGA la responsabilidad de la identificación, diagnóstico y control de problemas fitosanitarios, funciones que requieren espacios técnicos y de apoyo científico. Asimismo, establecen lineamientos para la inspección, certificación, registro y manejo de material vegetal, vinculando al herbario como una infraestructura complementaria para el estudio, documentación y referencia botánica. En este sentido, el proyecto contribuye indirectamente al fortalecimiento de los procesos de sanidad vegetal mediante el respaldo científico y académico que ofrece.

- Artículo 9. Corresponde al MAGA, coordinar y desarrollar acciones a nivel nacional para identificar y diagnosticar, en campo y en laboratorio, los principales problemas fitosanitarios que afectan a la producción, procesamiento y al comercio de los productos agrícolas no procesados. Las acciones específicas a desarrollar serán establecidas en el reglamento respectivo.

- Artículo 28. El MAGA queda facultado para cancelar la delegación otorgada, las funciones y atribuciones a aquellos profesionales que no cumplan con los requisitos y normas determinadas en la presente ley y sus reglamentos. Un reglamento específico reglamentará lo relativo al procedimiento de delegación.

- Artículo 15. Las partidas de plantas, productos y subproductos vegetales destinados para la exportación, sus empaques y medios de transporte serán inspeccionados, certificados y/o aprobados, según sea el caso, por el MAGA, cuando así lo requieran y de acuerdo a las normas de protección fitosanitaria de los países importadores.

- Artículo 16. Corresponde al MAGA, desarrollar y coordinar acciones para la planificación y ejecución de programas y campañas de prevención, control y erradicación de plagas de los vegetales.

- Artículo 19. Es obligación denunciar inmediatamente al MAGA el aparecimiento de plagas, residuos tóxicos y contaminantes para las plantas, productos y subproductos vegetales y el ambiente; así como participar en acciones de emergencia que se establezcan según el caso.

- Artículo 20. El MAGA dictará las normas, procedimientos y reglamentos, para el ingreso y transporte hacia y dentro del territorio nacional, de los animales, fármacos, biológicos, hidrobiológicos, materias primas, productos y subproductos no procesados de origen animal, equipos y materiales de uso animal, con la finalidad de evitar el ingreso o diseminación y establecimiento en el país de enfermedades, plagas,entre otros.

- Artículo 22. La preinspección, inspección y vigilancia sanitarias requeridas para la debida protección humana, en lo que respecta a la producción, elaboración, transformación, manejo, almacenaje, transporte e importación de materias primas, así como de los productos y subproductos no procesados de origen animal, destinados al consumo humano, quedará a cargo del MAGA y de los comités específicos que se nombren.

- Artículo 32. El regente será responsable técnico, de que las sustancias químicas biológicas o afines, que se envasen, reenviasen, empaquen, reempaque, importen, fabriquen, formulen, distribuyan, mezclen, almacenen y vendan, estén debidamente registradas y se ajusten a todas las disposiciones de esta ley y sus reglamentos. [65]

LEY FORESTAL

Los artículos de la Ley Forestal respaldan el anteproyecto del herbario al regular el uso, extracción y control de los productos forestales, así como la identificación de especies y regiones prioritarias para la reforestación bajo la rectoría del INAB. En este marco, el herbario se vincula como un soporte técnico y científico para el registro, estudio y referencia de especies forestales. De esta manera, el proyecto aporta a la gestión ordenada de los recursos forestales y al cumplimiento de la normativa vigente.

- Artículo 3. Aprovechamiento sostenible. El aprovechamiento sostenible de los recursos forestales, incluyendo la madera, semillas, resinas, gomas y otros productos no maderables, será otorgado por concesión si se trata de bosques en terrenos nacionales, municipales, comunales o de entidades autónomas o descentralizadas; o por licencias, si se trata de terrenos de propiedad privada, cubiertos de bosques.

- Artículo 60. Extracción de productos y subproductos forestales. Los productos y subproductos forestales que sean dañados o tumbados por causas naturales podrán ser aprovechados por el propietario del bosque sin mayor requisito que la autorización correspondiente, otorgada por el INAB, la cual será después de la inspección ocular y estimación del volumen a extraer en las áreas de su jurisdicción.

- Artìculo 61 Extracción de productos y subproductos ilícitos: Los productos y subproductos forestales que se encuentren tumbados por aprovechamientos ilícitos en bosques bajo la jurisdicción del INAB, mediante orden de Juez competente, serán objeto de extracción por salvamento y quedarán a disposición del Organismo Judicial.

- Artículo 80. Especies y regiones a reforestar por incentivos. La Junta Directiva del INAB determinará las especies de árboles forestales y las regiones donde se establecerá la reforestación por los incentivos forestales, tomando en consideración tanto las especies y regiones de alta productividad forestal; además, en este contexto fijará las prioridades necesarias que tiendan a atenuar o contribuir a resolver la crisis ambiental, energética o productiva.

- Artìculo 94. Recolección, utilización y comercialización de productos forestales sin documentación. Quien recolecta, utilice o comercialice productos forestales sin la documentación correspondiente, reutilizándola o adulterado, será sancionado de diversas maneras.[66]

65 Ley de Sanidad Vegetal y Animal, Decreto No. 36-98 del Congreso de la República de Guatemala (Guatemala, 2 de junio de 1998),
66 Ley Forestal, Decreto No. 101-96 del Congreso de la República de Guatemala (Guatemala, 1996)

ESTATUTO DE LA USAC

Estos artículos de los Estatutos de la USAC se aplican al anteproyecto del herbario al facultar a la universidad para la creación de museos y colecciones científicas, así como para la cooperación con el Estado en la conservación y estudio de acervos vinculados a la ciencia.

- Artículo 8. Establecer bibliotecas, museos, exposiciones y todas aquellas organizaciones que tiendan al desenvolvimiento cultural del país.

- Artículo 118. La USAC cooperará con el Estado para la creación y conservación de los museos, la conservación, rescate y clasificación de archivos, así como con la preservación y estudio de otros que tengan relación con la ciencia [67]

NORMATIVO-INVESTIGACIONES-BIOLÓGICAS

- Fortalecer el mecanismo administrativo a nivel nacional para el registro, autorización y sistematización de investigadores e investigaciones en materia de diversidad biológica, que se realicen dentro y fuera de áreas protegidas, para promover y facilitar la investigación y generar conocimientos vinculados a la diversidad biológica que permita la toma de decisiones fundamentada a nivel nacional. [68]

LEY DE ATENCIÒN A LAS PERSONAS CON DISCAPACIDAD

Los artículos seleccionados de la Ley de Atención a las Personas con Discapacidad orientan la incorporación de criterios de accesibilidad en el anteproyecto del herbario, asegurando condiciones adecuadas de circulación, servicios e información accesible para todas las personas.

- Artículo 13. Las instituciones públicas y las privadas deberán proveer, a las personas con discapacidad, los servicios de apoyo y las ayudas técnicas requeridas para garantizar el ejercicio de sus derechos y deberes.

- Artículo 15. Las instituciones públicas y privadas que brindan servicios a personas con discapacidad deberán proporcionar información veraz, oportuna, accesible y utilizable, en referencia a los tipos de discapacidades que atienden y a los servicios que prestan.

- Artículo 54. Las construcciones nuevas, ampliaciones, o remodelaciones de edificios públicos, parques, aceras, plazas, vías, servicios sanitarios y otros espacios de propiedad pública deberán efectuarse conforme a especificaciones técnicas que permitan el fácil acceso y la locomoción de las personas con discapacidad a los lugares que visiten.

67 Estudiantes por Derecho. “Estatuto de La Universidad de San Carlos de Guatemala.” Scribd, 2026. https://es.scribd.com/document/984655/estatuto-de-la-universidad-de-san-carlos-de-guatemala.

68 Consejo Nacional de Áreas Protegidas (CONAP). Normativo de Investigaciones e Investigadores de la Diversidad Biológica. Publicación técnica No. 05-2020. Guatemala, 2020.

Artículo 57. Los establecimientos públicos y privados de servicio al público, deberán reservar y habilitar un área específica, dentro del espacio para estacionamiento, con el fin de permitir el estacionamiento de los vehículos conducidos por personas con discapacidad o por las que las transporten, en lugares inmediatos a las entradas de edificaciones y con las facilidades necesarias para su desplazamiento y acceso.

Artículo 58. Los ascensores de los edificios públicos o privados deberán contar con facilidades de acceso, manejo señalización visual y táctil y con mecanismos de emergencia, de manera que puedan ser utilizados por todas las personas con discapacidad.

Artículo 65. Los espacios físicos en general y dónde se realicen actividades culturales, deportivas o recreativas en particular, deberán ser accesibles a las personas con discapacidad. Las instituciones públicas y privadas que promuevan y realicen actividades de éstos tipos deberán proporcionar los medios técnicos necesarios para que todas las personas puedan disfrutarlas. [69]

REGLAMENTO DE LAS DESCARGAS Y REUSO DE AGUAS RESIDUALES Y DE LA DISPOSICIÓN DE LODOS

Artículo 26. Modelo de reducciòn progresiva de cargas de demanda bioquìmica de oxígeno para descargas al alcantarillado pùblico: Las personas existentes que descargan al alcantarillado público deberán reducir en forma progresiva la demanda bioquímica de oxígeno. [70]

REGLAMENTO PARA EL MANEJO DE DESECHOS HOSPITALARIOS

Los artículos seleccionados del Reglamento para el Manejo de Desechos Hospitalarios se vinculan con el anteproyecto del herbario al orientar la gestión, separación y disposición adecuada de residuos, así como la necesidad de contar con un plan de manejo y sistemas autorizados para el tratamiento de desechos potencialmente infecciosos.

Artículo 7. Manejo adecuado de desechos. Las instituciones privadas y públicas deberán presentar un plan de manejo de desechos hospitalarios de conformidad por lo dispuesto en el presente reglamento para su aprobación por el Departamento de Regulación de los Programas de la Salud y el Ambiente.

69 Congreso de la República de Guatemala, Ley de Atención a las Personas con Discapacidad, Decreto No. 135-96 (Guatemala, 1996)

70 Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, Reglamento para la Gestión Integral de los Residuos y Desechos Sólidos Comunes, Acuerdo Gubernativo No. 164-2021 (Guatemala, 2021).

Artìculo 8. Obligación de incineradores. Los entes generadores, tanto públicos como privados quedan obligados de conformidad con las disposiciones del Código de Salud, a adquirir, instalar y mantener en forma individual o conjunta, incineradores para la disposición final de los desechos qué produzcan y que sean considerados como infecciosos de conformidad con lo preceptuado en el capítulo sexto del presente reglamento. Podrán asimismo, contratar los servicios de empresas de disposición que se encuentren debidamente autorizadas por el Departamento de Salud y Ambiente.

Artículo 14. Sobre la separación. Todo ente generador deberá de capacitar al personal médico, paramédico, administrativo, personal de servicios varios o temporal, en función de la correcta separación de los desechos atendiendo a la clasificación contenida en el artículo tercero, del presente reglamento,. Para tal efecto deberán separarse todos los desechos generados, en recipientes debidamente identificados embalados de fácil manejo, cuyo material no será susceptible de rotura para evitar cualquier tipo de derramamiento.

Artículo 19. Del Almacenamiento Temporal. Los entes generadores, deben contar con áreas de depósito temporal de los desechos que produzcan, debiéndose encontrar físicamente separados, los desechos comunes de los desechos infecciosos, químicos peligrosos, farmacéuticos, tóxicos y radiactivos. Estas áreas de depósito deben cumplir con los siguientes aspectos.

Artículo 20. Almacenamiento de los Desechos. Los desechos deben ser almacenados según su clasificación y apilados en forma tal que no causen filtraciones, volteos, rupturas o cualquier situación que dañe la integridad de las bolsas. Aquellos desechos comprendidos dentro de la clasificación determinada por el presente reglamento, deben depositarse temporalmente en el lugar adecuado a que se refiere el artículo anterior. Los desechos comunes, se deben disponer en forma independiente y manejarse como un desecho de carácter municipal.

Artículo 33. De la ubicación de los Incineradores. Los incineradores que se encuentren en las propias instalaciones de los entes generadores a los que alude el presente reglamento, deberán ser ubicados en un sitio donde no represente un riesgo para los pacientes, personal que labora en el hospital y para la población en general.

Artículo 34. Medidas de Seguridad. Todo lugar en donde se ubique un equipo de incineración [71]

71 Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales. “AG 509-2001 Reglamento Para El Manejo de Desecho Sólidos Hospitalarios,” 2021. https://www.marn.gob.gt/wpfd_file/ag-509-2001-reglamento-para-el-manejo-de-desecho-solidos-hospitalarios/.

REGLAMENTO DE EVALUACIÓN, CONTROL Y SEGUIMIENTO AMBIENTAL

Los artículos considerados del Reglamento de Evaluación, Control y Seguimiento Ambiental aplican al anteproyecto del herbario al definir los mecanismos de monitoreo y supervisión ambiental necesarios para comprobar el cumplimiento de los compromisos y parámetros técnicos establecidos.

- Artículo 19. Instrumentos de Control y Seguimiento Ambiental. Consiste en el conjunto de instrumentos y procedimientos de la gestión ambiental que tienen como fin la realización de un proceso de actividades que verifiquen el cumplimiento de las medidas de mitigación definidas con anterioridad en las evaluaciones ambientales y diagnóstico ambiental, las cuales deberán estar dentro de las normas o parámetros técnicos establecidos.

- Artículo 23. Seguimiento y vigilancia Ambiental. Consiste en el levantamiento de información periódica o de prueba para determinar el nivel de cumplimiento de los requisitos obligatorios normativos, compromisos ambientales o para la identificación de los niveles de contaminantes en el ambiente.

- Artículo 23. Seguimiento y vigilancia Ambiental. Consiste en el levantamiento de información periódica o de prueba para determinar el nivel de cumplimiento de los requisitos obligatorios normativos, compromisos ambientales o para la identificación de los niveles de contaminantes en el ambiente.

- Artículo 24. Instrumentos Complementarios (ICOs). Es el conjunto de condiciones o directrices generales ambientales complementarias a la normativa ambiental vigente establecidas para garantizar que los diferentes proyectos, obras, industrias o cualquier otra actividad tengan una efectiva gestión ambiental de sus actividades y, además, permita mantener un sistema de información eficiente y efectivo ante las autoridades ambientales pertinentes.

- Artículo 25. Los “Compromisos Ambientales”. Constituyen el listado de acciones y prácticas derivados de las Evaluaciones Ambientales e Instrumentos de Control y Seguimiento Ambiental que la Dirección General de Gestión Ambiental y Recursos Naturales aprueba como vinculantes para la ejecución de los proyectos, obras, industrias o cualquier otra acción; se establecen mediante una resolución administrativa sin menoscabo del cumplimiento de la normativa nacional vigente.

- Artículo 26. Requisitos Mínimos de los Compromisos Ambientales. En todos los casos, el proponente deberá comprometerse, además de los compromisos específicos a que resulte obligado como resultado de los Instrumentos de Evaluación, Control y Seguimiento Ambiental que haya aplicado, a satisfacer los requerimientos establecidos mediante Resolución que para el efecto elabore la Dirección General de Gestión Ambiental del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, siempre y cuando estén fundamentados en criterio técnico. [72]

72 Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales. Reglamento de Evaluación, Control y Seguimiento Ambiental. Acuerdo Gubernativo No. 137-2016. Guatemala, 11 de julio de 2016.

TRATADOS INTERNACIONALES

Los artículos considerados del Reglamento de Evaluación, Control y Seguimiento Ambiental aplican al anteproyecto del herbario al definir los mecanismos de monitoreo y supervisión ambiental necesarios para comprobar el cumplimiento de los compromisos y parámetros técnicos establecidos. [73]

- Convenio sobre la diversidad biológica: Firmado 1992 Naciones Unidas
- Convenio Centroamericano de Biodiversidad, 1992
- Protocolo de Nagoya sobre acceso a los recursos genético: Firmado 2010 Naciones Unidas
- Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres
- Declaración de Estocolmo, 1972
- Declaración de Río sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo, 1992
- Convenio sobre Diversidad Biológica, 1992
- Protocolo de Cartagena Sobre Seguridad de la Biotecnología del Convenio sobre la Diversidad Biológica
- Declaración del Milenio, 2000
- Declaración sobre Desarrollo Sostenible, Johannesburgo, 2002

73 Comisión Presidencial coordinadora de la Política del Ejecutivo en materia de Derechos Humanos –COPREDEH–, Compendio de Convenios y Tratados Internacionales Ambientales Ratificados por Guatemala, 1st ed. (Serviprensa, S.A, 2011), https://gae.gob.gt/wp-content/uploads/2017/07/INTER-2011-001.pdf.

AGENDA 2030 PARA EL DESARROLLO SOSTENIBLE

Los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) son un conjunto de 17 metas globales adoptadas por los estados miembros de las Naciones Unidas en 2015 como parte de la Agenda 2030. Estos objetivos buscan erradicar la pobreza, proteger el planeta y asegurar la prosperidad para todas las personas, con metas específicas que deben alcanzarse antes del año 2030. Los ODS abarcan áreas como la educación, la igualdad de género, el cambio climático, la paz, la justicia, el trabajo decente y, por supuesto, la salud.Los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) que más se adecuan al anteproyecto son los siguientes:

1. ODS15: Vida de ecosistemas terrestres: Los herbarios tienen un papel crucial en la conservación de la biodiversidad y en el estudio de la flora de diferentes ecosistemas. Contribuyen a la identificación, clasificación y documentación de especies vegetales, lo que a su vez apoya la comprensión y la conservación de los ecosistemas terrestres.
2. ODS 4: Educación de calidad: Los herbarios pueden desempeñar un papel educativo al permitir que estudiantes, investigadores y el público en general estudien y aprendan sobre la diversidad de las plantas, la ecología y la importancia de la conservación de la naturaleza.
3. ODS 12: Producción y consumo responsables: Los herbarios pueden contribuir a este objetivo al estudiar y promover la utilización sostenible de plantas para fines medicinales, alimenticios, ornamentales y otros usos, ayudando a sensibilizar sobre la importancia de conservar y utilizar los recursos vegetales de manera responsable.
4. ODS 13: Acción por el clima: Los herbarios pueden tener un papel en la investigación sobre la adaptación de las plantas al cambio climático, así como en la conservación de especies amenazadas o en riesgo debido a la variabilidad climática.
5. ODS 9: Industria, innovación e infraestructura: Algunos herbarios pueden estar involucrados en la investigación de nuevas aplicaciones de plantas, como en la industria farmacéutica, la agricultura y otros sectores, contribuyendo a la innovación y al desarrollo de nuevas tecnologías.
6. ODS 17: Alianzas para lograr los objetivos: Los herbarios a menudo colaboran con instituciones científicas, educativas y gubernamentales para la investigación, conservación y educación. Estas alianzas pueden contribuir al intercambio de conocimientos y recursos para abordar los desafíos relacionados con la biodiversidad y la conservación. [74]

74 Miluska.Jara. "Objetivos Y Metas de Desarrollo Sostenible - Desarrollo Sostenible." Desarrollo Sostenible, December 10, 2020. https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/sustainable-development-goals/.

El presente plan es una herramienta para dictar los criterios técnicos y administrativos para el manejo de los bienes inmuebles y espacios abiertos, así como las condiciones físicas y necesidades particulares de la Universidad de San Carlos de Guatemala, en adelante léase USAC, sin perjuicio de las disposiciones contenidas en la Ley para la Protección del Patrimonio Cultural de la Nación Decreto Número 26-97 y las atribuciones que, conforme a la misma y a otras leyes, le corresponden al Ministerio de Cultura y Deportes

Capìtulo III

10. Cambio de Asignación de los Niveles de Intervención. El interesado podrá solicitar a la coordinadora General de Planificación el cambio de asignación dentro de los niveles precedentes para la jerarquía del bien inmueble, espacios abiertos y ejes viales que se trate.

11. Procedimientos aplicables para la aprobación de proyectos. Para la aprobación de proyectos en el ámbito de aplicación de este plan se deberá contar con dictamen favorable emitido por la coordinadora general de planificación, luego se ingresará por la ventanilla única municipal de Guatemala. quienes realizaran los trámites correspondientes con el instituto de antropología e historia.

12. Autorización de proyectos con Diseño Electivo. En los siguientes casos previo a la emisión de cualquier licencia o autorización, todo proyecto deberá contar con un dictamen favorable de diseño electivo, opinión o resolución por parte de la coordinadora general de planificación del instituto de antropología e historia de Guatemala, según corresponda.

Capítulo II

5.1.C Tipológicos Nuevos Son aquellos inmuebles propiedad de la USAC, con valor arquitectónico pertenecientes a una construcción contemporánea de uso y función institucional, administrativa y/o educativa y que se integran a nivel espacial. arquitectónica y urbano dentro del polígono principal del conjunto histórico de la ciudad universitaria de la USAC.

Tabla 18. SIC. Jerarquías de valoración bienes inmuebles. Fuente: Plan de manejo del Conjunto Histórico del Patrimonio de la Modernidad del Campus Central de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

JERARQUIAS DE VALORACIÓNDE BIENES INMUEBLES		
No.	**Nombre del bien inmueble**	**Jerarquía de valoración**
1	S-9	Tipológico Nuevo
2	S-10	Tipológico Nuevo
3	S-11	Tipológico Nuevo
4	S-12	Tipológico Nuevo
5	DIGA	Tipológico Nuevo
6	Laboratorio de Ingeniería	Tipológico Nuevo

8.1.d. Nivel de intervención 4: Composición integral del bien inmueble: Este nivel es asignado a inmuebles sin ningún valor patrimonial tanto en las fachadas como en los interiores y que no contribuyen contextualmente al valor colectivo de la ciudad universitaria de la USAC. Este nivel de intervención implica la construcción de una edificación nueva o de sustituir una existente por una nueva que no supere en altura o bien patrimonial tipológico histórico mapas cercano dentro del polígono principal, la altura límite de los inmuebles que se encuentre dentro del polígono secundario deberán regirse por las alturas establecidas en el Plan de ordenamiento Territorial de la municipalidad de Guatemala.

Emblemáticos: Son aquellos inmuebles propiedad de la USAC caracterizados por los siguientes valores: Arqueológico, Histórico, Artístico, Arquitectónico o Social, los cuales no han sufrido alteraciones significativas que modifiquen su conformación espacial, arquitectónica, funcional y estructural desde su concepción original de uso, función institucional o administrativa y que representa un ícono espacial, urbano y arquitectónico dentro del polígono principal del Conjunto Histórico de la ciudad Universitaria de la usac

Figura 60. MAPA DE JERARQUÍAS DE VALORACIÓN DENTRO DEL POLIGONO PRINCIPAL DE BIENES INMUEBLES. Fuente: Plan de manejo del Conjunto Histórico del Patrimonio de la Modernidad del Campus Central de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

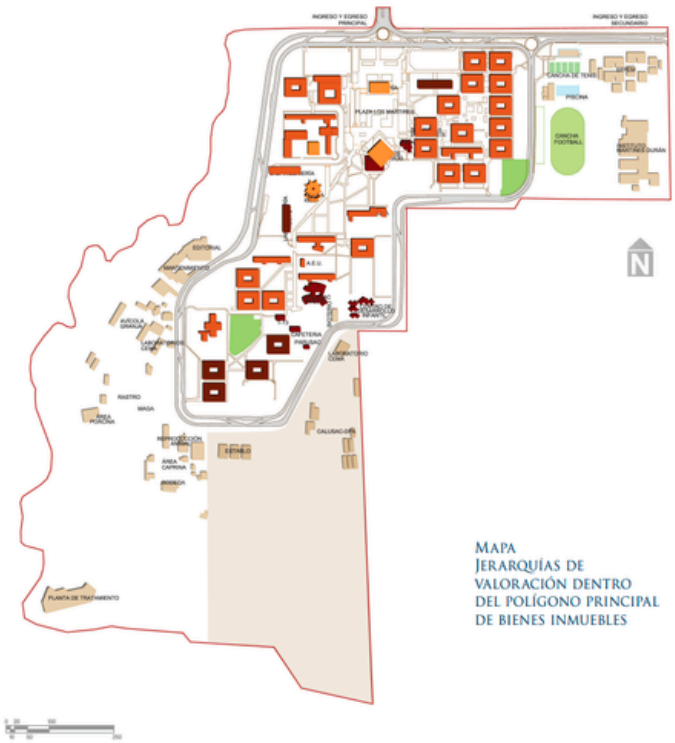


Tabla 19. SIC. Jerarquías de valoración bienes inmuebles. Fuente: Plan de manejo del Conjunto Histórico del Patrimonio de la Modernidad del Campus Central de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

JERARQUIAS DE VALORACIÓN DE BIENES INMUEBLES		
No.	**Nombre del bien inmueble**	**Jerarquía de valoración**
1	Rectoría	Emblemático
2	Recursos Educativos	Emblemático
3	Aula Magna Iglú	Emblemático
4	Auditórium Francisco Vela	Emblemático

Tipológicos históricos

Son aquellos bienes inmuebles propiedades de la USAC, con valor arquitectónico e histórico que presentan similares características físicas entre sí, con o sin emplazamiento agrupados, con o sin alteraciones físicas significativas que hayan modificado su conformación especial, arquitectónica, funcional y estructural desde su concepción original, de uso, función educativa y que se integran a nivel espacial, arquitectónico y urbano dentro del polígono principal del conjunto histórico de la Ciudad Universitaria de la USAC

Tabla 20. SIC. Jerarquías de valoración bienes inmuebles 2. Fuente: Plan de manejo del Conjunto Histórico del Patrimonio de la Modernidad del Campus Central de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

JERARQUIAS DE VALORACIÓN DE BIENES INMUEBLES		
No.	**Nombre del bien inmueble**	**Jerarquía de valoración**
1	M-1	Tipológico Histórico
2	M-2	Tipológico Histórico
3	M-3	Tipológico Histórico
4	M-4	Tipológico Histórico
5	M-5	Tipológico Histórico
6	S-1	Tipológico Histórico
7	S-2	Tipológico Histórico
8	S-3	Tipológico Histórico
9	S-4	Tipológico Histórico
10	S-5	Tipológico Histórico
11	S-6	Tipológico Histórico
12	S-7	Tipológico Histórico
13	S-8	Tipológico Histórico
14	Bienestar Estudiantil	Tipológico Histórico
15	T-1	Tipológico Histórico
16	T-2	Tipológico Histórico
17	T-3	Tipológico Histórico
18	T-4	Tipológico Histórico
19	T-5	Tipológico Histórico
20	T-7	Tipológico Histórico
21	CALUSAC-DDA	Tipológico Histórico
22	T-8	Tipológico Histórico
23	T-9	Tipológico Histórico
24	T-10	Tipológico Histórico
25	T-11	Tipológico Histórico
26	T-12	Tipológico Histórico
27	M-6	Tipológico Histórico
28	M-7	Tipológico Histórico
29	M-8	Tipológico Histórico
30	A.E.U.	Tipológico Histórico

Tipológicos Nuevos

Son aquellos inmuebles propiedad de la USAC con valor arquitectónico, pertenecientes a una construcción contemporánea de uso y función institucional, administrativa y /o educativa que se integra a nivel espacial, arquitectónico y urbano dentro del polígono principal del conjunto histórico de la ciudad universitaria de la USAC

Sin valor arquitectónico

Aquellos inmuebles propiedad de la USAC sin valor arquitectónico, perteneciente a la reciente época de densificación de la ciudad universitaria siendo de uso y función institucional, administrativa y/o educativa y urbana dentro del polígono principal de la ciudad universitaria de la USAC

41

Tabla 21. SIC. Jerarquías de valoración bienes inmuebles 3. Fuente: Plan de manejo del Conjunto Histórico del Patrimonio de la Modernidad del Campus Central de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

JERARQUIAS DE VALORACIÓNDE BIENES INMUEBLES		
No.	**Nombre del bien inmueble**	**Jerarquía de valoración**
1	S-9	Tipológico Nuevo
2	S-10	Tipológico Nuevo
3	S-11	Tipológico Nuevo
4	S-12	Tipológico Nuevo
5	DIGA	Tipológico Nuevo
6	Laboratorio de Ingeniería	Tipológico Nuevo

Tabla 22. SIC. Jerarquías de valoración bienes inmuebles 4. Fuente: Plan de manejo del Conjunto Histórico del Patrimonio de la Modernidad del Campus Central de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

JERARQUIAS DE VALORACIÓN DE BIENES INMUEBLES		
No.	**Nombre del Bien Inmueble**	**Jerarquía de valoración**
1	PARUSAC	Sin Valor Arquitectónico
4	Escuela de Ciencias Lingüísticas	Sin Valor Arquitectónico
5	Kioscos	Sin Valor Arquitectónico
6.	Centro de desarrollo infantil	Sin Valor Arquitectónico
7.	Anexo de recursos educativos	Sin Valor Arquitectónico
8.	Caja y Plan de Prestaciones	Sin Valor Arquitectónico
9.	T-13	Sin Valor Arquitectónico

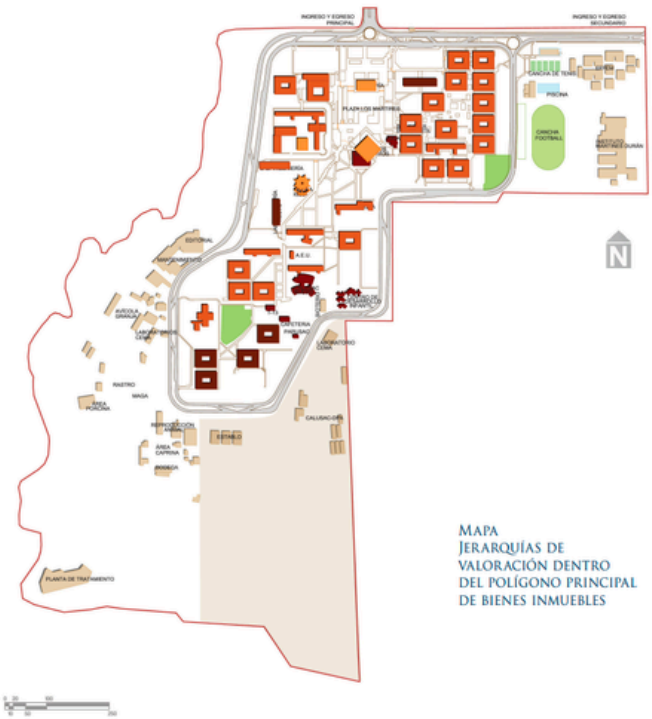


Figura 61. Jerarquías de valoración dentro del poligono principal de bienes inmuebles. Fuente: Plan de manejo del Conjunto Histórico del Patrimonio de la Modernidad del Campus Central de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

Espacios abiertos de interés arqueológico

Aquellos elementos tangibles declarados como patrimonio cultural prehispánico o de similares características, localizados dentro del conjunto histórico del campus central y que pueden estar en monticulados o expuestos

Tabla 23. SIC. Jerarquías de valoración bienes inmuebles 5. Fuente: Plan de manejo del Conjunto Histórico del Patrimonio de la Modernidad del Campus Central de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

JERARQUIAS DE VALORACIÓN DE ESPACIOS ABIERTOS		
No.	**Nombre del bien inmueble**	**Jerarquía de Valoración**
1	El Mulato	Interés Arqueológico

Tabla 24. SIC. Jerarquías de valoración bienes inmuebles 6. Fuente: Plan de manejo del Conjunto Histórico del Patrimonio de la Modernidad del Campus Central de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

JERARQUIAS DE VALORACIÓN DE ESPACIOS ABIERTOS		
No.	**Nombre del bien inmueble**	**Jerarquía de Valoración**
1	Montículo San Carlos	Interés Arqueológico

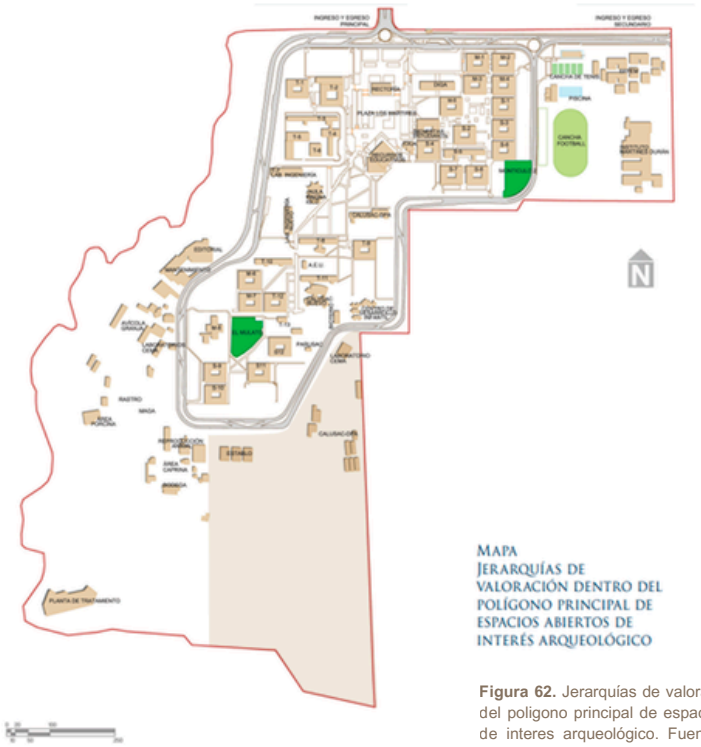


Figura 62. Jerarquías de valoración dentro del poligono principal de espacios abiertos de interes arqueológico. Fuente: Plan de manejo del Conjunto Histórico del Patrimonio de la Modernidad del Campus Central de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

Nivel de intervención: Sustitución y/o construcción nueva del Bien inmueble

Este nivel es asignado a inmuebles sin ningún valor patrimonial tanto en las fachadas como en los interiores y que no contribuyen contextualmente al valor colectivo de la ciudad universitaria de la USAC. Este nivel de intervención implica la construcción de una edificación nueva o de sustituir una existente por una nueva que no supere en altura al bien patrimonial tipológico histórico más cercano dentro del polígono principal, la altura límite de los inmuebles que se encuentren dentro del polígono secundario deberán regirse por las alturas establecidas en el plan de ordenamiento territorial de la Municipalidad de Guatemala. Siempre se hace énfasis en que el polígono principal corresponde a las edificaciones construidas en los primeros años de la Universidad de San Carlos de Guatemala, mientras que las áreas secundarias son las que se identifican en color rojo en el mapa ubicado en la parte inferior de la página. Al efecto, los trabajos de este nivel de intervención implican: la modificación o eliminación de todos aquellos componentes de fachada e interiores de edificaciones o estructuras existentes dentro de la Ciudad Universitaria y la adición de nuevas construcciones de carácter permanente, siempre que contribuyan al valor patrimonial colectivo y se integren a las características arquitectónicas del conjunto histórico de la modernidad. [75]

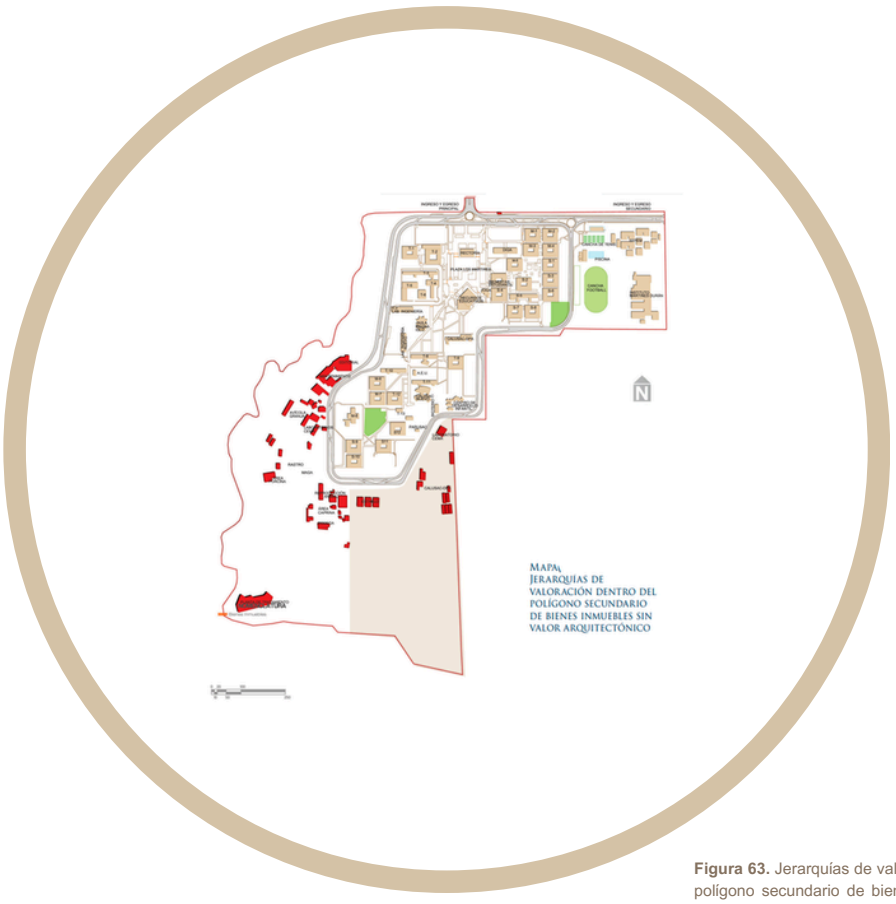


Figura 63. Jerarquías de valoración dentro del polígono secundario de bienes inmuebles sin valor arquitectónico.

75 Plan de manejo del Conjunto Histórico del Patrimonio de la Modernidad del Campus Central de la Universidad de San Carlos de Guatemala. (2012). slxefac. "USAC Patrimonio Cultural." Scribd, 2026. https://es.scribd.com/document/258910913/USAC-Patrimonio-Cultural.

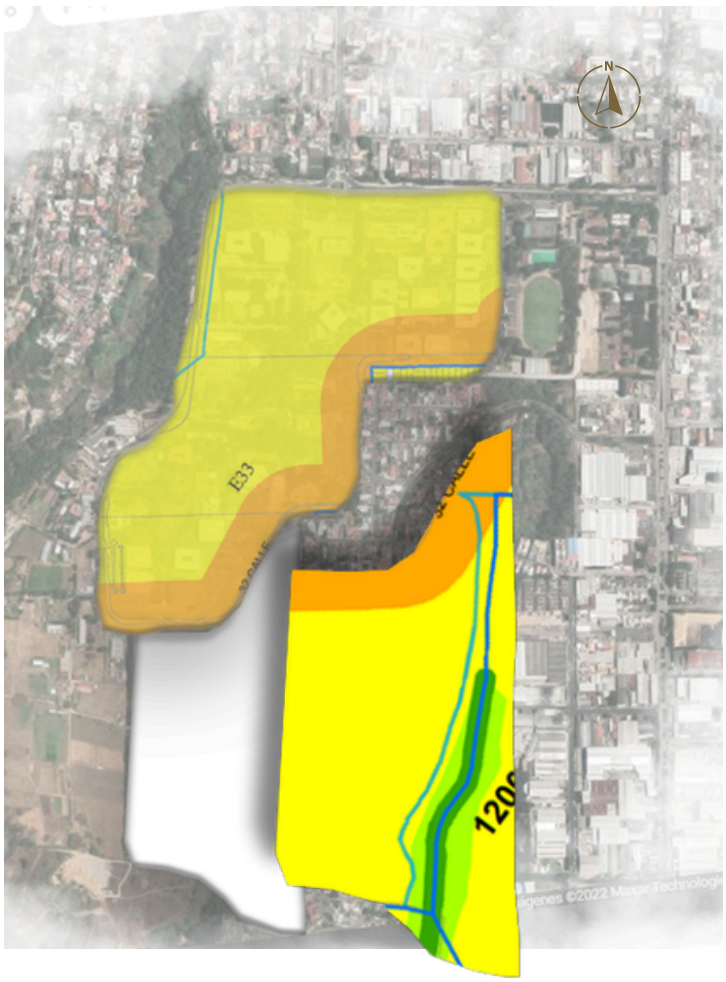


Figura 64. Mapa Zonas POT- Montaje realizado en photoshop. Enero del 2026

Zona G4 [central] son aquellas áreas que por su cercanía con las vías de mayor acceso del municipio se consideran aptas para edificaciones de alta intensidad de construcción.

Zona G3 [urbana]: son aquellas áreas que por su relativa cercanía con las vías de mayor acceso del municipio se consideran aptas para edificaciones de mediana intensidad de construcción

Zona general G0
Áreas que por su topografía y orografía se consideran de vocación para la conservación del ambiente.

Zona general G1 [rural]: se consideran de vocación para la conservación del ambiente y los recursos naturales, con aptitud para la ocupación humana compatible con el ambiente, correspondiente a una baja intensidad de construcción. [76]

Tabla 25. Zonificación Pot. Fuente: Plan de manejo del Conjunto Histórico del Patrimonio de la Modernidad del Campus Central de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

Zona	Índice de edificabilidad	Altura	Porcentaje de permeabilidad	Lado mìnimo del patio o posos de luz
G0	Àrea de bosque	16 m		Igual o mayor a 1/4 de altura para el bloque inferior y 1/8 de la altura para el bloque superior
G1	1.2	16 m	70%	
G3	2.7	16 m	10%	
G4	4	16 m	0%	

76 Mirja Valdés. 2024. “Actualización: Solo Siete Municipios Tienen Un POT | Ojoconmipisto.com.” Ojoconmipisto.com. July 24, 2024. https://www.ojoconmipisto.com/actualizacion-solo-siete-municipios-tienen-un-pot/#:~:text=Zona%20General%20Uno%20o%20Rural,una%20baja%20intensidad%20de%20construcci%C3%B3n..

3.4 CONTEXTO FÍSICO NATURAL



Figura 65. Mapa zona de vida Ciudad Universitaria. Fuente: Arcgis.com. "ArcGIS Dashboards," 2026. https://www.arcgis.com/apps/dashboards/c198936bf98840a6a01b492fd5deaea1.

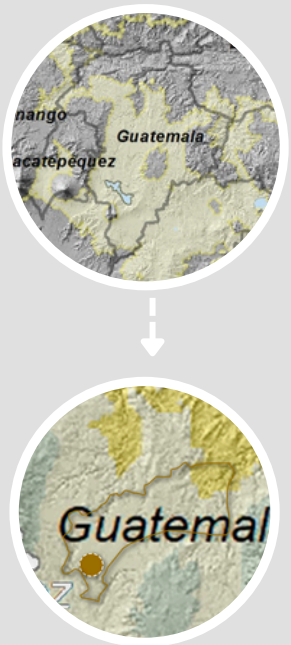
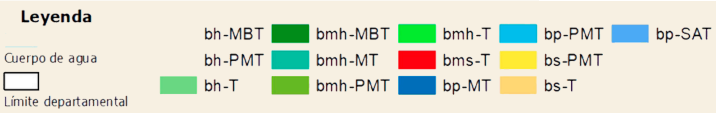


Figura 66. Mapa zona de vida bosque húmedo premontano tropical. Fichas Zonas de Vida – Infoiarna. (2023). Retrieved August 23, 2023, from Infoiarna.org.gt website: http://www.infoiarna.org.gt/ecosistemas-de-guatemala/fichas-zonas-de-vida/



ZONA DE VIDA DEL TERRENO

Bosque húmedo premontano tropical (bh-PMT)

De acuerdo con los mapas de vida de Holdridge, la ciudad universitaria San Carlos de Guatemala se encuentra dentro de una zona de Bosque Húmedo premontano tropical, del cual se deriva lo siguiente:

Tabla 26. Zona de vida del terreno. Fuente: Elaboración propia con ayudxa de: bh-PMT – Infolarna. (2014). Retrieved September 20, 2023, from Infoiarna.org.gt website: http://www.infoiarna.org.gt/ecosistemas-de-guatemala/fichas-zonas-de-vida/bh-pmt/

ESPECIES PREDOMINANTES	CLIMA	USO DEL SUELO
Acacia pennatula, Achimenes erecta, Alseis yucatenensis, Ampelocera hottlei, Amphitecna macrophylla	Precipitaciones pluviales anuales comprendidas entre los 2,000 y 4,850 mm. Las condiciones de la temperatura mínima y máxima promedio anual se encuentran comprendidas entre los 18 y los 24°C.	El 39.70% del área que ocupa esta zona de vida está cubierta por bosque, el 19.90% por matorrales y arbustos, el 17.95% por café, el 8.99% por agricultura anual, y tan sólo el 3.27% por pastizales.

Otros datos de la zona de vida son los siguientes:

- Se encuentra a una altitud promedio de 1,078 msnm, con su punto más bajo en 126 my el más alto en 2,209 m.
- Tiene precipitaciones pluviales promedio anuales comprendidas entre los 1000 y 3,125 mm- 1,731 mm.
- Los valores de temperatura mínima y máxima promedio anual se encuentran comprendidos entre los 18 y los 24 °C, y el valor promedio es de 21.27 °C.
- Esta zona de vida se caracteriza por presentar una relación entre la evapotranspiración potencial y la precipitación pluvial que, en promedio, es de 0.72, lo que significa que de cada milímetro de lluvia se evapotranspiran 0.72 mm
- El 31.31% del área que ocupa esta zona está cubierta por matorrales y arbustos, el 24.28% por bosques, el 15.53% por pastizales, el 12.14% por cultivo de café y el 11.18% por agricultura anual 1 . El resto del territorio se encuentra destinado a otros usos de la tierra.

Especies predominantes: Algunos especímenes propios e zona de vida según los datos de Infoiarna no se encuentran en el terreno (los especímenes existentes se estarán señalando más adelante) aún así su capa vegetal está compuesta de matorrales y arbustos en la mayor parte del metraje, pocos espacios los ocupan estratos arbóreos. [77]

Altitud promedio: Según el arquitecto José Luis Gándara Gaborit en su libro "Arquitectura y Clima en Guatemala," se identifican cinco climas fundamentales en Guatemala. Dado que la zona de vida en la que se encuentra el terreno abarca altitudes que oscilan entre 1,078 y 2,209 metros sobre el nivel del mar, se clasifica como un área de clima templado. Aún así estos datos se estarán comparando en las siguientes páginas con los datos que da la estación del INSIVUMEH en la zona 13.

Precipitaciones pluviales: De acuerdo con los datos proporcionados por Infolarna, la precipitación varía en el rango de 1,000 a 3,125 milímetros. Comparando estos datos con el sitio web Water Spark, se registra una precipitación de 14.5 milímetros por hora, lo cual no se considera riesgoso. Sin embargo, es importante destacar que este nivel de precipitación puede aumentar significativamente la humedad ambiental, lo que potencialmente podría ser perjudicial para las muestras. El exceso de humedad puede propiciar el crecimiento de moho y hongos en las plantas secas, lo que a su vez podría causar daños irreparables en las muestras y poner en peligro su integridad científica. También es esencial tener precaución respecto a la infiltración de agua; si las instalaciones del herbario no están adecuadamente selladas o protegidas contra la entrada de agua, las lluvias intensas pueden filtrarse en el herbario, lo que resultaría en daños directos a las muestras. [78]

Valores de temperatura mínima y máxima: Como se mencionó previamente, la temperatura en la zona de vida y en el terreno varía entre 18 y 24 grados Celsius, aunque Water Spark informa que las temperaturas pueden alcanzar hasta 27 grados Celsius. Un herbario debe mantener una temperatura constante entre 18 y 22 grados Celsius para garantizar las condiciones óptimas de conservación. Esto subraya la necesidad de implementar medidas obligatorias para mantener la temperatura dentro de este rango en las instalaciones del herbario. Esto mismo se vuelve a confirmar al comparar los datos con la estación del INSIVUMEH en los cuadros de Mahoney que se encontrarán más adelante. [79]

77 bh-PMT – Infolarna. (2014). Retrieved September 20, 2023, from Infoiarna.org.gt website: http://www.infoiarna.org.gt/ecosistemas-de-guatemala/fichas-zonas-de-vida/bh-pmt/

78 Arquitectura y clima en Guatemala. (2023). Retrieved September 20, 2023, from Unis.edu.gt website: https://glifos.unis.edu.gt/library/index.php?title=17782&query=@title=Special:GSMSearchPage@process=@field1=encabezamiento@value1=VIVIENDA%20RURAL%20GUATEMALA%20@mode=advanced&recnum=

79 Datos climaticos INSIVUMEH estación zona 13 de Guatemala 2018 Consultado 20 de agosto del 2023.

3.4.1 GEOMORFOLOGÍA

Según el mapa geológico de la república de Guatemala, la zona 12 pertenece a la unidad geológica de rocas ígneas y metamórficas, siendo clasificadas como Qp - Cuaternario que son rellenos y cubiertas gruesas de cenizas pómez y depósitos piroclásticos. Con un suelo principalmente formado de piedra pómez, ceniza y arena

De acuerdo con los estudios, se derivan las siguientes recomendaciones:

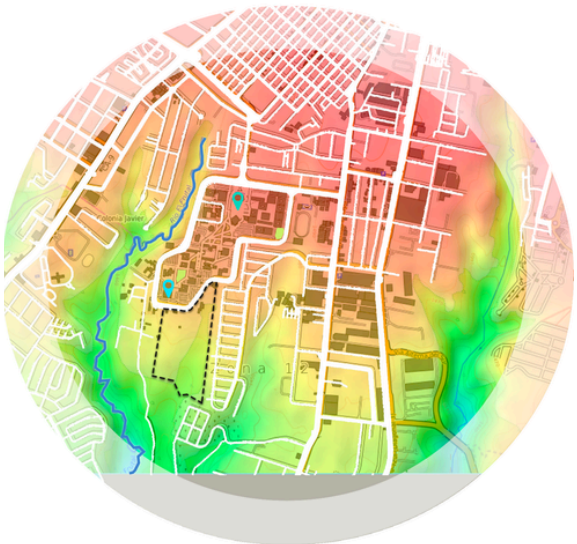
Existe una vulnerabilidad a fallos bajo cargas sísmicas (licuefacciones, arcillas sensibles, suelos cementados susceptibles a colapso)
• Suelos con alto contenido orgánico de espesor mayor a 3 metros
• Arcillas de alta plasticidad, con espesor mayor a 8 metros [80]



Figura 67. Mapa zonas geomorfologicas de Guatemala Mt-Aspectos geomorfológicos, geológicos y edáficos. (2022, March 16). Mt-Aspectos geomorfológicos, geológicos y edáficos. Retrieved August 23, 2023, from Url.edu.gt website: https://sie.url.edu.gt/mt-aspectos-geomorfologicos-geologicos-y-edaficos/

3.4.2 TOPOGRAFÍA

Figura 68. Mapa topográfico. USAC Topographic-map.com. (2023). Mapa topográfico Guatemala, altitud, relieve. Retrieved September 20, 2023, from Mapas topográficos website: https://es-gt.topographic-map.com/map-l9q18/Guatemala/



La configuración topográfica de la zona metropolitana de Guatemala muestra un valle central de orientación aproximada norte–sur bordeado por áreas montañosas al occidente y oriente. Internamente, el valle forma secuencias de planicies y barrancos como resultado de procesos erosivos del tipo fluvial relacionados a ríos, cañadas y quebradas. En la zona 12 la altitud promedio es de 1500 msnm teniendo como altitudes menores 1420 msnm los valores más bajos se dan en el río El Frutal localizado en el lado oeste del polígono universitario y el barranco de las ardillas en donde pasa el río Molino con pendientes del 0.38% y el 89.76%.[81]

80 Omar Belteton y Juan Ligorría, Zonifcación Sísmica Urbana en Guatemala, Fase I, (Centro de Estudios Supe riores en Energía y Minas, FIUSAC, USAC, 2001), 33

81 Topographic-map.com. (2023). Mapa topográfico Guatemala, altitud, relieve. Retrieved August 23, 2023, from Mapas topográficos website: https://es-gt.topographic-map.com/map-l9q18/Guatemala/

Dado que se ha identificado una vulnerabilidad a fallos bajo cargas sísmicas, que incluyen riesgos como licuefacciones, la presencia de arcillas sensibles y suelos cementados susceptibles a colapso, hemos tomado la decisión de llevar a cabo un análisis más exhaustivo de las zonas sísmicas en Guatemala. Esto nos permitirá comprender mejor qué tipos de eventos sísmicos podrían ocurrir en el terreno en cuestión.



Figura 69. Mapa sismoresistente- Ciudad de Guatemala . Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología. (2022). Retrieved September 20, 2023, from Insivumeh.gob.gt website: https://insivumeh.gob.gt/?page_id=64335

Zonas sísmicas: el terreno se encuentra en la Z3 que es sismogénica superficial lo que significa que Los terremotos tienen su origen a profundidades relativamente bajas en la corteza terrestre, generalmente a menos de 70 kilómetros de profundidad, su magnitud puede llegar a ser altamente destructiva. Sumando a esto en la figura no. 4 se puede observar que la zona 12 de la ciudad capital de Guatemala se encuentra también cercana a una falla principal.[82]

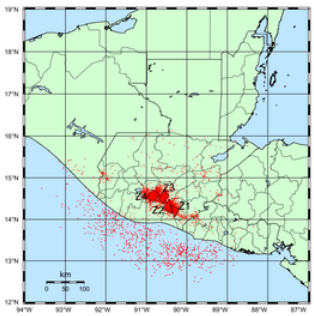


Figura 70. Propuesta de zonas sismogen ´eticas- Guatemala superficiales. Fuente: imagen realizada con el programa GMT y con datos del INSIVUMEH. - https://insivumeh.gob.gt /folletos/PropuestaZonificacionSismica.pdf

Criterios que se deben de tomar en cuenta en la planificación de la infraestructura según datos anteriores:

- Materiales sísmicamente resistentes: se utilizan materiales como el hormigón armado y el acero estructural para construir edificios resistentes a sismos. Estos materiales tienen la capacidad de absorber y disipar la energía sísmica.
- Forma regular: La geometría de la edificación debe ser sencilla en planta y en elevación. Las formas complejas, irregulares o asimétricas causan un mal comportamiento cuando la edificación es sacudida por un sismo. Una geometría irregular favorece que la estructura sufra torsión o que intente girar en forma desordenada. La falta de uniformidad facilita que en algunas esquinas se presenten intensas concentraciones de fuerza, que pueden ser difíciles de resistir.
- Bajo peso: Cuanto más liviana sea la edificación menor será la fuerza que tendrá que soportar cuando ocurre un terremoto. Grandes masas o pesos se mueven con mayor severidad al ser sacudidas por un sismo y, por lo tanto, la exigencia de la fuerza actuante será mayor sobre los componentes de la edificación. Cuando la cubierta de una edificación es muy pesada, por ejemplo, ésta se moverá como un péndulo invertido causando esfuerzos tensiones muy severas en los elementos sobre los cuales está soportada. [83]

82 INSIVUMEH. (2014). Propuesta de zonificaci´on sismogenetica para la zona de subduccion y el arco volcanico de Guatemala. Guatemala: N/A. Recuperado de https://insivumeh.gob.gt/folletos/PropuestaZonificacionSismica.pdf

83 Construcciones sismorresistentes. (2023). Retrieved September 20, 2023, from Tel.uva.es website: https://www.lpi.tel.uva.es/~nacho/docencia/ing_ond_1/trabajos_06_07/io3/public_html/Sismorresistencia/Sismorresistencia.html

- Buena estabilidad: las edificaciones deben ser firmes y conservar el equilibrio cuando son sometidas a las vibraciones de un terremoto. Estructuras poco sólidas e inestables se pueden volcar o deslizar en caso de una cimentación deficiente. La falta de estabilidad y rigidez favorece que edificaciones vecinas se golpeen en forma perjudicial si no existe una suficiente.
- Estructura apropiada: para que una edificación soporte un terremoto su estructura debe ser sólida, simétrica, uniforme, continua o bien conectada. Cambios bruscos de sus dimensiones, de su rigidez, falta de continuidad, una configuración estructural desordenada o voladizos excesivos facilitan la concentración de fuerzas nocivas, torsiones y deformaciones que pueden causar graves daños o el colapso de la edificación.
- Capacidad de disipar energía: una estructura debe ser capaz de soportar deformaciones en sus componentes sin que se dañen gravemente o se degrade su resistencia. Cuando una estructura no es dúctil y tenaz se rompe fácilmente al iniciarse su deformación por la acción sísmica. Al degradarse su rigidez y resistencia pierde su estabilidad y puede colapsar súbitamente.
- Fijación de acabados e instalaciones: los componentes no estructurales como tabiques divisorios, acabados arquitectónicos, fachadas, ventanas, e instalaciones deben estar bien adheridos o conectados y no deben interaccionar con la estructura. Si no están bien conectados se desprenderán fácilmente en caso de un sismo. [84]

- Estructura: cada estructura deberá estar provista de un sistema completo de resistencia a cargas verticales y laterales, capaces de transmitir las fuerzas de inercia desde su punto de aplicación a los miembros resistentes y al suelo, de la manera más directa posible a través de los pisos y techos, actuando como diafragmas rígidos en su plano, y de los miembros dotados de la resistencia y rigidez adecuadas. Los tipos estructurales más utilizados en el diseño de estructuras de acero y que han demostrado un adecuado comportamiento ante las acciones sísmicas son los pórticos especiales resistentes a momentos, pórticos con arriostramientos concéntricos y pórticos con arriostramientos excéntricos. Las estructuras deberán quedar clasificadas en alguno de estos tipos, aunque es preciso señalar que se pueden clasificar en tipos diferentes en cada una de sus dos direcciones ortogonales de análisis. [85]

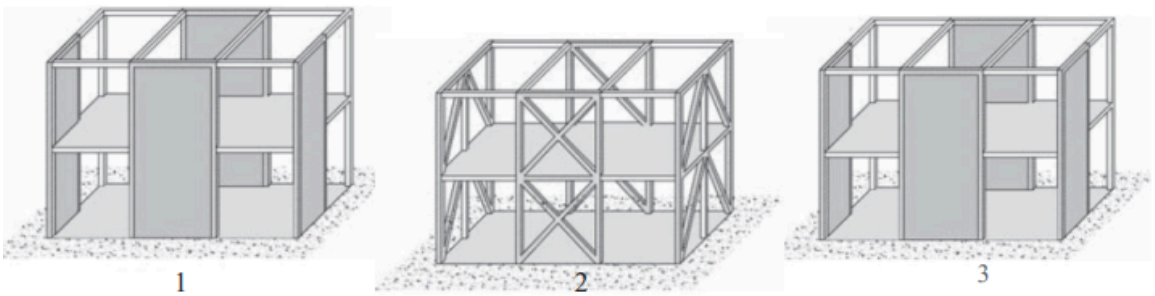


Figura 71. Figuras verticales sismoresistentes Carlero, M. A. (2018). Sistemas constructivos simoresistentes para la ciudad de puebla (Trabado de grado, Universidad Politecnica de Madrid). Recuperado de https://oa.upm.es/51687/1/TFG_Agueda_Carlero_Marta.pdf

84 Construcciones sismorresistentes. (2023). Retrieved September 20, 2023, from Tel.uva.es website: https://www.lpi.tel.uva.es/~nacho/docencia/ing_ond_1/trabajos_06_07/io3/public_html/Sismorresistencia/Sismorresistencia.html

85 Carlero, M. A. (2018). Sistemas constructivos simoresistentes para la ciudad de puebla (Trabado de grado, Universidad Politecnica de Madrid). Recuperado de https://oa.upm.es/51687/1/TFG_Agueda_Carlero_Marta.pdf

- Cimentación: Para los suelos arcillosos como el que se encuentran en el terreno la cimentación más sólida es hacer zapatas corridas bajo los muros de una profundidad que alcance unos 30 o 40 cms por debajo de la capa de arcillas, lo que supone hacer unas zanjas de 1.80m de profundidad por unos 40/50 cms de ancho (o como mínimo 10 cms más ancho que los muros). Este tipo de cimentación es recomendable ya que en el caso de la cimentación profunda hace que el edificio se comporte como si tuviera una altura mayor, elevando también el centro de gravedad de las masas, con lo que el mecanismo equivalente está menos coaccionado frente a movimientos oscilatorios; esto es, para aceleraciones o velocidades del mismo orden, las fuerzas sísmicas sean menores en el caso de pilotes que en el de cimentación superficial. En cualquier caso, y considerando estos factores, la sismicidad de una zona no obliga a elegir una determinada tipología de cimentación, y solamente hará necesario aumentar el arriostramiento entre los distintos elementos de apoyo, con lo que resultarán más adecuadas las cimentaciones que por su naturaleza supongan un alto grado de arriostramiento (losa y zapatas corridas) frente a las de menor arriostramiento (pilotes y zapatas aisladas).[86]

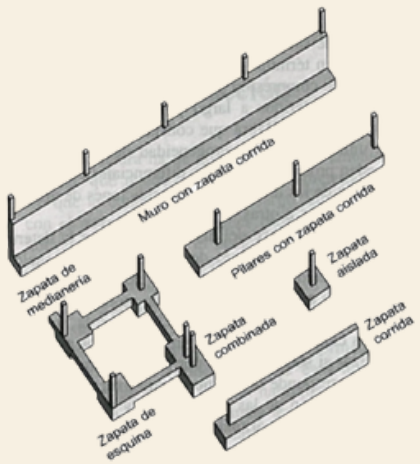


Figura 72. Tipos de zapata. Structuralia. (2020). Cimentación superficial: ¿cuándo se utiliza y qué tipos existen? Retrieved September 20, 2023, from Structuralia.com website: https://blog.structuralia.com/cimentacion

- Uniones horizontales: Entre elementos de cimentación
  - El movimiento sísmico más peligroso suele ser el horizontal
  - La solución más eficiente consiste en eliminar dichos desplazamientos relativos mediante losas de cimentación o vigas de atado, que solidifican horizontalmente todos los elementos de la cimentación.[87]

86 Marcos, Carlos. (2019, July). Cimentación sólida y duradera en terreno arcilloso - Arquitectura Sana. Retrieved September 20, 2023, from Arquitectura Sana website:https://www.arquitecturasana.com/cimentacion-solida-y-duradera-en-terreno-arcilloso/#:~:text=La%20cimentaci%C3%B3n%20m%C3%A1s%20s%C3%B3lida%20es,m%C3%A1s%20ancho%20que%20los%20muros).

87 Construcciones sismorresistentes. (2023). Retrieved September 20, 2023, from Tel.uva.es website: https://www.lpi.tel.uva.es/~nacho/docencia/ing_ond_1/trabajos_06_07/io3/public_html/Sismorresistencia/Sismorresistencia.html

3.4.3 DRENAJE E HIDROLOGÍA

El primer mapa muestra las quebradas y drenaje natural cercanas a la USAC teniendo el río Molino aproximadamente: 1.92 kilómetros del terreno a utilizar mientras el Río el Frutal junto a el barranco "las ardillas" a 290 metros del recorrido, estos dos siendo drenajes naturales para el agua de lluvia de la universidad.

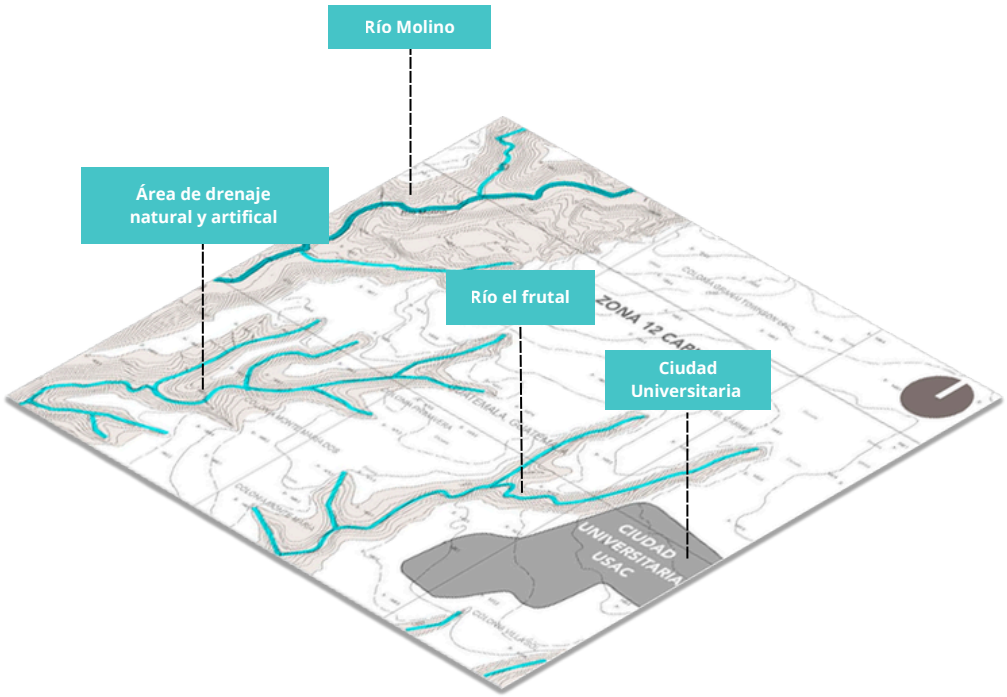


Figura 73. Mapa de Quebradas y Drenaje Natural,. Fuente : Conseguido por el MAGA.

Tanto el Río Molino como El Frutal transitan por áreas cercanas del terreno como arroyos, la tasa de escurrimiento y escorrentía no afectan ya que donde se encuentran los arroyos está a 1429 mientras el terreno a 1479 msm, 50 metros de diferencia además por la distancia que se encuentran estos mismos tampoco llegan a afectar temas de erosión. Estos mismos arroyos cuentan con un recubrimiento de cobertura vegetal lo cual mejora el proceso de escurrimiento y permite que exista menos erosión. Por todo lo descrito se puede afirmar que no existe. [88]

[88] Topographic-map.com. (2023). Mapa topográfico Guatemala, altitud, relieve. Retrieved September 20, 2023, from Mapas topográficos website: https://es-gt.topographic-map.com/map-l9q18/Guatemala/



Figura 74. Mapa de cuencas. País de Guatemala. "Mapa de Cuencas – PC." Url.edu.gt, March 5, 2025. https://sie.url.edu.gt/mapa-de-cuencas-pc/.

La ciudad de Guatemala se encuentra entre la vertiente del Pacífico y la vertiente del Mar Caribe. Dentro de la zona 12 se pueden encontrar las cuencas del río Motagua y el Río María Linda, pertenecientes a la vertiente del pacífico [89]

Vertiente del Mar Caribe

Río Motagua

Vertiente del Pacífico

Río Marta Linda

Ubicación del proyecto



Figura 75. Mapa de cuencas Departamento de Guatemala. "Mapa de Cuencas – PC." Url.edu.gt, March 5, 2025. https://sie.url.edu.gt/mapa-de-cuencas-pc/.



Figura 76. Mapa de Cuencas- USAC . "Mapa de Cuencas – PC." Url.edu.gt, March 5, 2025. https://sie.url.edu.gt/mapa-de-cuencas-pc/.

89 Fuente: Mt-Aspectos hidrológicos y climáticos. (2022, March 13). Mt-Aspectos hidrológicos y climáticos. Retrieved August 23, 2023, from Url.edu.gt website: https://sie.url.edu.gt/mt-aspectos-hidrologicos-y-climaticos/

3.4.4 FAUNA

- 35 especies de mariposas y 12 especies de coleópteros, 2 familias de arácnidos y 18 morfoespecies.
- Al menos 12 especies de serpientes y lagartijas, 1 de rana y 2 sapos.
- 1 especie de cangrejo.
- Tacuazín, musarañas, murciélagos, ratones, ardillas, conejos, mapaches, zorros, taltuzas, perros, gatos y 88 especies reportadas de aves tanto residentes como migratorias.

Fuente: bs-PMT – Infolarna. (2014). Retrieved August 23, 2023, from Infoiarna.org.gt website: http://www.infoiarna.org.gt/ecosistemas-de-guatemala/fichas-zonas-de-vida/bs-pmt/

3.4.5 FLORA

Según las zonas de vida de holdridge se pueden encontrar los siguientes especímenes vegetales: Acacia pennatula, Achimenes erecta, Alseis yucatanensis, Ampelocera hottlei, Amphitecna macrophylla, Aphelandra scabra, Aspidosperma megalocarpon, Astronium graveolens, Attalea cohune, Bauhinia divaricata, Bernoullia flammea, Bursera bipinnata, Bursera diversifolia, Bursera graveolens, Bursera simaruba, Byrsonima crassifolia, Calolphyllum brasiliense, Castilla elastica, Cedrela odorata, Ceiba aesculifolia, Cephalocereus maxoni, Clethra occidentalis, Clusia massoniana, Coccoloba acapulcensis, Cochlospermum vitifolium, Cordia curassavica, Croton ciliato glandulosus, Croton glabellus, Croton payaquensis, Cryosophila stauracantha, Curatella americana, Cymbopetalum mayarum, Dendropanax arboreus, Desmoncus orthacanthos, Diallium guianensis, Drypetes brownii, Eritrina berteroana, Fraxinus vellerea, entre otras.[90]

90 1. bh-PMT – Infolarna. (2014). Retrieved September 20, 2023, from Infoiarna.org.gt website: http://www.infoiarna.org.gt/ecosistemas-de-guatemala/fichas-zonas-de-vida/bh-pmt/

Para conservar estas especies, es necesario desarrollar una infraestructura que sea amigable con la vida silvestre, diseñando las estructuras de manera que minimicen la alteración de los paisajes naturales y el hábitat de la fauna. Se pueden considerar propuestas como el proyecto Hábitat para la Fauna Urbana de Ifat Finkelman y Ofer Bilik Architects, o, en un caso análogo más cercano, la situación actual de la Universidad de San Carlos donde se logró que especies de fauna, previamente ausentes, volvieran a manifestarse en los espacios después de muchos años. En caso de que se realicen procesos de deforestación para nuevas edificaciones, se utilizará vegetación nativa con el fin de proporcionar alimento a las especies locales y contribuir a la biodiversidad, evitando así su eliminación. Asimismo, se limitará la iluminación artificial y el ruido dentro del herbario para no perturbar a los animales nocturnos; se implementarán luces tenues y se reducirá la realización de actividades ruidosas durante los períodos sensibles para la fauna.[91]



Figura 77. Instalaciones USAC tras ser entregadas-Fotos: después de 386 días así lucen las instalaciones del campus central de la USAC tras ser entregadas por los estudiantes. (2023, June 10). Retrieved September 20, 2023, from Prensa Libre website: https://www.prensalibre.com/fotogalerias/comunitario/fotos-despues-de-386-dias-asi-lucen-las-instalaciones-del-campus-central-de-la-usac-tras-ser-entregadas-por-los-estudiantes/

91 Hábitat para la Fauna Urbana / Ifat Finkelman_Ofer Bilik Architects. (2011, February 24). Retrieved September 20, 2023, from ArchDaily en Español website: https://www.archdaily.cl/cl/624492/habitat-para-la-fauna-urbana-ifat-finkelman-ofer-bilik-architects

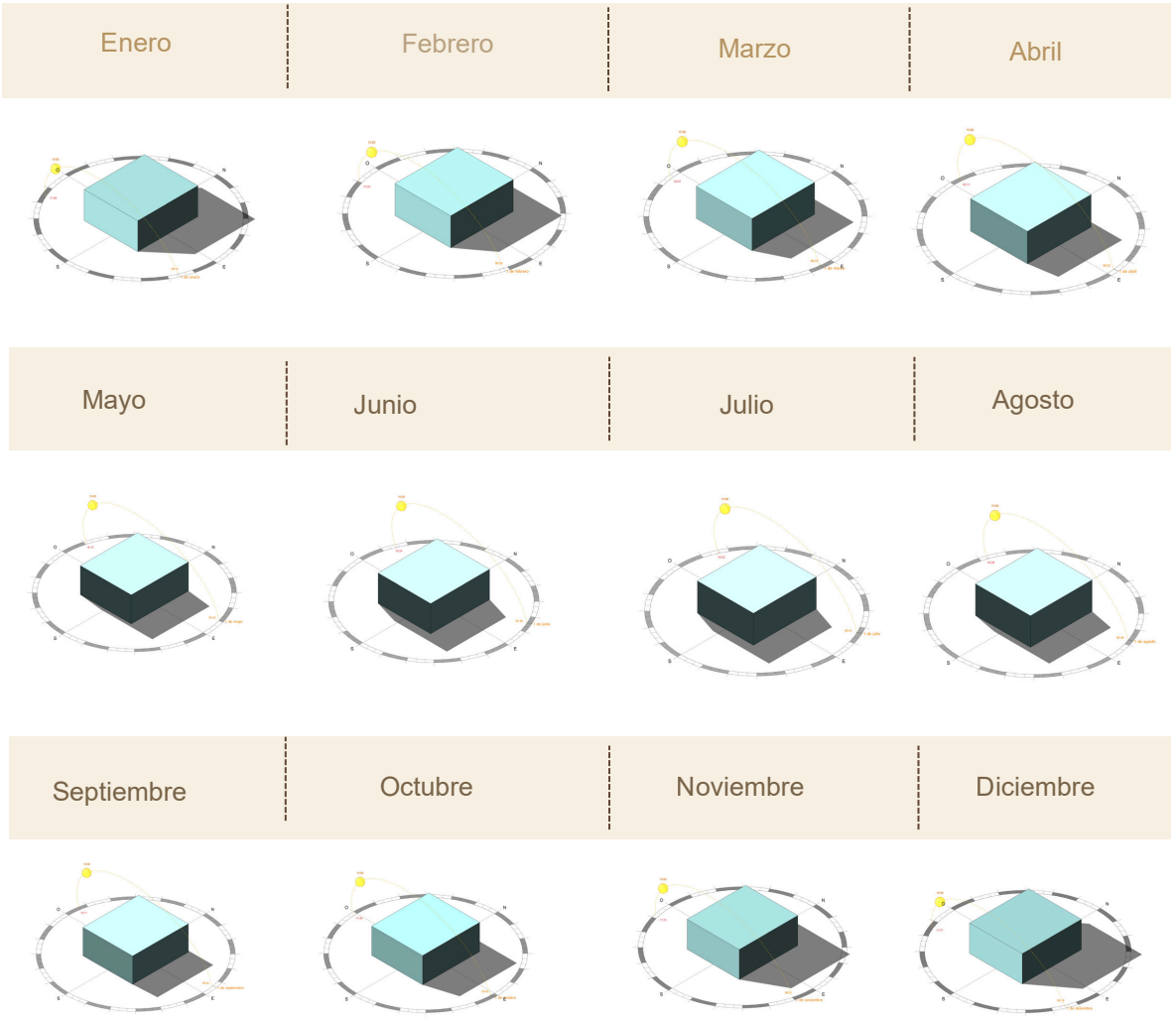
3.4.6 FACTOR CLIMÁTICO

1.6.A VIENTOS

- Velocidad promedio: del viento 7-10 km/h
- Velocidades máximas: de 22 km/h los últimos meses del año
- Velocidades mínimas: de hasta 5k/h a mediados, en los meses de marzo y agosto

6.2.B SOLEAMIENTO

Durante los meses de invierno hay más horas de sol, ya que el día es más largo. En el Solsticio de Invierno, Guatemala recibe la luz solar con un ángulo de 51º53' en relación con la horizontal con la orientación sur cuando la inclinación de la tierra en invierno es de 23º30'. En el Solsticio de verano, la luz solar alcanza un ángulo de inclinación máximo de 81º7' en relación con la horizontal Norte. [92]



[56] **Figura 78.** Estudio del soleamiento del terreno. Fuente: Realizado por medio de Revit. Elaboración propia Datos encontrados por medio de la carta solar.

[92] Datos climáticos y meteorológicos históricos simulados para Ciudad de Guatemala - meteoblue. (2014). Retrieved September 20, 2023, from meteoblue website: https://www.meteoblue.com/es/tiempo/historyclimate/climatemodelled/ciudad-de-guatemala_guatemala_3598132
Datos climaticos INSIVUMEH estación zona 13 de Guatemala 2018 Consultado 20 de agosto del 2023.

2.3.7 TEMPERATURA, PRECIPITACIÓN PLUVIAL

La tabla presenta los registros meteorológicos correspondientes al año 2016, obtenidos de la estación meteorológica del INSIVUMEH ubicada en la ciudad de Guatemala, a una altitud aproximada de 1,502 m s. n. m. Los datos muestran que la temperatura media anual fue de aproximadamente 21,1 °C, con valores mensuales que oscilaron entre 18,7 °C y 23,1 °C. La temperatura máxima promedio alcanzó cerca de 25,8 °C, mientras que la temperatura mínima promedio se situó alrededor de 16,7 °C, lo que evidencia un clima templado con variaciones térmicas moderadas a lo largo del año. En relación con la precipitación pluvial, el acumulado anual registrado fue cercano a 1,000 mm, concentrándose principalmente durante la época lluviosa. Los mayores valores mensuales se observaron en los meses centrales del año, destacando un máximo aproximado de 352,7 mm, mientras que en los meses secos se registraron precipitaciones mínimas cercanas a 0 mm. El número total de días con lluvia fue de 108 días, lo que confirma una marcada estacionalidad en el régimen de lluvias y su importancia para el balance hídrico de la zona de estudio. Respecto a otras variables climáticas, la humedad relativa media anual fue de aproximadamente 76 %, con valores máximos cercanos al 94 % durante los meses más húmedos y mínimos alrededor del 43 % en los períodos más secos. La velocidad media del viento presentó valores que variaron entre 5,7 km/h y 21,4 km/h, mientras que la presión atmosférica media se mantuvo estable alrededor de 641,7 mm. Estos datos, junto con los registros de radiación solar, evaporación e insolación, permiten caracterizar de forma cuantitativa y precisa las condiciones atmosféricas predominantes en el área analizada. [93]

Tabla 27. Estación metereologica INSIVUMEH, Ubicada en la 7ma avenida zona 13 capital. Fuente: INSIVUMEH

ESTACION METEOROLOGICA INSIVUMEH. UBICADA EN EL LA 7A. AVENDIA 14-57 ZONA 13 CIUDAD CAPITAL.																				
60101	INSIVUMEH	143511	903158	1502	2016	TMEDIA	°C	19,20	18,70	21,80	22,70	23,10	21,60	22,00	21,50	21,00	21,30	19,90	20,00	21,07
60100	INSIVUMEH	143511	903158	1502	2016	TMAXPR	°C	24,20	23,70	27,00	27,70	27,80	25,20	26,80	25,90	25,50	26,10	25,10	24,60	25,80
60100	INSIVUMEH	143511	903158	1502	2016	TMINPRO	°C	**14,40**	**13,90**	**17,00**	**17,80**	**18,90**	**18,10**	**17,50**	**17,50**	**17,00**	**16,90**	**15,50**	**15,60**	16,68
60100	INSIVUMEH	143511	903158	1502	2016	TMAXAB	°C	27,70	29,20	30,80	30,60	30,20	28,80	28,00	29,00	28,20	29,00	27,20	27,80	30,80
60101	INSIVUMEH	143511	903158	1502	2016	TMINABS	°C	9,6	9,4	14,5	15,0	17,0	18,1	16,1	16,4	16,0	14,8	12,4	13,0	9,4
60101	INSIVUMEH	143511	903158	1502	2016	HRMED	%	73	71	71	70	89	76	71	90	79	74	75	73	76
60100	INSIVUMEH	143511	903158	1502	2016	LLUVIA	MM	1,40	0,00	10,00	23,70	62,40	225,80	97,70	177,20	352,70	41,30	4,30	3,00	999,50
60101	INSIVUMEH	143511	903158	1502	2016	LLUVIA	DIAS	**2**	**0**	**2**	**4**	**8**	**21**	**15**	**17**	**21**	**8**	**4**	**6**	**108**
60103	INSIVUMEH	143511	903158	1502	2016	VIENTO	KM/HRA	5,70	7,30	6,30	11,30	9,20	13,20	16,60	15,20	15,40	14,90	21,20	21,40	1,10
60103,1	INSIVUMEH	143511	903158	1502	2016	DIRVIENT	GRADSEX	SW	N	SW	SW	SW	N	N	NE	NE	N	NE	N	NE
60103,1	INSIVUMEH	143511	903158	1502	2016	EVTANQ	MM	5,0	4,0	5,3	4,5	3,8	3,4	3,9	4,0	3,8	3,3	3,4	3,7	4,0
60102	INSIVUMEH	143511	903158	1502	2016	EVPICH	MM	2,6	3,5	3,4	3,8	2,8	2,2	2,9	2,3	1,7	2,6	2,6	2,4	2,7
60102	INSIVUMEH	143511	903158	1502	2016	INSOLA	HORAS	212,1	213,2	232,1	224,7	212,6	161,1	195,0	189,1	137,1	191,6	218,8	188,1	198,0
60100	INSIVUMEH	143511	903158	1502	2016	NUBOSI	OCTAS	4	4	5	5	7	7	7	7	7	6	6	4	7,00
60102	INSIVUMEH	143511	903158	1502	2016	RADIAC	CAL/MED	0,27	0,29	0,33	0,34	0,35	0,30	0,29	0,32	0,30	0,29	0,30	0,30	**0,31**
60101	INSIVUMEH	143511	903158	1502	2016	RADIAC	CAL/MAX	1,31	1,44	1,47	1,45	1,51	1,46	0,29	1,55	1,52	1,53	1,54	1,39	**1,55**
60101	INSIVUMEH	143511	903158	1502	2016	HRMAX	%	93	88	90	88	89	90	94	90	94	91	90	89	94
60101	INSIVUMEH	143511	903158	1502	2016	HRMIN	%	73	51	46	50	51	59	44	60	62	53	58	43	**54**
60101	INSIVUMEH	143511	903158	1502	2016	GEO 101	°C	22,90	21,90	23,30	25,70	26,40	26,10	25,50	25,30	25,10	23,00	22,40	23,70	**24,28**
60102,6	INSIVUMEH	143511	903158	1502	2016	GEO 50	°C	22,8	22,0	23,5	26,0	26,2	25,7	25,4	25,0	24,4	24,2	23,4	22,9	**24,3**
60102,6	INSIVUMEH	143512,819	903158	1502	2016	PRESMED	MM	641,9	641,9	641,70	641,20	641,40	642,20	642,30	641,50	641,90	641,00	641,50	642,20	**641,73**
60101	INSIVUMEH	143512,819	903158	1502	2016	PRESMAX	MM	642,6	642,6	642,5	642,0	642,3	642,4	643,0	642,1	642,3	641,8	642,9	643,1	**642,5**
60101	INSIVUMEH	143511	903158	1502	2016	PRESMIN	MM	641,2	641,2	640,9	640,4	640,6	641,3	641,6	640,8	641,3	640,3	640,3	641,2	**641,60**
60101	INSIVUMEH	143511	903158	1502	2016	PREMAXAB	MM	644,2	644,2	644,10	643,40	644,00	644,30	644,20	644,00	643,60	644,00	644,30	643,30	**644,30**
60101	INSIVUMEH	143512,819	903158	1502	2016	PREMINAB	MM	638,5	638,5	639,1	638,9	639,0	639,0	640,3	639,2	640,3	638,3	638,4	639,3	**638,3**

93 Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología (INSIVUMEH). 2021. Índices climáticos en Guatemala 1981–2010 / 1991–2020. Guatemala: Sección de Cambio Climático, INSIVUMEH.

Según los datos anteriores se visualizan los siguientes parámetros de diseño:

Soleamiento: en el contexto de los herbarios, es de suma importancia prestar atención a la iluminación en las áreas por donde transitan los especímenes. Se debe evitar la exposición directa a la luz solar en el interior del herbario, ya que esta puede causar decoloración y daño a los especímenes. La iluminación debe ser uniforme y suave. Para este propósito, se emplean luces fluorescentes de espectro completo, conforme a las recomendaciones del manual "Administración y Manejo de Colecciones" de Antonio Lot. No obstante, es fundamental mencionar que ciertas áreas, como el laboratorio húmedo, colecciones de hongos, laboratorio de biodeterioro, xiloteca y anatomía de madera, micotoxinas, microcetos, líquenes, bioterios A y B, laboratorio de herpetología, biología molecular, laboratorio de hidrobiología, área de frutos y semillas, y área de deshidratación, entre otros ambientes privados, estarán ubicados en las orientaciones norte y este. Esto se debe a que estas orientaciones minimizan la exposición al sol directo. Por otro lado, las áreas críticas, como las orientaciones sur y oeste, albergarán las áreas públicas y de servicio.

Diseño de Techos y Aislamiento: dado que los techos son una de las áreas más susceptibles a la exposición al sol durante todo el día, se recomienda encarecidamente el uso de materiales de aislamiento térmico y acústico de alta calidad para mantener condiciones estables en el interior.

Forma: según las recomendaciones del manual de Jahn Basan, considerando que el clima de Guatemala es templado, se sugiere que la forma del edificio sea alargada en el eje norte-sur. Esta disposición reduce la exposición al sol en comparación con otras formas. Sin embargo, se debe tener en cuenta que una forma cruzada o irregular es posible, aunque se descarta la segunda opción debido a la alta actividad sísmica en Guatemala.

Ventilación: debido a que los vientos predominantes en la zona provienen del norte y noreste, se aconseja diseñar sistemas de ventilación que aprovechen de manera natural la circulación del viento. Esto debe ir acompañado de protectores en las aberturas para evitar la entrada de insectos u otros agentes que puedan contaminar las colecciones. Mantener una circulación de aire adecuada en el herbario es esencial para prevenir la acumulación de humedad y evitar la proliferación de insectos y hongos. Además, un análisis apropiado del sistema de ventilación contribuirá a mantener una humedad adecuada en el interior del edificio.

Control de Humedad: en la zona, los niveles de humedad pueden oscilar entre 68.5% y 82.5%, mientras que en un herbario se busca mantener una humedad del 30-40%. Para lograr esto, se recomienda la implementación de sistemas de control ambiental, como calefacción, refrigeración y deshumidificación, que aseguren las condiciones óptimas para la conservación de las plantas secas y eviten los daños ocasionados por la humedad excesiva. [94]

94 Lot, A., & Chiang, F. (1986). Manual de herbario - administración y manejo de coleccion, técnicas de recolección y preparación de ejemplares de jardines botánicos. México: Consejo Nacional de la Flora. Consultado el 12 de noviembre del 2022

3.4.8 CUADROS DE MAHONEY 1 Y 2

Tabla 28. Cuadro de Mahoney No.1 y No.2. Fuente: Elaboración propia

LOCALIZACIÓN	Ciudad de Guatemala
LAT	151718
LONG	970510
ESTACION	Estacion zona 13 INSIVUMEH

CUADRO 1

TEMPERATURA DEL AIRE (°C)	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Maximas Medias	27,70	24,20	23,70	27,00	27,70	27,80	25,20	26,80	25,90	25,50	26,10	25,10
Minimas Medias	14,40	13,90	17,00	17,80	18,90	18,10	17,50	17,50	17,00	16,90	15,50	15,60
Variaciones Medias	21,05	19,05	20,35	22,4	23,30	22,95	21,35	22,15	21,45	21,2	20,8	20,35

ALTA 26.05 · 16.67 · BAJA

CUADRO 2

HUMEDAD RELATIVA (%)	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Maxima Medias	95	89	93	93	94	93	91	94	89	91	87	92
Minimas Medias Mensuales	50	48	52	47	60	72	62	67	73	72	72	59
Promedio	72.5	68.5	72.5	70,00	77,00	82.5	76.2	80.70	81,00	81.5	79.5	75.5
Grupo de Humedad	4	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4

TMA 21.36

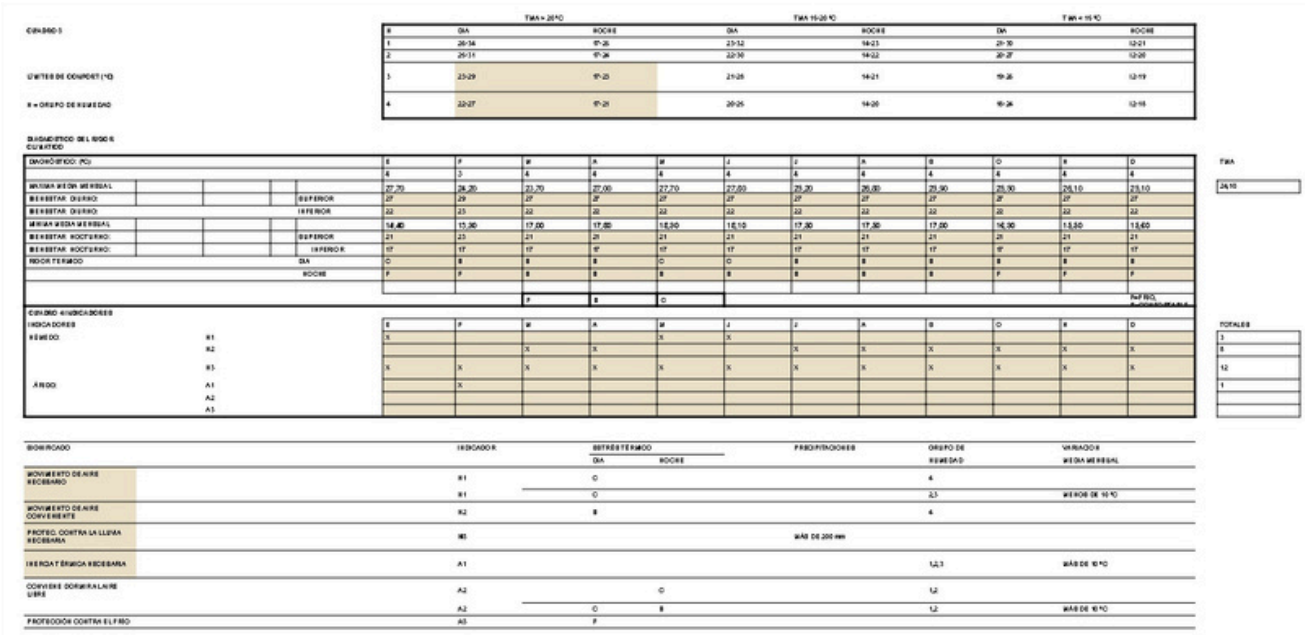
GRUPO DE HUMEDAD		SI LA HR PROMEDIO ES:	
	1		< 30%
	2		30-50%
	3		>50-70%
	4		> 70%

LLUVIA Y VIENTO	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
PRECIPITACIONES (mm)	641,9	641,9	641,70	641,20	641,40	642,20	642,30	641,50	641,90	641,00	641,50	642,20
VIENTOS PREDOMINANTES	7,8	8,9	7,7	8,2	6,0	6,2	6,7	6,8	6,7	7,1	5,5	6,3
VIENTOS	NE	N	N	NE	NE	NE	NE	NE	NE	E	E	E

TOTAL 77000.7

CUADROS DE MAHONEY 3 Y 4

Tabla 29. Cuadro de Mahoney No.3 y No.4. Fuente: Elaboración propia



CUADROS DE MAHONEY 5

Tabla 30. Cuadro de Mahoney No.5. Fuente: Elaboración propia

INDICADORES TOTALES DE LA TABLA 2							
H1	H2	H3	A1	A2	A3	x	= INDICADOR
3	8	12	1	0	0		
							UBICACIÓN
			0 a 10			1	ORIENTACION NORTE-SUR (EJE LONGITUDINAL ESTE-OESTE)
					5 a 12		
			11 a 12		0 a 4	2	ORGANIZACIÓN COMPACTA CON PATIOS
							ESPACIOS
11a 12						3	ESPACIOS ABIERTOS PARA LA PENETRACIÓN DE BRISAS
2 a 10						4	COMO 3, PERO PROTEGIDOS DE VIENTOS FRÍOS Y CÁLIDOS
0 a 1						5	ORGANIZACIÓN COMPACTA DE LOS EDIFICIOS
							MOVIMIENTO DE AIRE
3 a 12						6	HABITACIONES EN CRUJÍA SIMPLE, CON VENTILACIÓN
1 a 2			0 a 5				PERMANENTE
1 a 2			6 a 12			7	HABITACIONES EN DOBLE CRUJÍA QUE PERMITAN LA
0	2 a 12						VENTILACIÓN REGULARMENTE
0	0 a 1					8	NO SE REQUIERE MOVIMIENTO DE AIRE
							ABERTURAS
			0 a 1		0	9	GRANDES, 40-80%
			11 a 12		0 a 1	10	MUY PEQUEÑAS, 10-20%
		CUALQUIER OTRA CONDICIÓN				11	MEDIANAS, 20-40%
							MUROS
			0 a 2			12	LIGEROS, TRANSMISIÓN TÉRMICA INMEDIATA
			3 a 12			13	PESADOS, EN EL EXTERIOR E INTERIOR
							TECHOS
			0 a 5			14	LIGEROS Y AISLADOS
			6 a 12			15	PESADOS, TRANSMISIÓN TÉRMICA DIFERIDA MÁS DE 8 h
							DORMIR AL AIRE LIBRE
				2 a 12		16	SE REQUIERE UN ESPACIO PARA ESTA FUNCIÓN
							PROTECCIÓN CONTRA LA LLUVIA
	3 a 12					17	ES NECESARIA PROTECCIÓN CONTRA FUERTES LLUVIAS

CUADROS DE MAHONEY 6

Tabla 31. Cuadro de Mahoney No.6. Fuente: Elaboración propia

INDICADORES TOTALES DE LA TABLA 2							
H1	H2	H3	A1	A2	A3	x	= INDICADOR
3	8	12	1	0	0		
							TAMAÑO DE ABERTURAS
			0 a 1		0	1	GRANDE: 40 - 80%
					1 a 12	2	MEDIANO: 25 - 40%
			2 a 5				
			6 a 10			3	PEQUEÑO: 15 - 25%
			11a 12		0 a 3	4	MUY PEQUEÑO: 10 - 20%
			11 a 12		4 a 12	5	MEDIANO: 25 - 40%
							POSICIÓN DE LAS ABERTURAS
3 a 12						6	A NORTE Y SUR, A LA ALTURA DEL CUERPO Y A BARLOVENTO
1 a 2			0 a 5				
			6 a 12			7	COMO ARRIBA, CON ABERTURAS TAMBIÉN EN MUROS INTERIORES
0	2 a 12						
							PROTECCIÓN DE LAS ABERTURAS
					0 a 2	8	EVITAR SOLEAMIENTO DIRECTO
		2 a 12				9	PROTECCIÓN CONTRA LA LLUVIA
							MUROS Y SUELOS
			0 a 2			10	LIGEROS, BAJA INERCIA TÉRMICA
			3 a 12			11	PESADOS, TRANSMISIÓN TÉRMICA DIFERIDA MÁS DE 8 h
							TECHOS
10a 12			0 a 2			12	LIGEROS, SUPERFICIE REFLECTANTE, CÁMARA DE AIRE
			3 a 12			13	LIGEROS, BIEN AISLADOS
0 a 9			0 a 5				
			6 a 12			14	PESADOS, TRANSMISIÓN TÉRMICA DIFERIDA MÁS DE 8 h
							COMPLEMENTOS EXTERNOS
				1 a 12		15	ESPACIO PARA DORMIR AL AIRE LIBRE
		1 a 12				16	DRENAJE SUFICIENTE PARA LLUVIAS

Análisis de cuadros de Mahoney y posibles parámetros de diseño:

Para llevar a cabo un análisis más detallado de las condiciones climáticas del terreno, se optó por utilizar la metodología de Mahoney, que consta de seis cuadros. Los datos utilizados para completar estos cuadros se obtuvieron de la estación meteorológica del INSIVUMEH ubicada en la Zona 13 de la ciudad capital. Los resultados finales se presentan en las dos últimas tablas, donde las medidas que indican resultados se resaltan en color café claro, mientras que las medidas que, aunque no indican resultados, son más preferibles para un herbario se resaltan en color café. Para aclarar este último punto, se proporcionará una explicación detallada de cada ítem:

Tabla 5:

- Movimiento de aire: según los resultados, se recomienda que las habitaciones tengan una disposición en crujía simple con ventilación permanente. Sin embargo, en algunas habitaciones del herbario, es preferible tener habitaciones de doble crujía que permitan una ventilación regular.
- Aberturas: de acuerdo con los resultados, se recomiendan ventanas grandes. No obstante, debido a las consideraciones relacionadas con la iluminación y los vientos en ciertos sectores del herbario, solo son necesarias ventanas pequeñas en algunas áreas y ventanas de tamaño mediano (20-49%) en las áreas de oficinas.
- Muros: según los resultados, se sugiere que los muros sean ligeros y tengan una transmisión térmica inmediata. El primer punto es adecuado, pero el segundo no es aplicable al herbario, ya que los muros deben estar aislados.

Tabla 6:

- Tamaño de aberturas: los cuadros de Mahoney no dan una cantidad exacta de metros cuadrados que debe de tener la abertura. Aún así se repite la recomendación de que no se utilicen aberturas grandes, Entonces se utilizaran aberturas medianas y pequeñas. Se especificará de mejor manera en las premisas de diseño en qué espacios están exactamente las aberturas. Estas no son premisas de diseño solo son parámetros y resultados que dieron los cuadros.
- Posición de aberturas: no se recomienda colocar aberturas en la parte superior, y en todo caso, estas serían sólo para fines de ventilación. Esto se debe a que en la cubierta es donde los rayos directos del sol inciden con mayor intensidad, lo que podría afectar negativamente a las colecciones almacenadas en los espacios interiores del herbario.

Tabla 32. VALORIZACIÓN DEL CLIMA- Bazant. S, J. (1984). Manual de criterios de diseño urbano (2a ed.). México: Trillas México.

VALORIZACIÓN DEL CLIMA

	Variables	*Características*	*Aplicación al diseño*	*Problemas por resolver*
Temperatura	Alta 30° — 40°	En desierto: lluvia escasa humedad seca En trópico: lluvia abundante humedad elevada	Procurar ventilación cruzada y espacios sombreados Muros gruesos Techos altos, pórticos	Ventilación Sombras
	Media 20° — 30°	Calor soportable Lluvia regular Humedad media	Espacios abiertos Muros delgados Ventanas grandes	Sombras
	Baja 0° — 20°	Poco calor Poco lluvioso Húmedo	Procurar asoleamiento y retención de calor Techos bajos, ventanas chicas	Protección contra vientos fríos
Asoleamiento	Directo	Radiación exposición franca	Espacios de deporte al aire libre Áreas de recreación Usar volados, aleros, vegetación para procurar sombras	Sombras Bloquear orientación indeseable y aprovechar la deseable
	Tangente o indirecto	Exposición media reflejos	Áreas residenciales y de equipamiento urbano Usar parteseles para matizar reflejos	Reflejos
Vientos	Dominantes	Buena ventilación Atraen lluvia Disminuyen la contaminación	Aprovechamiento para condiciones de confort en los espacios Ventanas medianas	Ventilación de espacios
	Secundarios	Ventilación variable o de temporal Mantienen la temperatura	Aprovechamiento al máximo Ventanas grandes	Obstaculizar vientos indeseables Erosión
Lluvias	Precipitación 750 mm	Lluvia constante todo el año	Procurar buenos drenajes pluviales y áreas grandes techadas volados, aleros en las construcciones; pórticos	Escurrimientos Erosión
	Precipitación media 250 — 750 mm	Lluvia de temporal unos meses del año	Concentrar el agua en canales y presas	Almacenamiento
	Precipitación baja 250 mm	Lluvia esporádica de temporal	Prever presas Perforaciones profundas Obras de captación de aguas	Captación
Humedad	Alta 60 — 100%	Asoleamiento bueno muy lluvioso	Procurar sombra y ventilación cruzada Espacios grandes, claros y altos	Ventilación
	Mediana 30 — 60%	Asoleamiento bueno poco lluvioso	Provocar ventilación	Asoleamiento
	Baja 30%	Muy asoleado poca lluvia	Procurar sombras Espacios pequeños y oscuros	Evaporación

Valoración del clima

Al llevar a cabo la evaluación del clima, nuevamente se encuentran las recomendaciones que se observan en los cuadros de Mahoney. Se sugieren ventanas de gran tamaño, aunque debido a la naturaleza del proyecto, no es factible implementarlas. Sin embargo, se está considerando la posibilidad de diseñar elementos de sombra para las ventanas de pequeño tamaño presentes en los espacios de colección.

Soleamiento. Se han tomado medidas para cumplir con las pautas de diseño, como el uso de volados, aleros o vegetación para proporcionar sombra de manera efectiva.

Precipitación. Se están aplicando las recomendaciones de diseño para canalizar y recolectar agua de lluvia en canales y presas, lo que contribuye a la gestión adecuada de las precipitaciones.

Húmedad. Con base a los datos del cuadro de Mahoney, se reconoce que la humedad es alta, y las implicaciones de esto en el diseño arquitectónico se discutieron en páginas anteriores.

3.4.9 RIESGOS Y CONTAMINANTES

Tabla 33. Riesgos y contaminantes. Fuente: Teva peña. Peña, Teva. “Jardín Botánico Para El Instituto de Ciencias de La Tierra, USAC - Repositorio Institucional USAC.” Usac.edu.gt, August 2018. http://www.repositorio.usac.edu.gt/11937/1/TEVA%20PE%C3%91A.pdf.

Amenazas		Antecedentes	Pronóstico	Comentarios	Amenazas que afectan al proyecto propuesto
NATURALES	Terremotos (sismos)	x	x	Mediano, por los simos frecuentes en el país	x
	Erupciones volcánicas (ceniza, lahares, lava, gases, etc.	x	x	Mediano riesgo, por su ubicación con respecto a los volcanes santiaguito y de fuego	x
	Deslizamientos		x	Mediano riesgo por condiciones topográficas del terreno	x
	Derrumbes				
	Hundimientos		x	Podrían darse por las condiciones del suelo en el terreno	x
	Inundaciones				
	Sequías	x	x	En épocas secas o durante fenómenos climáticos	x
	Heladas (congelación)				
	Onda de frío	x	x		x
	Ola de calor		x	Cada año se genera un calor más intenso	x
	Radiación solar intensa				
	Vientos fuertes	x	x	Se han registrado hasta 22 km/h	x
	Sedimentación				
SOCIO - NATURALES	Incendios forestales		x	Las pastizales del terreno fácilmente dispersaron el fuego	x
	Erosión	x	x	A causa de sequía y falta de agua para riego	x
	Deforestación				
	Agotamiento acuífero				
ANTRÓPICAS	Incendios estructurales				
	Derrames hidrocarburos				
	Contaminación por uso de agroquímicos		x		x
	contaminación del aire		x	Polvo que se eleva en temporada de sequía	x
	Contaminación por ruido				
	Contaminación por desechos sólidos	x	x	Estos desechos obstruyen los drenajes o canaletas	x
	Contaminación por desechos líquidos		x	Al tener mayor cantidad de usuarios	x
	Epidemias				
	Plagas que afectan a humanos y/o				x

Amenazas		Amenazas que afectan al proyecto propuesto - Mediana	Frecuencia del 1 a 5	Intensidad de 1 a 5	Nivel de amenaza - mediana	Medida de Mitigación
NATURALES	Terremotos (sismos)	-	5	1	3	Correcto dimensionamiento en sistemas estructurales para la edificaciones
	Erupciones volcánicas (ceniza, lahares, lava, gases, etc.	-	3	2	3	Adecuación de techos con pendiente de fácil evacuación.
	Deslizamientos	-	1	1	1	Sembrar especies de raíz contenedora
	Sequias	-	3	3	3	Contemplar sistema de captación de agua de lluvia
	Ola de frío	-	3	2	3	Contemplar diseño bioclimático en interiores
	Vientos fuertes	-	3	2		Tratar las áreas de permanencia con masas vegetales que protegen del viento
SOCIO - NATURALES	Incendios forestales	-	1	1	1	Contemplar una reserva de agua para incendios y evitar la quema de pastillo y/o basura
	Erosión	-	2	2	2	Impedir la remoción de suelo y capa vegetal en donde no se requiera
ANTRÓPICAS	Contaminación por uso de agroquímicos	-	3	1	2	Plantear el uso de fertilizantes y tratamientos naturales para el mantenimiento de los jardines como siembras
	contaminación del aire	-	1	1	1	Controlar el levantamiento de polvo por medio de masas vegetales
	Contaminación por desechos sólidos	-	3	2	3	Inculcar la clasificación de los desechos orgánicos e inorgánicos así como el reciclaje del mismo
	Contaminación por desechos líquidos	-	3	2	3	Plantear tratamiento primario para las aguas grises que se obtengan del proyecto
	Plagas que afectan a humanos y/o	-	2	1	2	Dar un mantenimiento a las plantas y siembras para evitar el uso de pesticidas

Tabla 34. Nivel de frecuencia e intensidad de amenazas. Fuente: Elaboración propia con información obtenida del Analisis de Gestión del riesgo de inversión pública AGRIP.

NIVEL DE FRECUENCIA Y DE INTENSIDAD DE LAS AMENAZAS

Amenazas		Frecuencia					Intensidad					Nivel de amenaza
Naturales	terremotos	X									X	3
	sequías			X						X		3
Socio-Naturales	erosión				X					X		2
Antropogénicas	contaminación por desechos liquidos			X						X		3
	contaminación por desechos solidos				X						X	3

Tabla 35: Consecuencias de amenazas. Elaboración propia con información obtenida del Analisis de Gestión del riesgo de inversión pública AGRIP.

Actividades intrínsecas del proyecto		Consecuencia				
Probabilidad		INSGNIFICANTE 1	MENOR 2	MODERADO 3	MAYOR 4	CATASTROFICO
CASI CERTEZA	ENTRE 81%-100%, VALOR 5					
PROBALE	ENTRE 61%-80%, VALOR 4					
POSIBLE	ENTRE 41%-60%, VALOR 3				X	
IMPROBABLE	ENTRE 21%-40%, VALOR 2	X				

Como resultado de las tablas AGRIP se tienen los siguientes comentarios del analisis

- amenazas naturales: las amenazas que tienen un índice más alto son las amenazas por terremotos y amenazas por sequías, la primera reforzada por lo que se vio en el apartado de geomorfología y la segunda por lo visto en los cuadros de Mahoney que 3 meses sobre pasaban el punto de bienestar y entraban en el rango de calor, por eso mismo es necesario implementar medidas y premisas de diseño que ayuden a que la amenaza deje de existir, algunos parámetros de diseño relacionados a esto se dan en páginas anteriores.
- amenazas socionaturales: los suelos sensibles a la erosión por escorrentía usualmente son suelos arcillosos, los parámetros de diseño aplicables se encuentran en páginas anteriores.
- amenazas antrópicas: en la universidad hacen falta plantas de tratamiento de aguas residuales ya que la única existente no se da a basto, un mal tratamiento de desechos puede provocar daño al medio ambiente y contaminación al sector, además de que por el mismo uso es necesario que el edificio cuente con una propia.

3.4.10 IMAGEN URBANA

La imagen urbana de la Universidad de San Carlos de Guatemala (Campus Central) se define por un conjunto arquitectónico de carácter moderno y funcional, desarrollado principalmente a mediados del siglo XX. Predominan edificaciones de lenguaje modernista, con volúmenes geométricos simples, líneas rectas, estructuras de concreto expuesto y una clara prioridad por la funcionalidad y la eficiencia espacial.

Estos edificios se implantan de manera abierta dentro del campus, permitiendo una fuerte integración con el paisaje. La arquitectura dialoga constantemente con amplias áreas verdes, plazas y ejes peatonales arbolados, lo que suaviza la escala de las construcciones y genera transiciones entre los espacios edificados y el entorno natural. La vegetación cumple un papel fundamental en la imagen urbana, aportando sombra, confort ambiental y continuidad visual, mientras que los espacios abiertos refuerzan la identidad del campus como una ciudad universitaria planificada, donde arquitectura y paisaje conforman un conjunto coherente y legible.



Figura 79. Edifcio de rectoría: García, L. (2020, July 9). Segunda inscripción en línea para Pruebas de Conocimientos Básicos de la USAC. Retrieved August 23, 2023, from Guatemala.com website: https://www.guatemala.com/noticias/sociedad/segunda-inscripcion-en-linea-para-pruebas-de-conocimientos-basicos-usac-julio-2020.html



Figura 80. Biblioteca Usac. Fuente:Aroche, K. (2021, June 14). Mapa del Campus Central de la USAC, Guatemala | Aprende Guatemala.com. Retrieved August 23, 2023, from Aprende Guatemala.com website: https://aprende.guatemala.com/centros-educativos/universidades/mapa-usac-central/

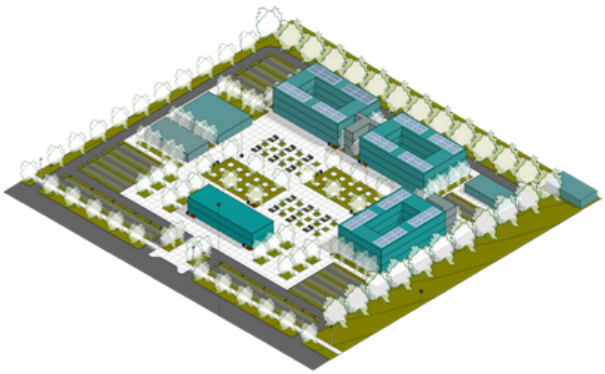


Figura 81. Diseño de Plazas en Ciudad Universitaria-Plan de manejo del Conjunto Histórico del Patrimonio de la Modernidad del Campus Central de la Universidad de San Carlos de Guatemala

Según la guía para elaborar planes maestros de la USAC es necesario que todos los espacios de la USAC se encuentren interconectados por plazas. Aún así no se mencionan las dimensiones , por eso mismo esto se decidirá en la propuesta. [95]

95 Plan de manejo del Conjunto Histórico del Patrimonio de la Modernidad del Campus Central de la Universidad de San Carlos de Guatemala. (2012). Guatemala: N/A. Recuperado de Aroche, K. (2021, June 14). Mapa del Campus Central de la USAC, Guatemala | Aprende Guatemala.com. Retrieved August 23, 2023, from Aprende Guatemala.com website: https://aprende.guatemala.com/centros-educativos/universidades/mapa-usac-central/

Tabla 36. Edificios emblematicos- USAC- Fuente: Plan de manejo del Conjunto Histórico del Patrimonio de la Modernidad del Campus Central de la Universidad de San Carlos de Guatemala. (2012). Guatemala: N/A. Recuperado de Aroche, K. (2021, June 14). Mapa del Campus Central de la USAC, Guatemala | Aprende Guatemala.com. Retrieved August 23, 2023, from Aprende Guatemala.com website: https://aprende.guatemala.com/centros-educativos/universidades/mapa-usac-central/

EDIFICIOS EMBLEMÁTICOS

RECTORÍA

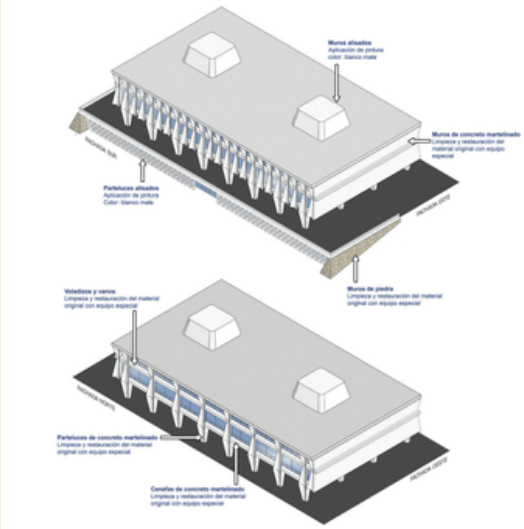


Figura 82. Acabados y materiales Rectoría. Fuente: Plan de manejo del Conjunto Histórico del Patrimonio de la Modernidad del Campus Central de la Universidad de San Carlos de Guatemala

Muros de piedra. Limpieza y restauración del material original utilizando equipo especializado.
Muros de concreto martelinado. Limpieza y restauración del material original utilizando equipo especializado.
Muros alisados. Aplicación de pintura color blanco mate.
Muros con fachaleta de duelas de madera. Mantenimiento de la madera por parte de la USAC, incluyendo aplicación de tinte y sellador.
Voladizos y vanos. Limpieza y restauración del material original utilizando equipo especializado.
Parteluces de concreto martelinado. Limpieza y restauración del material original utilizando equipo especializado.
Parteluces alisados (fachada sur, sótano). Aplicación de pintura color blanco mate.
Cenefas de concreto martelinado. Limpieza y restauración del material original utilizando equipo especializado.
Cielos exteriores (pasillos y voladizos). Aplicación de pintura color blanco mate.

BIBLIOTECA Y RECURSOS EDUCATIVOS

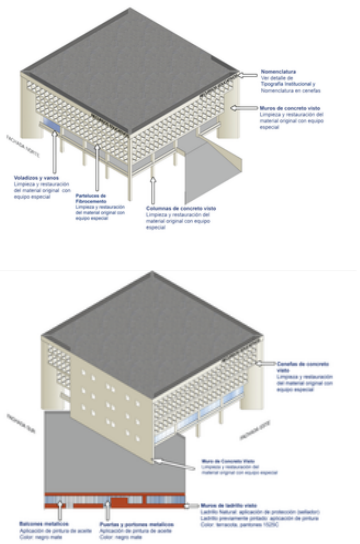
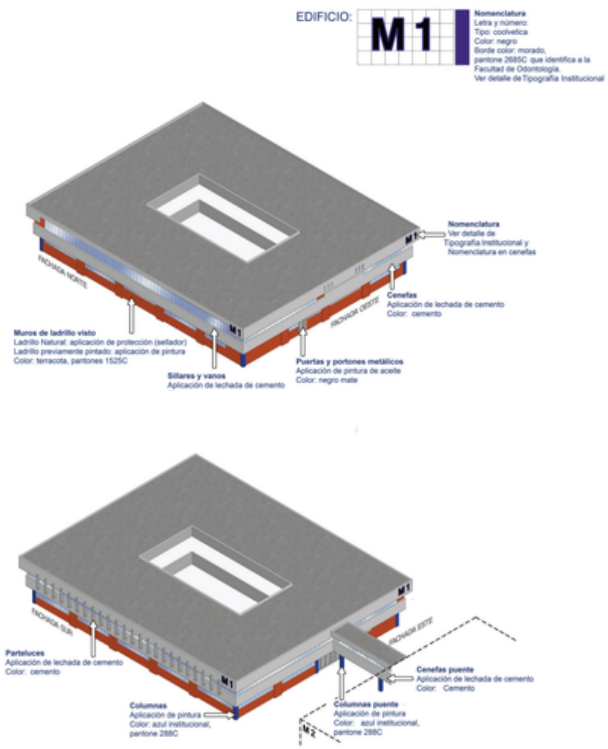


Figura 83. Acabados y materiales Bibilioteca y recursos educativos. Fuente: Plan de manejo del Conjunto Histórico del Patrimonio de la Modernidad del Campus Central de la Universidad de San Carlos de Guatemala

Muros de concreto visto. se realizará limpieza y restauración del material original utilizando equipo especializado.
Muros de ladrillo visto
-Ladrillo natural. Aplicación de sellador protector.
-Ladrillo previamente pintado. Aplicación de pintura color terracota (Pantone 1525 C).
-Voladizos y vanos. Limpieza y restauración del material original con equipo especializado.
Parteluces de concreto visto. Limpieza y restauración del material original con equipo especializado.
Cenefas de concreto visto. Limpieza y restauración del material original con equipo especializado.
Puertas y portones metálicos. Aplicación de pintura de aceite color negro mate.
Balcones metálicos. Aplicación de pintura de aceite color negro mate.
Cielos exteriores (pasillos y voladizos). Limpieza y restauración del material original con equipo especializado.



Muros de ladrillo visto.
-Ladrillo natural. Aplicación de protección mediante sellador.
-Ladrillo previamente pintado. Aplicación de pintura color terracota (Pantone 1525 C).
Sillares y vanos. Aplicación de lechada de cemento color cemento.
Parteluces. Aplicación de lechada de cemento color cemento.
Cenefas. Aplicación de lechada de cemento color cemento.
Cenefas de puente. Aplicación de lechada de cemento color cemento.
Columnas. Aplicación de pintura color azul institucional (Pantone 288 C).
Columnas de puente. Aplicación de pintura color azul institucional (Pantone 288 C).
Puertas y portones metálicos. Aplicación de pintura de aceite color negro mate.
Cielos exteriores (pasillos y voladizos). Aplicación de pintura color gris claro (Pantone 421 M). **96**

Figura 84. Acabados y materiales Edificio M1. Fuente: Plan de manejo del Conjunto Histórico del Patrimonio de la Modernidad del Campus Central de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

SOSTENIBILIDAD

En términos de sostenibilidad hay varios aspectos donde la universidad debe mejorar. Aún así actualmente hay ciertas medidas e iniciativas que se han implementado, como las siguientes.

- Gestión de residuos: en la USAC se han implementado algunos programas de gestión integral de residuos, promoviendo la separación y reciclaje de materiales como papel, plástico, vidrio y metal.
- Movilidad sostenible: se han promovido alternativas de movilidad sostenibles en la USAC, como el uso de bicicletas y la mejora de infraestructuras para peatones.
- Educación y concientización: la USAC ha desarrollado programas de educación y concientización sobre la sostenibilidad ambiental. Esto incluye la incorporación de temas de sostenibilidad en los planes de estudio.

96 Plan de manejo del Conjunto Histórico del Patrimonio de la Modernidad del Campus Central de la Universidad de San Carlos de Guatemala. (2012). Guatemala: N/A. Recuperado de Aroche, K. (2021, June 14). Mapa del Campus Central de la USAC, Guatemala | Aprende Guatemala.com. Retrieved August 23, 2023, from Aprende Guatemala.com website: https://aprende.guatemala.com/centros-educativos/universidades/mapa-usac-central/

Realizando un análisis se concluyen los siguientes aspectos en común entre estos materiales

- Limpieza y restauración del material original: en todos los edificios, se realiza un proceso de limpieza y restauración del material original de las fachadas. Esto implica eliminar la suciedad, el desgaste y otros daños para devolver la apariencia original de los materiales de construcción.

- Uso de equipo especial: en cada edificio, se utiliza equipo especializado para llevar a cabo la limpieza y restauración de los materiales originales. Esto sugiere que se están tomando medidas cuidadosas y profesionales para preservar la integridad de las fachadas.

- Aplicación de pintura: en dos de los edificios (el primero y el tercer edificio), se menciona la aplicación de pintura en las fachadas. En el primer edificio, se utiliza pintura blanca mate, mientras que en el tercer edificio, se utiliza pintura de color gris claro. Esto indica una preocupación por la estética y la protección de las superficies.

- Protección de materiales porosos: en el segundo y tercer edificio se menciona la aplicación de sellador en ladrillos naturales y protección en ladrillos previamente pintados. Esto sugiere la importancia de proteger los materiales porosos de la fachada.

- Mantenimiento de elementos metálicos: en los tres edificios, se realiza la aplicación de pintura de aceite en puertas, portones metálicos y balcones metálicos para proteger y mejorar su apariencia.

- Aplicación de lechada de cemento: en el tercer edificio, se menciona la aplicación de lechada de cemento en varios elementos, como sillares, vanos, parteluces y cenefas. Esto está relacionado con la restauración de elementos de construcción de concreto o piedra.

- Color institucional: en el tercer edificio, se menciona la aplicación de pintura en columnas y columnas de puente en un color específico, el azul institucional (pantone 288C). Esto indica una relación con la identidad institucional y estética del lugar.

Para la propuesta final del proyecto de graduación se tendrán que incorporar de manera obligatoria las características principales que se observan en los edificios ya descritos esto para que exista unidad en el conjunto del campus central. En todo caso sería más apegado al tercer edifico ya que este mismo pertenece a un edificio de tipología M que son bienes inmuebles de propiedad de la USAC con valor arquitectónico e histórico, destinados a la función educativa, que comparten características físicas similares, mientras la rectoría y la biblioteca son emblemáticos lo cual los obliga a tener características que otro edificio en la facultad no puede llegar a poseer de manera exacta.

3.4.11 ARQUITECTURA DEL PAISAJE

La vegetación del campus está compuesta por especies nativas y no nativas, distribuidas de manera regular alrededor de los edificios y plazas. Predomina el estrato arbóreo, aunque en algunos sectores se da énfasis al arbustivo y herbáceo, generando diversidad y armonía visual con las construcciones cercanas. Los árboles de sombra no solo aportan frescura y confort a los estudiantes, sino que también enmarcan y suavizan la percepción de los edificios, integrando los espacios verdes con los senderos, plazas y áreas de descanso.

Selección de especies vegetales. La selección de especies en la USAC considera tanto plantas arbóreas como herbáceas y arbustivas ornamentales presentes en el campus. Se priorizan especies con diferentes usos: ornamentales, medicinales, alimenticias e industriales. Se incluyen especies exóticas en su mayoría, seguidas por especies nativas y en menor cantidad endémicas. La elección responde a condiciones climáticas, manejo, reproducción y mantenimiento de cada especie. También se consideran aspectos estéticos como floración, follaje y colorido.Las especies son seleccionadas para adaptarse a jardines, viveros y áreas verdes del campus. Finalmente, se busca que contribuyan al bienestar ambiental y a la conservación de la biodiversidad.



Figura 85. Edificio S9 y S10 c. Fuente: son. (2020, January 20). Estas son las unidades académicas que ofrecen jornadas en plan fin de semana | Soy Usac. Retrieved August 23, 2023, from Soy Usac | Medio de Noticias de la USAC website: https://soy.usac.edu.gt/?p=8890/https://elsancarlistau.wordpress.com/2019/05/09/boton-de-panico-para-prevenir-hechos-de-violencia-en-el-campus-de-la-usac/%20https://es.foursquare.com/v/edificio-s11/5040be7be4b0d3bced05ff0b/photos

Estratificación vegetal: La vegetación del campus se organiza en distintos estratos: árboles, arbustos y plantas herbáceas. El estrato arbóreo proporciona sombra, estructura y soporte ecológico del paisaje. El estrato arbustivo aporta volumen intermedio y funciones ornamentales y de cobertura. El estrato herbáceo y ornamental cubre el suelo, mejora la estética y protege contra la erosión. Esta estratificación permite una mejor distribución del espacio y de la luz solar. Además, favorece la diversidad biológica al integrar diferentes formas de vida vegetal. En conjunto, los estratos generan un paisaje equilibrado y funcional dentro del campus.

Criterios de integración vegetal y paisajística: La integración vegetal en la USAC se basa en la armonía entre vegetación, infraestructura y actividades humanas. Se busca crear espacios que promuevan bienestar físico, mental y convivencia social. La planificación incluye diseño, ejecución y mantenimiento de áreas verdes de forma integral. Se prioriza la conservación ambiental y el uso racional de los recursos naturales. La vegetación se utiliza como elemento de ornamentación y también como regulador ecológico. Se fomenta la relación entre investigación, docencia y extensión en el manejo del paisaje. El objetivo final es lograr una permanencia paisajística sostenible dentro del campus universitario. [97]



Figura 86. Vegetación USAC-Personal de la Usac recupera jardines y espacios verdes. (2019, September 5). Wordpress.com. https://elsancarlistau.wordpress.com/2019/09/04/personal-de-la-usac-recupera-jardines-y-espacios-verdes/

97 Abel Antonio Melgar Ruano, Guía informativa de identificación taxonómica de las principales especies vegetales del campus central de la Universidad de San Carlos de Guatemala (Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala, Dirección General de Investigación, 2015).

3.4.12 USOS DE SUELOS



Figura 87. Usos de Suelo- Entorno USAC. Elaboración propia.

Uso comercial

Uso Industrial

Equipamiento urbano

Uso residencial

Terreno

Vivienda+ comericlal

Área verde

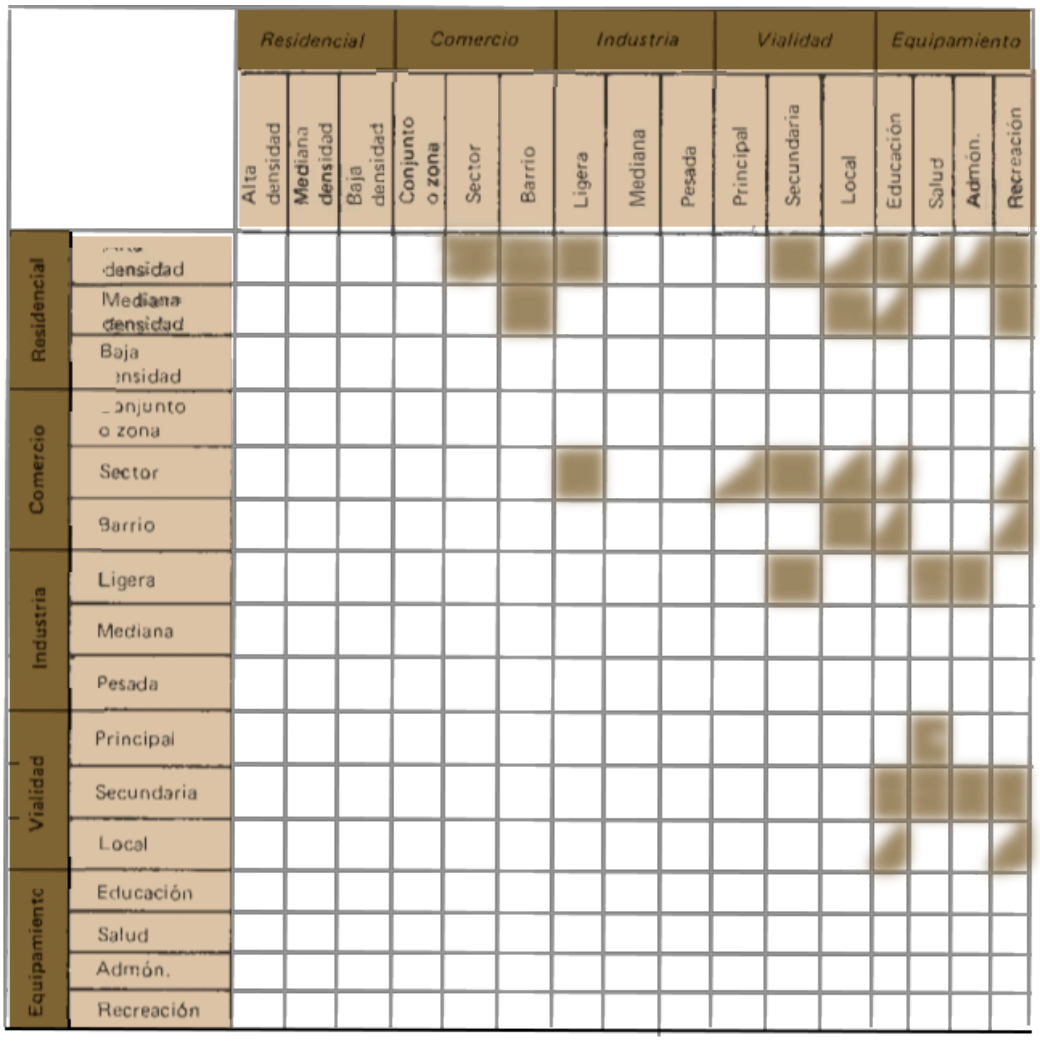
Zonificación y Normativas Locales

En el sector no existe una guia como tal de uso especifico de suelo aún así este si va de acuerdo al POT.

Compatibilidad de Uso

Residencial. En el contexto cercano del proyecto se encuentran zonas residenciales de mediana y alta densidad, estos demuestran una compatibilidad directa con lo que es el comercio del sector y barrio, además de tener una conexión directa con la industria ligera cercana que se encuentra, Aún así infortunadamente en zonas cercanas también existe industria mediana y pesada lo que causa altos niveles de contaminación auditiva, olfativa y visual, además de causar un impacto vial en vías secundarias lo cual demuestra nula compatibilidad en los 2 equipamientos, por último estas mismas zonas tienen conexión directa e indirecta con todos los tipos de equipamientos.

Tabla 37: TABLA COMPATIBILIDAD DE USO DEL MANUAL Bazant. S, J. (1984). Manual de criterios de diseño urbano (2a ed.). México: Trillas México.



Comercio. Por parte del comercio se puede encontrar en el contexto cercano comercio de barrio y sector, es un uso compatible ya que no causa ningún impacto negativo en las vías ni contaminación de ningún tipo además que como existen zonas residenciales cercanas ayudan a satisfacer la demanda de los usuarios que viven en las zonas.

Industria. La industria ligera es compatible, aunque la pesada por lo anteriormente mencionado.

3.4.13 EQUIPAMIENTO

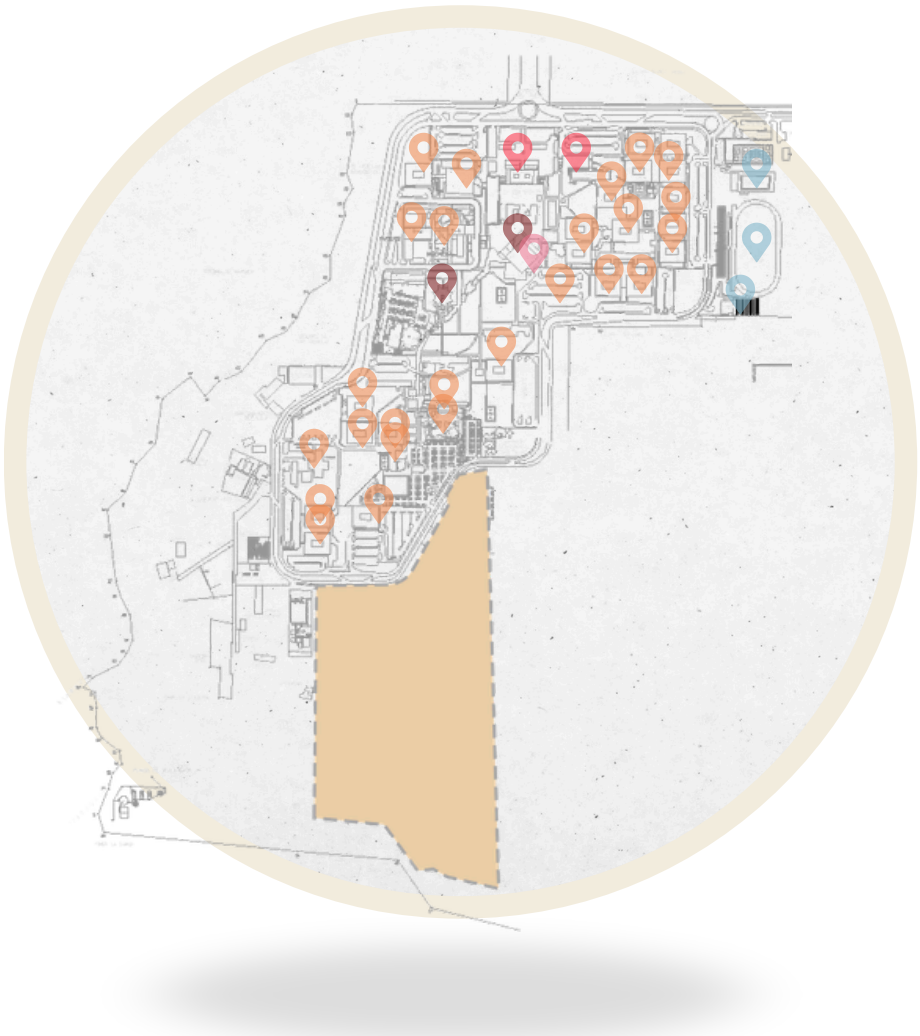


Figura 88: Mapa de equipamientos- ciudad universitaria- USAC. Fuente: Elaboración propia

3.4.14 JERARQUÍA VIAL



Figura 89. Jerarquía de vías, accesibilidad. Elaboración propia.

El contexto cercano al terreno se ve compuesto por 4 jerarquías de vías, entre las calles principales entre el anillo periférico de la salida de la universidad, en vías secundarias la vía de ingreso a la Ciudad Universitaria USAC y en las terciarias las que conducen a las tiendas de barrio y condominios, por último se tiene la vía que corresponde al periférico universitario.

NOMENCLATURA

Calles principales

Calles secundarias

Calles terciarias

Periférico Universitario

Terreno

Vías



Figura 90. Anillo Periférico de salida de la universidad.



Figura 91. Ingreso a Ciudad Universitaria - USAC - con acceso a pie, bicicleta, vehículo, moto.



Figura 92. Periférico Universitario, el cual tiene una sola vía.

3.5 ANÁLISIS DE SITIO

3.5.1 UBICACIÓN Y COLINDANCIAS DEL TERRENO

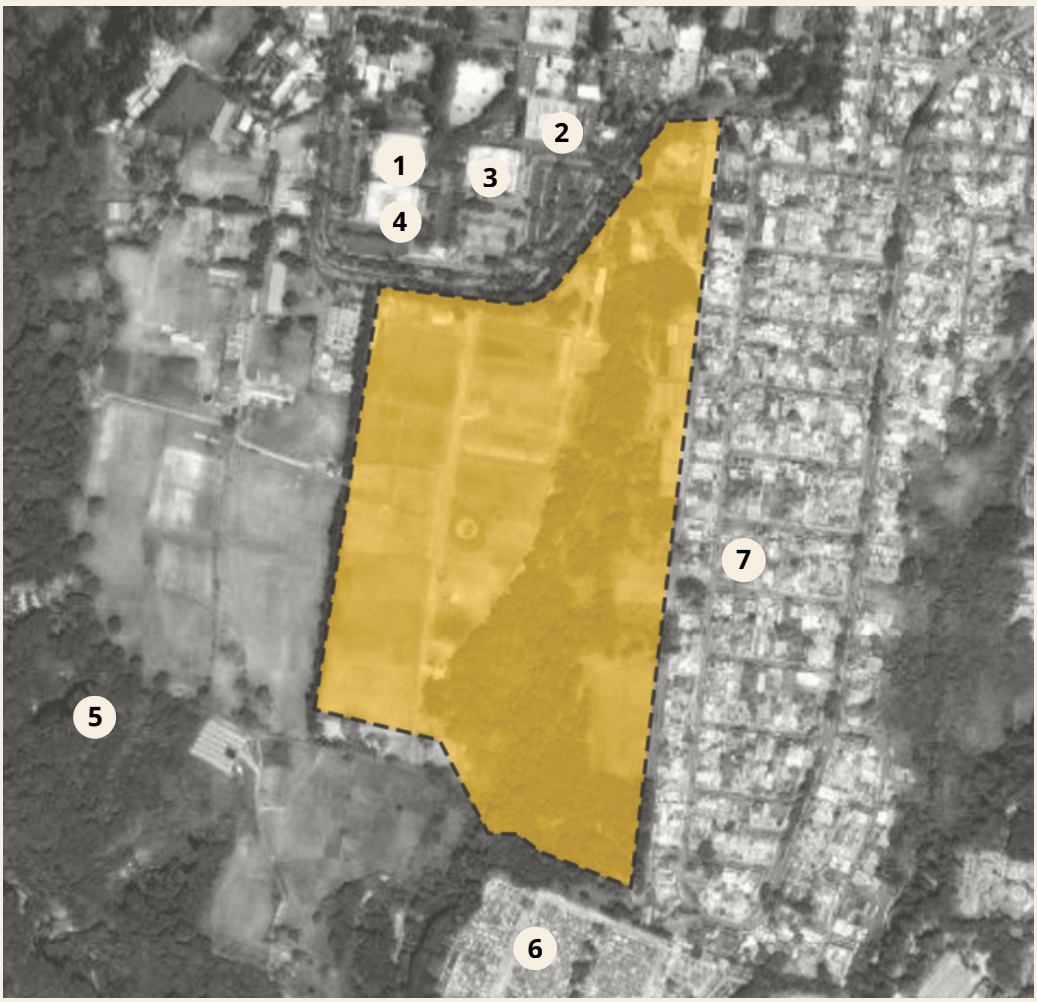


Figura 93. Terreno del proyecto- Fuente: Elaboración propia

1. Edificio S-9
2. Edificio S-12
3. Edificio S-11
4. Edificio S-10
5. Bosque las ardillas
6. Cementerio La Colonia
7. Colonia Villa Sol

El sitio se encuentra en el departamento de Guatemala, Ciudad de Guatemala, sus coordenadas son: Latitud Entre 90,32 O- 90,24 O y Longitud: Entre 14 grados 40 minutos N. 14 grados 33 segundos norte. Por último cuenta con una extensión territorial de 996 km2.

3.5.2 CIRCULACIÓN Y ACCESIBILIDAD AL TERRENO

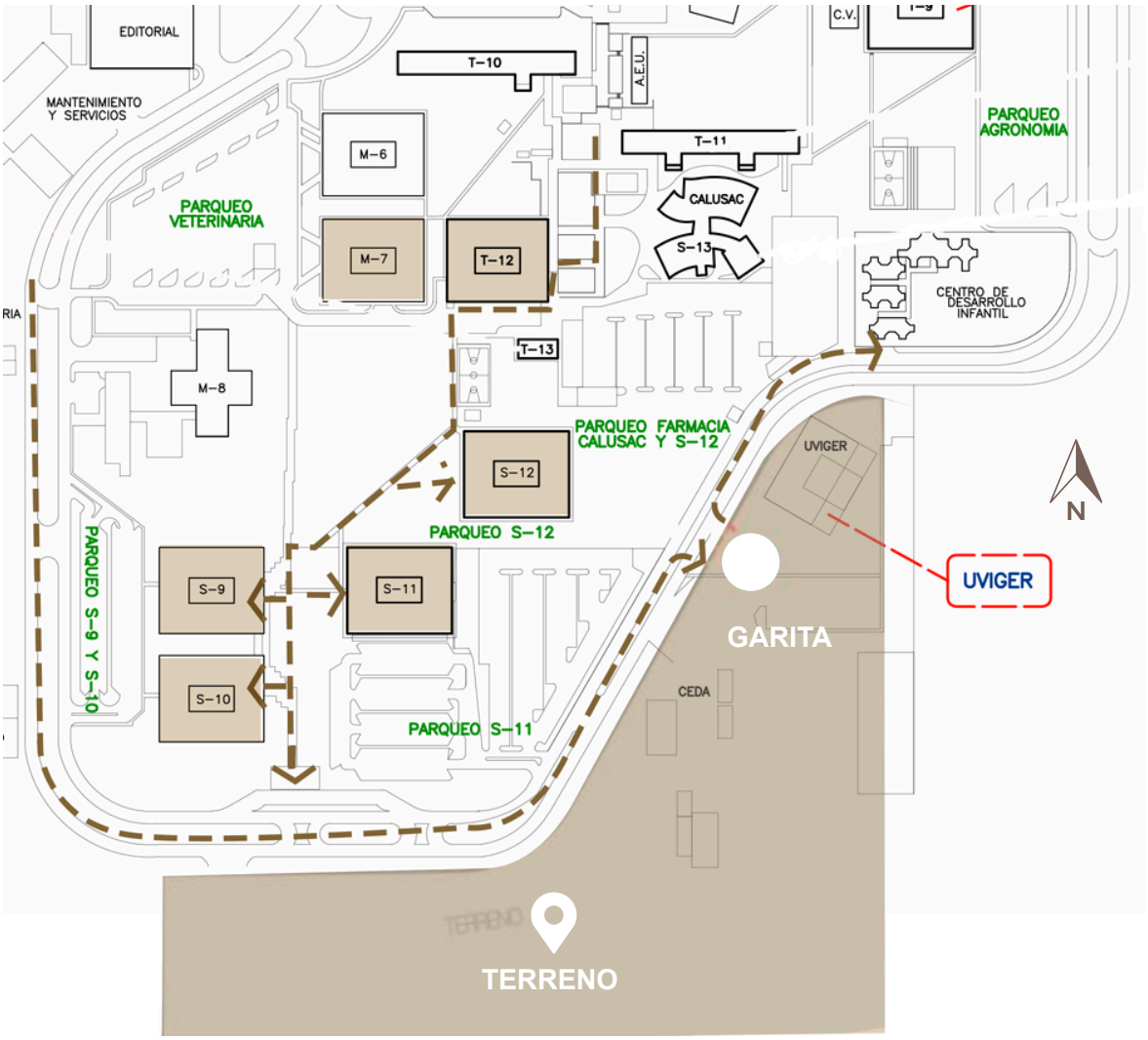


Figura 94. Mapa de la Universidad de San Carlos de Guatemala, Área sur- IV. (2015, October 9). Mapa del campus central USAC. Retrieved September 20, 2023, from ENCUENTRO MULTIDISCIPLINARIO PARA LA CONSERVACIÓN Y USO SOSTENIBLE DE LA DIVERSIDAD BIOLÓGICA Y IV CONGRESO NACIONAL DE BIOLOGÍA website: https://congresobiologiaguatemala.wordpress.com/2015/10/08/mapa-del-campus-central-usac/

Actualmente, el único acceso al terreno está marcado por una garita de control. Para llegar a ella, es necesario tomar el carril derecho del periférico interno de la USAC. Aunque se puede acceder al terreno por el sendero principal que conduce a los edificios S9, S10 y S11, no existe un camino peatonal definido hacia la garita. Por ello, para ingresar por este punto, los peatones deben atravesar el parqueo del edificio S12.

CIRCULACIONES INTERNAS Y EXTERNAS

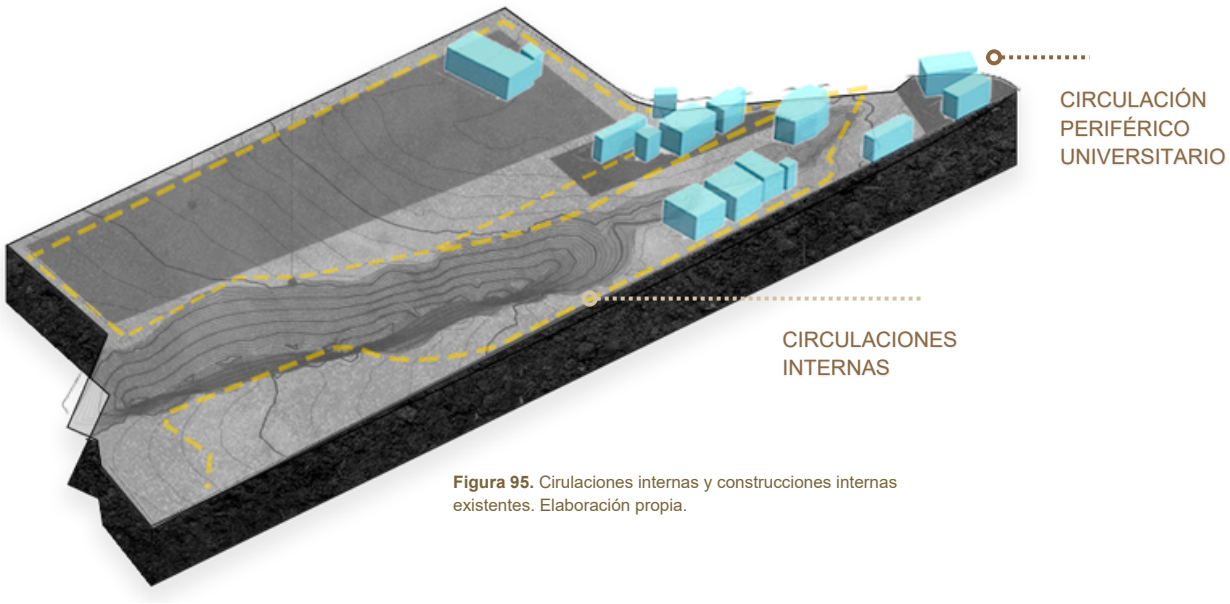


Figura 95. Cirulaciones internas y construcciones internas existentes. Elaboración propia.

CARACTERIZACIÓN CIRCULACIONES EXTERNAS GABARITO PRINCIPAL



Figura 96. Gabarito Principal. Elaboración Propia.

- La vía de acceso principal es el Periférico Universitario, el cual cuenta con cuatro carriles separados por un camellón central, tipo bulevar.

- Los cuatros carriles se dirigen en una sola dirección siendo usualmente utilizados los de las orillas como parqueo, dando como resultado únicamente dos carriles de circulación fluida.

- Ambos tramos drenan hacia el camellón central, también cuenta con vegetación e iluminación.

CARACTERIZACIÓN CIRCULACIONES INTERNAS

Dentro del terreno se cuenta con 3 circulaciones de terracería las cuales son cubiertas con una capa vegetal.

Estas circulaciones son de una sola vía, las cuales están para el servicio y mantenimiento tanto de las siembras como las instalaciones del CEDA



Figura 97. Fotografías del terreno. Fotografías por Teva Peña. Peña, Teva. “Jardín Botánico Para El Instituto de Ciencias de La Tierra, USAC - Repositorio Institucional USAC.” Usac.Edu.Gt, August 2018. https://doi.org/http://www.repositorio.usac.edu.gt/11937/1/TEVA%20PE%C3%91A.pdf.

3.5.3 ANÁLISIS TOPOGRÁFICO

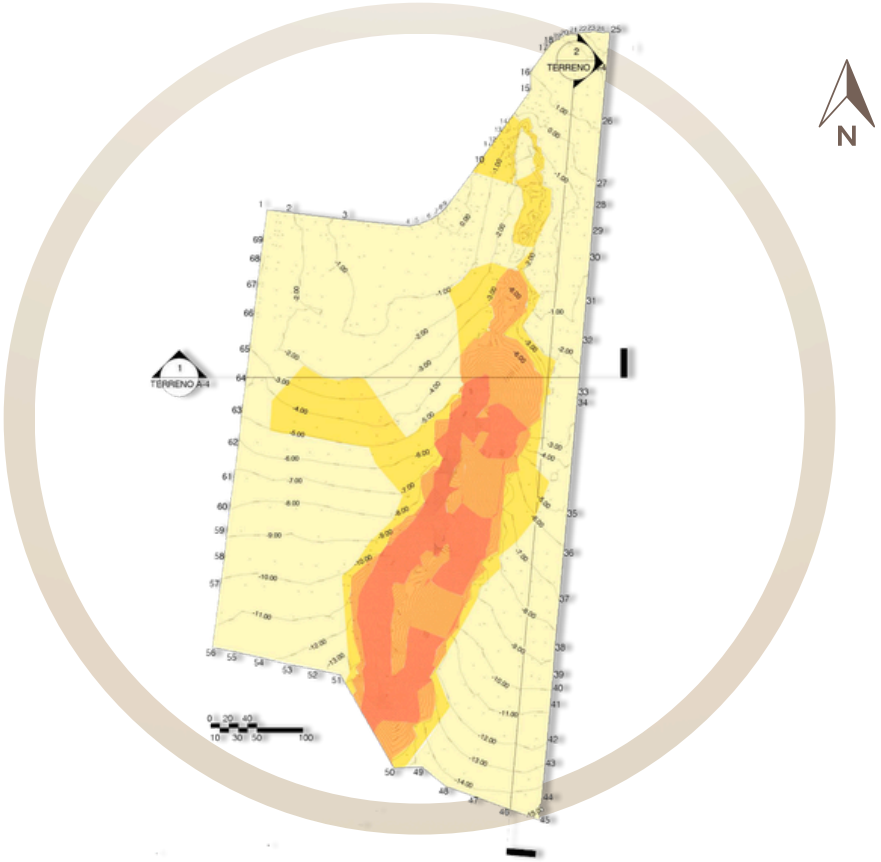


Figura 98. Analisis Topografía del terreno. Autor: Teva Peña. (Autodesk Revit 2019)

ÁREA PLANA	Área plana. Es la parte relativamente plana del terreno, representa el 73.3% del total del terreno y tiene pendientes máximas de un 5%. En esta parte ya existen varias edificaciones, por ejemplo, el edificio de Uviger y su parqueo en la parte más próxima al ingreso. Es la parte conveniente del terreno para construir, tomando en cuenta las construcciones ya existentes.
ÁREA DE TRANSICIÓN	Área de transición. Esta parte del terreno representa aproximadamente el 10.8% del terreno, no es un área tan definida físicamente, pero marca el límite entre la parte plana y la quebrada.
QUEBRADA	Quebrada. Ocupa el 15.9% del terreno, no es apta para construir y según el plan tiene la denominación de espacio abierto de interés natural. Tiene vegetación bastante densa y pendiente pronunciada de hasta 50%. Se encuentra bien definida, básicamente por ser el área con vegetación más abundante.

ANÁLISIS TOPOGRÁFICO

ISOMÉTRICO PERFIL 1

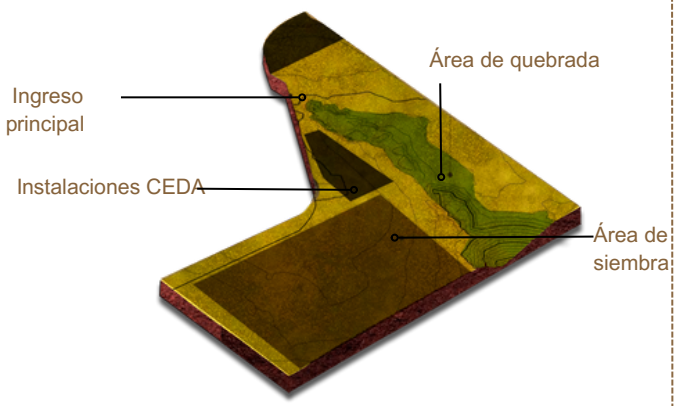


Figura 99. Isométrico topográfico del terreno no. 1. Elaboración Teva Peña para el Instituto Ciencias de la Tierra, Jardín Botánico, Universidad San Carlos de Guatemala

ISOMÉTRICO PERFIL 2

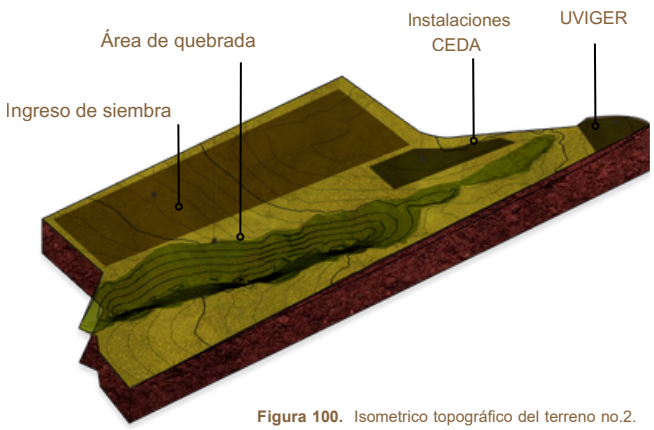


Figura 100. Isometrico topográfico del terreno no.2. Elaboración Teva peña Jardín botanico para el instituto ciencias de la tierra, Universidad San Carlos de Guatemala

ÁREA MÁS FAVORABLE PARA UBICAR EL PROYECTO

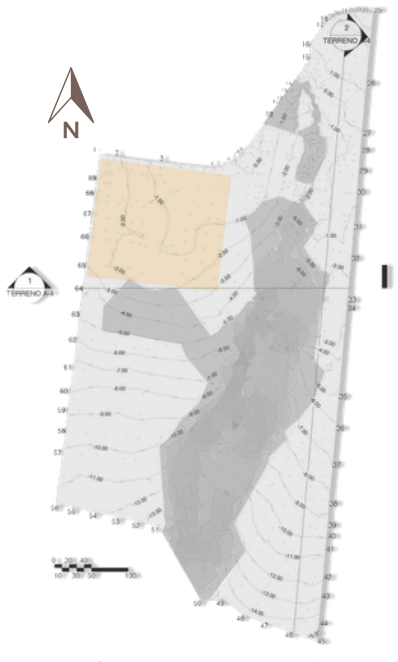


Figura 101. Planta general Topografía del terreno. Elaboración propia. (Autodesk Revit 2023)

3.5.4 USOS DE SUELO DEL TERRENO

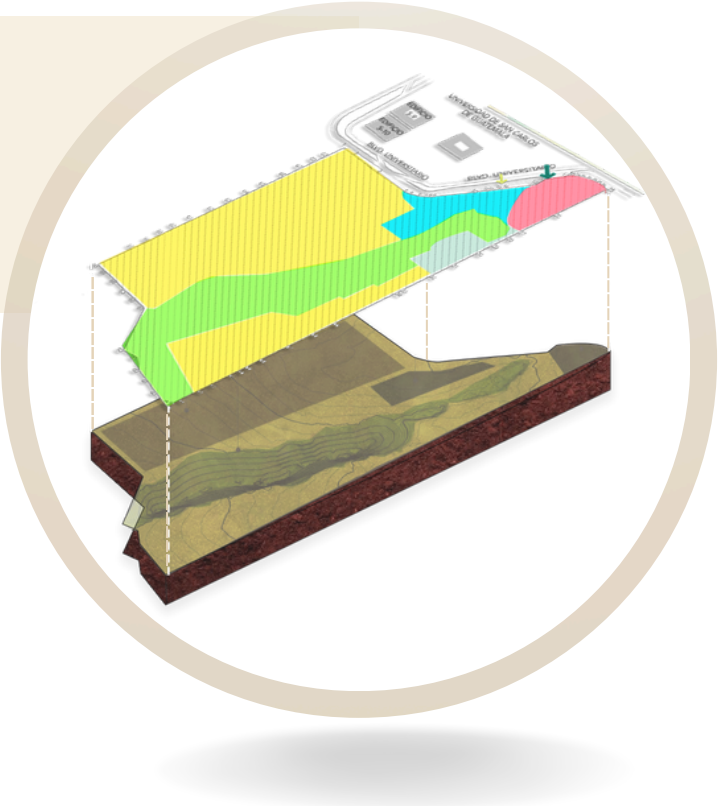


Figura 102. Uso de suelo del terreno. Elaboración propia. (Autodesk Revit 2023)

EDIFICIOS ADMINISTRATIVOS	EDIFICIOS DE INVESTIGACIÓN Y APOYO
Área donde se encuentra la garita de control, el edificio y el parqueo de Uviger, la parte del parqueo se encuentra cubierta por una capa de asfalto. Es la parte con mayor intervención física.	Área con edificio de usos varios, se encuentran dispersos, esta parte conserva su suelo natural.
ÁREA DE CULTIVOS	**ÁREA NATURAL**
Es el área más extensa, dedicada a prácticas de cultivos los cuales varían en cantidad y tipo según la época.	El área está definida por la quebrada, vegetación densa y pendiente fuerte como mínima intervención física.

ÁREA DE INVERNADEROS

El área está definida por la quebrada, vegetación densa y pendiente fuerte como mínima intervención física.

1 Figura 103. Ingreso: garita de control y un carril de ingreso y salida cercado por un portón de malla corrediza. Este es el acceso principal al terreno.



Figura 103. Ingreso. Fotografía Teva Peña en proyecto de graduación Jardín Botánico (2018).

2 Figura 104. Taller de carpintería: frente a los invernaderos que se encuentra un taller de carpintería, al lado del pozo del terreno, que cuentan con una acometida secundaría.



Figura 104. Taller de carpintería. Fotografía Teva Peña en proyecto de graduación Jardín Botánico (2018)

3 Figura 105. Invernaderos: al frente del terreno se construyeron 9 invernaderos de servicio.



Figura 105. Invernaderos. Fotografía Teva Peña en proyecto de graduación Jardín Botánico (2018)

4 Figura 106. Área de secado: entre el área de siembra se encuentra un secador de semillas el cual es una galera levantada de block cubriendo un área de 15 m2.



Figura 106. Invernaderos. Fotografía Teva Peña en proyecto de graduación Jardín Botánico (2018)

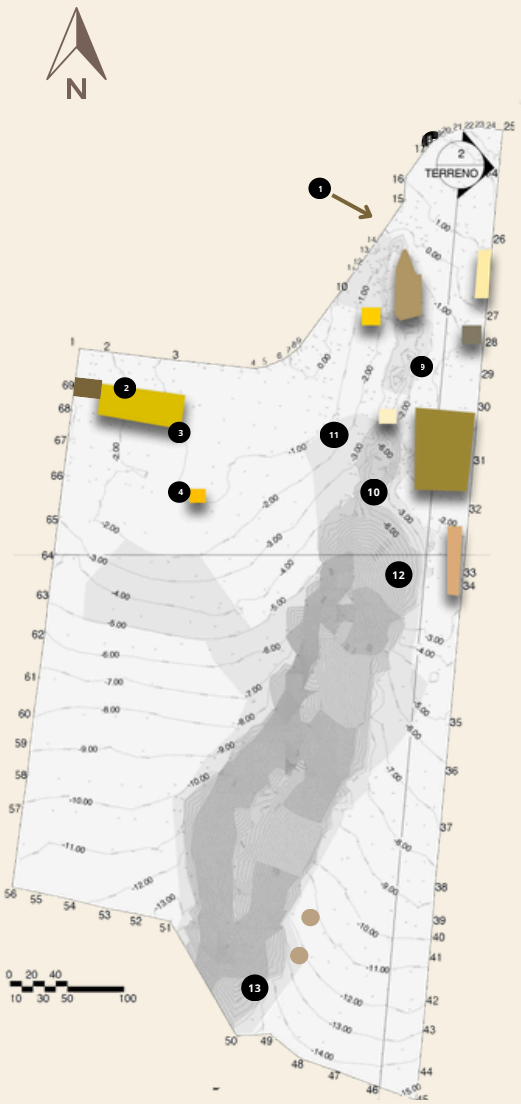
5 Figura 107. UVIGER: edificio ubicado en el extremo del polígono, cuenta con un parqueo y sus instalaciones pertinentes cubriendo un área de 250 m2.



Figura 107. UVIGER. Fotografía Teva Peña en proyecto de graduación Jardín Botánico (2018)

3.5.5 CONDICIONES FÍSICAS

Figura 108. Condiciones Físicas. Elaboración propia. (Autodesk Revit 2023).



6 Figura 109. Corral: se encuentra al inicio de la quebrada.



Figura 109. Corral. Fotografía Teva Peña en proyecto de graduación Jardín Botánico (2018).

7 Figura 110. Oficina de dirección: al lado de las bodegas de utilería se encuentra la oficina administrativa del CEDA.



Figura 110. Oficina de dirección. Fotografía Teva Peña en proyecto de graduación Jardín Botánico (2018)

8 Figura 111. Editorial universitaria: donde anteriormente se ubicaba un garage se encuentran ahora las instalaciones de editorial universitaria.



Figura 111. Editorial Universitaria. Fotografía Teva Peña en proyecto de graduación Jardín Botánico (2018).

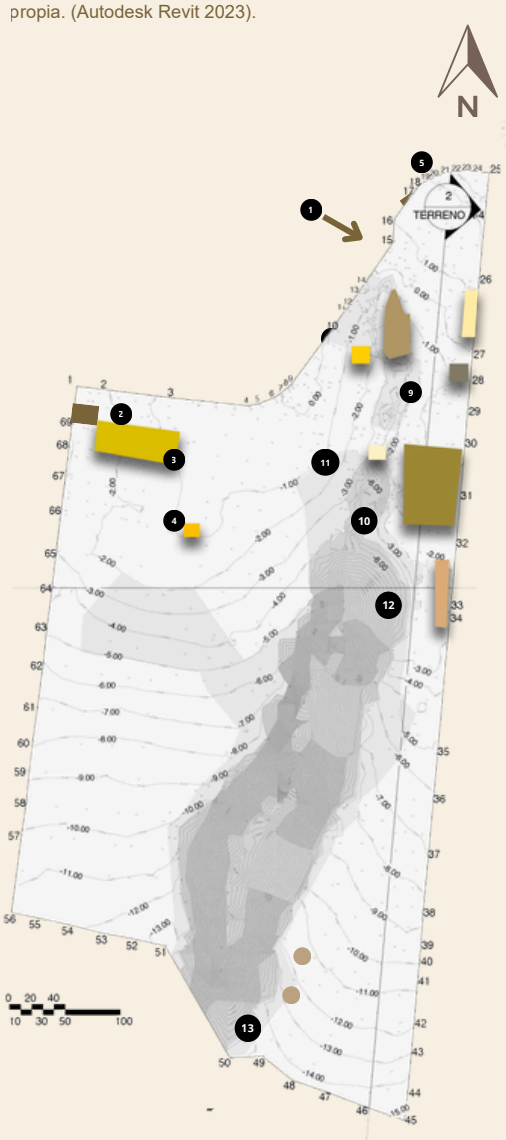
9 Figura 112. Ingreso al lado Este: para ingresar a las siembras del lado Este del terreno se ubican toneles de concreto como limitante de paso.



Figura 112: Ingreso al lado Este. Fotografía Teva Peña en proyecto de graduación Jardín Botánico (2018).

3.5.5 CONDICIONES FÍSICAS

Figura 113. Condiciones Físicas del terreno. Elaboración propia. (Autodesk Revit 2023).



10 Figura 114. Invernaderos: donde se ubica el mariposario, invernaderos de siembra y áreas de plantas medicinales.



Figura 114. Invernaderos. Fotografía Tesis Jardín Botánico para el Instituto de Ciencias de la Tierra, USAC (2018)

11 Figura 115. Salón: luego del área de estar se encuentra una galería que funciona como salón de clase y bodega a la vez. Área de estar: camino a los campos de siembra en el lado Oeste. Se encuentra un área estancial con mesas y bancas fundidas en concreto para los usuarios y trabajadores del lugar.



Figura 115. Área de estar. Fotografía Tesis Jardín Botánico para el Instituto de Ciencias de la Tierra, USAC (2018).

12 Figura 116. Pozos: en el terreno se encuentran 3 pozos excavados con el fin de realizar un estudio de suelo, cuentan con más de 3 metros de profundidad.



Figura 116. Pozos. Fotografía Teva Peña en Tesis Jardín botánico para el Instituto de Ciencias de la Tierra, USAC (2018).

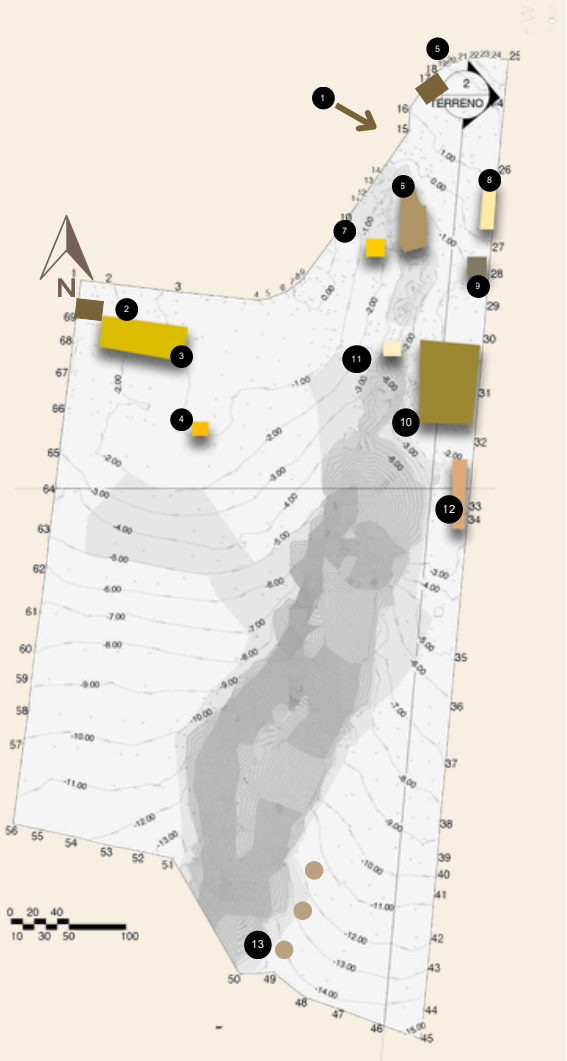
13 Figura 117. Piletas: en el terreno se encuentran piletas/lavaderos de obtención de agua que permiten el riego y limpieza de las siembras y equipos varios que utilizan los estudiantes.



Figura 117. Piletas. Fotografía Tesis Jardín Botánico para el Instituto de Ciencias de la Tierra, USAC (2018).

3.5.5 CONDICIONES FÍSICAS

Figura 118. Condiciones Físicas. Elaboración propia. (Autodesk Revit 2023)



3.5.6 CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL SUELO

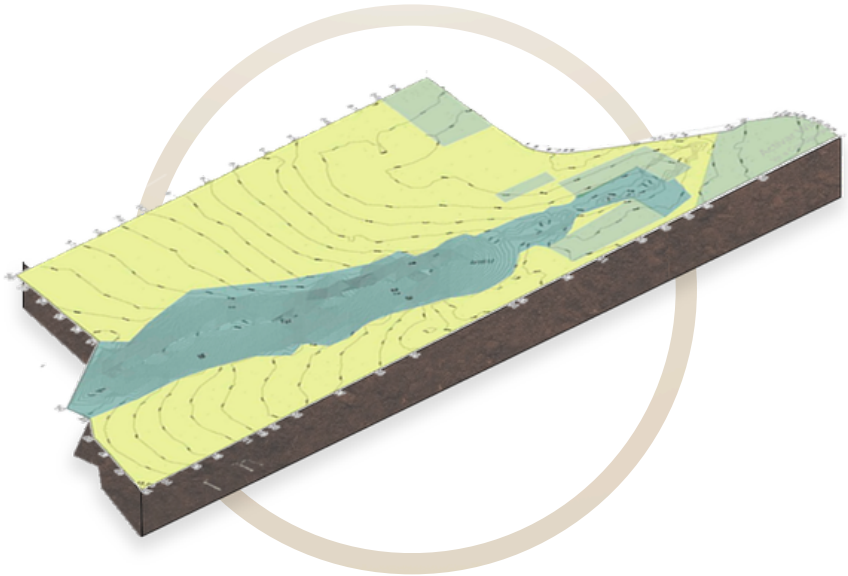


Figura 119. Características físicas del terreno. elaboración propia con base en el estudio de suelos realizado al terreno por la Facultad de Ingeniería de la USAC

SUELO SEMIFÉRTIL- ARCILLOSO

En esta área se poseen cultivos, la tierra se labra y se agrega broza para obtener los resultados deseados. De acuerdo con trabajadores del lugar, al excavar se encuentra una delgada capa vegetal y luego se encuentra arena amarilla y blanca.

2.00 m de tierra fértil arcillosa

2.00 m de tierra fértil, arcillosa.

suelo arcilloso arena blanca y amarilla



SUELO TRATADO

Áreas que han sido tratadas e intervenidas por movimiento de tierra para realizar construcciones de distintas categorías. La mayor de ellas ha sido la del edificio UVIGER, ubicado en la esquina noreste del polígono.

SUELO ARCILLOSO- HÚMEDO

El tipo de suelo en la quebrada, por ser drenaje natural suele ser más húmedo, así que también por la vegetación que en ella se mantiene y la sombra que esta proporciona. **98**

98 Peña, Teva. "Jardín Botánico Para El Instituto de Ciencias de La Tierra, USAC - Repositorio Institucional USAC." Usac.edu.gt, August 2018. http://www.repositorio.usac.edu.gt/11937/1/TEVA%20PE%C3%91A.pdf.

SUELO

Tabla 38. RECOMENDACIÓN EN USO DE SUELOS Fuente: MANUAL DE JAHN BASSAN

SUELO	CARACTERISTICA	USO RECOMENDABLE
Arenoso Arcilloso	Grano grueso de consistencia pegajosa erosionable. Resistencia mediana	Drenaje fácil Construcciones de mediana y alta densidad

Como se vio anteriormente en el cuadro de la página anterior, cierta parte del suelo pertenece a arenoso-arcilloso que, según Basan, debe tener un uso recomendable con drenaje fácil de mediana y alta densidad.

SUBSUELO

Tabla 39: RECOMENDACIÓN SEGÚN EL TIPO DE SUB SUELO FUENTE: MANUAL DE JAHN BASSAN

TIPO DE ROCA	CARACTERÍSTICA	USO RECOMENDABLE
Ígneas *Eruptivas*	Cristalización de un cuerpo rocoso Fundido Extensivas, textura útrea o pétrea de grano fino Colita, obsidiana, audesita, basalto Intrusivas, grano relativamente grueso y uniforme Granito, monzonita, deorita y el gabro	Materiales de construcción Urbanización con mediana y alta densidad
Metamórficas	Recristalización de rocas ígneas o de rocas sedimentarias, éstas son formadas por las altas presiones, temperaturas y vapores mineralizantes Mármoles Cuarzitas Pizarras Esquisijo	Materias primas para usos industriales Urbanización con densidades bajas y medias Minerales

Como se vio en el cuadro de la página anterior, cierta parte del suelo tiene rocas ígneas metamórficas que según el cuadro de jahn basan tiene como uso recomendable materiales de construcción de urbanización media y alta.

3.5.7 .FACTOR MICROCLIMA Y ECOLOGÍA

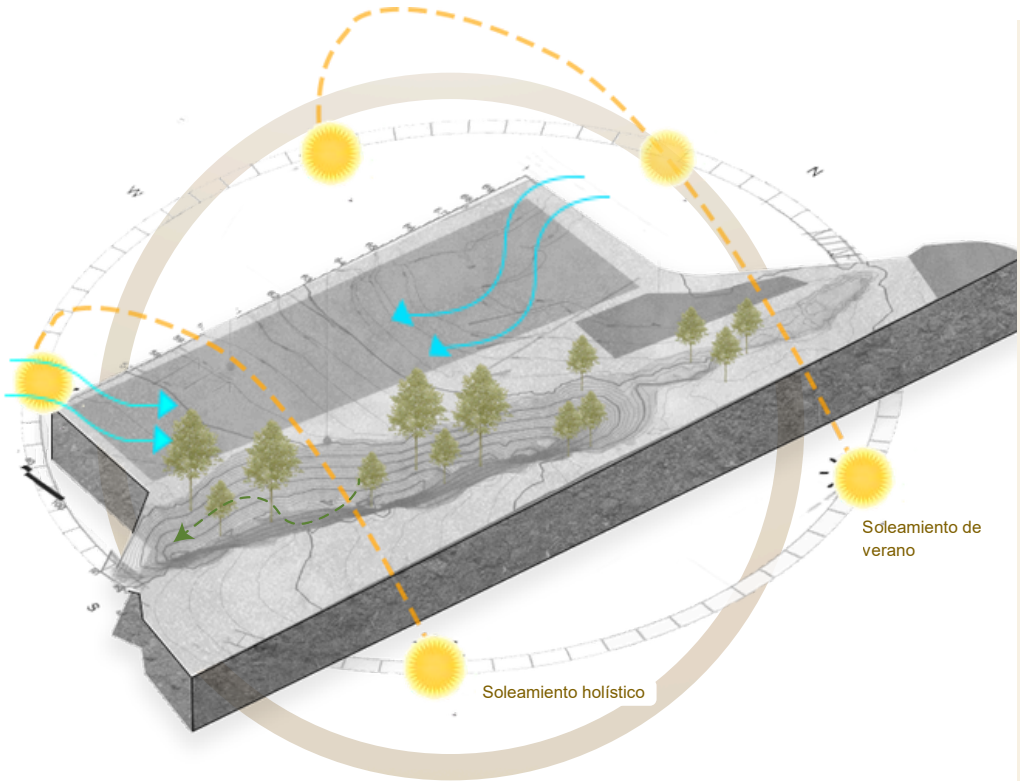


Figura 120. Vientos, soleamiento, precipitación pluvial, escorrentía, vegetación existente del terreno. iNFORMACIÓN recolectada con whater spaker y la estación del insivumeh zona 13 de guatemala

El análisis acerca de las condiciones climáticas se realiza en las primeras páginas.

NOMENCLATURA

Tabla 40: FACTOR MICROCLIMA Y ECOLOGÍA. FUENTE: MANUAL DE JAHN BASSAN

TEMPERATURA MIN: 13.1°C MAX: 27.4°C	**VIENTOS** DIRECCIÓN PREDOMINANTE NORESTE DIRECCIÓN SECUNDARIA SUR	**SOLEAMIENTO** SOLSTICIO DE VERANO SOLSTICIO DE INVIERNO
PRECIPITACIÓN PLUVIAL 1076mm anuales (2013)	DRENAJE NATURAL	**HÚMEDAD RELATIVA** 70% - 80%

3.5.8 FACTOR NATURAL Y ECOLÓGICO

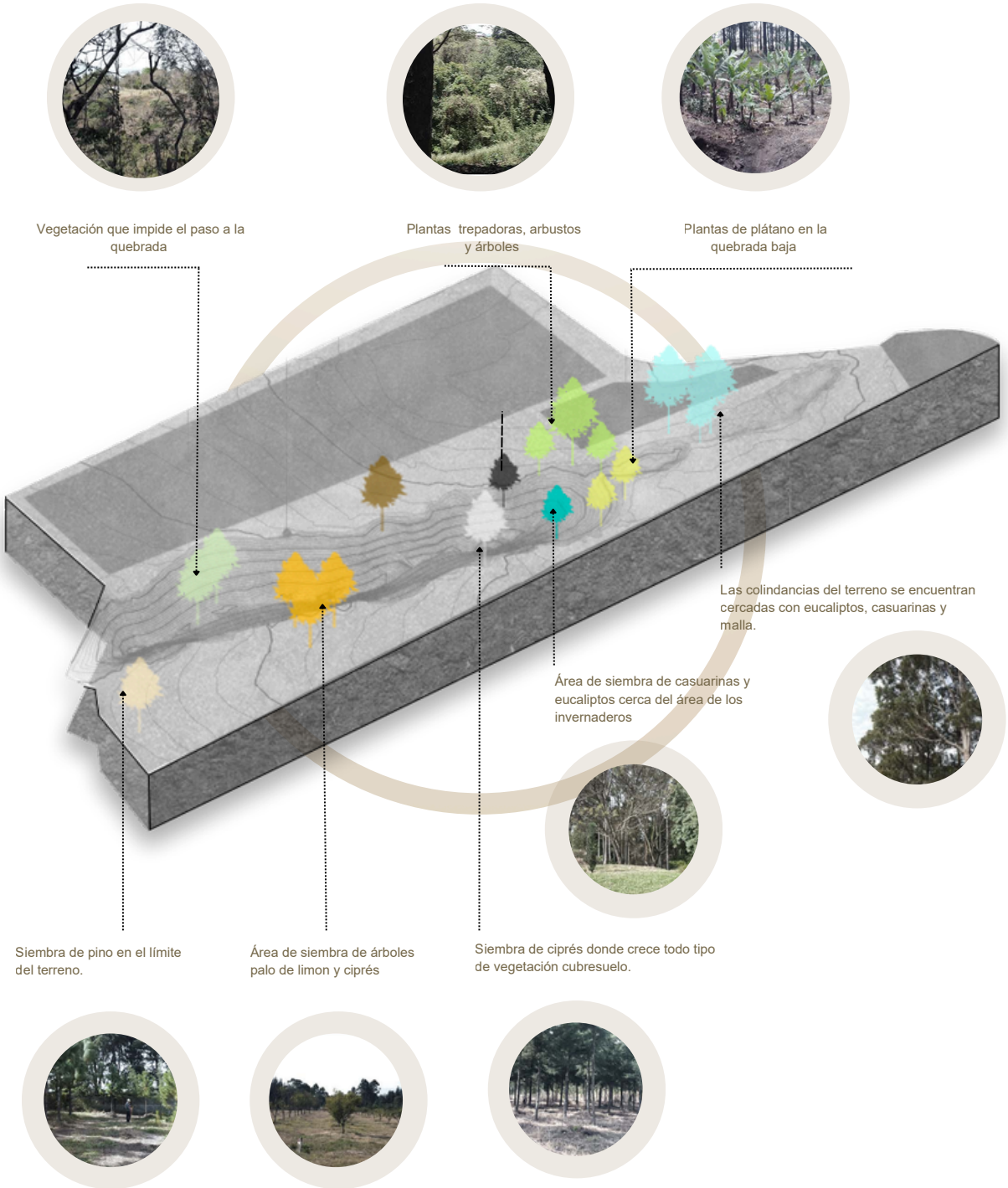


Figura 121. Topografía con vegetación Existente. Elaboración Propia

3.5.9 VISTAS



1 Figura 122: Vista desde el cerco frontal del terreno



2 Figura 123: Vista desde el cerco frontal del terreno



3 Figura 124. Vista hacia las siembras desde la orilla del terreno.



4 Figura 125. Vista hacia las siembras e invernaderos desde la orilla del terreno.



5 Figura 126. Vista hacia el oeste del terreno desde la quebrada por el lado Este



6 Figura 127. Vista hacia el sur del terreno y hacia la quebrada



7 Figura 128. Vista hacia el área de invernaderos Este



9 Figura 129. Vista hacia el sur del lado este del terreno

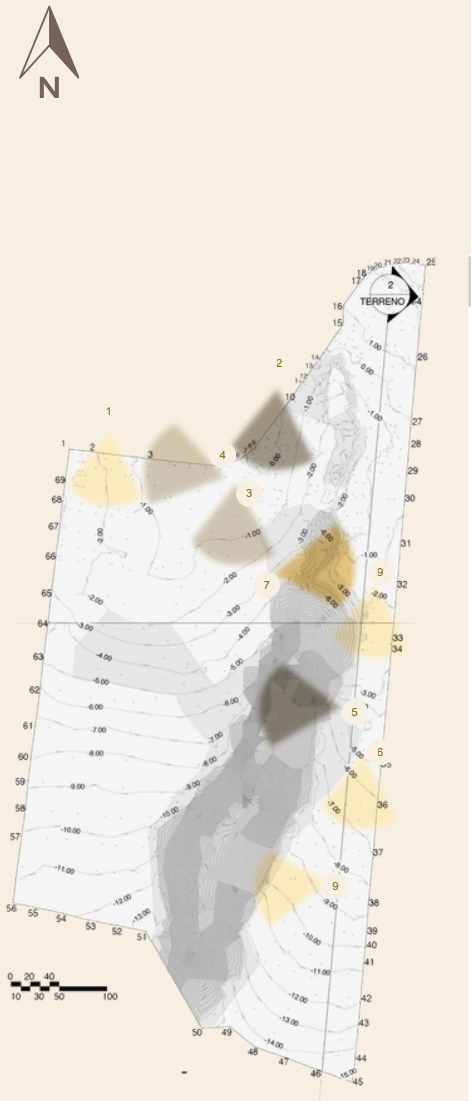


Figura 130. Vistas del terreno. Elaboración propia Photoshop (2023).

Tabla 41: INFRAESTRUCTURA LOCAL FUENTE: Peña, Teva. “Jardín Botánico Para El Instituto de Ciencias de La Tierra, USAC - Repositorio Institucional USAC.” Usac.edu.gt, August 2018. http://www.repositorio.usac.edu.gt/11937/1/TEVA%20PE%C3%91A.pdf.

3.5.10 INFRAESTRUCTURA LOCAL

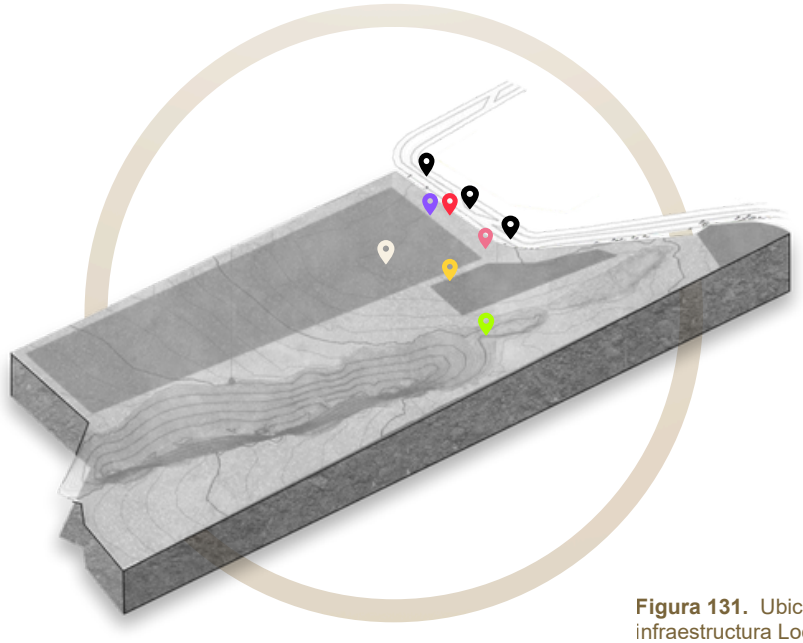


Figura 131. Ubicación de infraestructura Local. Elaboración propia.

Acometida donde ingresan los conductores que provienen de un poste con transformador el cual se encuentra en la acera frente al terreno.

La toma de agua se realiza por medio de un pozo y un sistema hidroneumático para el cual se cuenta con otra acometida.

El terreno cuenta con 3 acometidas de las cuales esta es la principal que suerte energía a los edificios del CEDA. El servicio es eficiente ya que proviene del servicio general de la USAC.

Del pozo el agua se coloca en un tanque de captación para mantener una reserva así como captar agua de lluvia para el constante riego.

El drenaje de las aguas pluviales en la circulación se da hacia el camellón central del boulevard universitarios, estos se tapan con hojas y/o basura.

El drenaje se realiza hacia un pozo ciego de parte de las instalaciones del CEDA, así mismo, el drenaje de agua pluvial se manda a la quebrada, donde se ha empozado el agua.



CAPÍTULO IV

PROCESO DE DISEÑO

4.1 PREMISAS DE DISEÑO

A continuación, se presentan las premisas de diseño, cuya función principal es establecer los criterios fundamentales que orientan el proceso proyectual. Estas constituyen la base conceptual y técnica que guía las decisiones funcionales, morfológicas, tecnológicas, ambientales y de gestión integral de riesgos, con el objetivo de garantizar un adecuado funcionamiento del herbario.

Tabla 42. Premisas ambientales no.1. Fuente: Elaboración propia.

4.1.1 PREMISAS FUNCIONALES

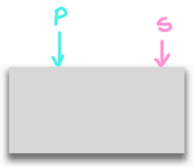
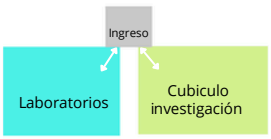
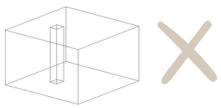
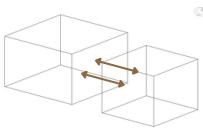
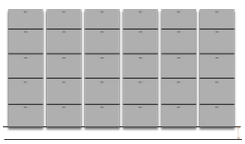
Se deberá contar con 2 accesos uno para personal técnico y visitantes y otro de ingreso de especímenes	 Figura 132. Representación de accesos. Elaboración propia con Photoshop.
El ingreso de personal técnico se relaciona con los laboratorios e investigación	 Figura 133. Representación de Ingresos. Elaboración propia con Photoshop.
Por razones de tamaño de especímenes, las colecciones permanentes de las plantas vasculares deben ubicarse en el primer nivel separándose del resto de laboratorios	 Figura 134. Representación de ubicaciones de ambientes . Elaboración propia con Photoshop.
Los laboratorios deben tener espacios amplios y sin columnas intermedias para permitir flexibilidad	 Figura 135. Flexibilidad de espacios. Elaboración propia + Revit 2023.
Los trabajadores deben tener su propia oficina con relación visual a los laboratorios o en todo caso relación directa que facilite la movilidad entre espacios	 Figura 136. Relación entre espacios. Elaboración propia + Revit 2023.
Separar las colecciones permanentes del suelo para evitar filtraciones de humedad	 Figura 137. Separación de mobiliario. Elaboración propia + Photoshop.

Tabla 43. Premisas ambientales no.2. Fuente: Elaboración propia.

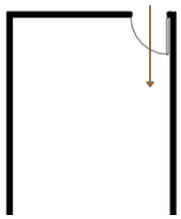
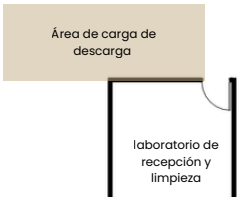
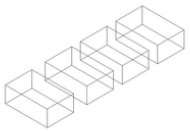
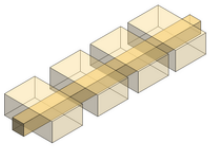
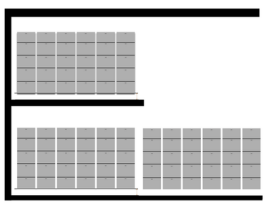
El ingreso de especímenes se debe relacionar de manera directa con el area de recepción, limpieza y secado.	 Figura 138. Ingreso de especímenes Elaboración propia + Revit 2023
Los laboratorios de preparación deben ubicarse en el primer nivel con relación a carga y descarga.	 Figura 139. Ubicación de carga y descarga. Revit 2023 + Photoshop elaboración propia.
Separar los laboratorios según los especímenes que se estarán tratando en el herbario (plantas vasculares, líquenes, hongos, algas, briofitas).	 Figura 140. Ordenamiento de laboratorios. Elaboración propia+Revit 2023.
Los laboratorios deben tener relación directa con su respectiva colección permanente para evitar recorridos extensos del espécimen.	 Figura 141. Relación de espacios de colección. Elaboración propia+Revit 2023.
Considerar el área de expansión en sentido vertical de las colecciones permanentes (por medio de mezanines).	 Figura 142. Ordenamiento de mobiliario colecciones permanentes . Elaboración propia+Photoshop

Tabla 44. Premisas ambientales no.3. Fuente: Elaboración propia.

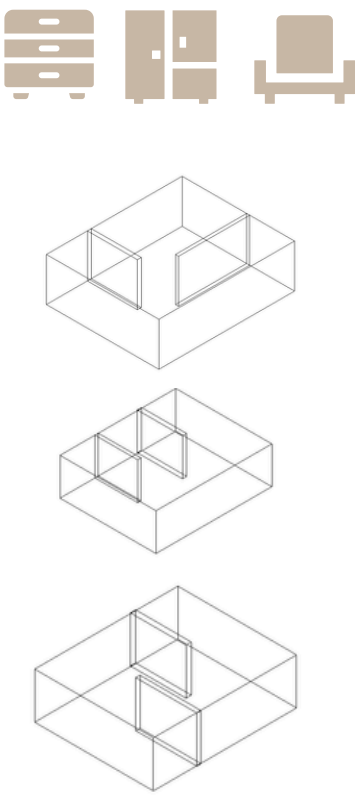
Se manejan 2 tipos de circulaciones 1. Accesos a laboratorios, entre laboratorios 2. acceso a visitantes	 Figura 143. Circulaciones. Elaboración propia+ Photoshop.
Considerar un espacio para parqueo de vehículos de colecta (lancha pick up, cuatrimoto, etc	 Figura 144. Parqueos. Elaboración propia+ Photoshop.
Tomar en cuenta el último plan maestro para el emplazamiento del edificio	 Figura 145. Plan maestro Elaboración propia+ Photoshop.
Zona de equipamiento: se recomienda asignar el 25% del espacio en la mayoría de los laboratorios para las zonas de equipos. Esto proporciona espacio para que los investigadores ingresen y muevan los gabinetes y el equipo , así como para agregar gabinetes o el equipo cuando sea necesario. Para lograr un espacio flexible dentro el laboratorio se debe de tomar en cuenta lo siguiente: uso de mobiliarios móviles. Puede estar compuesta por mesas móviles y gabinetes base móviles. Permite a los investigadores configurar y equipar el laboratorio según sus necesidades en lugar de ajustarse a un trabajo fijo predeterminado uso de particiones flexibles. Se pueden retirar y volver a colocar en otra ubicación lo que permite configurar espacios de laboratorios en una variedad de tamaños	 Figura 146. Particiones y mobiliario flexible. Elaboración propia+ Photoshop+ Revit 2023.

TABLA 45. Premisas ambientales no.4. Fuente: Elaboración propia.

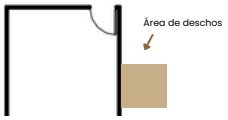
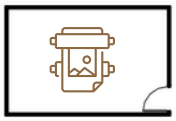
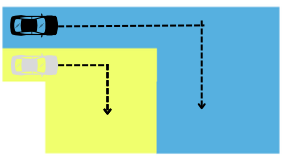
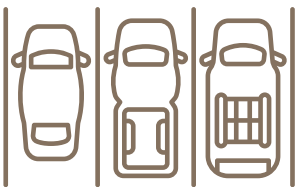
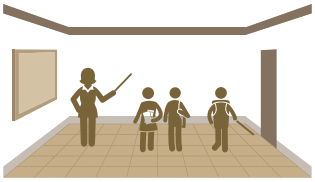
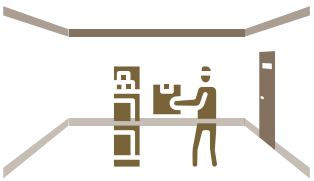
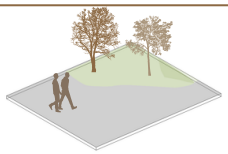
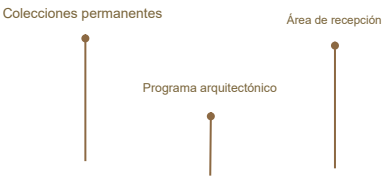
• Considerar un espacio para la separación de desechos, los desechos peligrosos deben ser incinerados por lo que habrá una área específica para un incinerador.	 Figura 147. Separación desechos Elaboración propia+ Photoshop+ Revit 2023
• El espacio para los equipos mecánicos debe estar unificado y amplio.	 Figura 148. Cuarto maquinaria.Elaboración propia+ Photoshop+ Revit 2023
• Separar circulaciones de estacionamientos vehiculares según donde corresponda, sin causar conflicto y proponer señalización para una mejor circulación.	 Figura 149. Separación de circulaciones vehiculares Elaboración propia+ Photoshop
• Accesibilidad vial. Recomendar para que en un futuro se mejore el parqueo del campus, habilitando más plazas para mejorar el tránsito de vías dentro de este mismo.	 Figura 150.Plazas de parqueos. Elaboración propia+ Photoshop
• Salud. Incluir en el programa arquitectónico una enfermería para cumplir las necesidades por si existe alguna cortadura o quemadura en un espacio de trabajo.	 Figura 151. Isometrico enfermeria: Fuente. del. “Descargar Hospital Isométrico de La Habitación Del Paciente Gratis.” Vecteezy, December 31, 2021. https://es.vecteezy.com/arte-vectorial/4991337-isometrico-habitacion-paciente-hospital.

TABLA 46. Premisas ambientales no.5. Fuente: Elaboración propia.

Educación. Colocar un área pública donde se pueda realizar charlas informativas o tours para visitantes que quieran saber más del tema.	 Figura 152. Espacios de educación. Elaboración propia+ Photoshop.
Almacenamiento. Contar con un área de bodega para guardar suministros que no se puedan comprar en áreas cercanas.	 Figura 153. Espacios de bodegaElaboración propia+ Photoshop.
Recreación. Crear una plaza que sirva como un área de recreación para los usuarios.	 Figura 154. Plazas Elaboración propia+ Photoshop.
Seguridad. implementar sistemas de alarma y control de acceso para proteger las muestras, tener un respaldo de datos. Estos serían los sistemas de alarmas contra robo y atraco de la marca TAS. El cual contiene Cuatro paneles de control con capacidad desde 16 hasta 128 zonas que proveen a los sistemas de alarmas de TAS con el núcleo confiable para atender a una gama de aplicaciones de sistemas de seguridad, incluso con los mayores requerimientos de particionado. Estos paneles se integran totalmente con una extensa selección de periféricos y dispositivos compatibles con la serie que han sido creados para que las instalaciones sean más simples y brindar al usuario un uso amigable.	 Figura 155. Seguridad. Fuente: Canva
Separar las áreas de preparación de las colecciones permanentes y oficinas de investigación	 Figura 156. Relación de espacios 2. Elaboración propia+ Revit

Laboratorios semiabiertos

Utilizar el concepto de un módulo de laboratorio que permita ubicar paredes de vidrio en casi cualquier lugar. Las paredes de vidrio permiten que las personas se vean, mientras que también tienen sus espacios individuales

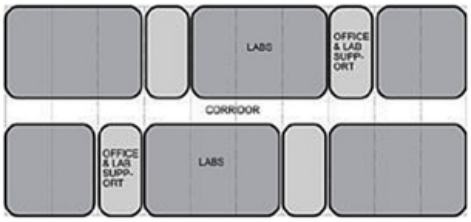


Figura 157. Ordenamiento laboratorios. Vodat. "Research Series: Research Laboratory Design Guide LABORATORY Design Guide Department of Veterans Affairs." dokumen.tips. DOKUMEN.TIPS, April 16, 2018. https://dokumen.tips/documents/research-series-research-laboratory-design-laboratory-design-guide-department-of.html?page=1.

Para lograr flexibilidad en el diseño se debe planificar en términos del concepto de laboratorio modular

Según el departamento de asuntos de los veteranos de los estados unidos (Conocido como VA) un módulo básico de laboratorios tiene un ancho de 3.20. Y una profundidad de 9.30. Este espacio se puede combinar para formar laboratorios más grandes, según la necesidad de cada proyecto.

Con base en este módulo y sus combinaciones se diseñará y dimensionar la estructura principal del edificio.[79]

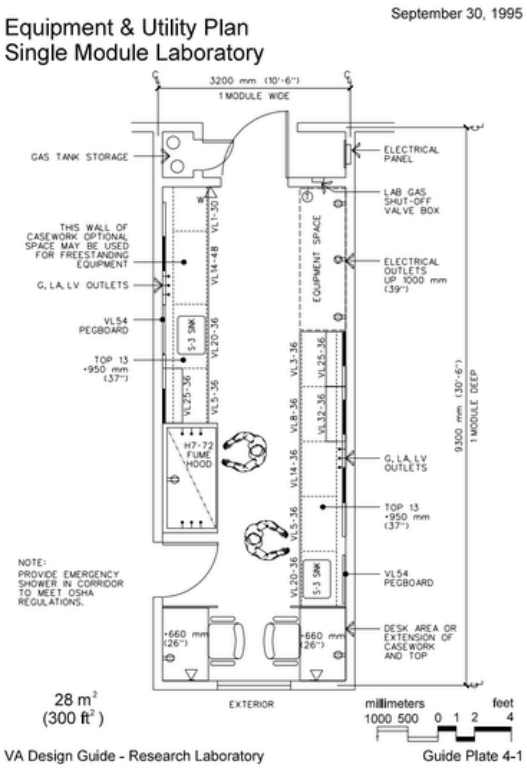


Figura 158. Diseño de laboratorio modular. Fuente: Figura 139. Ordenamiento laboratorios. Vodat. "Research Series: Research Laboratory Design Guide LABORATORY Design Guide Department of Veterans Affairs." dokumen.tips. DOKUMEN.TIPS, April 16, 2018. https://dokumen.tips/documents/research-series-research-laboratory-design-laboratory-design-guide-department-of.html?page=1.

99 Department of Veterans Affairs, Research Laboratory - Design Guide, 1995.

Tabla 47. Premisas morfológicas no.1. Fuente: Elaboración propia.

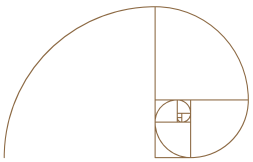
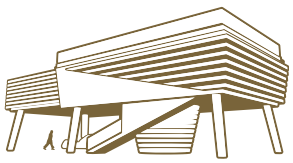
4.1.2 PREMISAS MORFOLÓGICAS	
Crear una edificación que posea una forma regular: La geometría de la edificación debe ser sencilla en planta y en elevación.	 Figura 159. FIgura uniforme. Elaboración propia + Photoshop
Hacer uso de líneas rectas y mantener ángulos de 90 grados en todo el proyecto. Esto para que se apegue a la lógica estructural propuesta.	 Figura 160. Uso de angulos de 90 grados. Elaboración propia + Photoshop
Uso de la proporción áurea para crear subdivisiones y alturas en fachadas	 Figura 161. Proporción aurea . Elaboración propia + Photoshop
Seguir los principios de la arquitectura moderna, esto ya que los demás edificios ubicados en el campus central cuentan con este mismo estilo y se tenga una integración.	 Figura 162. Arquitectura moderna . Elaboración propia + Photoshop
Utilizar parteluces o parasoles que son elementos arquitectónicos que se colocan generalmente a lo largo de los lados del edificio, para protegerlo de la radiación solar, asegurando al mismo tiempo una iluminación natural del ambiente interno. Esto con el fin de remediar el “efecto invernadero” y, en consecuencia, mejorar el confort residencial.	 Figura 163. Parteluces. Fuente: Arquine. “Parteluz En El Bosque - Arquine.” Arquine, July 8, 2022. https://arquine.com/obra/parteluz-en-el-bosque/.

TABLA 48. Premisas morfológicas no.2. Fuente: Elaboración propia.

Tomar en cuenta la paleta de colores que se establece en el manual del campus un ejemplo de esto es la aplicación de pintura en columnas de un color específico, el azul institucional (pantone 288C). En este caso se estarán utilizando los colores de los edificios Institucionales que son el azul 288 y el azul 660 esto ya que será una edificación que se utilizará para diferentes facultades.



Figura 164. Paletas de colores USAC. Fuente: Manual de cromatismo e imagen Manual de cromatismo e imagen. Guatemala: N/A, 2016. https://plani.usac.edu.gt/wp-content/uploads/2018/05/MANUAL-IMAGEN-Y-CROMATISMO-completo.pdf.

Tabla 48. Premisas morfológicas no.3 Fuente: Elaboración propia.

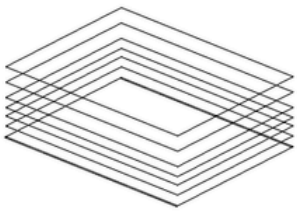
Incluir en la forma el concepto de adición y sustracción: que permite al diseñador tener una capacidad de agregar o quitar, espacios para definir y hacer atractivos los volúmenes a realizar	 Figura 165. Sustracción. Facebook.com. "Facebook," 2023. https://www.facebook.com/photo/?fbid=2366191283412883&set=pcb.2366192360079442.
Utilizar planos seriados: Este tipo de planos crean ritmo en el volumen y estabilidad en la estructura, módulos transformables y versátiles, ideales para crear parteluces o senderos peatonales	 Figura 166. Planos seriados. Elaboración propia + Revit 2023

Tabla 50. Premisas Tecnológicas no.1 Fuente: Elaboración propia.

4.1.3 PREMISAS TECNOLÓGICAS

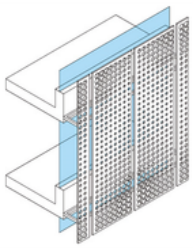
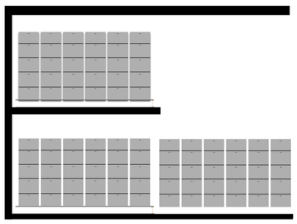
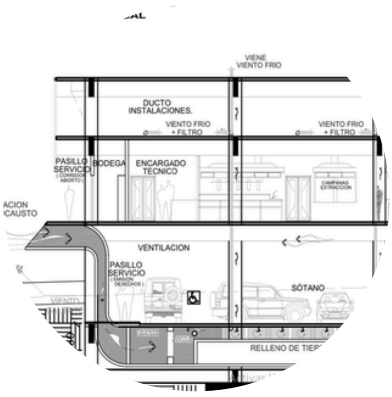
Aplicar doble fachada o dobles pieles que es una solución constructiva que consiste en instalar una segunda capa de fachada sobre la fachada misma, creando una cámara de ventilación entre el muro y el revestimiento exterior.	 Figura 167. Doble fachada. CONSTRUIBLE. “Ahorros Energéticos En Edificios Con Muro Cortina de Vidrio Y Doble Piel Metálica.” CONSTRUIBLE, March 15, 2018. https://www.construible.es/comunicaciones/comunicacion-ahorros-energeticos-edificios-muro-cortina-vidrio-doble-piel-metalica.
Manejar alturas ampliadas en el espacio de las colecciones para expansiones verticales que se darán en el futuro.	 Figura 168. Altura en espacio de colecciones. Elaboración propia + Photoshop
Crear ductos de instalaciones que contengan una altura de 2 metros, esto para pasar todas las instalaciones por ese espacio y que no se contaminen los laboratorios al realizar algún mantenimiento	 Figura 169. Ductos de Instalaciones. Tesis Marco Vinicio.

Tabla 51. Premisas Tecnologicas no.2 Fuente: Elaboración propia.

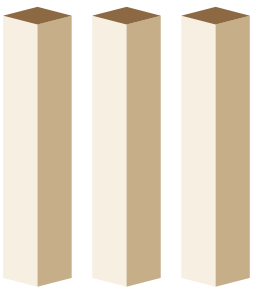
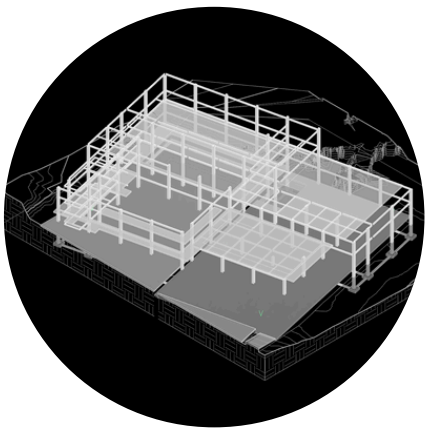
Utilizar Materiales sísmicamente resistentes: se utilizan materiales como el hormigón armado y el acero estructural para construir edificios resistentes a sismos. Estos materiales tienen la capacidad de absorber y disipar la energía sísmica.	 Figura 170. Materiales “Miri.” 2023. Pinterest. Pinterest. 2023. https://www.pinterest.es/pin/91409067429563439/.
Diseñar una estructura de bajo peso: Cuanto más liviana sea la edificación, menor será la fuerza que tendrá que soportar cuando ocurre un terremoto. Grandes masas o pesos se mueven con mayor severidad al ser sacudidas por un sismo y, por lo tanto, la exigencia de la fuerza actuante será mayor sobre los componentes de la edificación. Cuando la cubierta de una edificación es muy pesada, por ejemplo, ésta se moverá como un péndulo invertido causando esfuerzos y tensiones muy severas en los elementos sobre los cuales está soportada.	 Figura 171. Estructura bajo peso “Miri.” 2023. Pinterest. Pinterest. 2023. https://www.pinterest.es/pin/91409067429563439/.
Supervisar que la estructura tenga una buena estabilidad. Las edificaciones deben ser firmes y conservar el equilibrio cuando son sometidas a las vibraciones de un terremoto. Estructuras poco sólidas e inestables se pueden volcar o deslizar en caso de una cimentación deficiente. La falta de estabilidad y rigidez favorece que edificaciones vecinas se golpeen en forma perjudicial si no existe una suficiente.	 Figura 172. Estructura. Elaboración propia. Revit 2023

Tabla 52. Premisas Tecnológicas no.3 Fuente: Elaboración propia.

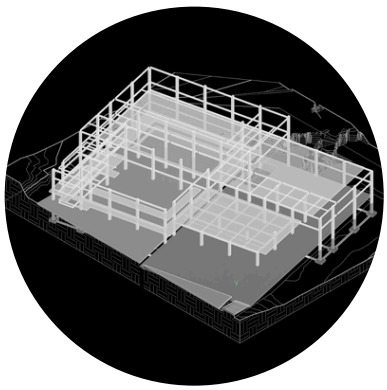
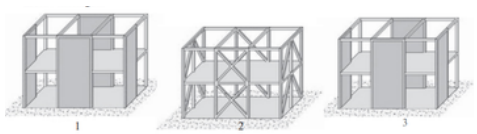
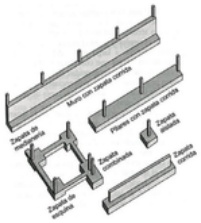
Crear una estructura apropiada: para que una edificación soporte un terremoto su estructura debe ser sólida, simétrica, uniforme, continua o bien conectada. Cambios bruscos de sus dimensiones, de su rigidez, falta de continuidad, una configuración estructural desordenada o voladizos excesivos facilitan la concentración de fuerzas nocivas, torsiones y deformaciones que pueden causar graves daños o el colapso de la edificación. Considerar que la estructura debe tener la capacidad de disipar energía: Una estructura debe ser capaz de soportar deformaciones en sus componentes sin que se dañen gravemente o se degrade su resistencia. Cuando una estructura no es dúctil y tenaz se rompe fácilmente al iniciarse su deformación por la acción sísmica. Al degradarse su rigidez y resistencia pierde su estabilidad y puede colapsar súbitamente. Considerar la fijación de acabados e instalaciones: Los componentes no estructurales como tabiques divisorios, acabados arquitectónicos, fachadas, ventanas, e instalaciones deben estar bien adheridos o conectados y no deben interaccionar con la estructura. Si no están bien conectados se desprenderán fácilmente en caso de un sismo.	 Figura 173. Estructura. Elaboración propia. Revit 2023
Utilizar una infraestructura amigable con la vida silvestre, diseñar estructuras asociadas de manera en la que minimice la obstrucción de los paisajes naturales de la fauna.	 Figura 174. Infraestructura amigable con el medio ambiente. ArchDaily. “Gallery of Panal Sustainable Regenerative Condominium / AYMA Arquitectura Y Medio Ambiente LTDA. - 1,” 2020. https://www.archdaily.com/1000495/panal-sustainable-regenerative-condominium-ayma-arquitectura-y-medio-ambiente-ltda/645445975732bf017a43a445-panal-sustainable-regenerative-condominium-ayma-arquitectura-y-medio-ambiente-ltda-photo.
Procurar un buen diseño en las Uniones horizontales: ya que entre elementos de cimentación, el movimiento sísmico más peligroso suele ser el horizontal. La solución más eficiente consiste en eliminar dichos desplazamientos relativos mediante losas de cimentación o vigas de atado, que solidifican horizontalmente todos los elementos de la cimentación.	 Figura 175. Uniones horizontales. “Miri.” 2023. Pinterest. Pinterest. 2023. https://co.pinterest.com/pin/1618549860720532/.

Tabla 53. Premisas Tecnologicas no.4 Fuente: Elaboración propia.

• Diseñar cada estructura deberá estar provista de un sistema completo de resistencia a cargas verticales y laterales, capaces de transmitir las fuerzas de inercia desde su punto de aplicación a los miembros resistentes y al suelo, de la manera más directa posible a través de los pisos y techos, actuando como diafragmas rígidos en su plano, y de los miembros dotados de la resistencia y rigidez adecuadas. Los tipos estructurales más utilizados en el diseño de estructuras de acero y que han demostrado un adecuado comportamiento ante las acciones sísmicas son los pórticos especiales resistentes a momentos, pórticos con arriostramientos concéntricos y pórticos con arriostramientos excéntricos. Las estructuras deberán quedar clasificadas en alguno de estos tipos, aunque es preciso señalar que se pueden clasificar en tipos diferentes en cada una de sus dos direcciones ortogonales de análisis.	 Figura 176. Figuras verticales sismoresistentes Carlero, M. A. (2018). Sistemas constructivos simoresistentes para la ciudad de puebla (Trabado de grado, Universidad Politecnica de Madrid). Recuperado de https://oa.upm.es/51687/1/TFG_Agueda_Carlero_Marta.pdf
• Supervisar que para la Cimentación de los suelos arcillosos como el que se encuentran en el terreno la cimentación más sólida es hacer zapatas corridas bajo los muros de una profundidad que alcance unos 30 o 40 cms por debajo de la capa de arcillas, lo que supone hacer unas zanjas de 1.80m de profundidad por unos 40/50 cms de ancho (o como mínimo 10 cms más ancho que los muros).	 Figura 177. Tipos de zapata. Structuralia. (2020). Cimentación superficial: ¿cuándo se utiliza y qué tipos existen? Retrieved September 20, 2023, from Structuralia.com website: https://blog.structuralia.com/cimentacion
• Cuidar la temperatura, humedad, darle atención a la seguridad y asilamiento. El área destinada a guardar las colecciones debe de tener controladas la humedad y temperatura es controlada y monitoreada con un sistema mecánico autorizado de gran precisión. Adicionalmente también se debe de contar con la protección contra incendio diseñando un sistema de detección automática y aspersión de un agente gaseoso limpio, que no deja residuos denominado novec 1230 que principalmente lo que hace es robar la energía del calor de la llama interrumpiendo la reacción de combustión.	 Figura 178. Sistema novec 1230. Fuente: Fleximecan. "Sistemas Sapphire (NovecTM 1230) - Fleximecan," September 15, 2022. https://www.fleximecan.com/producto/sistemas-sapphire-novec-1230/.

RECOLECCIÓN Y CAPTACIÓN DE AGUAS DE LLUVIA.

Contar con recolección y captación de aguas de lluvia La cantidad de agua disponible en una determinada región depende básicamente del régimen de precipitación incidente. Los datos de precipitación para una localidad están generalmente disponibles en promedios mensuales en los servicios meteorológicos. La precipitación se mide en milímetros de lluvia. Un milímetro equivale a 1 litro de agua que cae sobre un metro cuadrado de superficie.

Tabla 2.2.17 PROMEDIOS MENSUALES DE PRECIPITACIÓN PARA LA CIUDAD DE GUATEMALA											
ENERO	FEB.	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGO.	SEPT.	OCT.	NOV.	DIC.
1.83	3.78	13.33	28.75	172.70	269.11	194.49	230.77	243.25	147.69	20.53	3.87
UNIDADES: mm			ESTACIÓN: LA AURORA				RANGO DE MEDICIÓN: 2004-2018				

Tabla 54. Promedios mensuales de precipitación para la ciudad de Guatemala. Fuente. Federico Rubio Yela

Se asume que un 10% del agua que cae en la superficie de captación no llega al depósito de agua por salpicaduras ante lluvias de alta densidad.

Con los datos anteriores puede determinarse que el promedio mensual de lluvia es de 110.84 mm, por lo que puede recolectarse aproximadamente 1m2 de agua por cada 10m2 de losa. Este puede ser un parámetro de inicio para determinar la capacidad de un tanque de captación de agua de lluvia, aunque también depende de la demanda de los usuarios. Se debe aclarar que el agua recolectada no se recomienda para consumo humano a menos que se le de un tratamiento microbiológico. En este caso tampoco es recomendable su uso en actividades del laboratorio, pero se puede utilizar para abastecer los servicios generales .[100]

Los sistemas de captación y aprovechamiento del agua de lluvia constan de los siguientes elementos:

- Área de captación
- Sistema de canaletas y bajadas
- Sistema de prefiltrado, cucharas y cámaras de inspección si
- Sistema de filtrado
- Depósito de almacenamiento
- Mecanismo de bombeo para extraer el agua
- Tratamiento microbiológico.

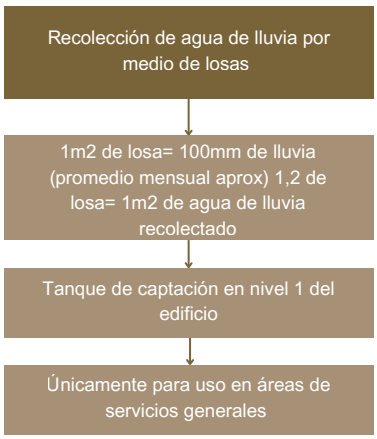


Figura 179. Recolección de agua de lluvia por medio de losas. Fuente: Elaboración propia

100 ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA ALIMENTACIÓN Y LA AGRICULTURA. CAPTACIÓN Y ALMACENAMIENTO DE AGUA DE LLUVIA Opciones técnicas para la agricultura familiar en América Latina y el Caribe. Chile, 2013.

Tabla 55. Gestión integral de riesgos no.1 Fuente: Elaboración propia.

4.1.4 GESTIÓN INTEGRAL DE RIESGOS

Fuente de generación eléctrica: Utilizar energía solar fotovoltaica Consiste en la transformación directa de la radiación solar en energía eléctrica, aprovechando las propiedades de los materiales semiconductores mediante las células fotovoltaicas.

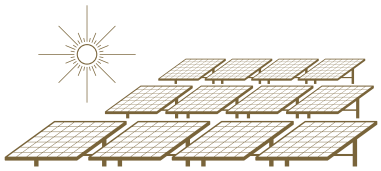


Figura 180. Paneles fotovoltaicos. Elaboración propia + Photoshop

Amenazas socionaturales: a suelos arcillosos sensibles a la erosión por las escorrentías se recomienda un drenaje fácil y construcciones de mediana y alta densidad

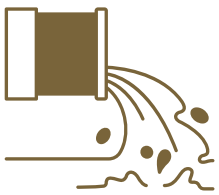


Figura 181. Drenajes simples. Elaboración propia + Photoshop

Amenazas naturales: Según los cuadros que se realizaron en el análisis de sitio están los terremotos y sequías, las premisas para los terremotos se mencionaron anteriormente en la parte constructiva mientras para las sequías que entra el aislamiento térmico, protección contra la radiación solar se encuentran en premisas ambientales

Disposición de desechos sólidos: Se debe contar con un área específica en la cual se almacenará de forma clasificada, en contenedores separados e identificados, los desechos producidos en el edificio de manera temporal antes de su recolección y disposición final de manera externa. Algunos residuos deberán ser incinerados, por lo que se debe tomar en cuenta un espacio adecuado para la colocación de un incinerador dentro del área de almacenaje temporal.

También se deben considerar espacios para lavado y almacenaje del equipo de limpieza y contenedores.



Figura 182. Manejo de desechos o residuos aplicado al proyecto. Elaboración propia.

AMENAZA ANTRÓPICA TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES

Los procesos aplicados para la limpieza del agua dependen del estado, contexto, herramienta y futuro uso deseado para la misma, de forma general se pueden asegurar 4 pasos en un PTAR.

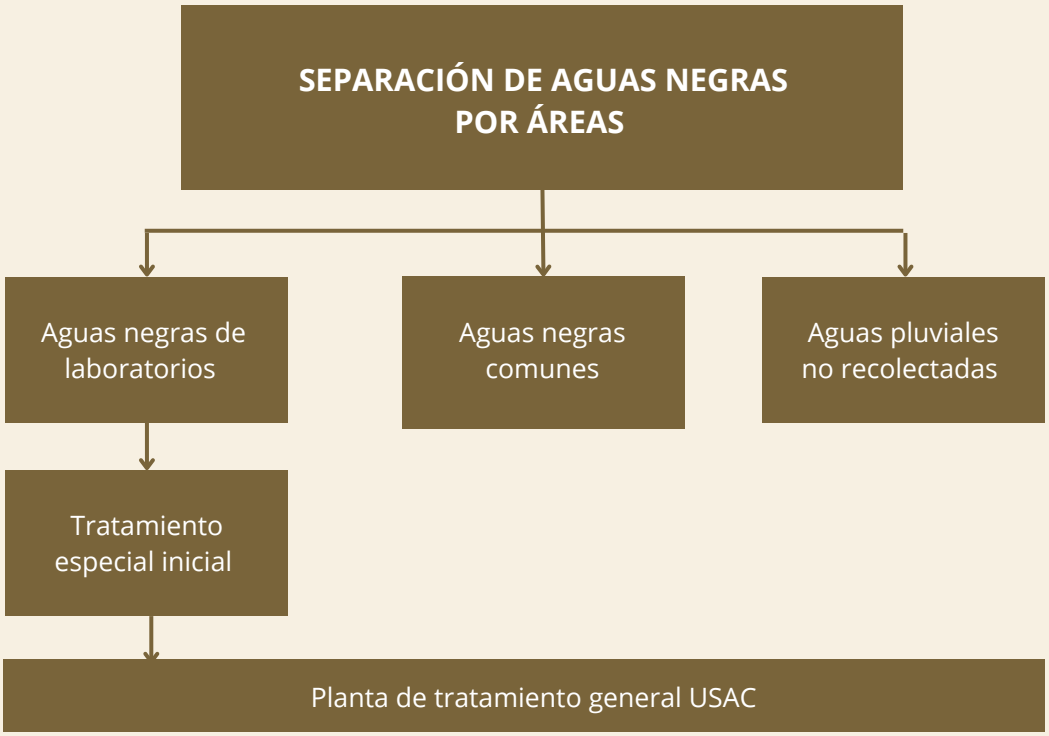


Figura 183. Separación de aguas negras. Elaboración propia.

Tabla 56. Premisas ambientales no.1 Fuente: Elaboración propia.

4.1.5 PREMISAS AMBIENTALES

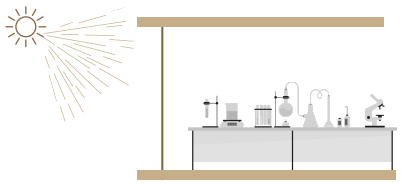
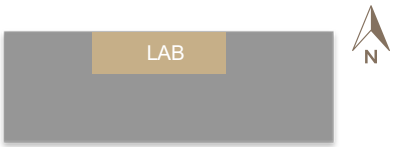
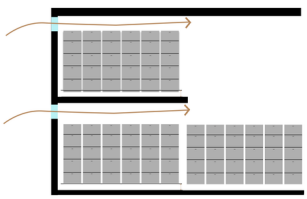
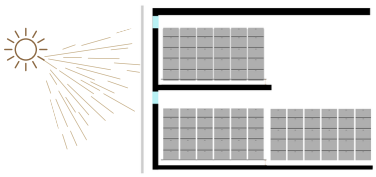
Orientar las fachadas largas con dirección norte - sur para aprovechar la iluminación y ventilación	 Figura 184. fachada larga dirección norte. Elaboración propia.
Aprovechar la iluminación en la fachada hacia el norte	 Figura 185. Iluminación norte. Elaboración propia.
Maximizar lo más posible la iluminación natural en el área de laboratorios.	 Figura 186. Iluminación Laboratorios. Elaboración propia.
Basándose en los dos puntos anteriores, orientar los laboratorios hacia el norte para evitar el soleamiento, ya que serán los espacios con mayor ocupación.	 Figura 187. Orientación laboratorios.Elaboración propia.
Propiciar una buena ventilación en colecciones permanentes	 Figura 188. Ventilación colecciones .Elaboración propia.
Uso de iluminación indirecta en el área de colecciones permanentes.	 Figura 189. Iluminación indirecta colecciones . Elaboración propia.

Tabla 57. Premisas ambientales no.2 Fuente: Elaboración propia.

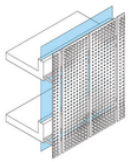
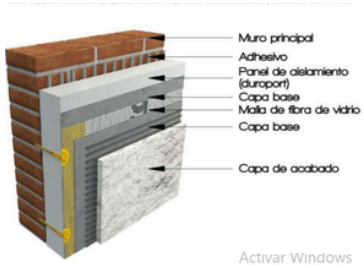
Dar tratamiento especial a la fachada hacia el sur, usar parteluces y/o doble piel, como estrategia de protección solar.	 Figura 190. Doble fachada. CONSTRUIBLE. "Ahorros Energéticos En Edificios Con Muro Cortina de Vidrio Y Doble Piel Metálica." CONSTRUIBLE, March 15, 2018. https://www.construible.es/comunicaciones/comunicacion-ahorros-energeticos-edificios-muro-cortina-vidrio-doble-piel-metalica.
• En el espacio de las colecciones hacia el este y oeste utilizar muros dobles con cámara de aire para mantener condiciones internas • Los muros dobles del punto anterior deben manejar el concepto de las fachadas ventiladas • Implementar el sistema de aislamiento o térmico exterior sate: Es un sistema de aislación de fachadas para muros y losas ventiladas que funciona a través de la superposición de 5 pieles: fijación capa aislante, capa impermeabilizante. Funciona como una barrera para el paso de calor por su alta resistencia térmica así como impermeabilizante al agua y permeable al vapor, la malla da mayor resistencia al sistema contra impactos y condiciones climáticas.	 Figura 191. Muro doble sistema sate. Fuente: Aislacel. 2023. "Servicios de Instalación EIFS." Aislacel. Aislacel. October 20, 2023. https://www.aislacel.cl/article/servicios-de-instalacion-eifs.
• Ampliar Ventilación cruzada: que mantenga los siguientes principios El área de la abertura en el ingreso debe ser igual o 25% menor que el área de apertura de la salida. • El flujo del aire se llevará a la línea de menor resistencia para seguir la línea de flujo para detectar los puntos muertos (áreas donde el aire fresco no va) • La ventilación cruzada depende de dos factores que cambian continuamente: La disponibilidad y la dirección del viento. En consecuencia es una fuente poco fiable para proporcionar flujo de aire y confort térmico.	 Figura 192. Ventilación cruzada . Elaboración propia.

Tabla 58. Premisas ambientales no.3 Fuente: Elaboración propia.

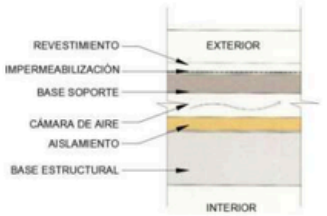
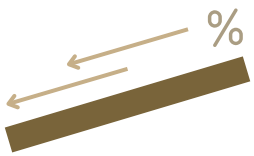
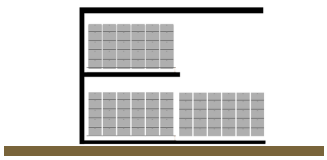
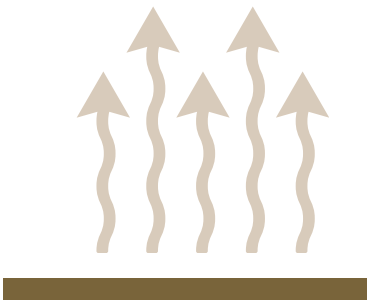
Evitar puentes térmicos intentando no romper la continuidad del aislamiento térmico. Penetrar: si no puede evitarse romper la continuidad del aislamiento, en los puntos de ruptura debe utilizarse un elemento con una conductividad muy baja. Conectar diferentes elementos constructivos sin interrumpir el aislamiento térmico.	 Figura 193. Puentes termicos. Fuente: https://www.facebook.com/vanesaezquerrapassivhaus. 2018. “Puentes Térmicos Y Passivhaus	Vanesa Ezquerra Arquitecto Passivhaus.” Vanesa Ezquerra Arquitecto Passivhaus. October 28, 2018. https://www.vanesaezquerra.com/puentes-termicos-y-passivhaus/.
Utilizar una cubierta fría o ventilada posee una cámara de aire para crear corrientes que atenúan las altas temperaturas de la parte superior de la cubierta. No se necesita barrera de vapor porque la cámara misma funciona impidiendo la condensación. La cámara debe estar abierta para proporcionar la libre renovación y circulación del aire y permitir la disipación de calor	 Figura 194. Cubierta fría . Fuente: Enrique López Ayala. 2021. “Cubiertas de Techo Calientes.” Soluciones Especiales. July 5, 2021. https://www.solucionesespeciales.net/cubiertas-de-techo-calientes/
Implementar en cubiertas pendientes mínimas del 2% resueltas mediante inclinaciones discretas ocultas por cenefas, garantizando un adecuado escurrimiento sin afectar la lectura formal del diseño arquitectónico.	 Figura 195. Pendiente losa final. Elaboración propia.
Evitar la vegetación cercana a las colecciones permanentes, esto para que no esten cercanas y vulnerables a posibles plagas.	 Figura 196. Vegetación cercana Elaboración propia.
Barreras contra la humedad Se debe de mantener una humedad de 30 a 40% por eso Actualmente los cerramientos o muros se construyen con varias capas de diferentes materiales formando un sistema que permite controlar y retardar que las condiciones del ambiente extremo lleguen al interior. En la mayoría de los casos es recomendable colocar estas barreras en la parte exterior del muro, pero depende mucho de las condiciones del clima del lugar . Se define barreras contra el agua, aire y vapor. tambien se debe de tomar en cuenta la higroscopicidad de los materiales a elegir para el area de colecciones permanentes.	 Figura 197. Barreras de humedad. Elaboración propia.

Tabla 59. Premisas ambientales no.4 Fuente: Elaboración propia.

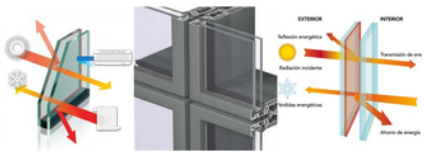
Implementar Aislamiento térmico en ventanería Existen varios materiales que se utilizan en los marcos de ventanas, siendo los más utilizados el PVC y el aluminio. El aluminio es un metal y, como tal, es un excelente conductor del frío y el calor. Eso quiere decir que los cerramientos de aluminio transmiten el frío o el calor al interior de los espacios, dependiendo de la estación del año. En este sentido, una de las principales diferencias entre sistemas de ventanas de PVC y de aluminio es la capacidad aislante de cada material. Mientras el PVC es un material aislante por naturaleza. Para contrarrestar esta conductividad, se hace necesario insertar en las ventanas de aluminio un perfil de material aislante intercalado entre la capa exterior e interior de aluminio con la misión de romper la conductividad del metal. Para evitar la transmisión de calor, se usa la rotura de puente térmico. Consiste en evitar que las caras interior y exterior estén en contacto entre sí, intercalando un mal conductor, con lo que se reducen las pérdidas. Y si al perfil de aluminio con rotura de puente térmico se añade un doble cristal bajo emisivo, se obtienen altos porcentajes de aislamiento.	 Figura 198. Aislamiento termico en ventanería. Admin. 2018. “Aislamiento Térmico.” Ventanas. February 22, 2018. https://ventanasde.com/aislamiento-termico/.
Utilizar climatización pasiva, la cual consiste en incorporar y colocar los elementos constructivos acordes a las condiciones del entorno natural del lugar donde será emplaza el edificio , para aprovechar estas condiciones y generar condiciones adecuadas en el interior con el uso minimo o nulo de energía activa	 Figura 199. climatización pasiva. Elaboración propia.
Seleccionar las especies vegetales que se colocarán en el conjunto: Basándose en la composición vegetal existente se considera la selección de especies que ya existen dentro de la universidad más las que son nativas de la zona de vida. Se debe de asegurar que estas especies sean compatibles y puedan coexistir de manera adecuada.	 Figura 200. Especies vegetales. Elaboración propia.

Tabla 60. Premisas ambientales no.5 Fuente: Elaboración propia.

- Seguir los lineamientos que brindaron los cuadros de Mahoney

- Movimiento de aire: según los resultados, se recomienda que las habitaciones tengan una disposición en crujía simple con ventilación permanente. Esto sería en todos los espacios del herbario, exceptuando las colecciones permanentes, que es preferible tener de doble crujía, permitiendo una ventilación regular.



Figura 201. Movimiento de aire . Elaboración propia.

- Aberturas: de acuerdo con los resultados, se recomiendan ventanas grandes. No obstante, debido a las consideraciones relacionadas con la iluminación y los vientos en ciertos sectores del herbario, solo son necesarias ventanas pequeñas en algunas áreas y ventanas de tamaño mediano (20-49%) en las áreas de oficinas. Las áreas de ventana de tamaño pequeño serían las colecciones permanentes, las de tamaño medio los espacios de investigación y los laboratorios, mientras que las de tamaño grande serían enfermería y los espacios para visitantes.

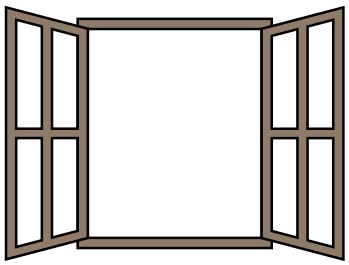


Figura 202. aberturas . Elaboración propia.

- Muros: según los resultados, se sugiere que los muros sean ligeros y tengan una transmisión térmica inmediata. El primer punto es adecuado, pero el segundo no es aplicable al herbario, ya que los muros deben estar aislados, según la explicación anterior.

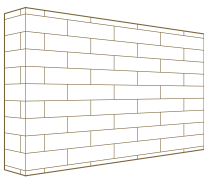


Figura 203. Muros . Elaboración propia.

- Posición de aberturas: en las áreas de colecciones permanentes, no se recomienda colocar aberturas en la parte superior, y en todo caso, estas serían solo en los espacios públicos para fines de ventilación. Esto se debe a que en la cubierta es donde los rayos directos del sol inciden con mayor intensidad, lo que podría afectar negativamente a los usuarios.

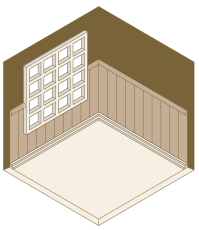


Figura 204. Posición de aberturas . Elaboración propia.

- Diseñar el espacio teniendo en cuenta la estratificación de especies, incluyendo el estrato arbóreo, arbustivo y herbáceo. Esto para crear una variedad visual interesante que ya se encuentra en la actualidad en el campus central de la Universidad San Carlos de Guatemala. Para saber exactamente que especies existen ya en el campus es necesario consultar la guía informativa de identificación taxonómica de las principales especies vegetales del campus central de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

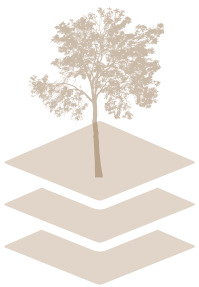


Figura 205. Estratificación vegetal . Elaboración propia.

4.2 DIAGRAMA DE CIRCULACIONES DE CONJUNTO DEL INSTITUTO CIENCIAS DE LA VIDA

El diagrama general de circulaciones del Instituto de Ciencias de la Vida se basa en la tesis de Federico Rubio, titulada Edificio de Colecciones Zoológicas para el Instituto de Ciencias de la Vida de la Universidad de San Carlos de Guatemala, Ciudad de Guatemala, en la cual se presenta la siguiente propuesta:

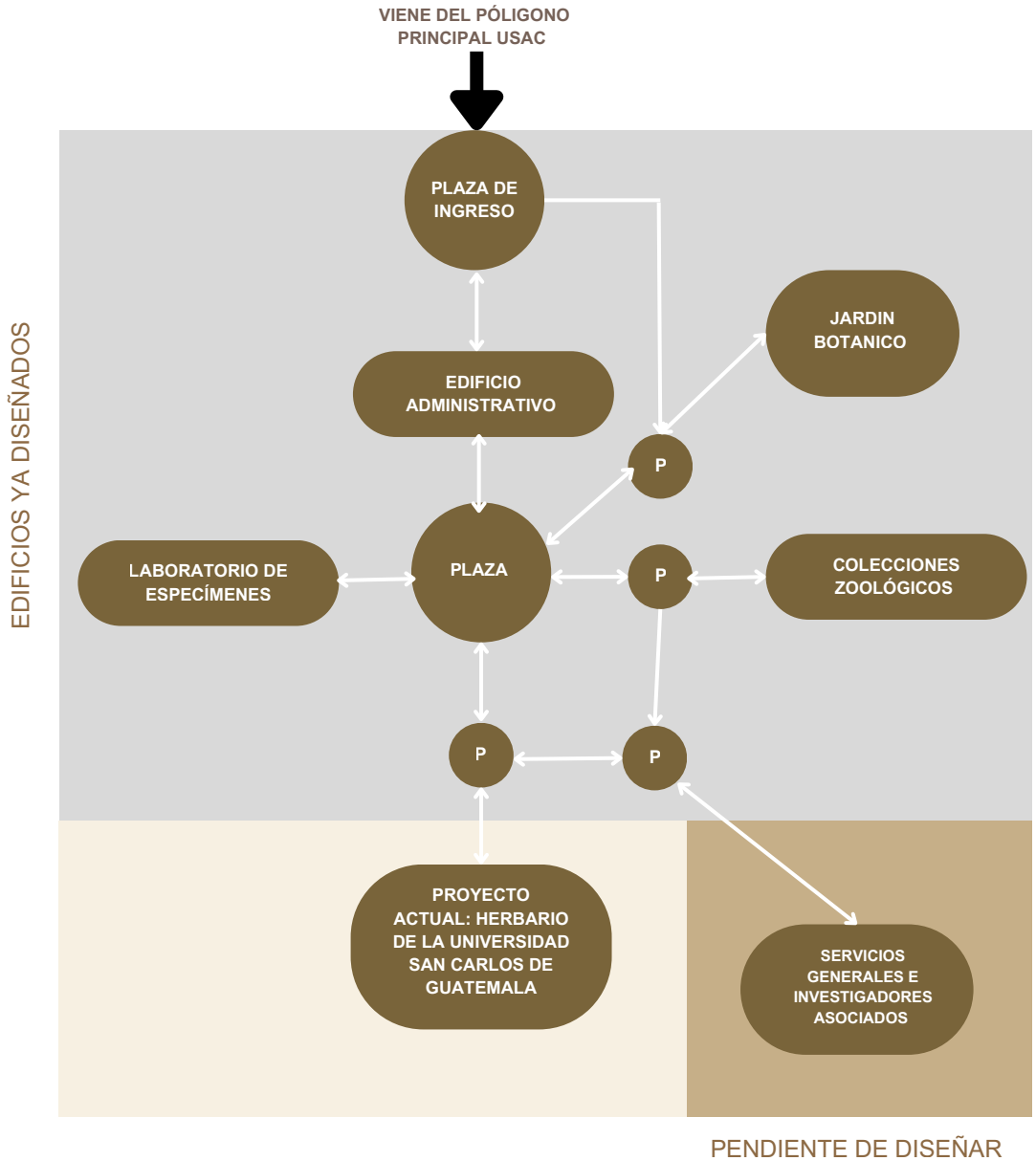


Figura 206. Diagrama de circulaciones de conjunto. Fuente. Elaboración propia en base de la tesis de Federico, Eduardo. “Edificio de Colecciones Zoológicas Para El Instituto de Ciencias de La Vida de La Universidad de San Carlos de Guatemala. - Repositorio Institucional USAC.” Usac.edu.gt, February 2021. http://www.repositorio.usac.edu.gt/15258/1/EDUARDO%20FEDERICO%20RUBIO%20YELA.pdf.

4.3 PROGRAMA ARQUITECTÓNICO

El anteproyecto del Herbario de la Universidad de San Carlos de Guatemala, ubicado en la Ciudad de Guatemala, está conformado por ocho áreas principales. Estas áreas permiten el adecuado funcionamiento y operación del edificio. Sus dimensiones están determinadas mediante módulos, entendidos como unidades tridimensionales estandarizadas y repetibles que estructuran la organización espacial del proyecto.A continuación, se presenta la zonificación general, seguida de la descripción de cada una de las áreas, sus respectivos ambientes y, finalmente, la cantidad de módulos que conforman cada uno de los espacios.

ÁREA PÚBLICA		
Ambiente	**M2**	**Modulos a utlizar**
Vestibulo Publico	207.36	4 Módulos
Biblioteca	207.36	4 Módulos
s.s	51.84	1 Módulo
Auditorio	311.04	6 Módulos
Total	**777.6 m2**	**15 Módulos**

Tabla 61. Programa arquitectónico- área publica Fuente: Elaboración propia.

El recorrido inicia en el vestíbulo público, concebido como un espacio de convivencia, exhibición e intercambio de conocimiento entre visitantes y usuarios especializados. A un costado se ubica la biblioteca, con un amplio catálogo de libros relacionados con el herbario, y el auditorio, destinado a presentaciones, exposiciones y proyecciones. El área se complementa con servicios sanitarios, que incluyen siete unidades para damas y siete para caballeros, cada una con su respectivo lavamanos.

ÁREA DE LABORATORIOS		
Ambiente	**M2**	**Módulos a utilizar**
Laboratorios	1,244.16 m2	24 Módulos

Tabla 62. Programa arquitectónico- área de laboratorios Fuente: Elaboración propia.

Se contará con 8 laboratorios destinados exclusivamente al uso de profesionales para estancias prolongadas. Estos espacios estarán equipados con el mobiliario necesario para la identificación e investigación de los especímenes, una vez que estos hayan salido del área de tránsito.

ÁREA DE COLECCIONES		
Ambiente	**M2**	**Módulos a utilizar**
Colecciones	1,399.68 m2	27 Módulos

Tabla 63. Programa arquitectónico- área de colecciones Fuente: Elaboración propia.

Se dispondrá de ocho áreas de colecciones permanentes, destinadas al resguardo de los especímenes vegetales. Estos espacios representan el destino final del proceso de investigación y manejo realizado con cada uno de los especímenes.

Tabla 34: Programa Arquitectónico Herbario de la Universidad de San Carlos de Guatemala

ÁREA DE SERVICIO		
Ambiente	**M2**	**Módulos a utilizar**
Desechos comunes	51.84	1 Módulo
Desechos peligrosos	51.84	1 Modulo
Área de descanso	51.84	1 Módulo
Bodegas	155.52	3 Módulo
Area de lavado	12.96	1/2 Módulo
Total	**324 m2**	**6 y 1/2 Módulos**

Tabla 64. Programa arquitectónico- área de servicio
Fuente: Elaboración propia.

Las áreas de servicio tendrán como finalidad brindar apoyo a las áreas principales, facilitando la limpieza de los espacios, el almacenamiento de instrumentos e insumos de investigación, el lavado de equipo tras las jornadas de recolección y proporcionando áreas de descanso para el personal encargado de estas labores.

ÁREA DE PREPARACIÓN		
Ambiente	**M2**	**Módulos a utlizar**
Servicios sanitarios	51.84	1 Módulo
Lavado de especímenes	51.84	1 Módulo
Sala de secado	51.84	1 Módulo
Sala de Congelado	51.84	1 Módulo
Colecciones en transito	103.68	2 Módulo
Total	**311.04 m2**	6 Módulos

Tabla 65. Programa arquitectónico- área de preparación
Fuente: Elaboración propia.

Una vez recolectados, los especímenes requieren un proceso previo antes de su análisis en laboratorio. Por ello, se incorporan áreas de preparación destinadas a su procesamiento inicial. El recorrido inicia en el área de lavado de especímenes, continúa con el secado, seguido de la sala de congelado, y finaliza en las colecciones en tránsito, donde permanecen temporalmente a la espera de ser trasladados a los laboratorios. Todos estos ambientes se encuentran conectados de manera indirecta y cuentan con la disposición de un servicio sanitario.

ÁREA DE ADMINISTRACIÓN		
Ambiente	**M2**	**Módulos a utlizar**
Director General	12.96	1/2 Módulo
Director plantas con flores	12.96	1/2 Módulo
Director plantas sin flores	12.96	1/2 Módulo
Sala de juntas	12.96	1/2 Módulo
Área de coworking	103.68	2 Módulos
Total	**155.52 m2**	**4 Módulos**

Tabla 66. Programa arquitectónico- área de administración
Fuente: Elaboración propia.

Para llevar el control contable y las funciones administrativas del herbario, se dispone de un área administrativa destinada al personal directivo y administrativo. Esta incluye tres oficinas: una administración general, una para plantas con flores y otra para plantas sin flores, además de una sala de juntas y un espacio de coworking, el cual se conecta directamente con las áreas de comedor y cafetería.

Tabla 34: Programa Arquitectónico Herbario de la Universidad de San Carlos de Guatemala

ÁREA DE INVESTIGADORES ASOCIADOS		
Ambiente	**M2**	**Módulos a utlizar**
Cubículos individuales	103.68	2 Módulos
Área de trabajo general	51.84	1 Módulo
Área de descanso	116.64	1 y 1/2 Módulos
Total	**272.16 m2**	**4 y medio Módulos**

Esta área fue creada con el propósito de que estudiantes, investigadores y profesionales puedan trabajar en conjunto. El espacio contará con pequeños cubículos para trabajo individual y una mesa de gran extensión que facilitará el desarrollo de trabajo interdisciplinario y colaborativo.

COMEDORES Y SERVICIOS SANITARIOS		
Ambiente	**M2**	**Módulos a utlizar**
S.s admin y labs	51.84	1 Módulo
S.s Investigadores asociados	51.84	1 Mólduo
Comedor admin y laboratorios	259.20	5 Módulos
Comedor investigadores asociados	155.52	3 Módulos
Total	**518.4 m2**	**10 Módulos**

Estas áreas se ubican de forma continua junto a los espacios de trabajo interdisciplinario y administración, manteniendo al mismo tiempo la conexión con las áreas de laboratorios y colecciones. Su disposición garantiza una accesibilidad eficiente para todos los usuarios privados del conjunto.

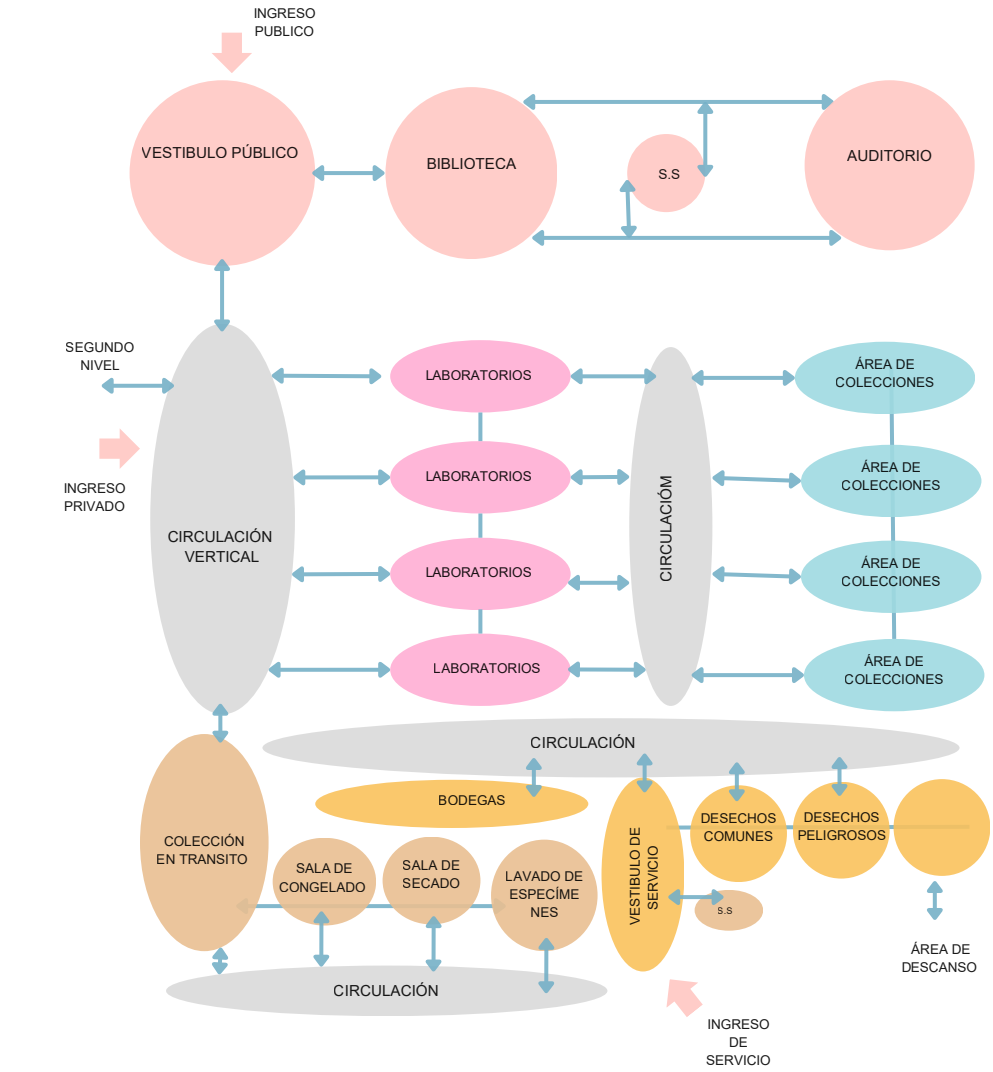
TOTAL DE METROS CUADRADOS EN USO = 5,002.56 METROS CUADRADOS DE CIRCULACIÓN= 1939.24 TOTAL DE METROS UADROS EN EL COMPLEJO= 6,941.8 m2		
ÁREAS EXTRAS		
Plaza	1,399.68 m2	
Parqueos	3,470.90 m2	

Tabla 70. Programa arquitectónico- área de investigadores asociados, comedor y áreas extras.
Fuente: Elaboración propia.

Tabla 34. Programa Arquitectónico Herbario de la Universidad de San Carlos de Guatemala

Tabla 34: Programa Arquitectónico Herbario de la Universidad de San Carlos de Guatemala

4.4 DIAGRAMA DE CIRCULACIONES - PRIMER NIVEL



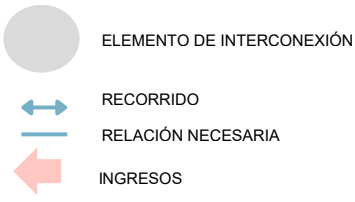


Figura 207.Diagrama de burbujas Primer nivel Fuente: Elaboración propia

DIAGRAMA DE CIRCULACIONES- SEGUNDO NIVEL

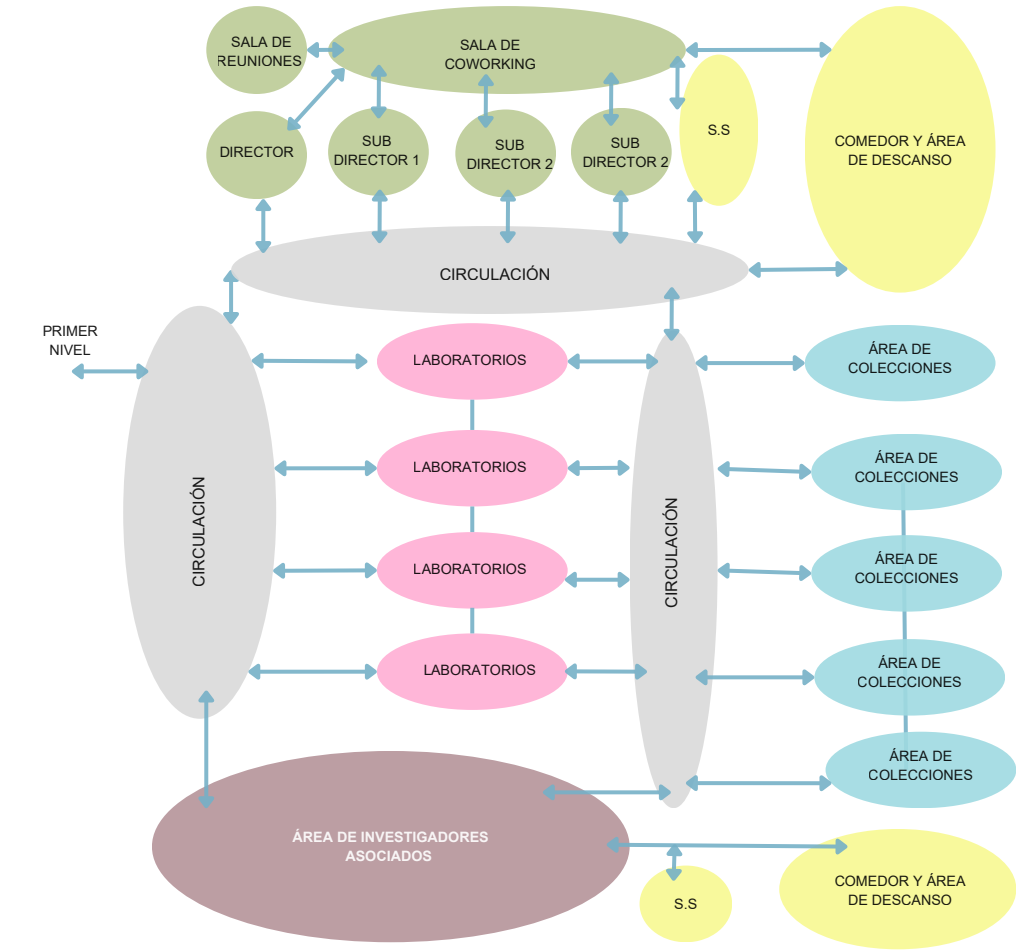


Figura 208. Diagrama de burbujas Segundo nivel Fuente: Elaboración propia

4.5 CONCEPTO

El edificio se concibe como una prolongación de la Universidad de San Carlos de Guatemala. Su forma no se impone, sino que emerge de la historia del campus, retomando el lenguaje del movimiento moderno que dio identidad a sus espacios educativos.

La arquitectura se expresa como un volumen esencial, depurado de lo innecesario, donde la simplicidad no es ausencia, sino claridad. El concreto y el vidrio actúan como una piel honesta que revela estructura y función, mientras las sustracciones y vacíos se leen como pausas, respiraciones que permiten que el edificio dialogue con la luz, el paisaje y el recorrido humano.
Así, la forma no busca protagonismo, sino pertenencia: el edificio se mimetiza con su entorno como una extensión natural del campus, entendiendo la arquitectura no como un objeto aislado, sino como una continuidad del pensamiento, la historia y el conocimiento que la universidad representa.

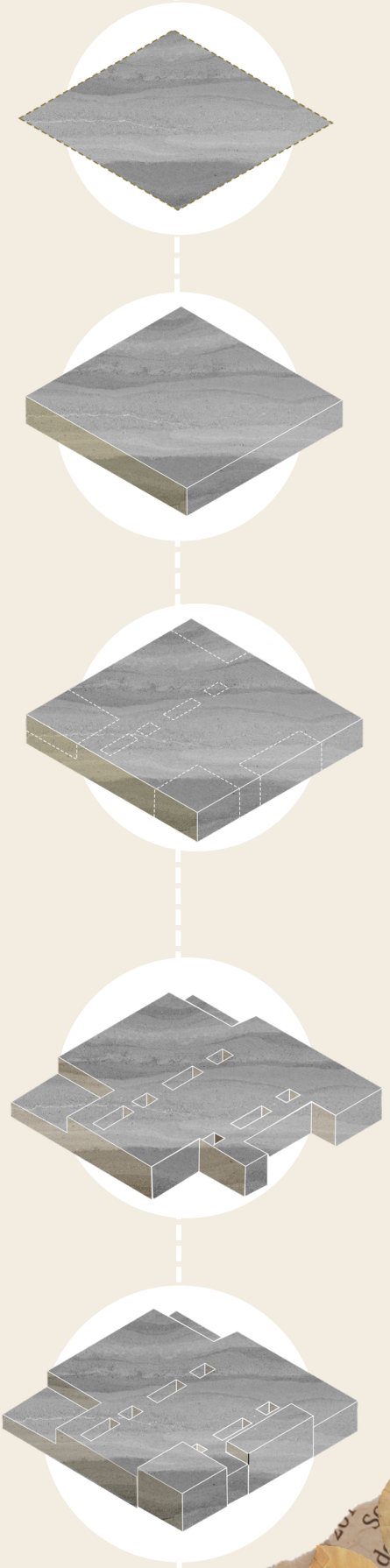


Figura 209. Conceptualización de la idea Fuente: Elaboración propia



Figura 210. Collage de idea principal Fuente: Elaboración propia



Figura 211. Espécimen vegetal conservado no.1 Fuente: Conabio.gob.mx. “Herbario Virtual Conabio,” 2026. http://www.conabio.gob.mx/otros/cgi-bin/herbario.cgi.

CAPÍTULO V

PROYECTO ARQUITECTÓNICO

5.1 PROPUESTA ARQUITECTÓNICA HERBARIO DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA. CIUDAD DE GUATEMALA

UBICACIÓN: CIUDAD DE GUATEMALA - ZONA 12- UNIVERSIDAD SAN CARLOS DE GUATEMALA
TEMA: CONSERVACIÓN DE ESPECÍMENES VEGETALES
ÁREA: 4,864.96 m².
DISEÑO: MIRIAM GAITAN
AÑO: 2026

El proyecto se desarrolla en un área total de 4,864.96 m², ubicada dentro del Instituto de Ciencias de la Vida, el cual cuenta con una extensión aproximada de 218,240.98 m². En este conjunto se propone el emplazamiento del Jardín Botánico, el Edificio de Colecciones Zoológicas, el Edificio de Laboratorios Especializados, los Edificios Administrativos y, finalmente, el proyecto del Herbario, correspondientes a diferentes propuestas que se han estado desarrollando desde el año 2013 con el apoyo de AGUAT y la Facultad de Arquitectura USAC. En este contexto se propone el Herbario, concebido como un espacio destinado a la conservación, investigación, documentación y divulgación del patrimonio vegetal, así como al apoyo académico y científico a estudiantes, docentes e investigadores. El recorrido funcional inicia en el área de carga y descarga, donde ingresan los especímenes vegetales. Posteriormente, estos son trasladados a las áreas de lavado, secado y refrigeración, procesos fundamentales para su adecuada preservación. Luego los especímenes son trasladados a las colecciones en transición, antes de incorporarse a los laboratorios, que en conjunto suman ocho espacios, así como a las áreas de investigación colaborativa. Finalmente, los especímenes pasan a las colecciones permanentes, conformadas por un total de ocho espacios destinados a su conservación definitiva. De manera complementaria, el proyecto incorpora áreas administrativas, públicas y de servicio que apoyan el correcto funcionamiento del edificio. El diseño arquitectónico integra principios de sostenibilidad y arquitectura modernista, mediante el uso de estructuras modulares, senderos interpretativos y zonas verdes. Asimismo, se plantea una plaza pública principal, concebida como un espacio de socialización para estudiantes y usuarios, destinada a la realización de eventos académicos, culturales y educativos relacionados con el herbario, así como a la difusión del conocimiento sobre su función y relevancia para la sociedad. Se prioriza el uso de vegetación endémica, con el objetivo de proporcionar sombra, confort térmico y mitigación de impactos ambientales, favoreciendo la integración del proyecto con el paisaje natural. En cuanto al emplazamiento, se realizó un análisis detallado de las condiciones del terreno, identificando tanto sus potencialidades como sus limitaciones.

5.2 PLANTA DE CONJUNTO ACCESIBLIDAD

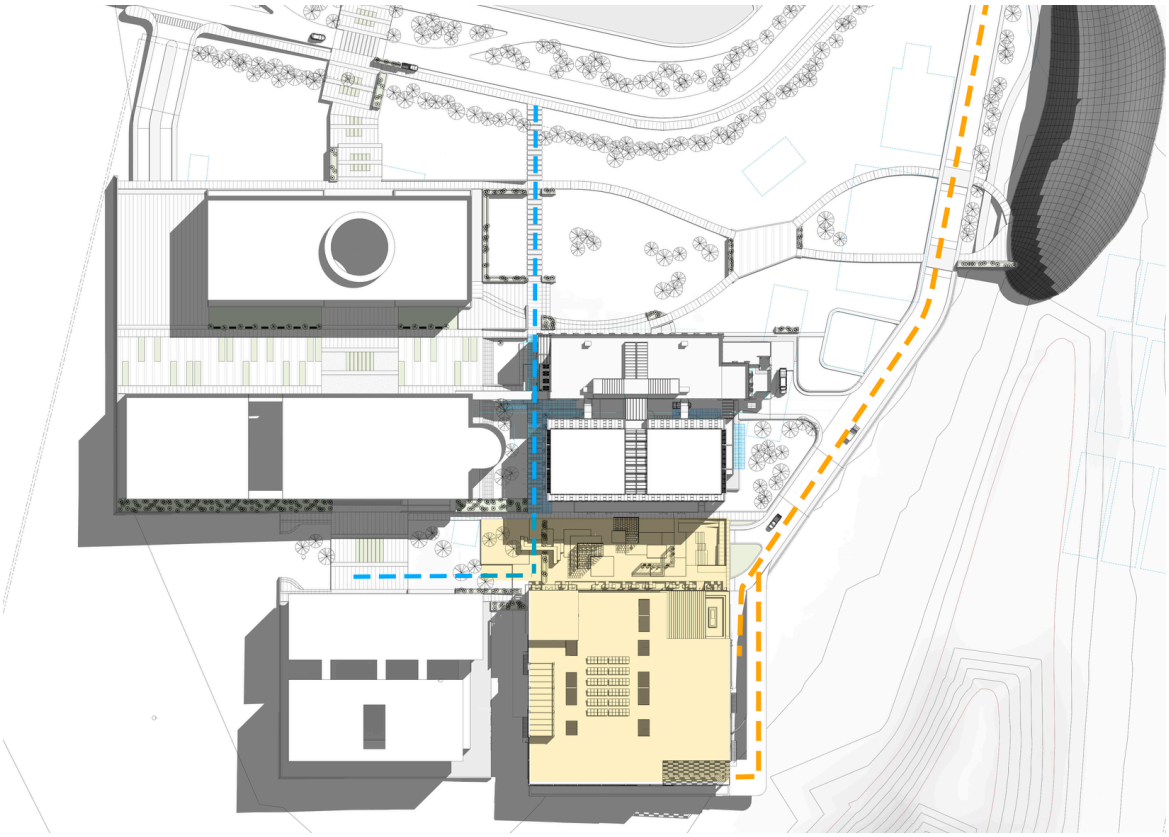


Figura 212. Planta de conjunto Plan Maestro Instituto Ciencias De la Vida. Elaboración en Revit y phototshop 2024

Para acceder al complejo arquitectónico se contemplan dos rutas principales: una peatonal y otra vehicular.

La ruta peatonal enlaza las diferentes plazas que conforman el plan maestro y culmina en la plaza principal del herbario. Al llegar a este espacio, se busca que el usuario identifique de manera inmediata la función del edificio; por ello, se incorporará en el mobiliario información interpretativa que explique qué es el herbario, junto con datos históricos relevantes.

La plaza se concibe como una sumatoria de experiencias sensoriales. Desde el ingreso, las pequeñas cascadas ubicadas en la fachada principal del edificio descienden hacia fuentes con distintos desniveles, generando un recorrido dinámico en el que intervienen sonido, movimiento y agua. Este carácter se complementa con los pasillos, el anfiteatro y el área recreativa, donde el usuario transita entre variaciones de alturas, texturas y colores, todo en relación directa con el entorno natural.

En paralelo, el acceso vehicular se ha diseñado para ser eficiente y cómodo, permitiendo el ingreso y circulación de automóviles sin interferir con la ruta peatonal, evitando cruces de flujos y garantizando la seguridad de los visitantes.

5.3 ISOMETRICO DE CONJUNTO DEL INSTITUTO CIENCIAS DE LA VIDA

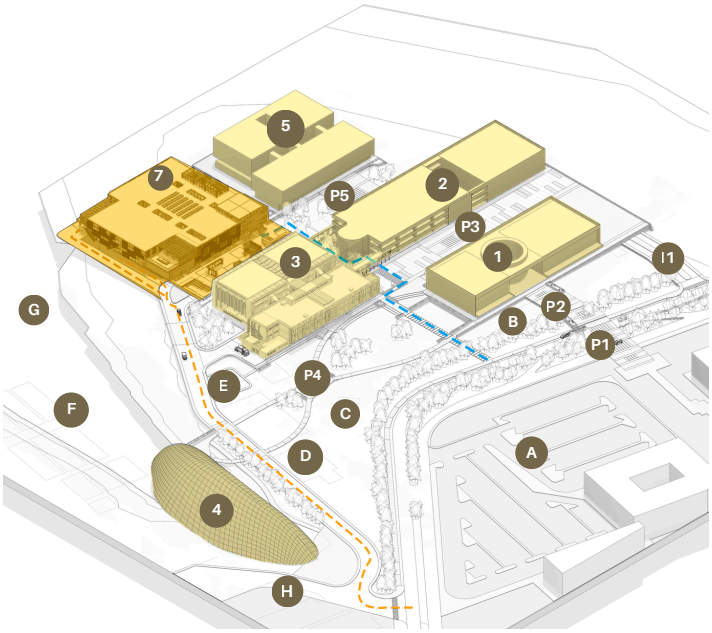


Figura 213:.Planta de conjunto 3d Plan Maestro Instituto Ciencias De la Vida. Elaboración en Revit y Photoshop 2024 con la ayuda del plan maestro de Federico Rubio en su tesis Edificio de colecciones zoologicas para el Instituto de Ciencias de la Vida de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

- A - Poligono Principal USAC
- B- Pozo
- C- Tanque de captación de agua
- D- Edificio CEDA

- E- Estación metereológica
- F- Invernaderos
- G- Parqueo y edificio Uviger
- H- Area de reserva natural

- 1 Edificio administrativo
- 2 Edificio de laboratorios especializados
- 3 Edificio de colecciones zoológicas
- 4 Jardin botanico
- 5 Edificio de servicios generales e investigadores asociados
- 6 Herbario
- 7. Plaza Herbario

- P1- Plaza e interconexión peatonal
- P2- Plaza de ingreso
- P3- Plaza Central
- P4- Plaza de interconexión
- P5- Plaza posterior
- L1- Ingreso vehicular visitantes
- L2- Ingreso vehicular de garita

CAMINAMIENTO PRINCIPAL	ACCESO PEATONAL	ACCESO VEHICULAR	HERBARIO	EDIFICIOS PARTE DEL PLAN MAESTRO

En la imagen de esta página se puede visualizar el plan maestro actual que pertenece al instituto de ciencia de la vida. Este mismo ya tiene un espacio determinado para cada edificio que integra a este mismo, en el caso presente se utilizó la última modificación que realizó el arquitectura Federico Rubio en su tesis Edificio de colecciones zoológicas para el Instituto de Ciencias de la Vida de la Universidad de San Carlos de Guatemala, utilizando el espacio previsto para el edificio de servicios generales e investigadores asociados. Por lo mismo, se consideró necesario el ingreso directo por parte de los vehículos al edificio del herbario en lugar del de servicio. También el espacio No. 7 que se tenía previsto para uso de estacionamientos se propuso convertirlo en una plaza peatonal para el uso de los usuarios del proyecto.

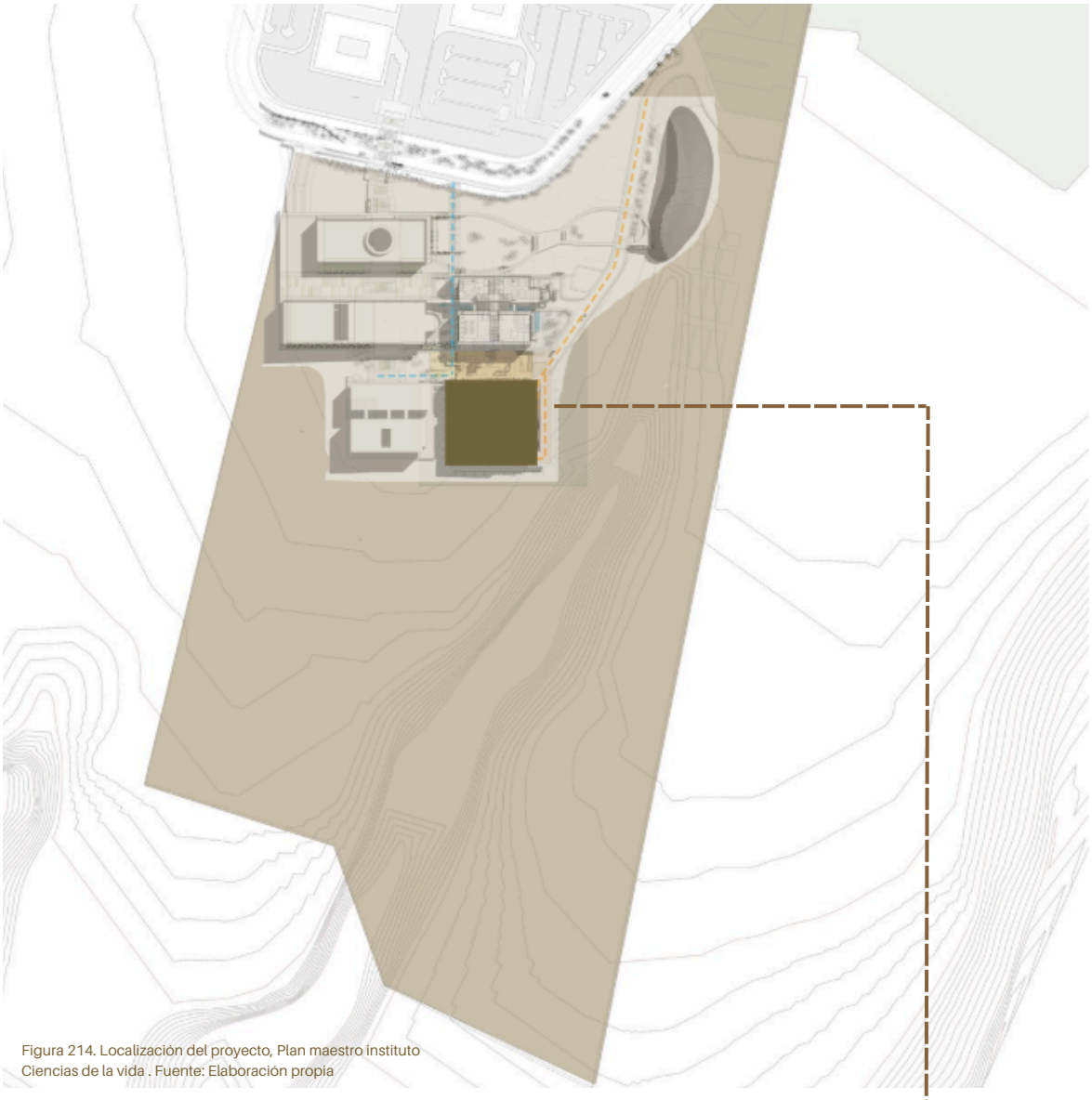


Figura 214. Localización del proyecto, Plan maestro instituto Ciencias de la vida . Fuente: Elaboración propia

5.4 LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO

En la imagen superior se puede apreciar el emplazamiento del conjunto dentro del terreno del Instituto de Ciencias de la Vida y de la Tierra, lo que permite comprender su integración al contexto institucional existente. Con respecto a la ubicación del herbario, tal como se mencionó en la descripción general, el terreno del proyecto cuenta con un área total de 4,864.96 m² y colinda directamente con el Edificio de Servicios Generales e Investigadores Asociados y el Edificio de Colecciones Zoológicas, debido a la estrecha relación funcional que mantiene con ambos.

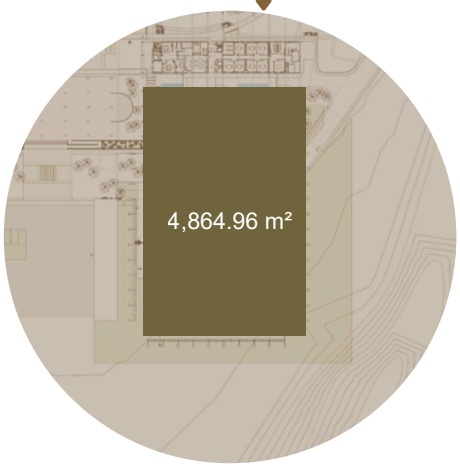


Figura 215. Localización del proyecto metrajes cuadrados. Fuente: Elaboración propia.

5.5 PLANTA DE CONJUNTO



Figura 216. Planta de conjunto, Herbario de la Universidad de San Carlos de Guatemala, Ciudad de Guatemala .
Elaboración en Revit y phototshop 2024

Plaza Exterior: La plaza se concibe como un espacio público de integración y educación ambiental, subdividido en cuatro áreas principales que articulan las funciones del conjunto arquitectónico.

- 1. Anfiteatro: diseñado para actividades culturales y educativas, cuenta con una rampa del 6 % de pendiente que garantiza la accesibilidad universal. Permite la proyección de material audiovisual relacionado con el herbario y la biodiversidad nacional.
- 2. Área de juegos multifuncional: espacio destinado al uso recreativo y educativo del público, que fomenta la interacción social y el aprendizaje lúdico en un entorno natural.
- 3. Pérgolas con vegetación vertical: estructuras sobre retícula rectangular que permiten el crecimiento de enredaderas para generar sombra y confort térmico, reduciendo la radiación solar directa.
- 4. Graderíos informativos: integran asientos y respaldos que contienen información interpretativa sobre las colecciones y funciones del herbario, uniendo descanso y divulgación científica.

5.6 ISOMÉTRICO DE CONJUNTO

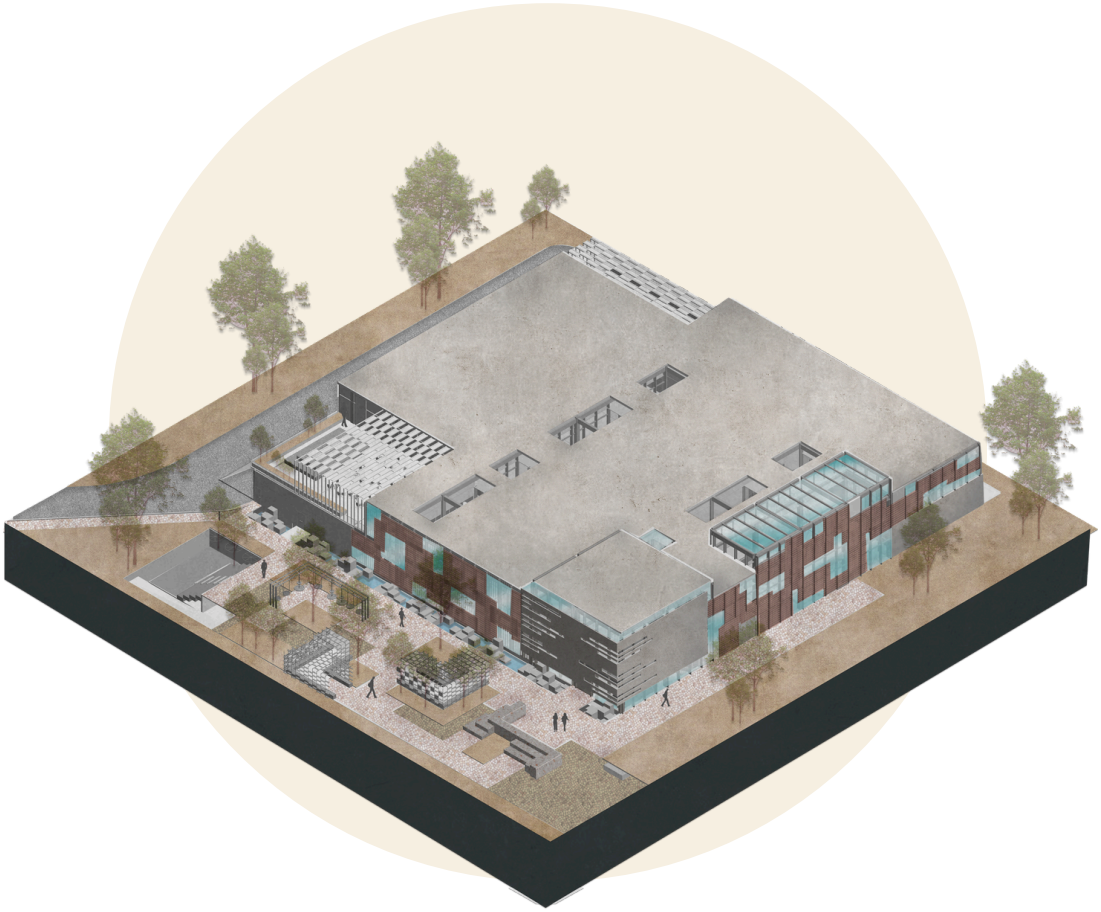
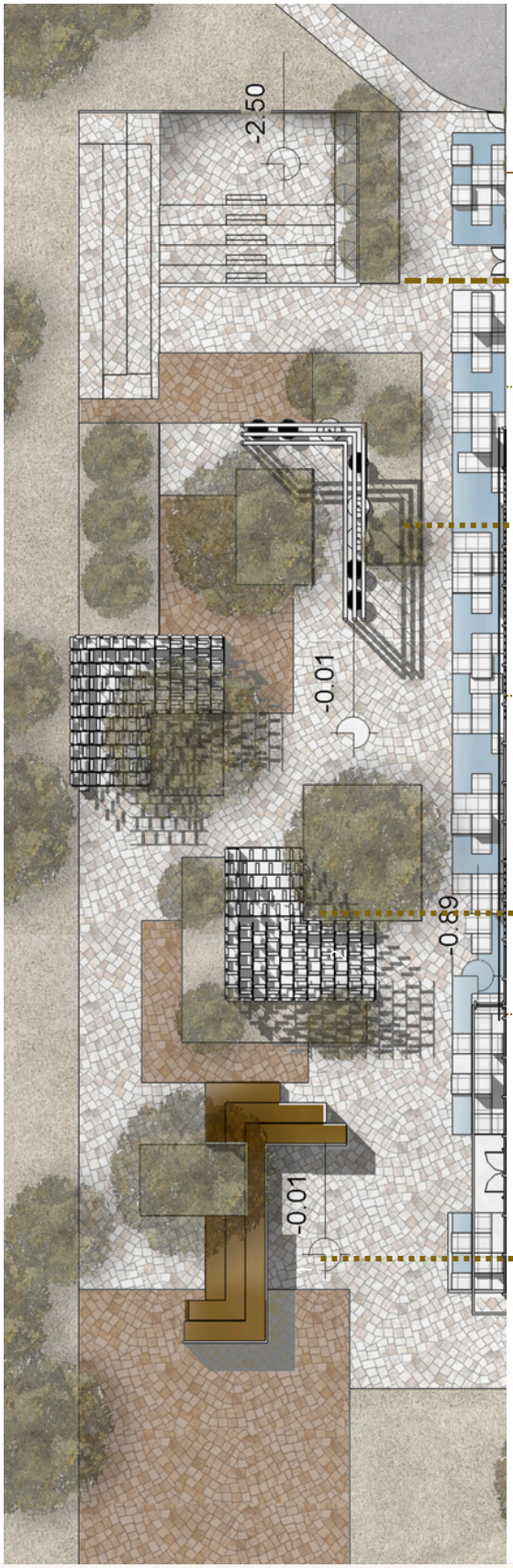


Figura 217. Isometrico de conjunto, Herbario de la Universidad de San Carlos de Guatemala, Ciudad de Guatemala . Elaboración en Revit y Photoshop 2024



5.7 PLAZA DE INGRESO PRINCIPAL, EQUIPAMIENTOS

ANFITEATRO

ÁREAS DE JUEGOS

ÁREAS DE DESCANSO EXTERIORES

ÁREAS EDUCATIVAS Y DE DESCANSO

Figura 218. Plaza principal , Herbario de la Universidad de San Carlos de Guatemala, Ciudad de Guatemala . Fuente: Elaboración en Revit y Photoshop 2024

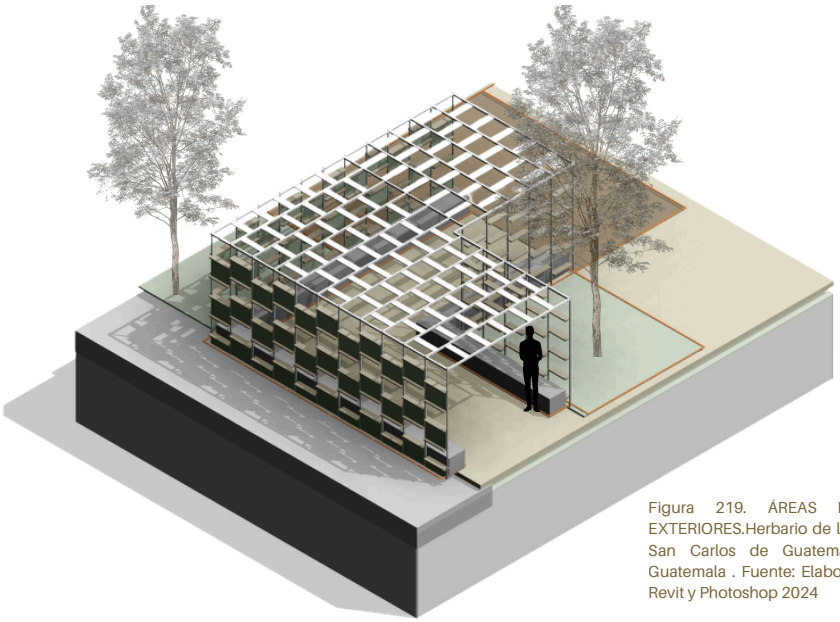
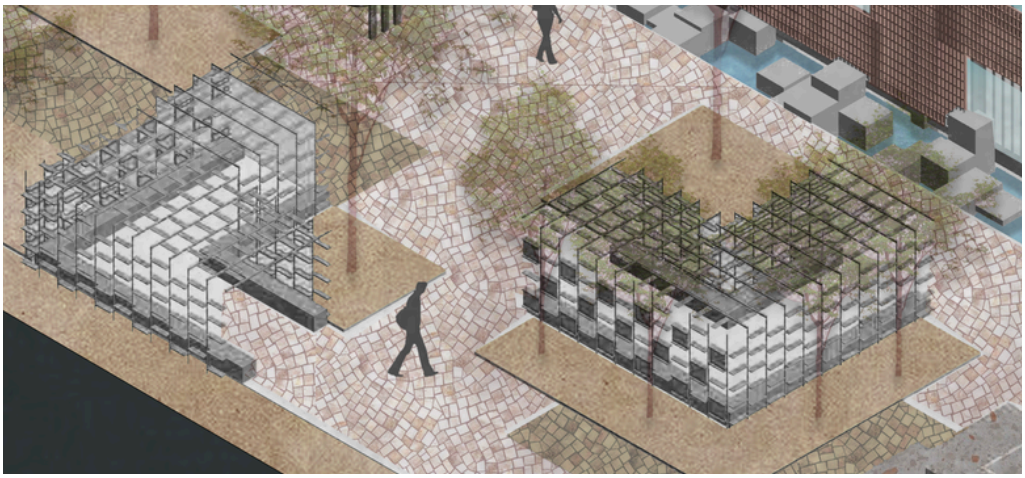
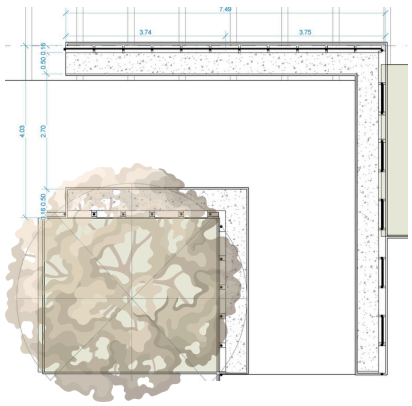


Figura 219. ÁREAS DE DESCANSO EXTERIORES.Herbario de la Universidad de San Carlos de Guatemala, Ciudad de Guatemala . Fuente: Elaboración propia en Revit y Photoshop 2024

ÁREAS DE DESCANSO EXTERIORES







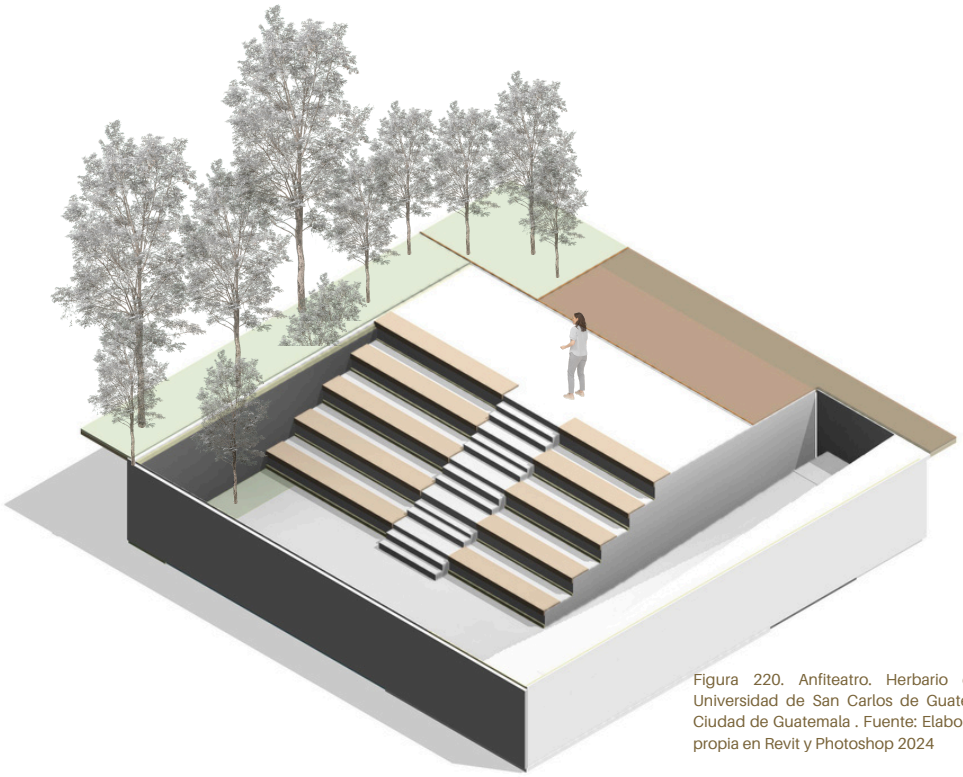
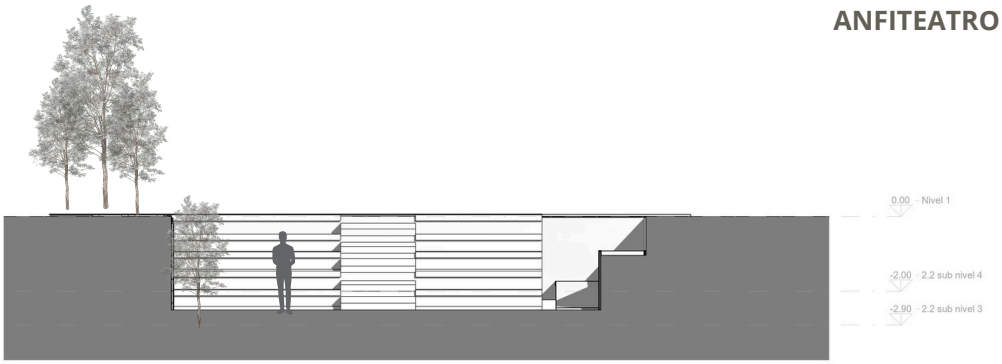
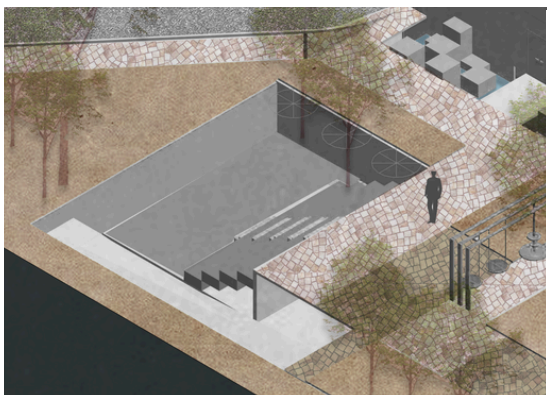
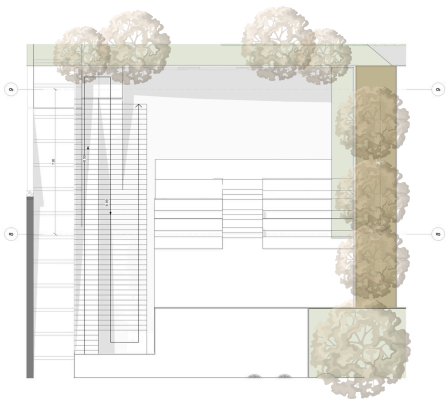


Figura 220. Anfiteatro. Herbario de la Universidad de San Carlos de Guatemala, Ciudad de Guatemala . Fuente: Elaboración propia en Revit y Photoshop 2024

ANFITEATRO







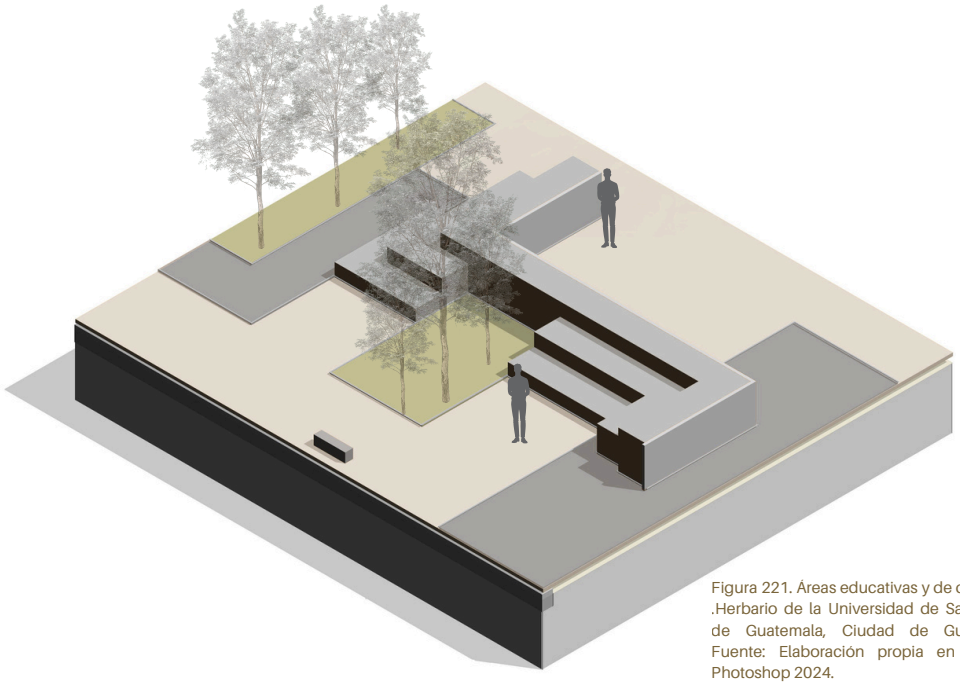
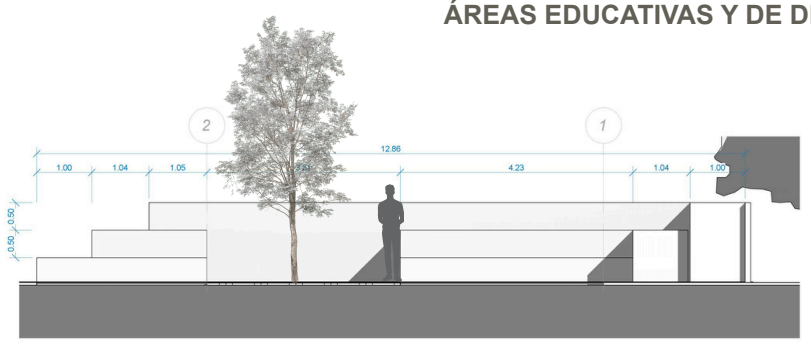
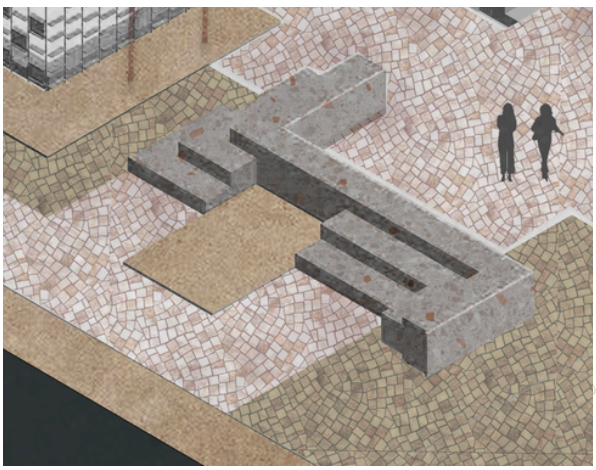
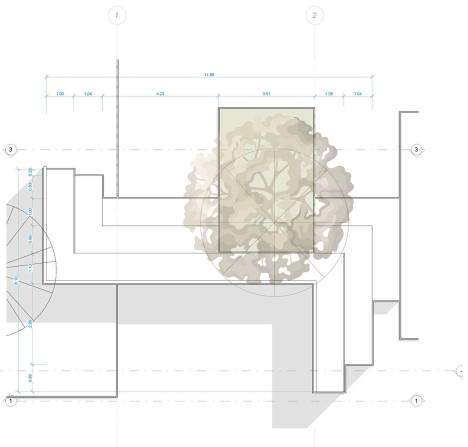


Figura 221. Áreas educativas y de descanso .Herbario de la Universidad de San Carlos de Guatemala, Ciudad de Guatemala. Fuente: Elaboración propia en Revit y Photoshop 2024.

ÁREAS EDUCATIVAS Y DE DESCANSO







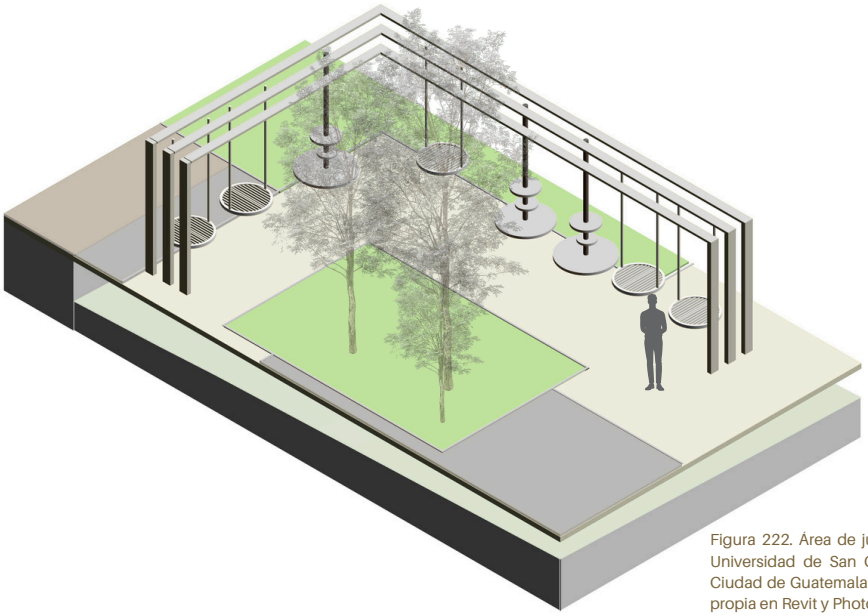
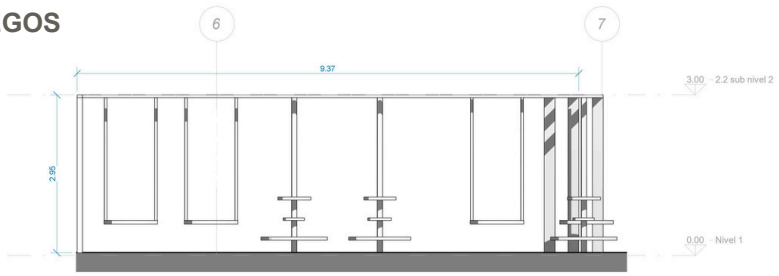
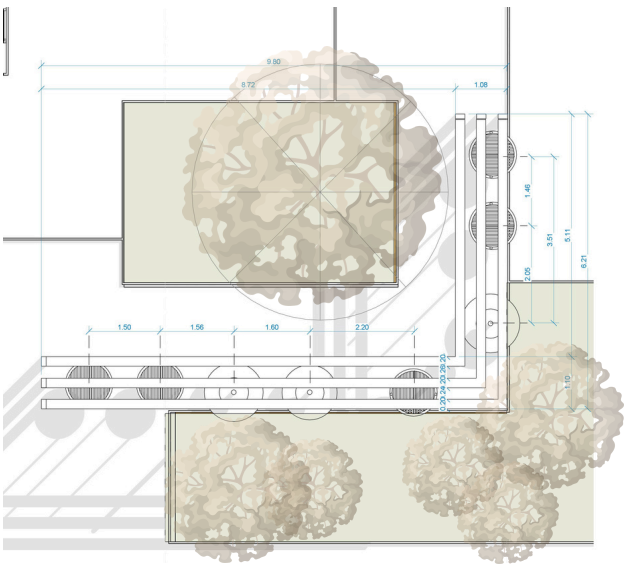


Figura 222. Área de juegos .Herbario de la Universidad de San Carlos de Guatemala, Ciudad de Guatemala . Fuente: Elaboración propia en Revit y Photoshop 2024

ÁREAS DE JUEGOS







5.8 FUNDAMENTOS FORMALES DE LA PROPUESTA ARQUITECTÓNICA

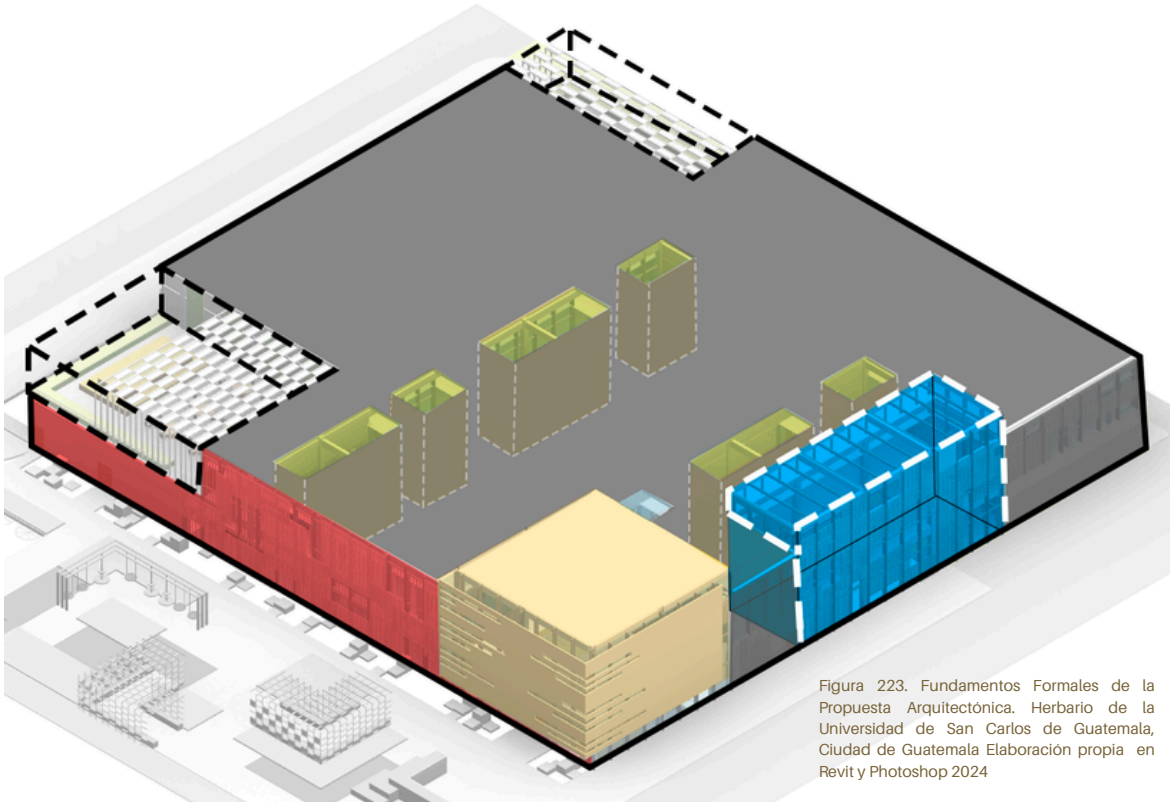


Figura 223. Fundamentos Formales de la Propuesta Arquitectónica. Herbario de la Universidad de San Carlos de Guatemala, Ciudad de Guatemala Elaboración propia en Revit y Photoshop 2024

Fachada principal
La composición de la fachada se organiza siguiendo la proporción áurea, principio que será desarrollado en páginas posteriores. Esta proporción ordena y equilibra las dimensiones del conjunto, otorgando armonía y coherencia visual al lenguaje arquitectónico del proyecto.

Penetrar
Se materializa a través de los pozos de luz que atraviesan verticalmente el edificio. Estas perforaciones permiten que la luz natural penetre hasta los niveles inferiores, generando dinamismo y reforzando la conexión entre los distintos estratos del proyecto.

Abrazar
Este concepto se representa mediante el módulo vertical de rampas, concebido como un elemento agregado que, sin embargo, se integra al cuerpo del edificio. En el recorrido interior, el espacio abraza al usuario, ofreciendo una sensación de amplitud, fluidez y comodidad.

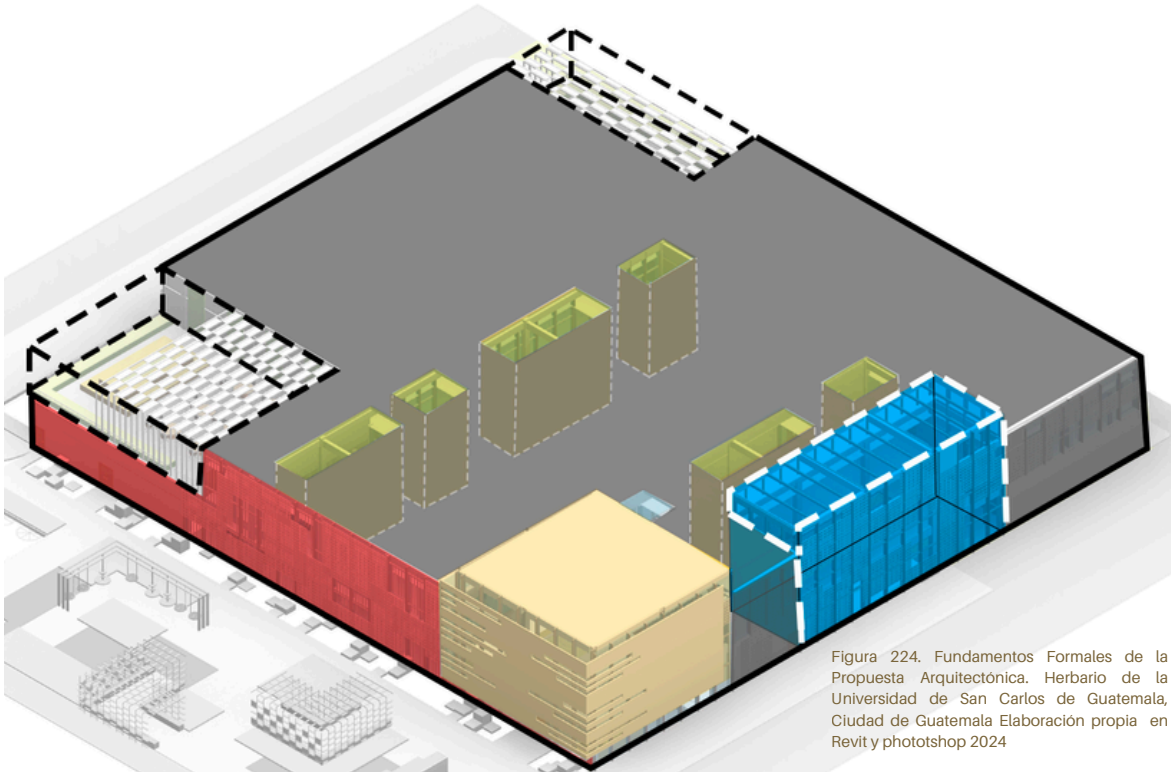


Figura 224. Fundamentos Formales de la Propuesta Arquitectónica. Herbario de la Universidad de San Carlos de Guatemala, Ciudad de Guatemala Elaboración propia en Revit y phototshop 2024

Carga

Para enfatizar el acceso principal, se trabajó con la ilusión óptica a través de una triple altura en el vestíbulo central. Este gesto se complementa con la doble piel que lo envuelve, la cual sobresale ligeramente del volumen principal, creando la percepción de que el resto de la estructura sostiene o “carga” este elemento.

Sustracción:

Este principio se manifiesta a través de las terrazas existentes, concebidas como espacios de convivencia con un contacto directo hacia la naturaleza adyacente. Se ubica una en el sector norte, vinculada al comedor principal del complejo, y otra en el área sur, protegida por la vegetación propuesta.

5.9 PORCENTAJES Y FASES

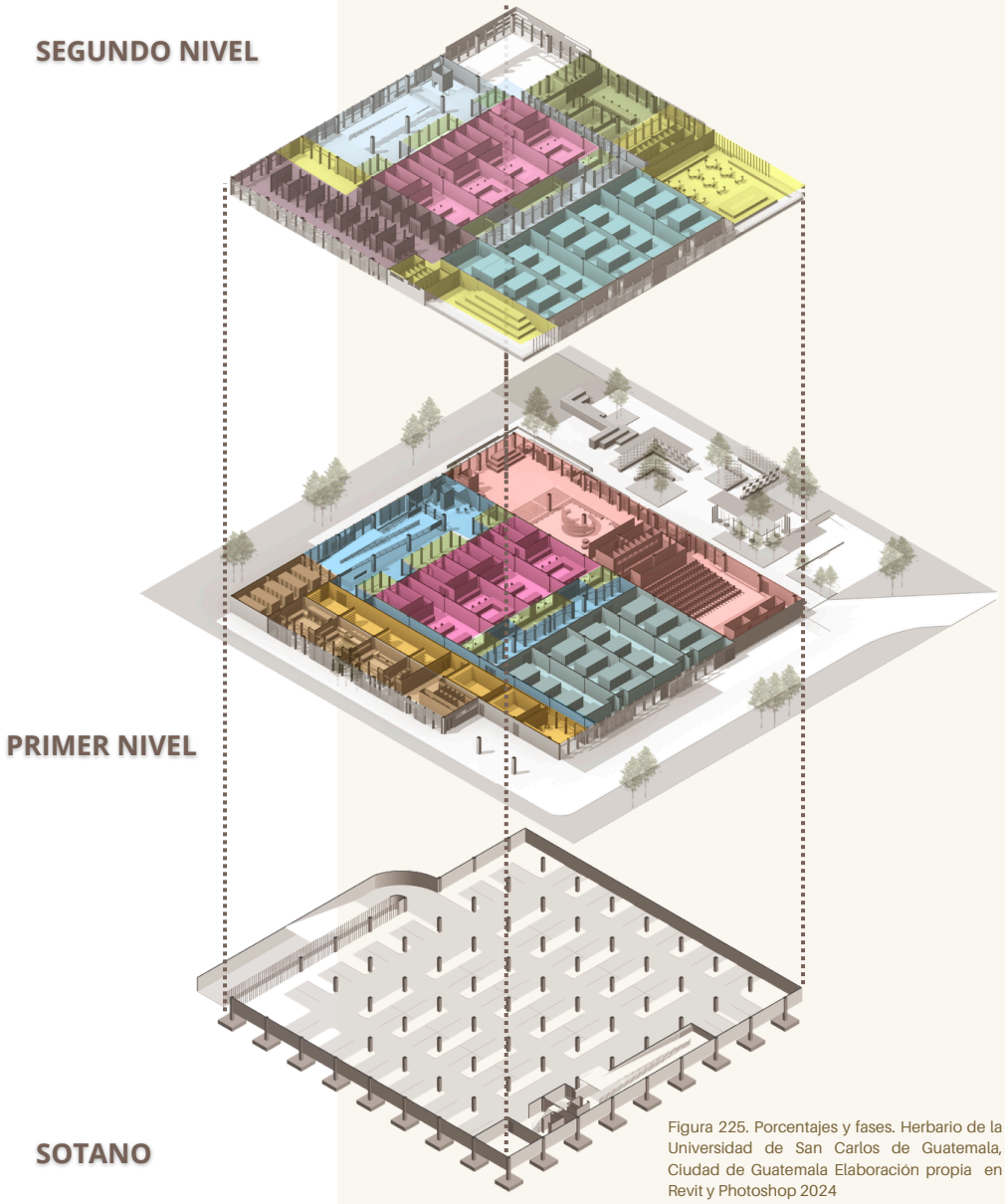
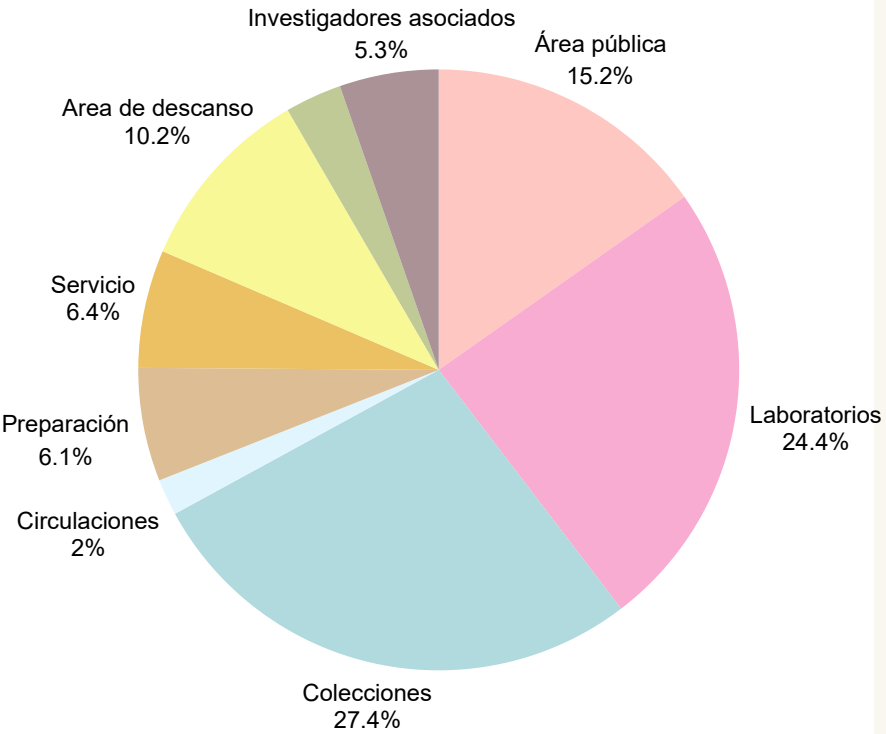


Figura 225. Porcentajes y fases. Herbario de la Universidad de San Carlos de Guatemala, Ciudad de Guatemala Elaboración propia en Revit y Photoshop 2024

Tabla 71. Programa arquitectónico- Fuente: Elaboración propia.

ÁREA	METRAJE CUADRADO
ÁREA PUBLICA	777.6 m2
ÁREA DE LABORATORIOS	1,244.16 m2
ÁREA DE COLECCIONES	1,399.68 m2
ÁREA DE SERVICIO	324 m2
ÁREA DE PREPARACIÓN	311.04 m2
ÁREA DE ADMINISTRACIÓN	155.52 m2
ÁREA DE INVESTIGADORES ASOCIADOS	272.16 m2
COMEDORES Y SERVICIOS SANITARIOS	518.4 m2
TOTAL DE METROS CUADRADOS EN USO = 5,002.56 METROS CUADRADOS DE CIRCULACIÓN= 1939.24 TOTAL DE METROS CUADROS EN EL COMPLEJO= 6,941.8 m2	



Grafica 6. Porcentaje de áreas- Herbario de la Universidad san carlos de Guatemala. Ciudad de Guatemala. Fuente: Elaboración propia.

El programa arquitectónico se desarrolla en tres niveles funcionales, organizados según las fases operativas y económicas del proyecto.

- Fase 1: Corresponde al primer nivel, donde se ubican las áreas públicas, laboratorios, colecciones, zonas de preparación y servicios generales. En el segundo nivel se contempla el área destinada a investigadores asociados y administración, garantizando una relación directa con las áreas técnicas y de conservación.

Fase 2: Corresponde a la ampliación del segundo nivel, donde se incorporarán los laboratorios de preparación y colecciones permanentes adicionales, según la proyección de crecimiento del volumen de especímenes.
El proyecto se desarrolla por fases para optimizar recursos y reducir costos iniciales, considerando que la cantidad de especímenes crecerá gradualmente. La estructura se organiza sobre una retícula modular de 7.20 × 7.20 m, basada en la proporción áurea, que permite flexibilidad y ampliaciones futuras.
Las colecciones constituyen el 27.4 % del programa arquitectónico y conforman el núcleo funcional del edificio, complementadas por laboratorios, áreas públicas, servicios, administración y zonas de descanso que garantizan su funcionamiento integral.

5.10 CAPACIDAD FUNCIONAL DEL HERBARIO

USUARIOS				
En laboratorios	----------	4.0M2 por persona	----------	128 investigadores operando simultaneamente en los laboratorios.
ESPECÍMENES				
Según mobiliario	----------	280 especímenes por mobiliario de 0.90 de ancho y 2.10 de alto, sabiendo que existirán 421,000 especímenes dentro de 50 años.	----------	200 armarios x sala de colección permanente que resguardará 56,000 esto multiplicado por 8 espacios de colección daría un estimado de una capacidad de 448,000 especímenes resguardados en el herbario.

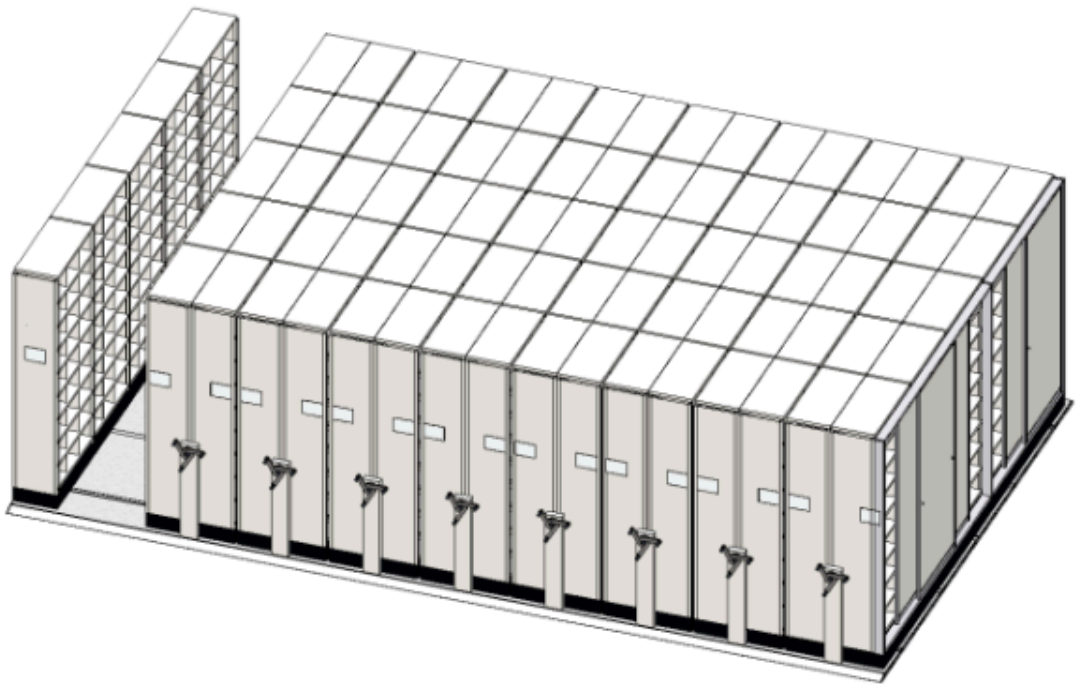


Figura 226. Estanterías móviles herbario. Cotización realizada por el Ing.. David Mendieta.

5.11 CONTORNO, EJE CENTRAL E INGRESOS

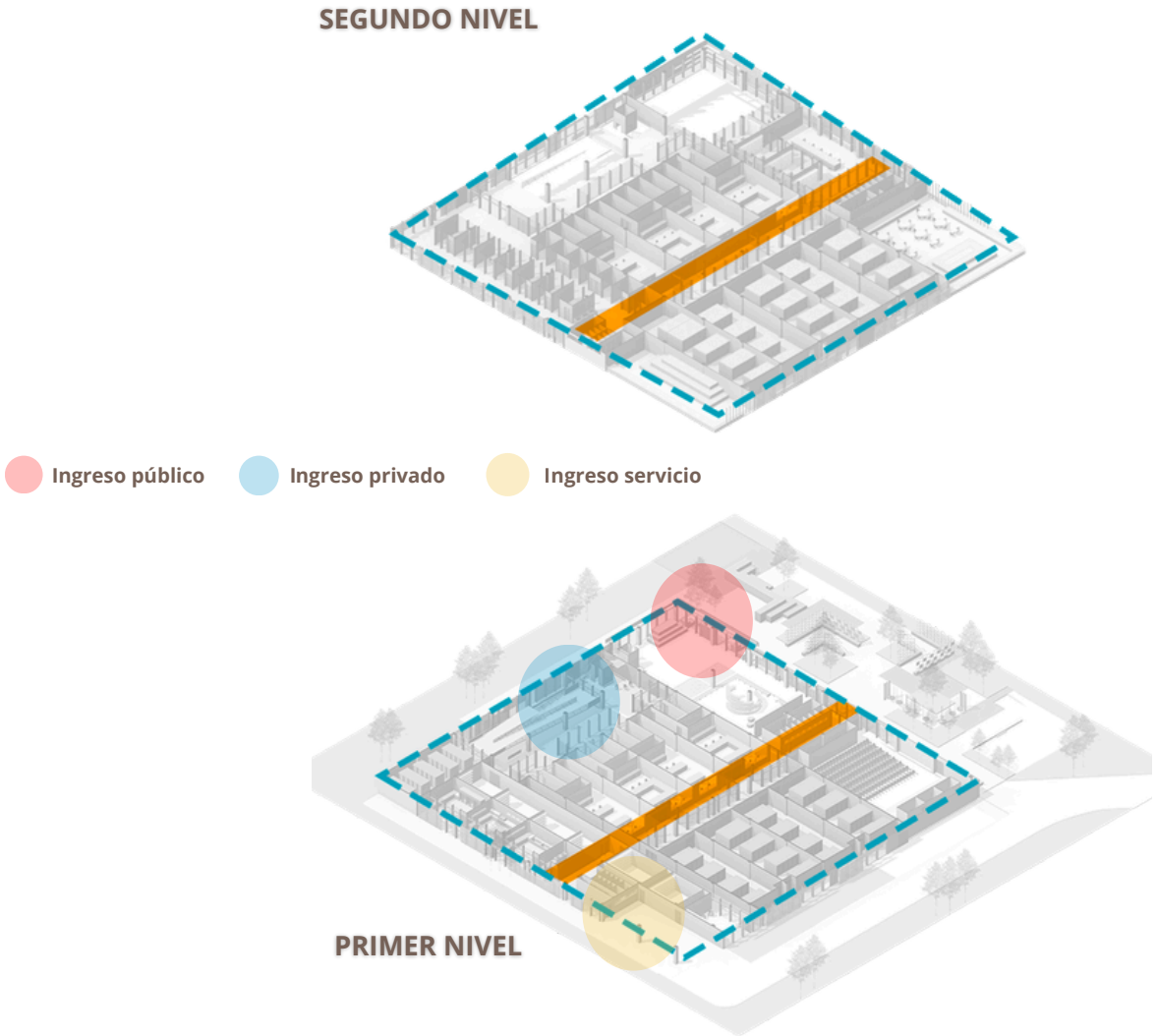


Figura 227. Contorno, Eje central e ingresos. Herbario de la Universidad de San Carlos de Guatemala, Ciudad de Guatemala Cotización realizada por el Ing. David Mendieta.

El eje principal del proyecto se sitúa estratégicamente entre el laboratorio y la colección, los espacios que concentran la mayor superficie y relevancia funcional dentro del complejo. Este eje no solo organiza la distribución espacial, sino que también estructura la lectura arquitectónica del edificio, marcando una línea de equilibrio entre las áreas técnicas y las de conservación. En las plantas arquitectónicas se evidencia cómo tanto los muros como los ejes secundarios se subordinan a esta directriz, reforzando la coherencia compositiva del conjunto. A lo largo de este eje se desarrolla el pasillo principal, un espacio de transición y conexión que articula los dos núcleos más importantes de la infraestructura, permitiendo la comunicación fluida y el control funcional entre ellos.

5.12 CIRCULACIONES

SEGUNDO NIVEL

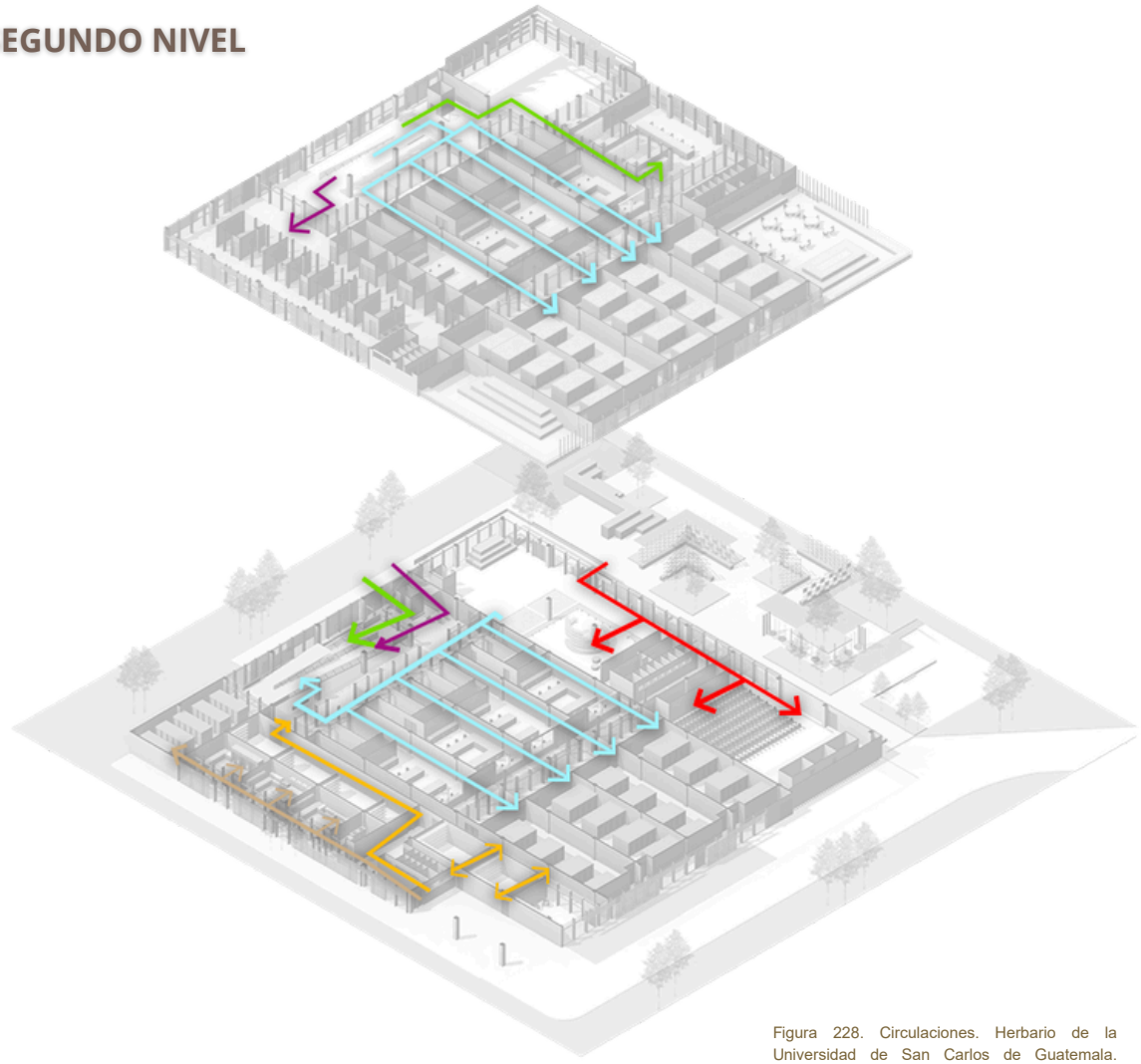


Figura 228. Circulaciones. Herbario de la Universidad de San Carlos de Guatemala. Fuente: Cotización realizada por el ing. David Mendieta.

PRIMER NIVEL

El complejo se organiza mediante cinco tipos de circulación, definidas según el tipo de usuario y el nivel de acceso, garantizando un flujo eficiente, seguro y controlado entre las distintas áreas del herbario.

1. Personal permanente: Corresponde a los investigadores encargados de las colecciones, quienes utilizan las áreas de laboratorios, colecciones permanentes, sanitarios y comedor. Su circulación es interna y restringida, evitando la interferencia con visitantes o personal externo.

CIRCULACIONES

2. Circulación pública: Destinada a visitantes y usuarios externos, con acceso únicamente a vestíbulo, biblioteca, servicios sanitarios y auditorio (con capacidad para 100 personas). Este recorrido mantiene control de acceso y seguridad, sin conexión con las zonas técnicas.

3. Investigadores asociados:
Representados en planos con línea morada, ingresan por un vestíbulo privado que conduce directamente al segundo nivel, donde se ubican los espacios de investigación complementaria.

4. Administración: El personal administrativo accede por el vestíbulo privado, con circulación directa hacia las oficinas de administración, ubicadas en el segundo nivel, sector norte.

5. Servicio: El personal de servicio accede por el vestíbulo y pasillo de servicio, desde donde se distribuyen a las bodegas, sanitarios y áreas técnicas. Este ingreso permite el abastecimiento, mantenimiento y limpieza del edificio sin interferir con las circulaciones públicas o académicas.

6. Preparación: El personal de preparación, posiblemente el mismo que opera en los laboratorios, ingresa por el vestíbulo de servicio, con acceso peatonal o vehicular según la actividad. Este recorrido conecta directamente con las áreas de lavado, secado y congelamiento de especímenes, mediante un pasillo técnico (pasillo fantasma) que asegura la transición limpia y controlada del material biológico hacia las colecciones en transición.

5.13 MÓDULO Y SUBMÓDULO

Módulo: formas idénticas o similares entre sí que aparecen más de una vez en el diseño y que tienden a unificar el diseño. [101]

El proyecto adopta un módulo de 7.20 × 7.20 m con el fin de mantener la coherencia con la modulación existente en los edificios adyacentes y, al mismo tiempo, asegurar una adecuada adaptación a los estándares dimensionales requeridos para laboratorios, cuartos de colecciones y demás áreas especializadas, la estructura contiene esta misma modulación.

Submódulo: cuando un módulo esta compuesto por elementos más pequeños, que son utilizados en repetición. El módulo de 7.20 × 7.20 m se subdivide en dos, y en ciertos casos hasta en cuatro partes iguales, permitiendo generar espacios de menor escala ,como oficinas, sanitarios, bodegas, pasillos y áreas complementarias, que requieren dimensiones más contenidas y una organización espacial más eficiente

5.14 PROPORCIÓN AUREA Y REJILLA DE MODULACIÓN

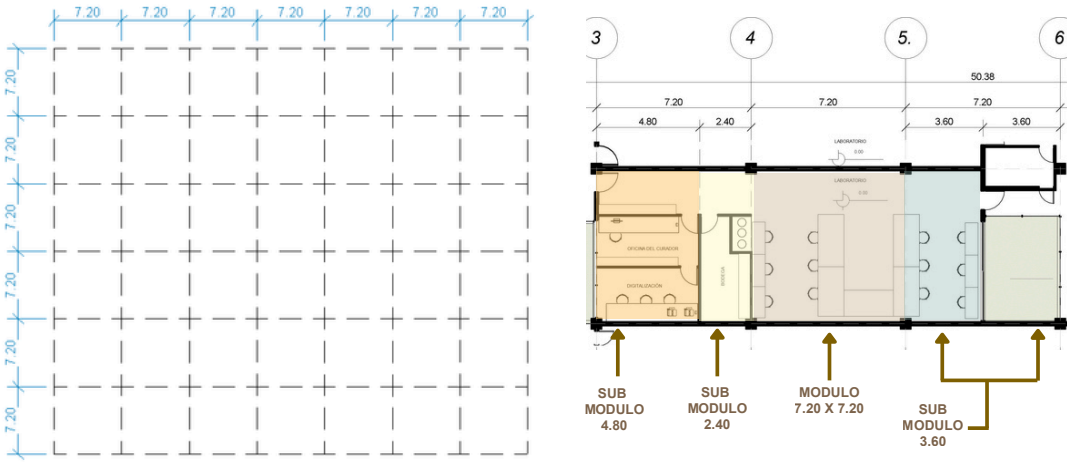


Figura 229. Proporción aúrea y modulo. Herbario de la Universidad de San Carlos de Guatemala Elaboración propia, photoshop 2025

101 ¿QUÉ ES MÓDULO , SUBMÓDULO Y SUPERMÓDULO ?. Comunicación visual y dibujo. (2025). Webnode.com.uy. https://comunicacionn-visual-y-dibujo.webnode.com.uy/news/que-es-modulo-submodulo-y-supermodulo-/

PROPORCIÓN AUREA Y REJILLA DE MODULACIÓN

Número áureo, también llamado número de oro, número de Dios, razón extrema y media, razón dorada, media áurea, proporción áurea, divina proporción, es un número irracional, representado por la letra griega φ (phi) (en minúscula) o Φ (Phi) (en mayúscula) en honor al escultor griego Fidias.

Su valor numérico, mediante radicales o decimales es [102]

$$\varphi = \frac{1+\sqrt{5}}{2} = \sqrt[3]{2+\sqrt{5}} \approx 1,618\,033\,988\,749\,894\ldots$$

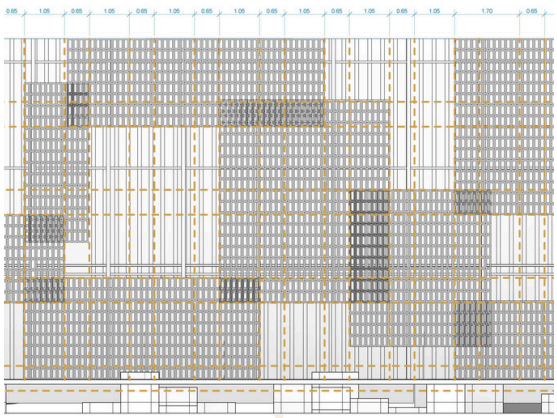


Figura 231. Fachada modulada. Herbario de la universidad de san carlos de Guatemala

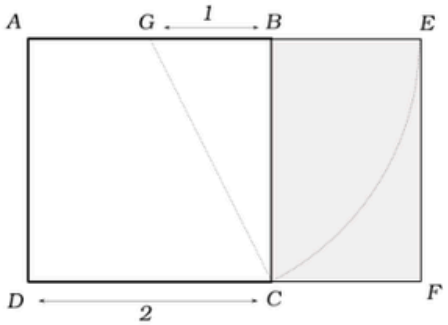


Figura 230. Proporción aurea. de, C. (2003, April 2). número algebraico irracional. Wikipedia.org; Wikimedia Foundation, Inc. https://es.wikipedia.org/wiki/N%C3%BAmero_%C3%A1ureo

Las dimensiones 0.65 m y 1.05 m establecen entre sí una relación de 1.615, valor prácticamente equivalente a la proporción áurea (φ = 1.618). Esta cercanía permite considerarlas como submódulos armónicos dentro de la composición arquitectónica, ya que reproducen la relación entre una parte mayor y una menor según el principio áureo. Al incorporar medidas basadas en esta proporción, el proyecto adquiere equilibrio, jerarquía y coherencia geométrica, reforzando la armonía visual del sistema modular propuesto.



Figura 232. Fachada principal. Fachada modulada. Herbario de la Universidad de San Carlos de Guatemala. Fuente: Elaboración propia

102 de, C. (2003, April 2). número algebraico irracional. Wikipedia.org; Wikimedia Foundation, Inc. https://es.wikipedia.org/wiki/N%C3%BAmero_%C3%A1ureo

5.15 MATERIALES Y MURALES



Figura 233. Pintura Carlos Mérida: Carlos Mérida, su legado y trascendencia a 40 años de su partida. (2025, November 9). Epinvestiga.com. https://epinvestiga.com/dominical/carlos-merida-su-legado-y-trascendencia-a-40-anos-de-su-partida/

En la fachada principal se encuentra un mural del artista Carlos Mérida Glorificación al quetzal de 1956. Su incorporación responde a que los arquitectos responsables del proyecto de la Universidad de San Carlos de Guatemala también participaron en el diseño de la Ciudad Financiera, ubicada en la zona 1 de la capital.

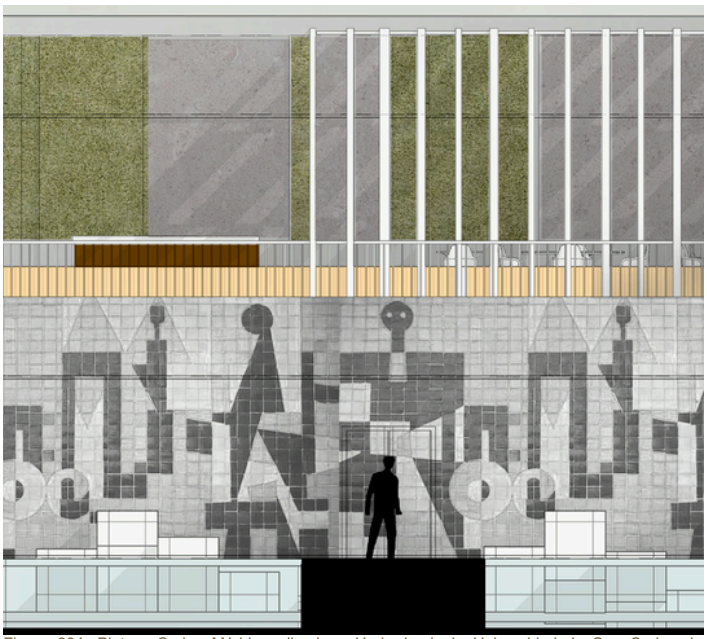


Figura 234. Pintura Carlos Mérida aplicada a Herbario de la Universidad de San Carlos de Guatemala. Carlos Mérida, su legado y trascendencia a 40 años de su partida. (2025, November 9). Epinvestiga.com. https://epinvestiga.com/dominical/carlos-merida-su-legado-y-trascendencia-a-40-anos-de-su-partida/

Considerando que en dicho complejo existen diversas obras de Mérida, se decidió integrar un mural del mismo autor en la universidad, como un gesto de continuidad estética y conceptual entre ambos proyectos, este mismo mural también tiene función de fuente cabe a destacar

Concreto fundido visto

El concreto visto es un acabado que deja la superficie del concreto expuesta sin revestimientos, mostrando su textura y la marca del encofrado. Se trata de una tendencia arquitectónica que resalta la belleza natural del material, requiriendo un cuidado especial en el proceso de construcción, desde la selección de encofrados hasta la mezcla y el acabado final para lograr la estética deseada. [103]

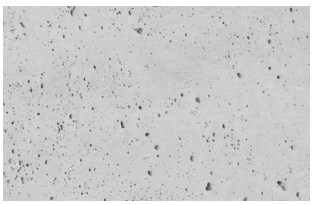


Figura 235. Concreto fundido visto: CONCRETO. (2019). Pinterest. https://es.pinterest.com/pin/33354853485561116/

Jardín vertical

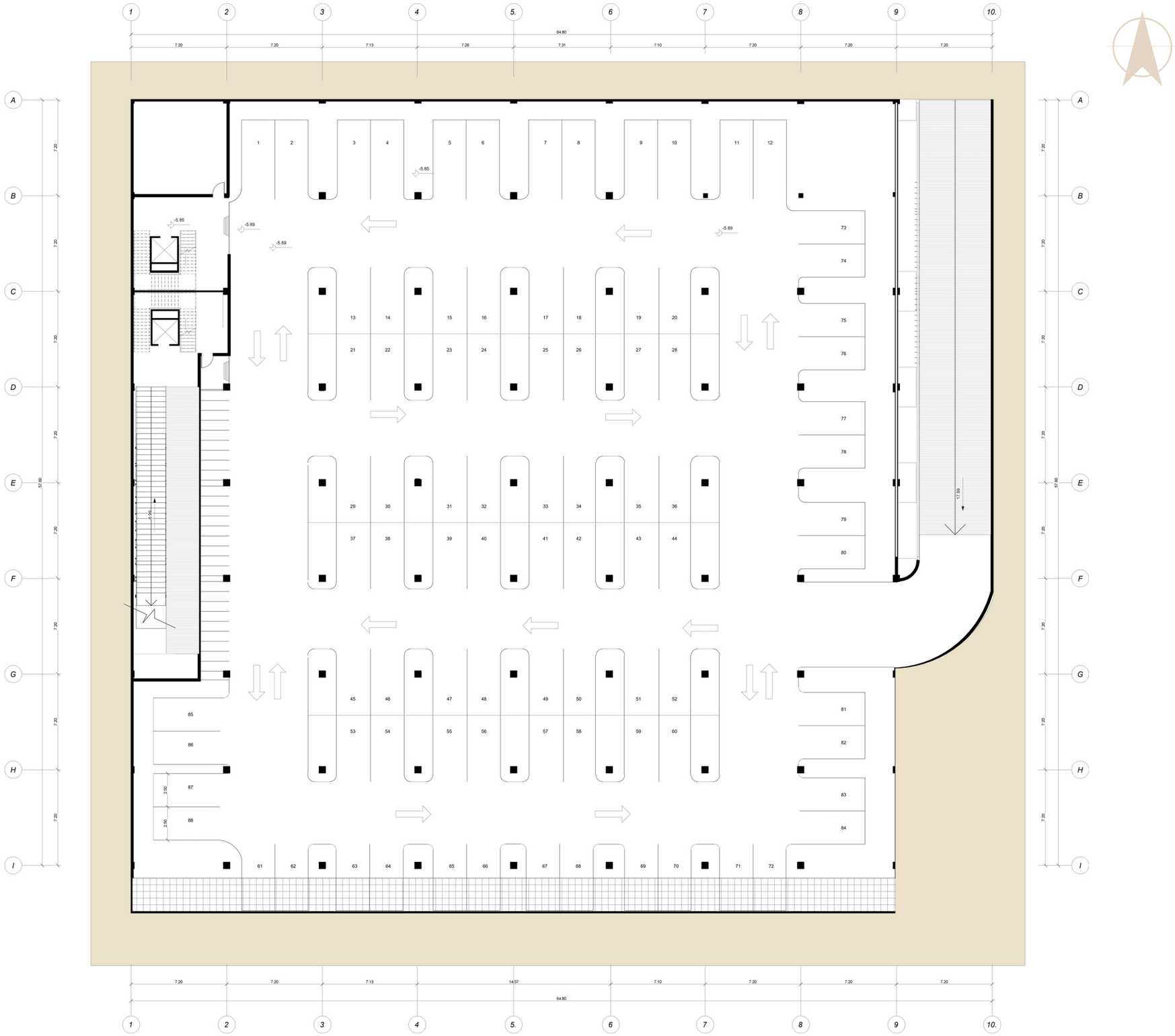
Es una instalación vertical cubierta de plantas de diversas especies que son cultivadas en una estructura especial dando la apariencia de ser un jardín pero en vertical, de ahí que también se le conozca como jardín vertical. Las plantas se enraízan en compartimientos entre dos láminas de material fibroso anclado a la pared. [104]



Figura 236. Jarín Vertical: Vertical Garden Vector. (2019). Pinterest. https://es.pinterest.com/pin/4433299629396591/

103 Cosquiere, Rafael. 2021. “Hormigón Visto: ¿Qué Es? Ventajas Y Dónde Se Utiliza | Becosan.” BECOSAN®. June 4, 2021. https://www.becosan.com/es/hormigon-visto/.

104 “Jardines Verticales ✅ Guía Para Descubrir Todo Sobre Los Muros Verdes.” 2024. SingularGreen. August 7, 2024. https://www.singulargreen.com/jardines-verticales/.



228

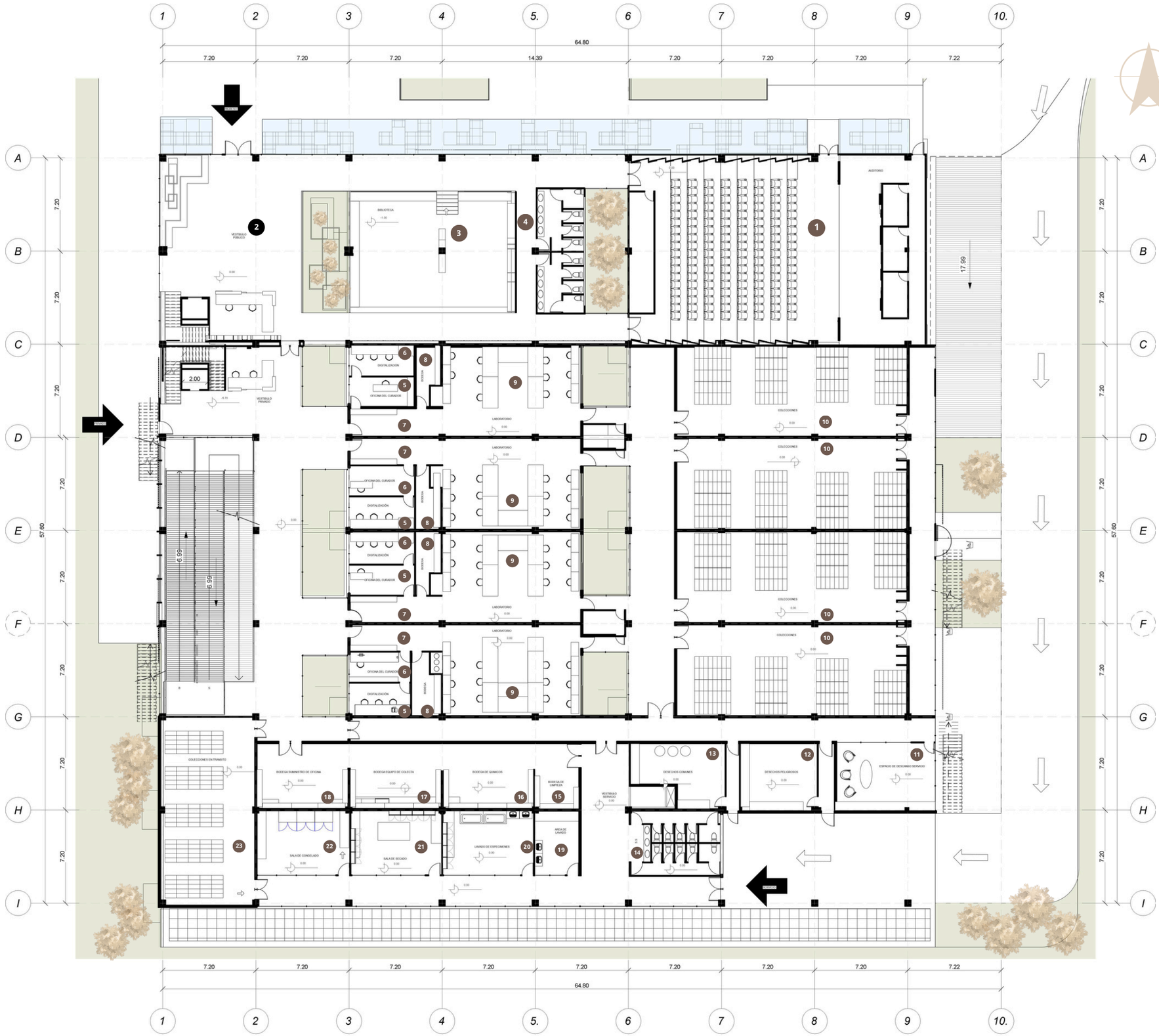
5.16 ESTACIONAMIENTOS

PROGRAMA ARQUITECTÓNICO 1ER NIV

ESC 1/300

Espacio	m2 x área	1 plaza x cada m2	Total de parqueos x área
Oficinas	985 m2	35m2	28
Biblioteca	121.40 m2	50 m2	3
Almacenamiento	1429m2	200 m2	8
Publico	708.53 m2	24 m2	30
TOTAL			69 parqueos

El cálculo según el DDE establece que el edificio debe contar con 69 parqueos; sin embargo, actualmente dispone de 88 espacios de estacionamiento



229

5.17 PLANTA PRIMER Y SEGUNDO NIVEL

PROGRAMA ARQUITECTÓNICO 1ER NIV

ESC 1/300

ÁREA PUBLICA	
No.	Ambientes
1	Auditorio
2	Vestibulo principal
3	Biblioteca
4	S.s Damas y Caballeros
AREA DE LABORATORIOS	
No.	Ambientes
5	Oficina del curador
6	Digitalización
7	Oficina del curador
8	Bodega
9	Laboratorio
ÁREA DE COLECCIONES	
No.	Ambientes
10	Colecciones
ÁREA DE SERVICIO	
11	Espacio de descanso y servicio
12	Desechos peligrosos
13	Desechos comunes
14	S.s Damas y Caballeros
15	Bodega de limpieza
16	Bodega equipo de colecta
17	Bodega suministro de oficina
18	Bodega de quimicos
19	Area de lavado
AREA DE PREPARACIÓN	
20	Lavado de especimenes
21	Sala de secado
22	Sla de congelado
23	Colecciones en transito

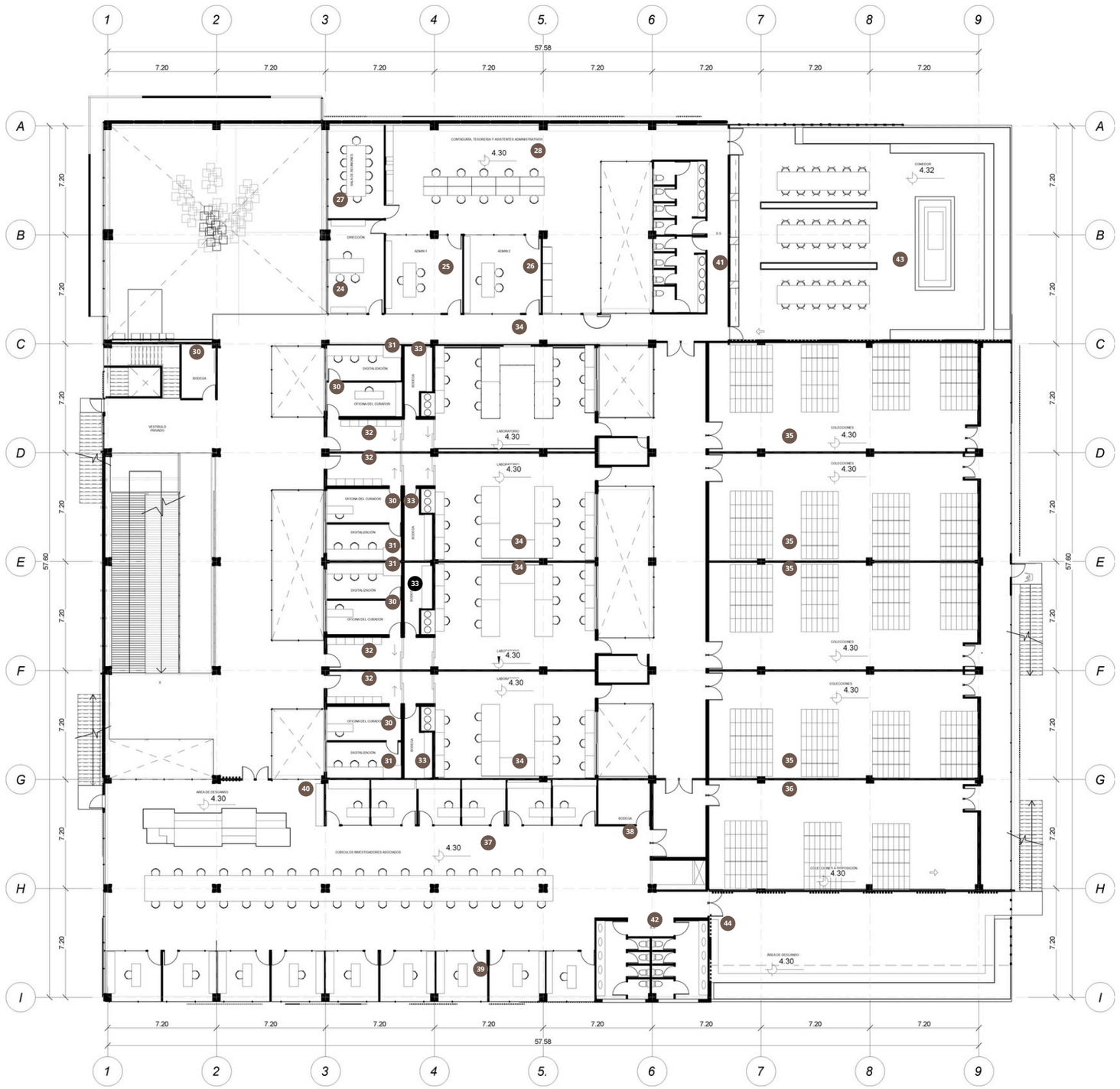
Escala gráfica

0 1 2 3 4 5

5.17 PLANTA PRIMER Y SEGUNDO NIVEL

PROGRAMA ARQUITECTÓNICO 2DO NIV

ESC 1/300



ÁREA ADMINISTRATIVA

No	Ambientes
24	Dirección General
25	Administración 1
26	Administración 2
27	Sala de reuniones
28	Contaduria, tesoreria y asistentes administrativos

AREA DE LABORATORIOS

No	Ambientes
29	Bodega general
30	Oficina del curador
31	Digitalización
32	Casilleros
33	Bodega
34	Laboratorio

COLECCIONES

35	Colecciones permanentes
36	Colecciones en transito

ÁREA DE INVESTIGADORES ASOCIADOS

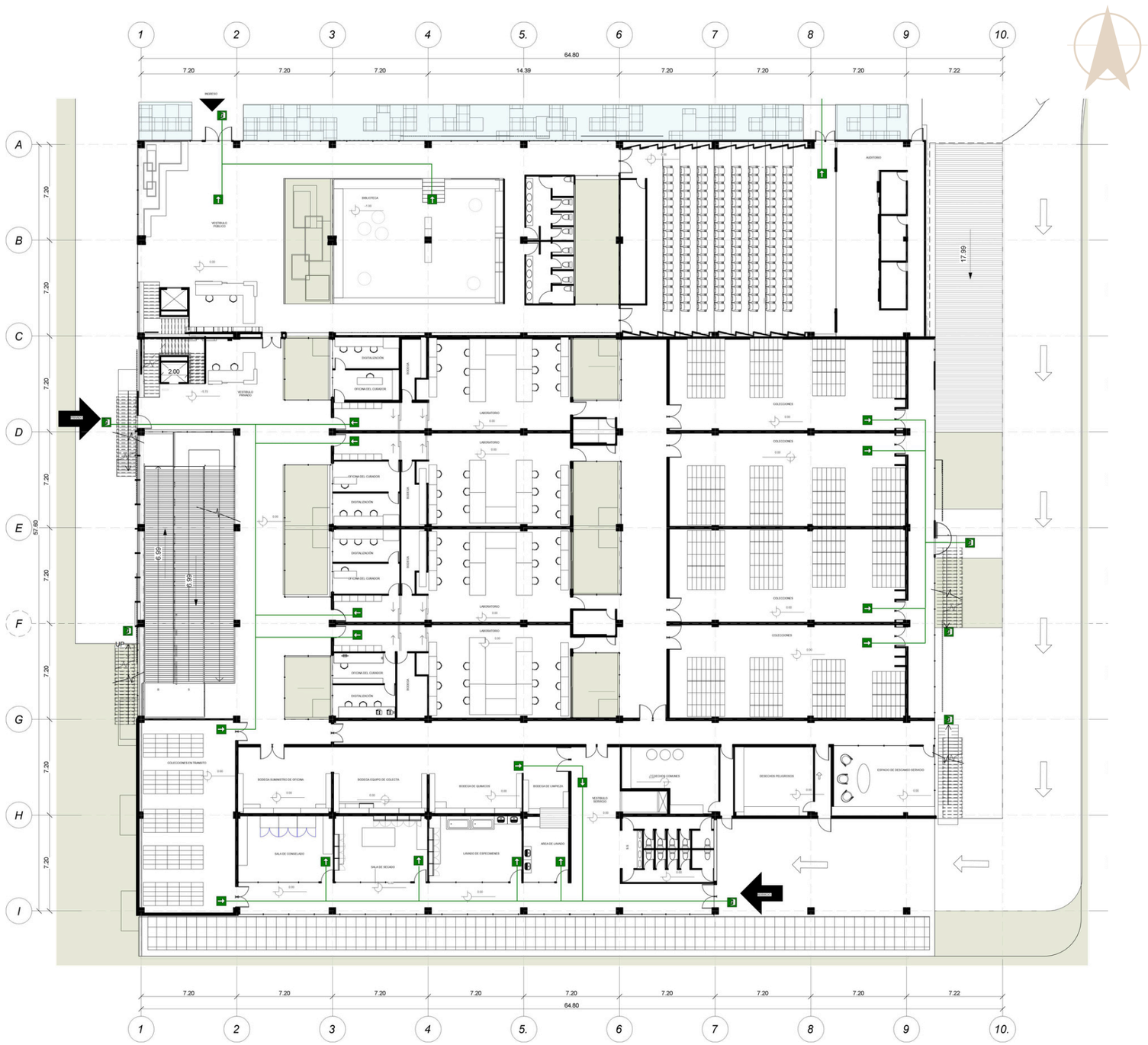
37	Cubiculos de investigadores asociados
38	Bodega
39	Area de trabajo
40	Área de descanso

COMEDOR Y SERVICIOS SANITARIOS

41	S.s admin y labs
42	S.s Investigadores asociados
43	Comedor admin y labos
44	Comedor investigadores asociados

Escala gráfica

0 1 2 3 4 5



5.18 SALIDAS DE EMERGENCIA

El diseño se basa en la Norma de Reducción de Desastres número 2 (NRD-2) de la Coordinadora Nacional para la Reducción de Desastres (CONRED), la cual establece los requisitos mínimos de seguridad que deben observarse en las rutas de evacuación y salidas de emergencia para edificaciones de uso público, con el objetivo de proteger a las personas ante eventos naturales o provocado

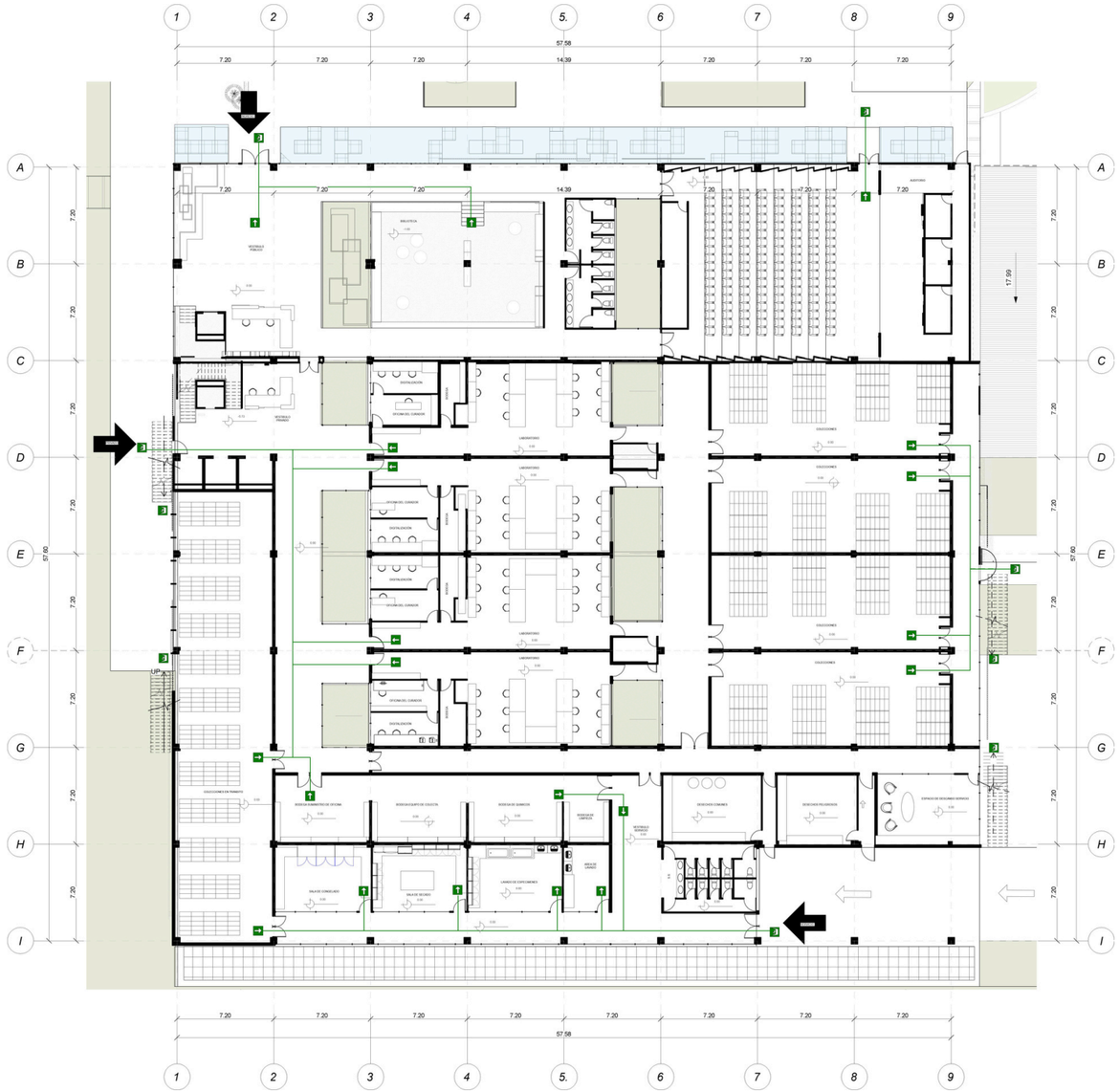
Escala gráfica

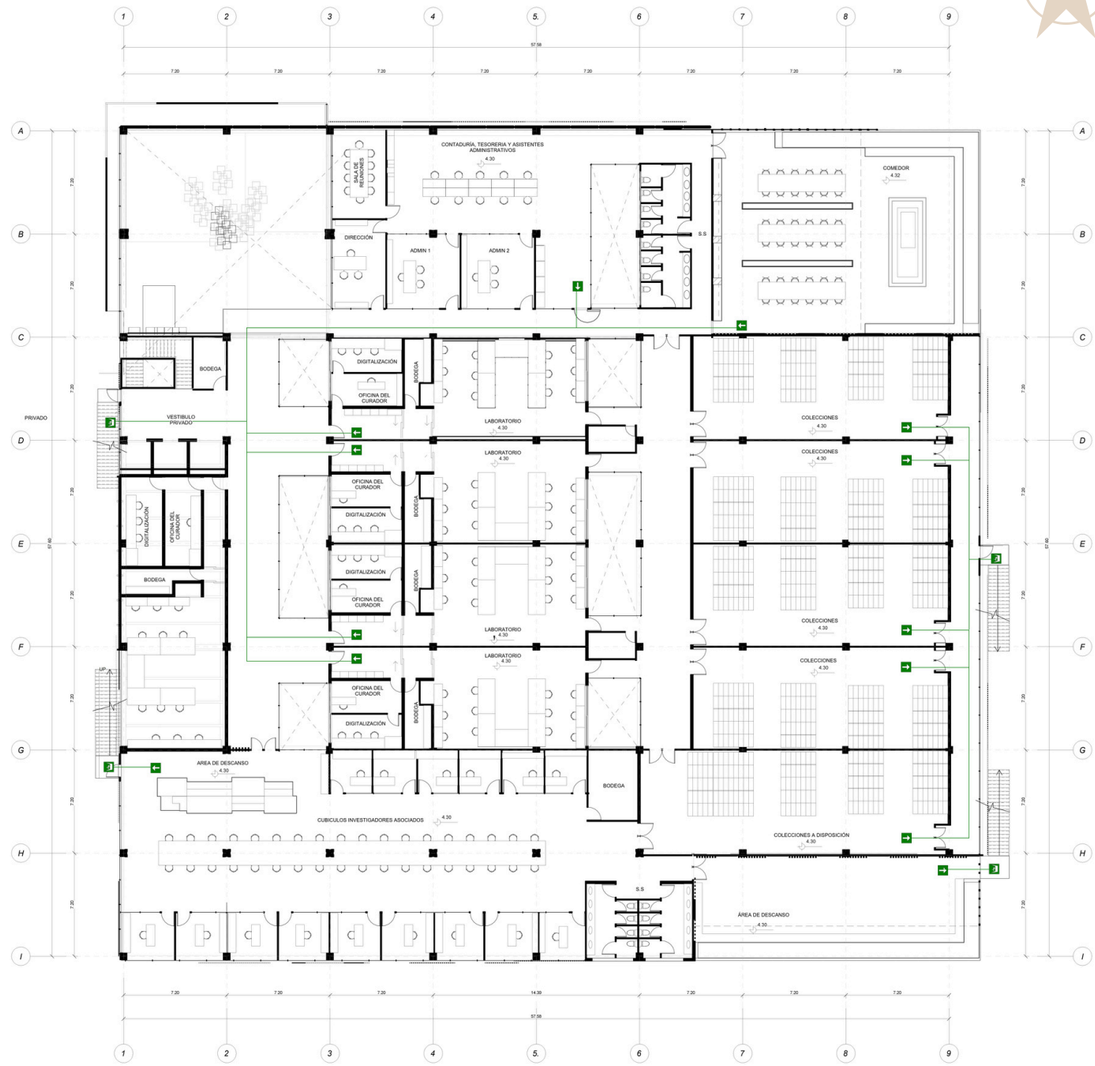


5.18 SALIDAS DE EMERGENCIA

Adicionalmente, en los laterales del edificio se incorporaron dos escaleras de emergencia alineadas con la volumetría del proyecto, las cuales conducen a los usuarios hacia áreas verdes y zonas seguras exteriores, garantizando una evacuación eficiente y conforme a los criterios de seguridad exigidos por la NRD-2.

Escala gráfica

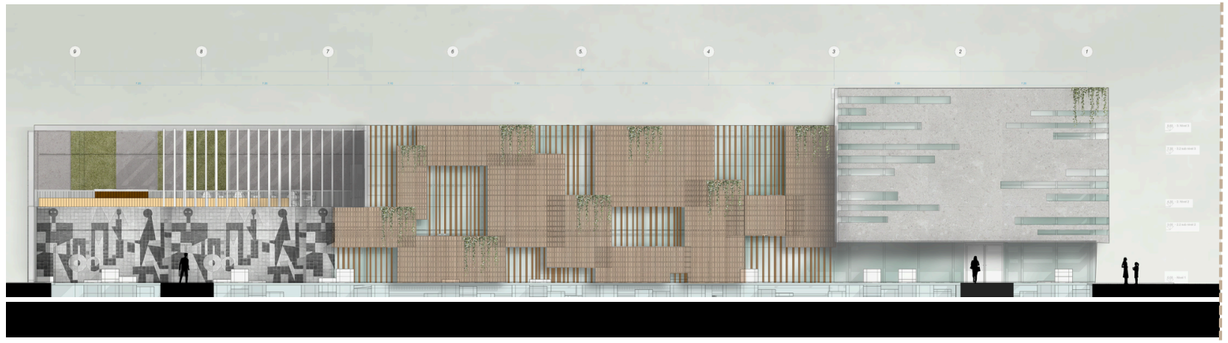




5.19 PROPUESTA AUXILIAR

Como segunda propuesta, se tomó la decisión de eliminar el área de rampa y sustituirla por tres montacargas, optimizando así la circulación vertical del edificio. Asimismo, el primer nivel se reorganiza para destinarse principalmente a áreas de colecciones en transito, mientras que el segundo nivel se asigna a laboratorios especializados.
Esta reconfiguración responde a la necesidad de incrementar la capacidad de resguardo, conservación y manejo de especímenes botánicos, permitiendo ampliar de manera significativa la contención del patrimonio vegetal del país, en concordancia con los requerimientos actuales y futuros del herbario.

5.20 FACHADAS



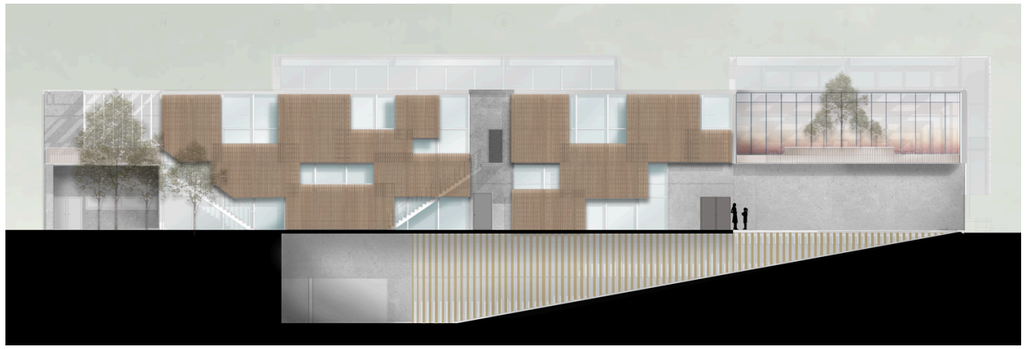
FACHADA NORTE-ESTE - ESC 350



FACHADA NORTE-ESTE - ESC 350

Escala gráfica

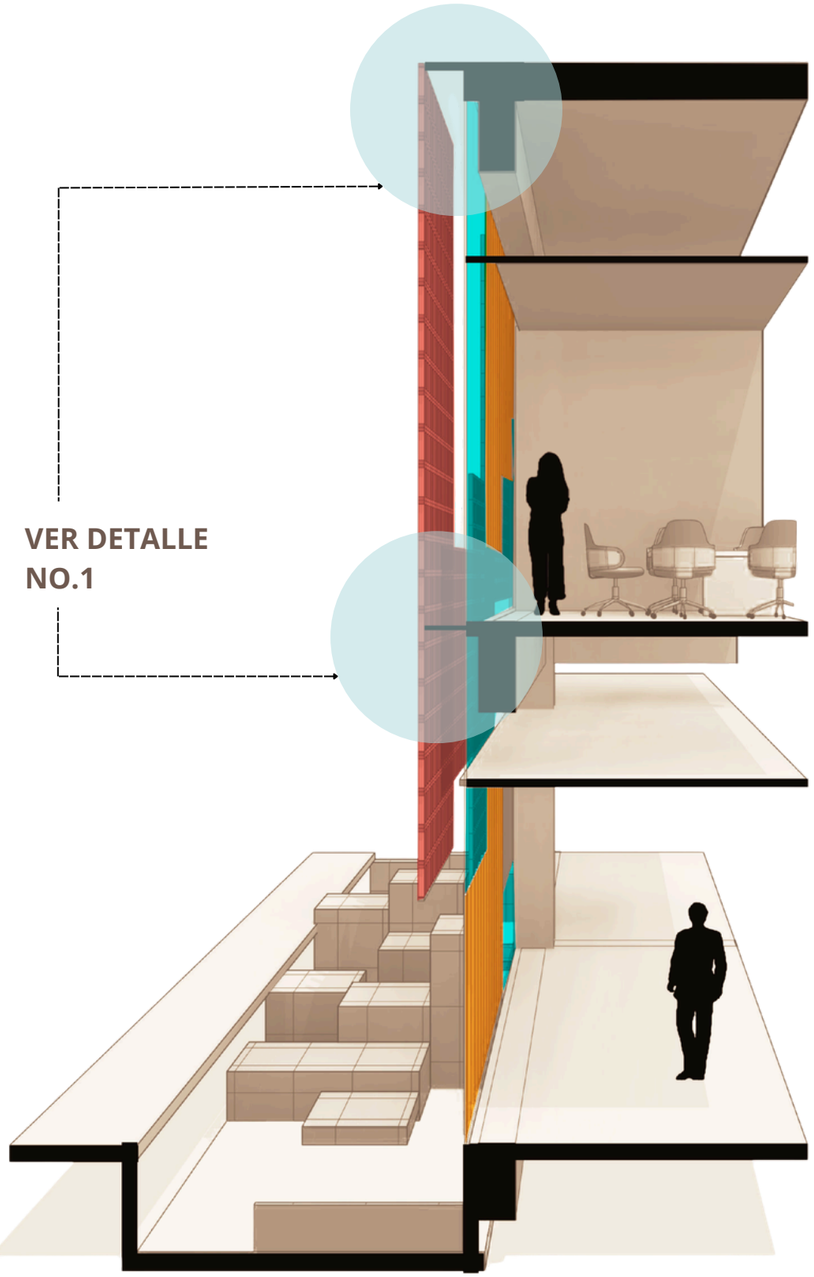
0 5 10

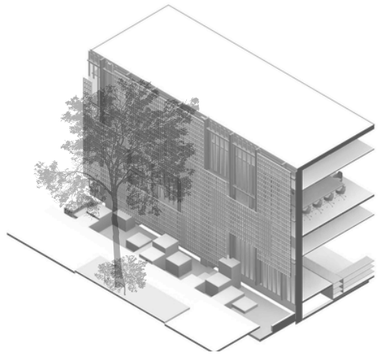


FACHADA NORTE-ESTE ESC 350

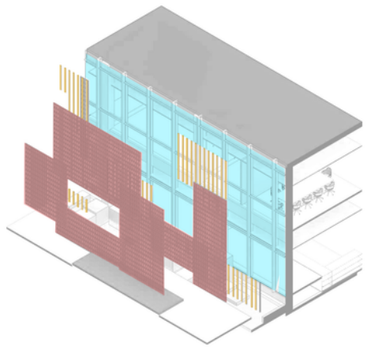


FACHADA NORTE-ESTE - ESC 350

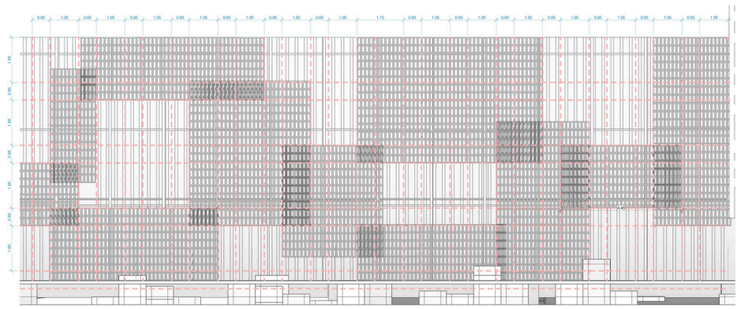




ISOMETRICO FACHADA VISTA SIMPLE

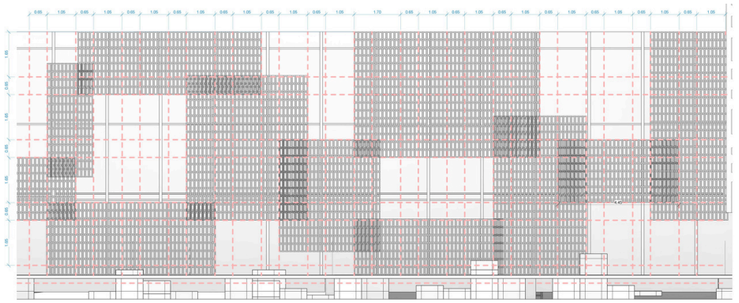


ISOMÉTRICO EXPLOTADO DE FACHADA



FACHADA SUR - OESTE

Se incluyen paletones de aluminio con perfil de 5 x 5 cm, recubiertos con pintura anticorrosiva en color beige, destinados a mejorar y controlar la incidencia de radiación solar directa sobre la fachada.



FACHADA NORTE-ESTE

Con el fin de optimizar costos, se prescinde de la instalación de paletones en la fachada norte, dado que, según los estudios de soleamiento previamente realizados, dicha orientación no requiere un control riguroso de la radiación solar directa.



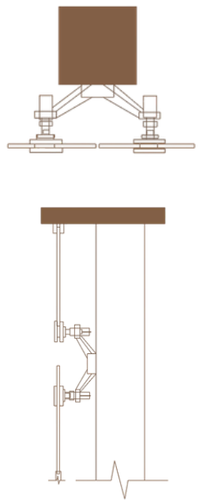
paletones de aluminio con perfil de 5 x 5 cm, recubiertos con pintura anticorrosiva en color beige



Celosia de aluminio cuadricula color gris con aberturas de 10 x 10 cm

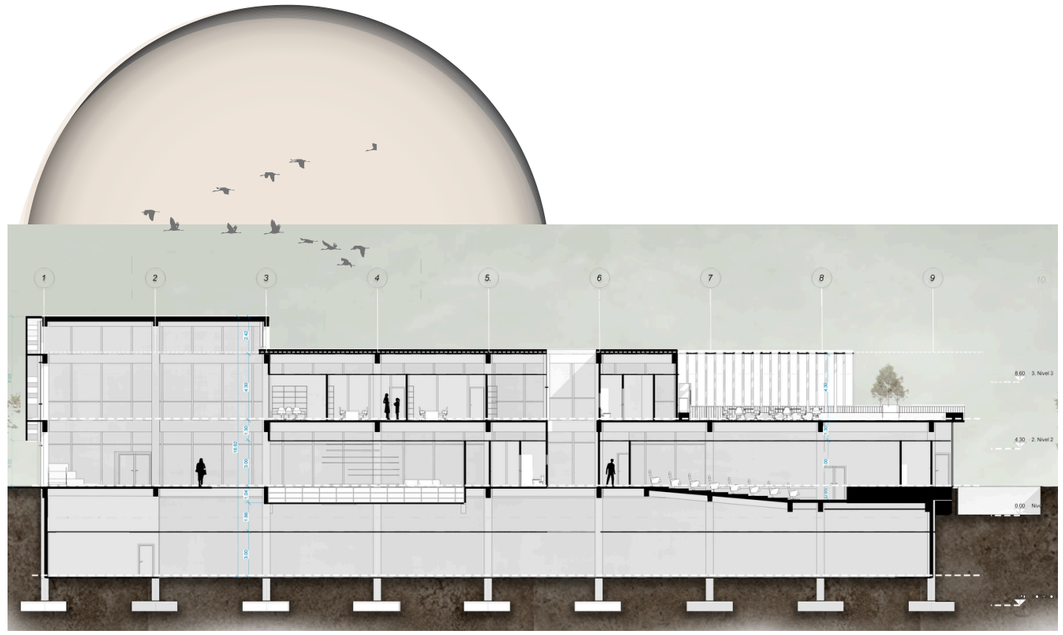


Muro cortina de aluminio y vidrio templado, anclado a la estructura mediante perfiles y herrajes ocultos.

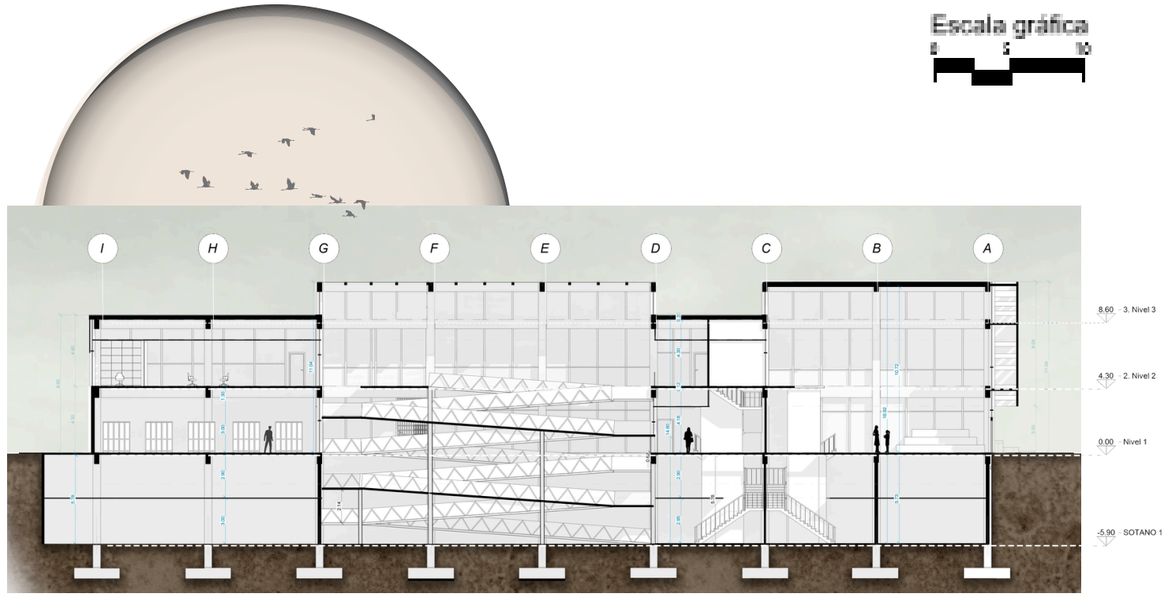


DETALLE NO.1

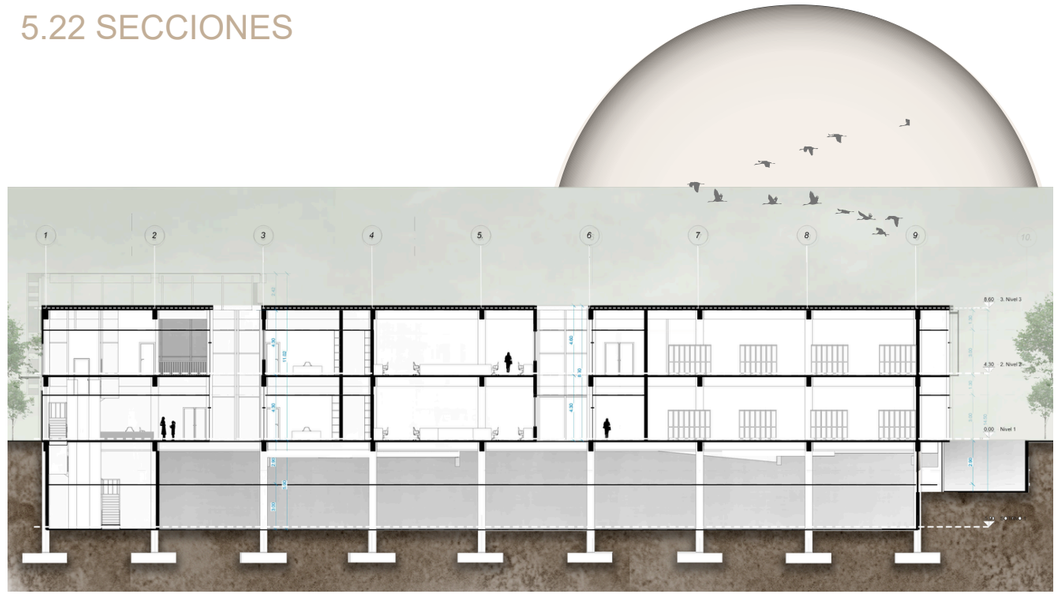
Anclaje puntual tipo “spider fitting” para muro cortina de vidrio, fijado a la estructura mediante pernos y placas de acero inoxidable. El sistema transmite cargas de viento y peso propio a través de brazos articulados, con rótulas y empaques de neopreno que permiten tolerancias y movimientos diferenciales. Proporciona una fachada continua, ligera y de acabado transparente.



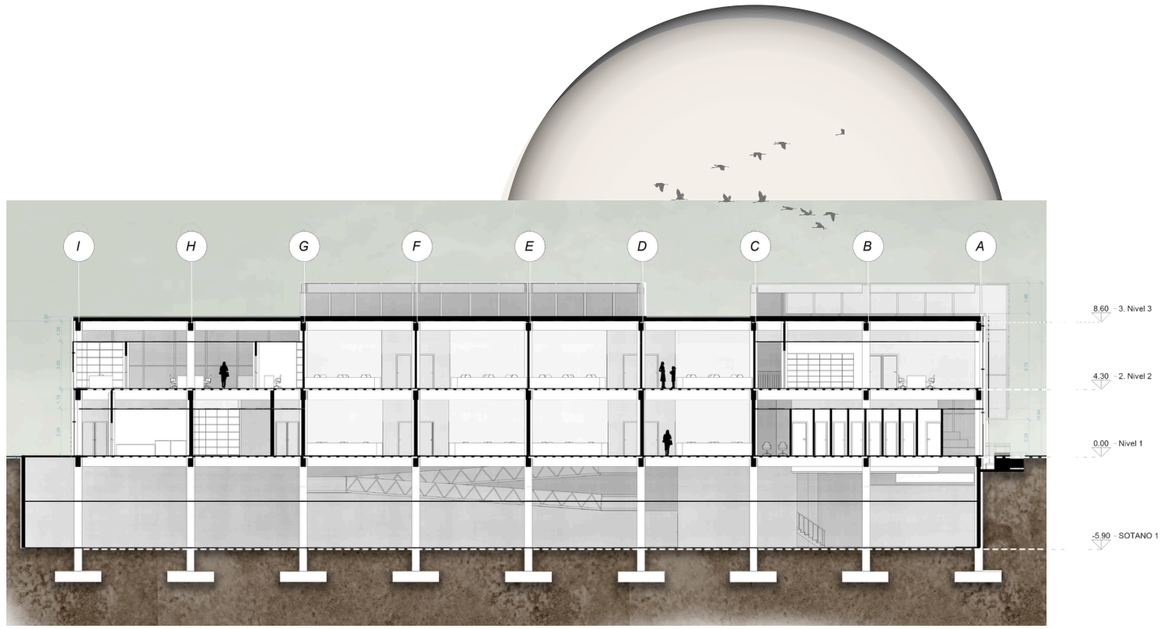
FACHADA NORTE-ESTE - ESC 350



FACHADA NORTE-ESTE - ESC 350



FACHADA NORTE-ESTE - ESC 350



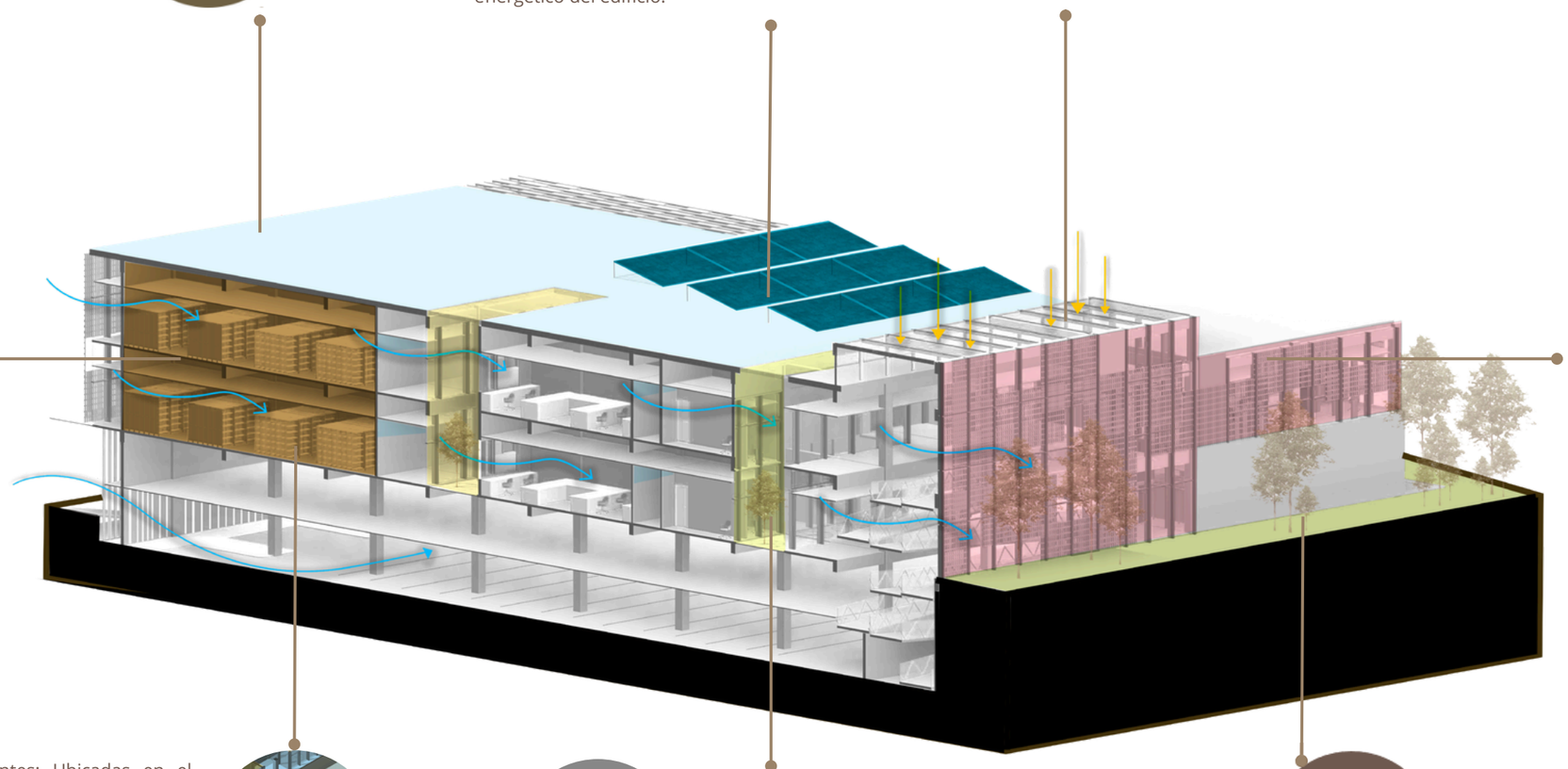
FACHADA NORTE-ESTE - ESC 350

5.23 PROPUESTA AMBIENTAL

Captación de agua: La cubierta del edificio se utiliza para la recolección de agua de lluvia, la cual será almacenada y destinada principalmente para el mantenimiento de las áreas verdes y jardines, promoviendo el uso eficiente de los recursos hídricos y reduciendo el consumo de agua potable.

Paneles solares: Instalados en la cubierta para recibir radiación solar directa, contribuyendo a la generación de energía limpia y al ahorro energético del edificio.

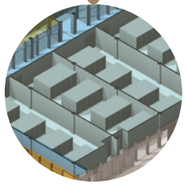
Iluminación en circulaciones verticales: Se generó una volumetría mayor en los accesos para permitir la entrada de luz natural directa a lo largo de todo el recorrido, creando espacios más acogedores y bien iluminados.

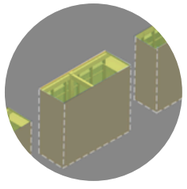


Ventilación cruzada: Diseñada para optimizar la ventilación natural en todo el edificio, favoreciendo la renovación de aire, el confort térmico y la eficiencia energética.

Fachada principal: Diseñada con paneles de doble piel, adaptables según la orientación de cada fachada, para controlar la entrada de luz y calor, mejorando el confort térmico y visual en los espacios interiores.

Área de colecciones permanentes: Ubicadas en el corazón del edificio, protegidas del contacto directo con la radiación solar para garantizar la conservación de los especímenes y mantener condiciones ambientales estables.





Pozos de iluminación natural: Alineados con la estructura existente, permiten que la luz natural directa llegue a las áreas de trabajo, reduciendo la necesidad de iluminación artificial y mejorando la calidad ambiental de los espacios.

Vegetación: Estratégicamente ubicada en las fachadas sur, donde la incidencia solar es mayor, para generar sombra, reducir la temperatura superficial y mejorar el microclima exterior.

5.24 VISUALIZACIONES ARQUITECTÓNICAS DEL PROYECTO



VISTA NOCTURNA PLAZA PRINCIPAL



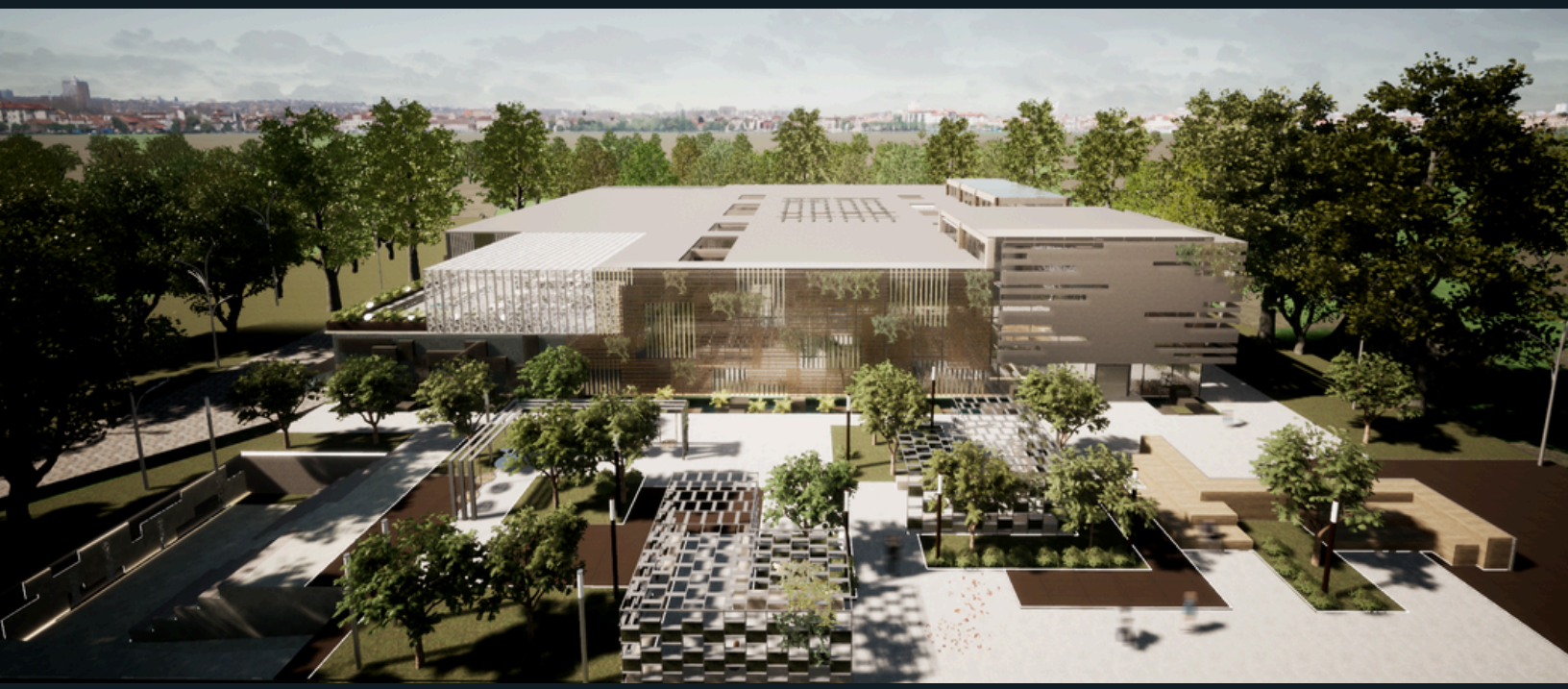
VISTA DIURNA PLAZA PRINCIPAL



VISTA NOCTURNA PLAZA PRINCIPAL



VISTA DIURNA PLAZA PRINCIPAL



VISTA DIURNA ÁREA DE JUEGOS



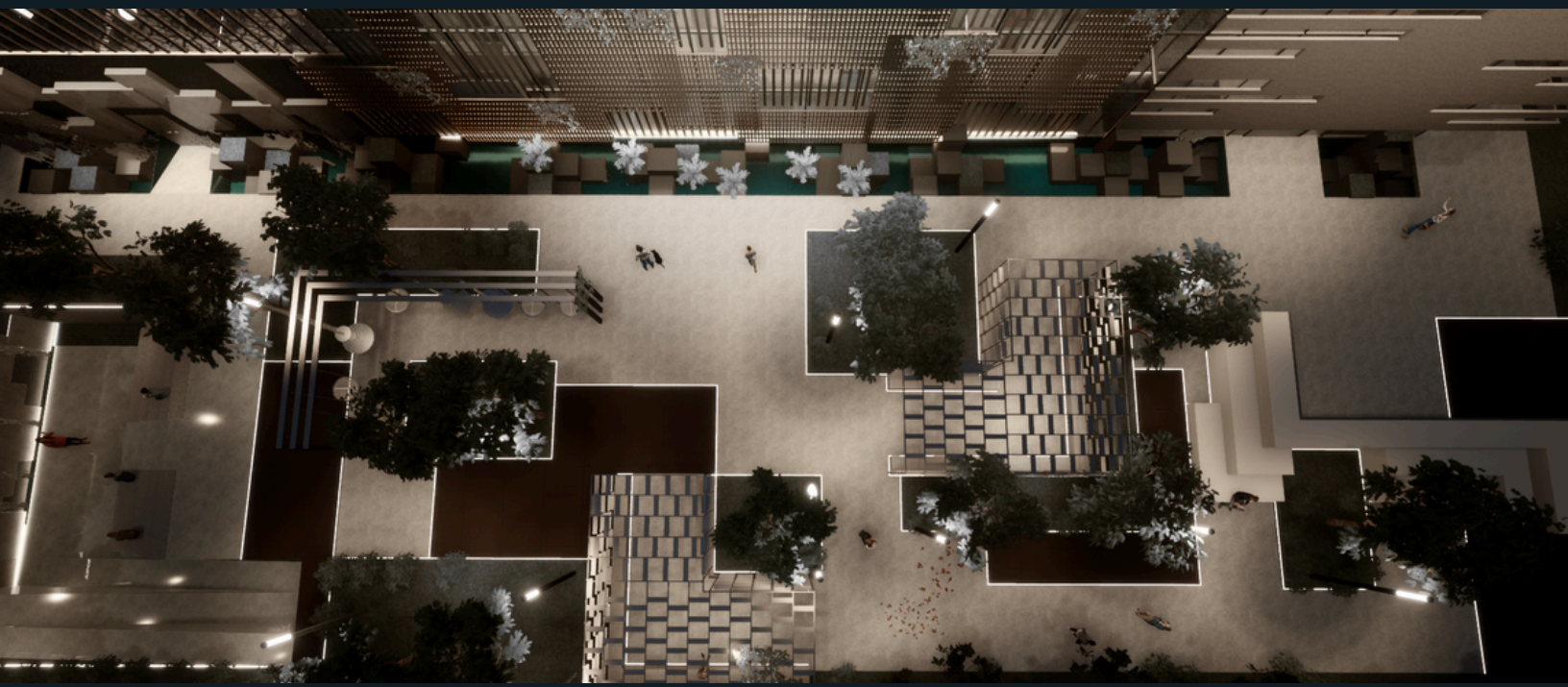
VISTA DIURNA ANFITEATRO



VISTA DIURNA ÁREAS DE DESCANSO



VISTA NOCTURNA PLAZA GENERAL



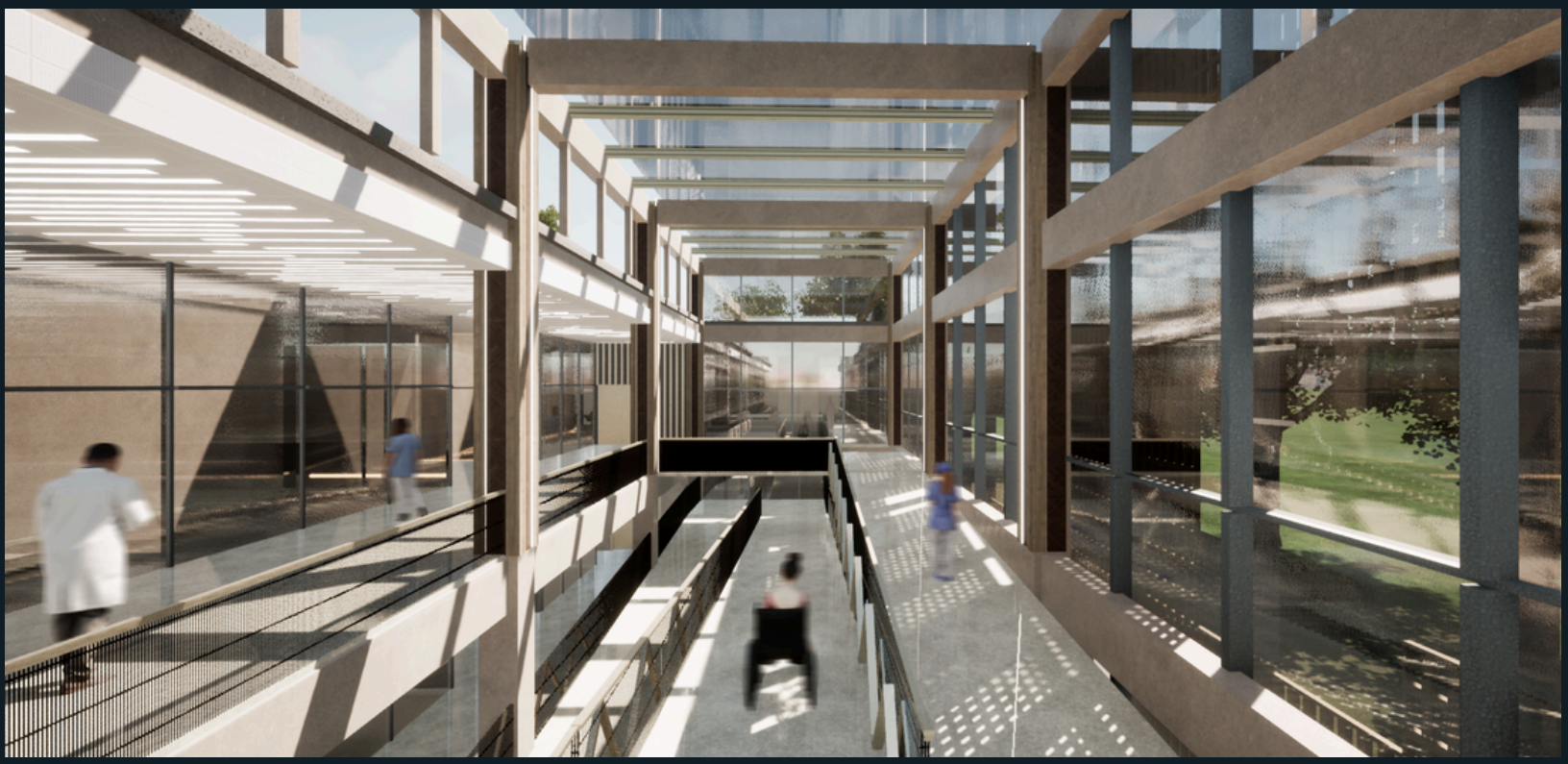
VISTA DIURNA BIBLIOTECA



VISTA DIURNA VESTÍBULO PRINCIPAL



VISTA DIURNA CIRCULACIÓN VERTICAL



VISTA DIURNA CIRCULACIÓN VERTICAL



VISTA DIURNA ÁREA INVESTIGADORES ASOCIADOS



RENDER MATUTINO ÁREAS DE DESCANSO



VISTA DIURNA COMEDOR PRIVADO



VISTA DIURNA COMEDOR PRIVADO



VISTA DIURNA LABORATORIO



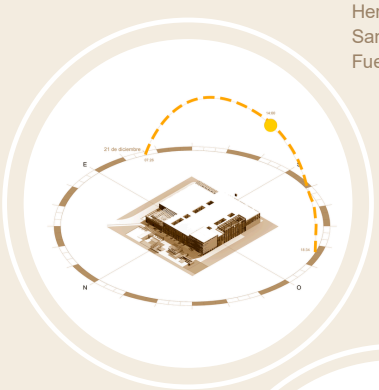
RENDER MATUTINO ÁREAS DE DESCANSO

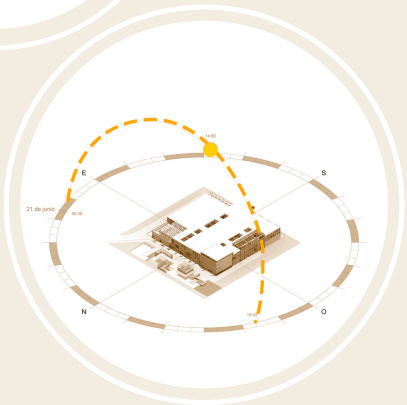


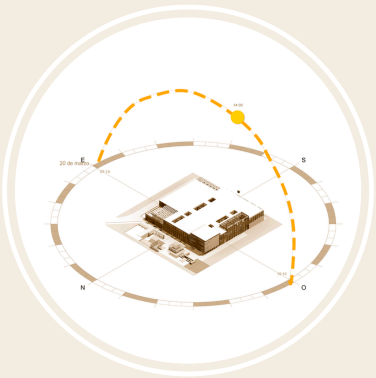
VISTA DIURNA AUDITORIO

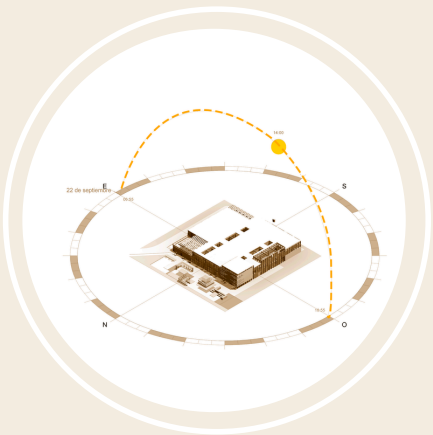
5.25 SOLEAMIENTO

Figura 237. Soleamiento en Herbario de la Universidad San Carlos de Guatemala. Fuente: Elaboración propia









21 DE DICIEMBRE: SOLSTICIO DE INVIERNO

El sol se encuentra más bajo en el horizonte sur, por lo que los rayos solares pueden entrar ligeramente en la fachada norte, aportando ganancia térmica pasiva en los espacios interiores y contribuyendo a mantener un confort térmico agradable.

21 DE JUNIO: SOLSTICIO DE VERANO

El sol alcanza mayor altura en el cielo, incidiendo principalmente sobre el techo y no directamente sobre la fachada norte, lo que reduce la ganancia de calor y evita sobrecalentamiento.

20 DE MARZO: EQUINOCCIO DE PRIMAVERA

La luz solar llega de manera más equilibrada, proporcionando iluminación natural óptima sin generar sombras duras ni excesivo calor.

22 DE SEPTIEMBRE: EQUINOCCIO DE OTOÑO

La luz solar llega de manera más equilibrada, proporcionando iluminación natural óptima sin generar sombras duras ni excesivo calor.

5.26 PROPUESTA ESTRUCTURAL

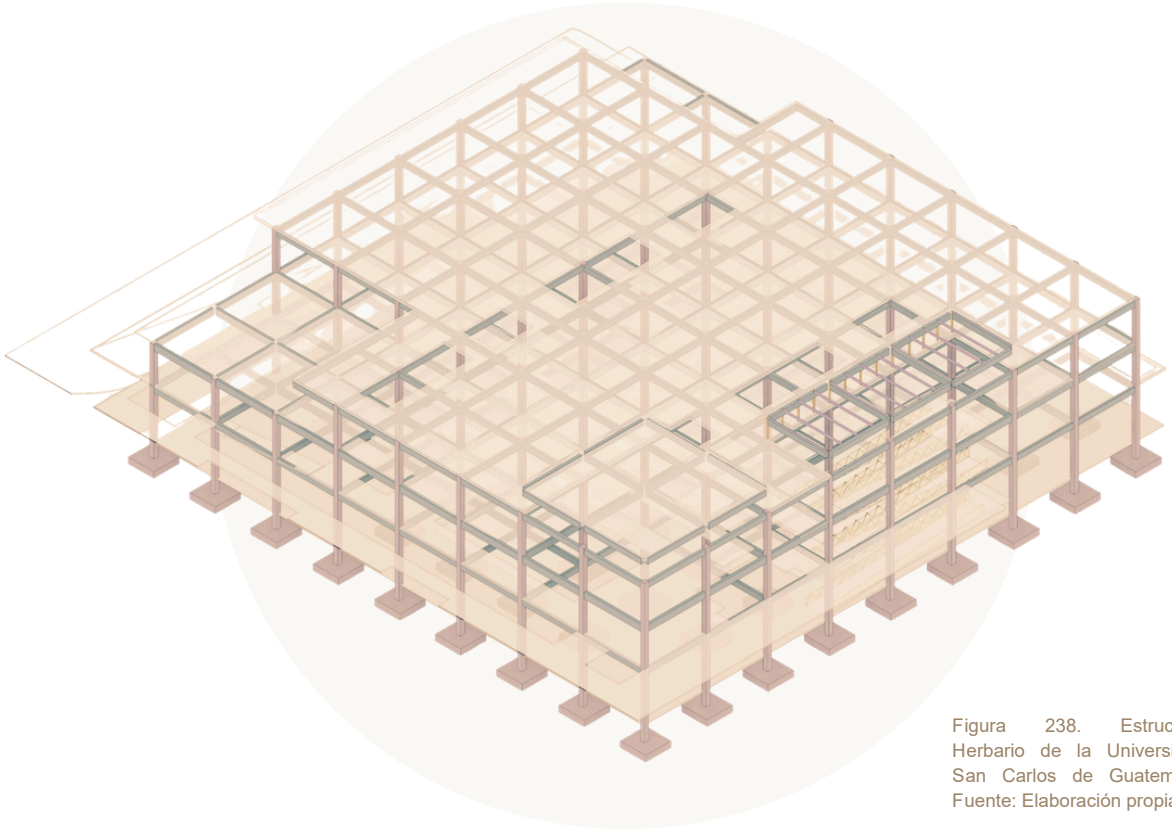
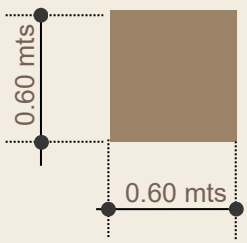
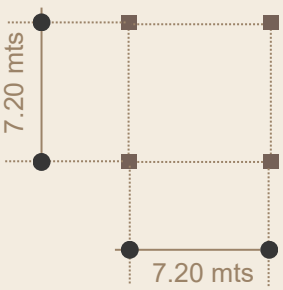


Figura 238. Estructura Herbario de la Universidad San Carlos de Guatemala. Fuente: Elaboración propia



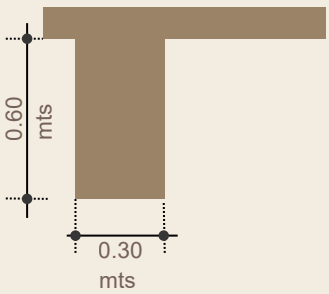
COLUMNAS

LUZ/12
7.20/12= 0.60



LUCES Y ESPESOR DE LOSA

7.20 + 7.20 + 7.20 +7.20 = 28.8
28.8/180= 0.16 MTS



VIGAS

LUZ/12
7.20/12= 0.60
0.60/2= 0.30
0.60 X 0.30

5.27 ESTRUCTURA RAMPA

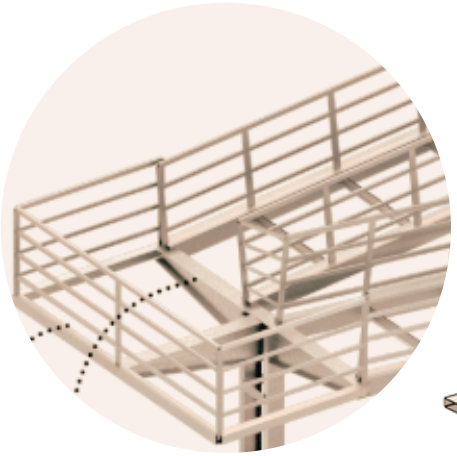


Figura 239. Estructura Rampa Interna238: Estructura Herbario de la Universidad San Carlos de Guatemala.Fuente Instagram sin autoria escrita. (20259

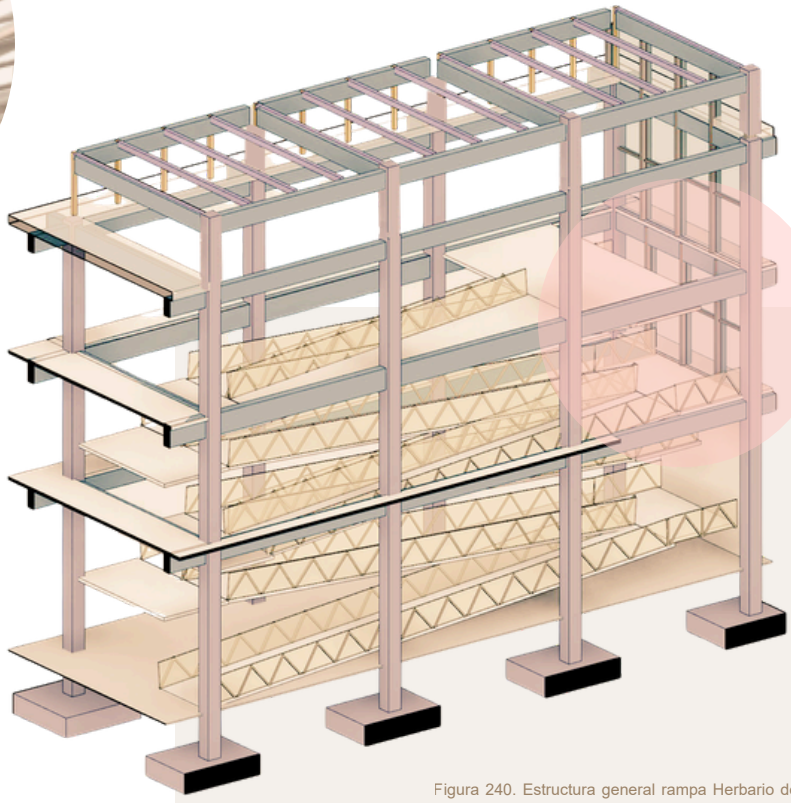


Figura 240. Estructura general rampa Herbario de la Universidad San Carlos de Guatemala. Fuente: Elaboración propia.

La rampa cuenta con una estructura especial para que los anclajes esten a cada cierta distancia, siendo exactos cada 7.20 mts de distancia esto para que la misma estructura se mimetice con la estructura del anteproyecto existente, aparte de eso cabe a destacar que la estructura de la viga se encuentra en lo que son los pasamanos adyacentes de la misma rampa, esto con la intención de que esta no contamine visualmente a esta misma, sabiendo ya que el mismo recorrido hace un poco dificil de que sea estéticamente agradable.

5.28 MÓDULO DE LABORATORIOS

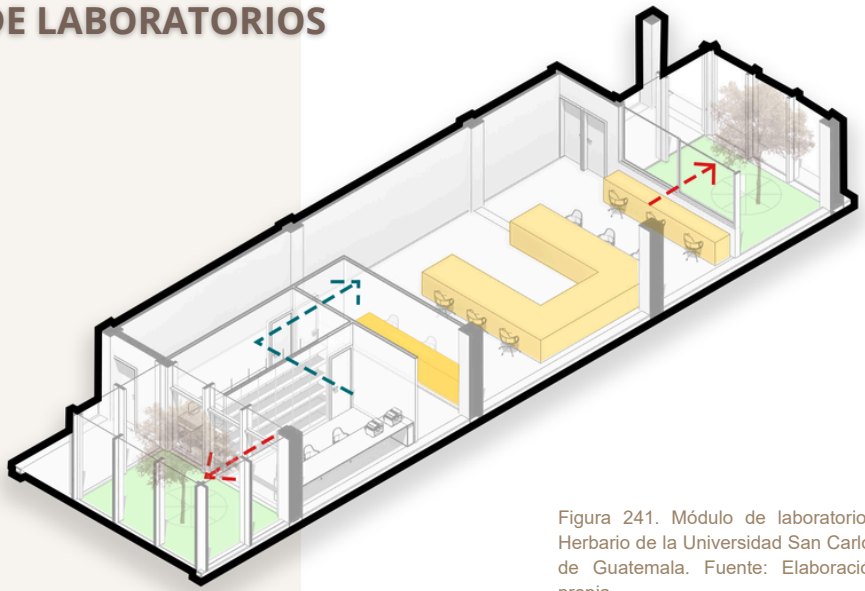
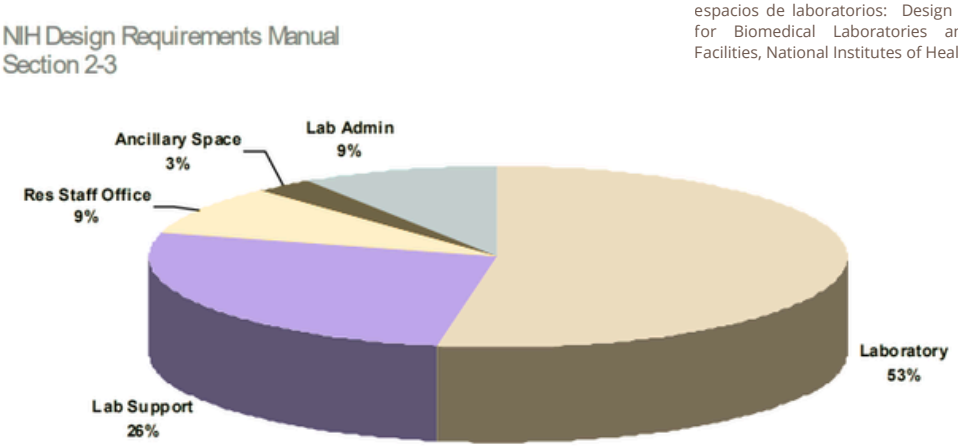


Figura 241. Módulo de laboratorios. Herbario de la Universidad San Carlos de Guatemala. Fuente: Elaboración propia.

Los laboratorios representan el núcleo funcional del complejo, ocupando el porcentaje más alto del programa arquitectónico, con aproximadamente un 27.4% % del total del área construida, lo que evidencia su importancia dentro del conjunto. Su ubicación responde directamente al eje principal de modulación, garantizando eficiencia en la distribución y conexión con las demás áreas, especialmente con las colecciones, que representan un 25% del área total. Este orden permite recorridos más cortos y precisos para las instalaciones, gracias a la ubicación estratégica de los ductos en ejes verticales exteriores, lo que mejora el mantenimiento sin afectar el funcionamiento interno. Además, esta disposición favorece la entrada de iluminación natural en los espacios de trabajo, generando ambientes más confortables y reduciendo la dependencia de luz artificial. La modulación aplicada optimiza la relación entre espacios de trabajo, circulación y servicio, manteniendo una jerarquía clara entre las zonas operativas, administrativas y educativas. Aunque esta configuración reduce la flexibilidad para futuras modificaciones, asegura una organización funcional coherente, con condiciones ambientales controladas, buena iluminación y una integración espacial eficiente entre investigación, conservación y aprendizaje.

Gráfica 7. Porcentaje de requerimiento en el diseño de espacios de laboratorios: Design Requirements Manual for Biomedical Laboratories and Animal Research Facilities, National Institutes of Health. (2008).



5.29 DISEÑO DE LABORATORIOS

La investigación biomédica abarca una variedad de disciplinas científicas que deben tener cabida en el espacio del laboratorio. Las instalaciones de laboratorio deben proporcionar espacio para realizar experimentos, monitoreo y calibración electrónica, procesamiento y recuperación de información, almacenamiento de muestras y equipos y registro de instrumentos.
Los laboratorios deben ser adaptables al entorno biomédico en rápida evolución y capaces de apoyar disciplinas científicas emergentes.

Las instalaciones también deben ofrecer espacio para actividades administrativas y para la interacción informal del personal. El área administrativa debe incluir oficinas para los jefes de laboratorio, su personal secretarial y de apoyo. Deben existir áreas que fomenten la interacción y el intercambio filosófico de ideas entre científicos. Dichas áreas pueden incluir zonas de descanso o refrigerio, centros de copiado, salas de reuniones, pasillos y terrazas.

También debe de contar con las siguientes características:

Luz natural

Los laboratorios y oficinas deben contar con luz natural y vistas al exterior, siempre que no interfieran con los requerimientos funcionales. Esto representa un reto de diseño con implicaciones significativas en la planificación y zonificación funcional, especialmente en edificios grandes y de varios niveles.

Deben abordarse dos aspectos importantes: el deslumbramiento sobre pantallas de computadora o superficies de trabajo, y el efecto térmico del sol sobre el control de temperatura interior.
No se requiere luz natural en áreas de apoyo como cuartos de equipos grandes o congeladores. Los laboratorios que utilizan técnicas fotográficas u ópticas deben ubicarse en zonas oscuras, como las áreas interiores de apoyo.

Iluminación

La investigación de laboratorio requiere iluminación de alta calidad para trabajos minuciosos. La intensidad y uniformidad deben garantizar una iluminación libre de sombras en las superficies de trabajo.
También debe considerarse la capacidad de controlar la iluminación en laboratorios especializados o en espacios que utilizan computadoras. [85]

105 Design Requirements Manual for Biomedical Laboratories and Animal Research Facilities, National Institutes of Health. (2008).

Interacción

El intercambio de ideas en un centro de investigación biomédica se fomenta mediante la comunicación formal e informal entre los investigadores.

Además de la consolidación de actividades por áreas, el diseño del edificio debe promover encuentros e interacciones casuales entre los ocupantes.

La proximidad de instalaciones comunes (salas de conferencias, baños, áreas de café, máquinas expendedoras, buzones, servicios clericales y de suministros) estimula las reuniones espontáneas.

Los espacios de interacción deben ser compartidos y diseñados para invitar a los investigadores a salir periódicamente de sus laboratorios y oficinas.

Eficiencia

La eficiencia es un elemento clave en el éxito de un laboratorio. El diseño debe optimizar la circulación de personal, animales, suministros y desechos, así como las relaciones funcionales y adyacencias, para mejorar el aprovechamiento del espacio disponible.

Planificación Espacial Modular

El espacio debe organizarse modularmente, libre de escaleras cerradas, ductos, elevadores o muros de corte, salvo columnas estructurales regularmente espaciadas. Los módulos deben poder reorganizarse fácilmente.

Flexibilidad

El espacio y los servicios deben diseñarse para permitir cambios en protocolos de investigación sin volverse obsoletos.

El laboratorio debe poder modificarse sin afectar las actividades adyacentes.

Capacidad

El edificio debe proporcionar todos los servicios necesarios para la investigación y prever capacidad adicional para futuras demandas.

Debe incorporarse capacidad de reserva en los sistemas principales para permitir el crecimiento sin comprometer la seguridad.

106 Design Requirements Manual for Biomedical Laboratories and Animal Research Facilities, National Institutes of Health. (2008).

Expansión

Dentro del plan maestro, la posibilidad de expansión futura es esencial. Los sistemas del edificio deben diseñarse para ampliarse fácilmente sin alterar la coherencia del conjunto.

Módulo de Planificación del Laboratorio

El módulo de laboratorio es la unidad básica del diseño.
Debe ofrecer regularidad y repetitividad en tamaño, forma y disposición de espacios programados.
Su ancho varía normalmente entre 3,048 mm (10’-0”) y 3,667 mm (12’-0”), siendo 3,350 mm (11’-0”) el módulo recomendado por el NIH.

La profundidad ideal del módulo es de 10,050 mm (33’-0”).

Reglas Generales para la Planificación de Laboratorios Biomédicos

El Departamento de Salud y Servicios Humanos de EE. UU. estima una tasa de uso de 200 a 460 pies cuadrados netos por persona, siendo el promedio 342 nsf/persona. Estas reglas son orientativas y no incluyen laboratorios especiales (NMR, láser) ni instalaciones para animales.

Área Bruta del Edificio

Incluye todas las áreas de piso (sótanos, entrepisos, cuartos mecánicos, etc.). Se mide desde las superficies exteriores de los muros. Para laboratorios de investigación, el factor de incremento entre área neta y bruta suele ser de 1.54 a 2.00. [107]

[107] Design Requirements Manual for Biomedical Laboratories and Animal Research Facilities, National Institutes of Health. (2008).

Módulo en elección

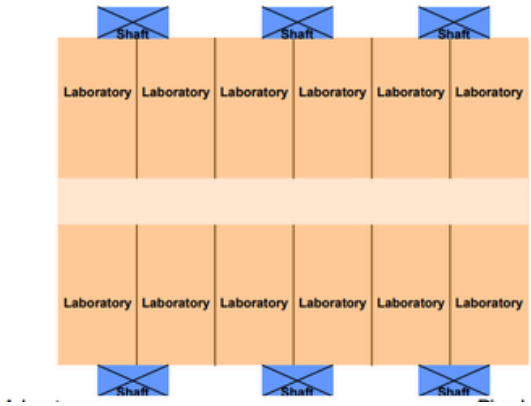


Figura 242. Distribución Modulo de laboratorio . Design Requirements Manual for Biomedical Laboratories and Animal Research Facilities, National Institutes of Health. (2008).

Del libro Design Requirements Manual for Biomedical Laboratories and Animal Research Facilities, National Institutes of Health, 2008 se tomó la decisión de tomar como módulo base para el anteproyecto el de la pasada imagen, esto ya que es el que mejor se adapta a la retícula de 7.20 x 7.20 implementada en el anteproyecto. Aun así, en este mismo existen ventajas y desventajas las cuales son las siguientes:

Ventajas

- Se requieren recorridos horizontales relativamente más cortos, lo que demanda ductos y tuberías de menor tamaño.
- El acceso a las válvulas de cierre es más conveniente y menos disruptivo que cuando están ubicadas en los techos.
- Es adecuado para modificaciones en instalaciones existentes con alturas entre pisos reducidas.
- Es apropiado para renovaciones donde la introducción de nuevos conductos o ejes internos resulta difícil.
- Los ejes exteriores aumentan la eficiencia de planificación y elevan el factor de área bruta.

Desventajas

- Es difícil añadir nuevos servicios o instalaciones.
- La apariencia exterior del edificio se ve fuertemente influenciada.
- En instalaciones nuevas, se requiere una altura mínima entre pisos.
- El acceso para mantenimiento se limita al muro común entre el eje y el edificio.
- Los servicios por tubería están sujetos a variaciones de temperatura, por lo que puede requerir el aislamiento del eje.
- La flexibilidad en la planificación de futuras configuraciones de laboratorio puede verse reducida.[108]

108 Design Requirements Manual for Biomedical Laboratories and Animal Research Facilities, National Institutes of Health. (2008).

Por último, para saber la distribución del mobiliario y usuarios dentro del espacio del laboratorio se utilizó para la formulación de diseño el libro Research laboratory, design guide, DEPARTMENT OF VETERANS AFFAIRS, 1995 en el cual se presentan diferentes tipos de modulación los cuales se apegan a lo dicho en el libro de Design Requirements Manual for Biomedical Laboratories and Animal Research Facilities, National Institutes of Health, 2008, revisando los diferentes tipos se tomó la decisión de elegir el “double module laboratory III” esto más que todo ya que tiene más espacio de trabajo para tratar lo que son los especímenes, además de poder adaptarse de manera más eficiente a las labores que se realizarán en este mismo espacio. [109]

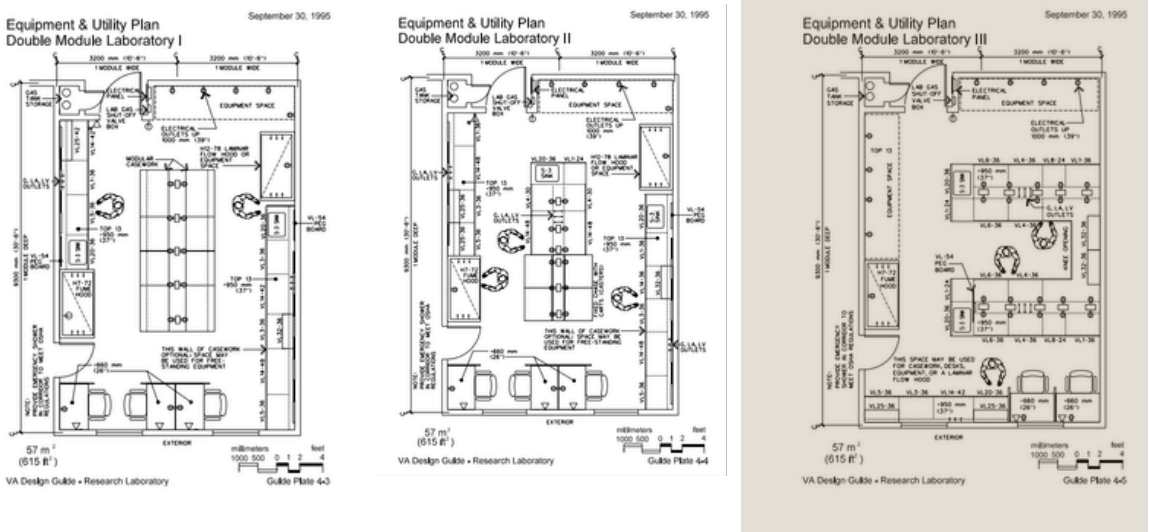


Figura 243. Modelos de equipamiento para laboratorios modulares . RESEARCHLABORATORY Design Guide. (1995).

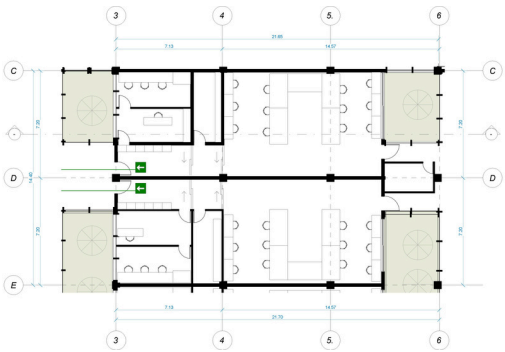


Figura 244. Laboratorios modulares, modelo empleado. Herbario de la Universidad de San Carlos de Guatemala. Elaboración propia Revit 2023

En el módulo de laboratorios propuesto se utilizaron en total 7 módulos de 7.20 x 7.20. El primer paso fue utilizar el módulo de 6.40 m x 9.30 m; de ancho se aumentó para que llegara a 7.20 y de largo se aumentó de 9.30 a 10.80 m para ajustarse a la modulación. Luego de esto, se agregaron los pozos de luz con la medida de ¼ de módulo y los ductos encontrados en las partes medias de los módulos de laboratorios, tal como lo dice el manual de laboratorios anteriormente citado. Por último, las áreas de trabajo que se adjuntan son la oficina del curador, así como las áreas de digitalización.

109 . RESEARCHLABORATORY Design Guide. (1995).

5.30 SISTEMA CONTRA INCENDIOS

SISTEMA PROPUESTO: COMPARTIMENTACIÓN CON SUPRESIÓN POR GAS INERTE MODULAR (IG-541 O INERGEN)

Cada sala de colecciones funciona como un módulo autónomo con paredes y puertas cortafuego, conectado a un sistema de supresión por gas inerte. Este gas reduce el oxígeno de manera controlada (sin eliminarlo por completo) para extinguir el fuego en esa sala específica sin afectar las demás áreas ni los especímenes.

Cómo funciona:

- Sensores de humo y temperatura detectan incendio incipiente.
- Se activa automáticamente la inyección de gas inerte en la sala afectada.
- Las puertas cortafuego se cierran herméticamente, evitando que el gas se disperse y protegiendo el resto del edificio.
- La sala alcanza un nivel de oxígeno seguro para extinguir el fuego sin dañar las colecciones.



Figura 245. Gas IG-541 . IG-541 inergen fire suppression systems, inergen fire protection systems. (2018). Gielle Industries. https://www.inertgasfiresystems.com/inert-gas-fire-suppression-systems/ig-541-inergen-fire-suppression-systems/

EXTINGUIDORES

Según la Norma NRD-2 (Norma de Reducción de Desastres No. 2 de Guatemala), específicamente en el Título IV, Sección 4.6 – “Protección contra incendios”, se establece la distribución de extintores portátiles en función del riesgo y recorrido máximo permitido.[110]

Tipo de riesgo	Distancia máxima de recorrido hasta un extintor	Cobertura aproximada
Riesgo ordinario (medio) (talleres, laboratorios, almacenes comunes)	15 metros	1 extintor cada ~150 m²

Por esta misma norma es que en cada laboratorio se encuentra situado un extinguidor para el uso en caso de emergencias.

110 IG-541 inergen fire suppression systems, inergen fire protection systems. (2018). Gielle Industries. https://www.inertgasfiresystems.com/inert-gas-fire-suppression-systems/ig-541-inergen-fire-suppression-systems/

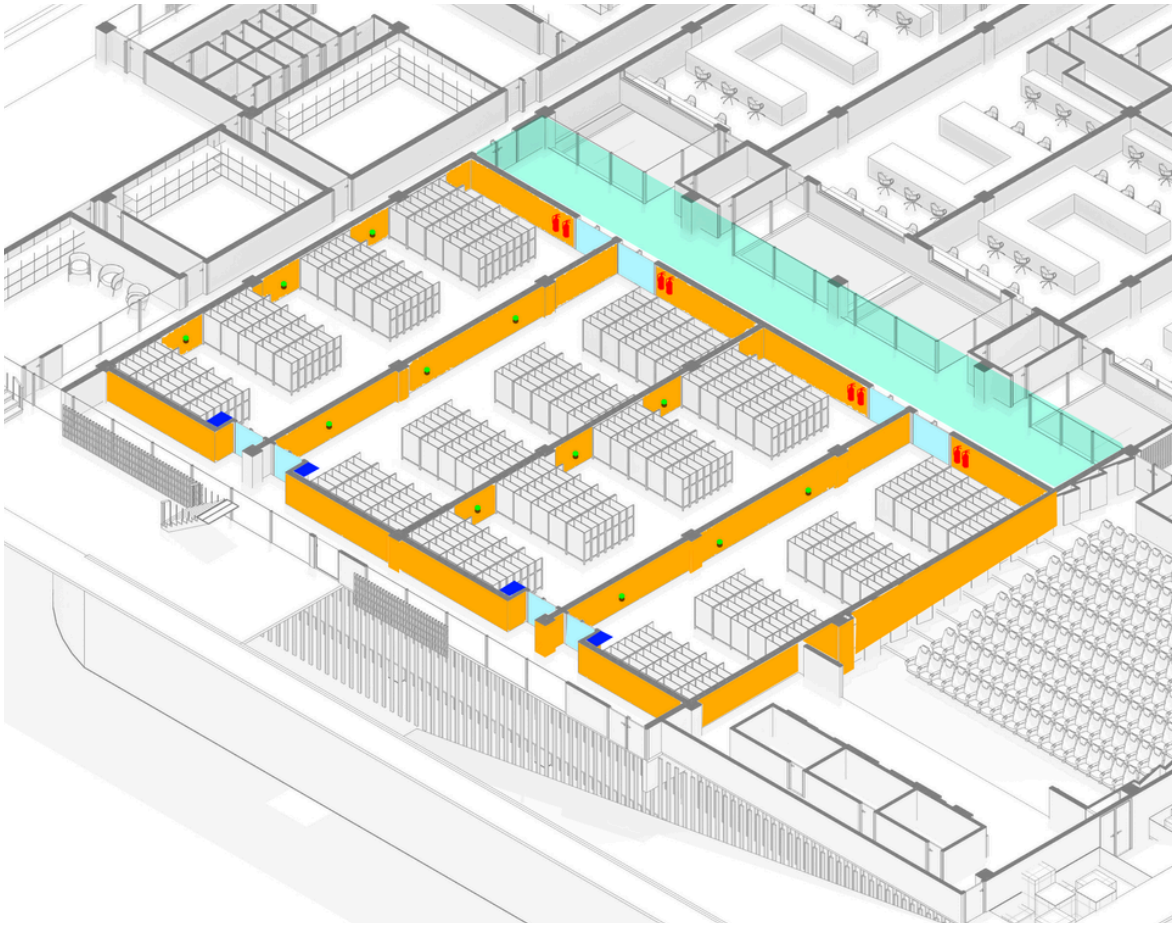


Figura 246. Esquema de propuesta de sistema contra incendios. Elaboración propia Photoshop + Revit 2026.

Gráficamente propuesto el sistema contra incendios se visualizaría de la siguiente manera:

- Espacio donde se resguardan los tanques de gas
- Muros corta fueo
- Puertas contra fuego
- extinguidores
- sensores de temperatura

Para terminar, se consideró la incorporación de un pasillo de separación respecto a los laboratorios, con el fin de garantizar que, en caso de un incidente relacionado con incendios, la ruta de evacuación no se vea comprometida. Asimismo, se implementó el uso del sistema de protección contra incendios adecuado para mitigar riesgos y asegurar la integridad de los ocupantes.

5.31 TIPOS DE PUERTAS PROPUESTAS

PUERTA CONTRAFUEGO

Las puertas cortafuego son puertas de metal, madera o vidrio que se instalan para evitar la propagación de un incendio mediante un sistema de compartimentación y para permitir una rápida evacuación del edificio **111**



111 de, C. (2006, March 4). Puerta cortafuego. Wikipedia.org; Wikimedia Foundation, Inc. https://es.wikipedia.org/wiki/Puerta_cortafuego

Figura 247. Productos Guatemetal - Puertas Cortafuegos. (2025). Guatemetal.com. https://www.guatemetal.com/puertas-cortafuego?utm_source=google&utm_medium=cpa&utm_campaign=22925395667&utm_content=184161232733&utm_term=puertas%20cortafuego&utm_source=GoogleAds&utm_medium=cpa&utm_campaign=22925395667&utm_term=puertas%20cortafuego&gad_source=1&gad_campaignid=22925395667&gbraid=0AAAADpIE4XMdnAm7cfoljawnjXUKXqF7_&gclid=Cj0KCQjw3aLHBhDTARIsAIRij58wDsWD2pwn6feDCnhPE6tqx59pBostSTH6NysJ36herHs-60lPxisaAhXpEALw_wcB

PUERTA CORREDERA HERMETICA



Figura 248. Puerta corrediza hermetica. Manusa. (2017). Puertas correderas herméticas | Manusa. Manusa. https://www.manusa.com/productos/puerta-hermetica-corredera

Las puertas correderas herméticas cuentan con las ventajas de una puerta automática con la hermeticidad e higiene requeridas en ambientes limpios como laboratorios, hospitales y entornos relacionados con el sector salud.

Garantiza la máxima hermeticidad gracias al sellado hermético del perímetro una vez cerrada. Dispone de la clasificación más alta en cuanto a permeabilidad al aire. Clase D acorde a la normativa internacional UNE-EN 12207:2017 y clase 4 según la normativa nacional UNE 85170:2016. Integra sistemas de máxima seguridad para las personas y el correcto funcionamiento. Incorporan sistemas de detección de obstáculos con apertura automática y sistema de desbloqueo para la apertura manual en caso de falta de corriente. Proporciona un acabado en acero inoxidable, laminado de alta densidad. **112**

112 Manusa. (2017). Puertas correderas herméticas | Manusa. Manusa. https://www.manusa.com/productos/puerta-hermetica-corredera

PUERTAS DE NUCLEO SOLIDO AGLOMERADO DE MADERA TRATADA CON RETARDANTE DE FUEGO

Esta puerta está recubierta con laminado de alta presión (HPL) para facilitar la limpieza. Además cuenta con:

- Resistencia al fuego mínima EI30 (30 minutos), suficiente para zonas no críticas.
- Sellos perimetrales de goma para evitar entrada de polvo y conservar ambientes limpios.
- Acabados lisos y lavables, con herrajes de acero inoxidable resistentes a la humedad. [113]



Figura 249. Prueba de fuego . UL núcleo sólido de madera INTERIOR Puertas de madera fuego resistencia Precio inferior de la puerta nominal. (2026). Made-In-China.com. https://es.made-in-china.com/co_60dff8816c4e32fa/product_UL-Fire-Proof-Solid-Core-Wood-Doors-Interior-Wood-Fire-Resistence-Rated-Door-Lower-Price_uohuhogony.html

113 Laminado Compacto Núcleo Color. (2021). Egger.com. https://www.egger.com/es/mobiliario-e-interiorismo/productos/compactlaminatew?country=PY

5.32 SISTEMA DE EXTRACCIÓN E INYECCIÓN DE AIRE

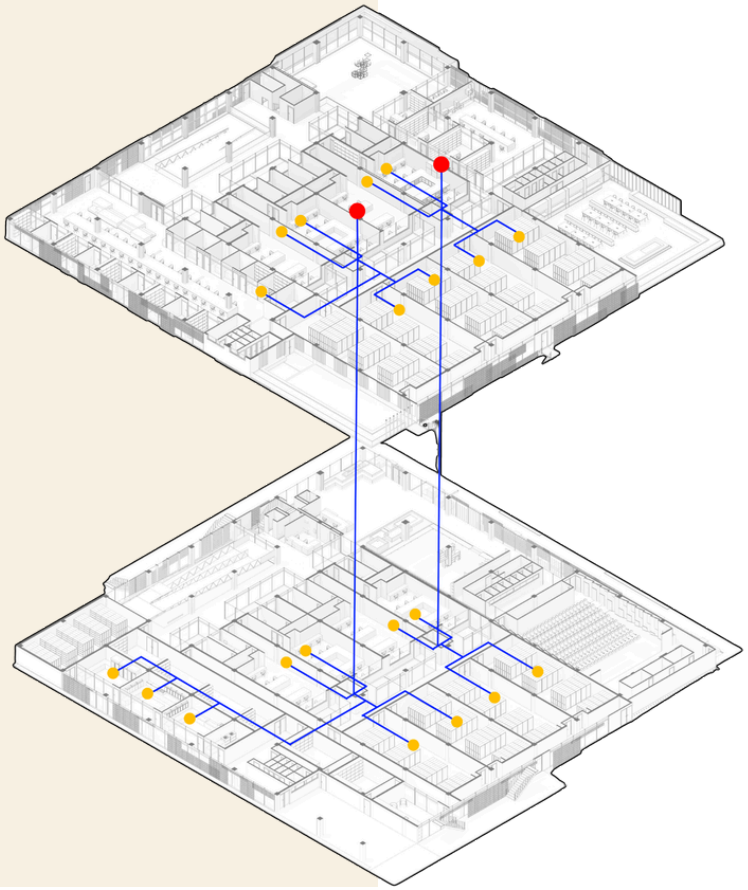


Figura 250. Sistema de extracción e inyección de aire.Herbario de la Universidad San Carlos de Guatemala Elaboración propia. Revit + photoshop

Este sistema será implementado tanto en los laboratorios como en el área de colecciones. Para garantizar una adecuada renovación del aire interior, se instalará una unidad condensadora por cada 240 m², la cual permitirá el tratamiento y manejo del aire que ingresa y egresa de los espacios, asegurando que todo el aire sea completamente nuevo y no recirculado.

El diseño del sistema de ventilación contempla la inyección (suministro) y extracción mecánica de aire, con el objetivo de mantener una renovación continua y controlada del ambiente, acorde con las mejores prácticas de ventilación en laboratorios, las cuales recomiendan el uso de aire exterior filtrado y la expulsión directa al exterior para evitar la recirculación interna de contaminantes.

Para asegurar que el aire suministrado y extraído no contamine las áreas de trabajo en ninguna circunstancia, se incorporarán filtros de alta eficiencia en las rutas de inyección y extracción. En aplicaciones técnicas y de control de contaminantes, los sistemas de ventilación suelen requerir filtros de clase MERV y, en casos más estrictos, filtros HEPA con eficiencias superiores al 99 % para partículas de hasta 0.3 µm, especialmente cuando se trata de laboratorios o ambientes sensibles.

114 Engineer, S. (2014, January 22). Designing laboratory ventilation systems - Consulting - Specifying Engineer. Consulting - Specifying Engineer. https://www.csemag.com/designing-laboratory-ventilation-systems/?utm_source=chatgpt.com

5.33 SISTEMA ELÉCTRICO, HIDRÁULICO Y DE DRENAJE

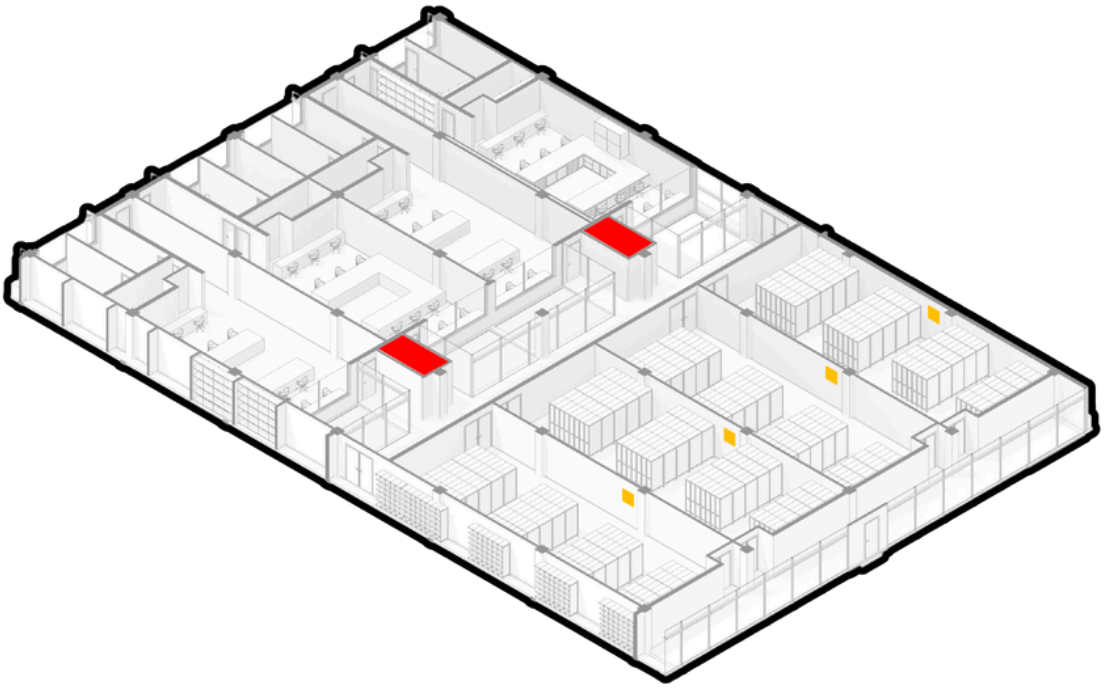


Figura 251. Localización de ductos para instalaciones especiales. Herbario de la Universidad San Carlos de Guatemala. Elaboración propia. Revit + photoshop

Los ductos identificados en color rojo corresponden exclusivamente a los destinados al paso de la tubería de instalaciones eléctricas hacia el segundo nivel. En el caso de las instalaciones hidrosanitarias y de drenaje, estas no se conducirán por dichos ductos, ya que sus recorridos, tanto de bajadas como de subidas,se encuentran concentrados dentro del mismo módulo donde están ubicados los servicios correspondientes. De esta manera, el ramal principal se desarrolla mayoritariamente en el primer nivel del conjunto.

En cuanto a los drenajes provenientes del sótano 1 que se encuentra por debajo del nivel del colector municipal, no es posible evacuar el agua por gravedad. Por ello, se implementó un sistema de pozo de captación (sump pit) y bomba de achique.

El agua proveniente de coladeras, rejillas y filtraciones se dirige por gravedad hacia el pozo de captación. Cuando el nivel sube, la bomba sumergible se activa automáticamente y envía el agua hacia el ramal principal del edificio, donde puede descargarse adecuadamente en la red pública.
Este sistema es eficiente y ecológico, ya que evita infiltraciones, humedad y contaminación del terreno, además de garantizar un manejo seguro y controlado del agua subterránea.

CÁLCULO DE CAUDAL

Tabla 72. Calculo de caudal. Fuente: Elaboración propia.

Parámetro	Valor	Unidad
Área drenada	3 500	m²
Coeficiente de escorrentía	9	—
Intensidad de lluvia de diseño	80	mm/h
Factor de conversión	3 600 000	—

donde:
Q = caudal de diseño (m³/s)
C = coeficiente de escorrentía
i = intensidad de lluvia (mm/h)
A = área drenada (m²)

$$Q = \frac{C \cdot i \cdot A}{3\,600\,000}$$

PASO 1= 3500×80= 280 000
PASO 2= 280000×0.9= 252 000
PASO 3= 252000÷3600000= 0.07
PASO 4= 0.07 X 1000 = 70

Resultado final:

$$Q = 0.07\ \mathrm{m^3/s} = 70\ \mathrm{L/s}$$

Dimensionamiento del sistema de drenaje y bombeo

Bombas de achique

- Configuración propuesta: 3 bombas sumergibles (2 en operación alternada + 1 en reserva).
- Capacidad individual sugerida: 40 L/s.
- Caudal total en operación: 80 L/s.
- Justificación: proporciona reserva frente al caudal de diseño (Q = 70 L/s) y permite alternancia para mantenimiento preventivo.

Drenajes perimetrales y reboses

French drain perimetral:

Tubo perforado Ø100–150 mm, recubierto con geotextil y grava limpia. Conduce infiltraciones hacia el pozo de bombeo (sump).
Canaletas y rejillas: dispuestas en bordes de muros y accesos peatonales para interceptar escorrentía superficial.

Reboses y canaletas de emergencia: dimensionadas para desviar excedentes hacia el colector pluvial municipal o tanque de retención.

Tabla 73. Calculo de caudal no.2. Fuente: Elaboración propia.

Elemento	Dato principal	Observación
Caudal de diseño	70 L/s	Lluvia intensa 80 mm/h
Bombas propuestas	3 sumergibles	2 operativas + 1 reserva
Capacidad por bomba	40 L/s	Caudal total 80 L/s
Diámetro de descarga	DN 300 (Ø300 mm)	v = 1.13 m/s
Sistema perimetral	French drain Ø100–150 mm	Con geotextil y grava
Rebose de emergencia	Hacia colector o tanque	Previene inundación

5.34 DES HUMIFICADORES

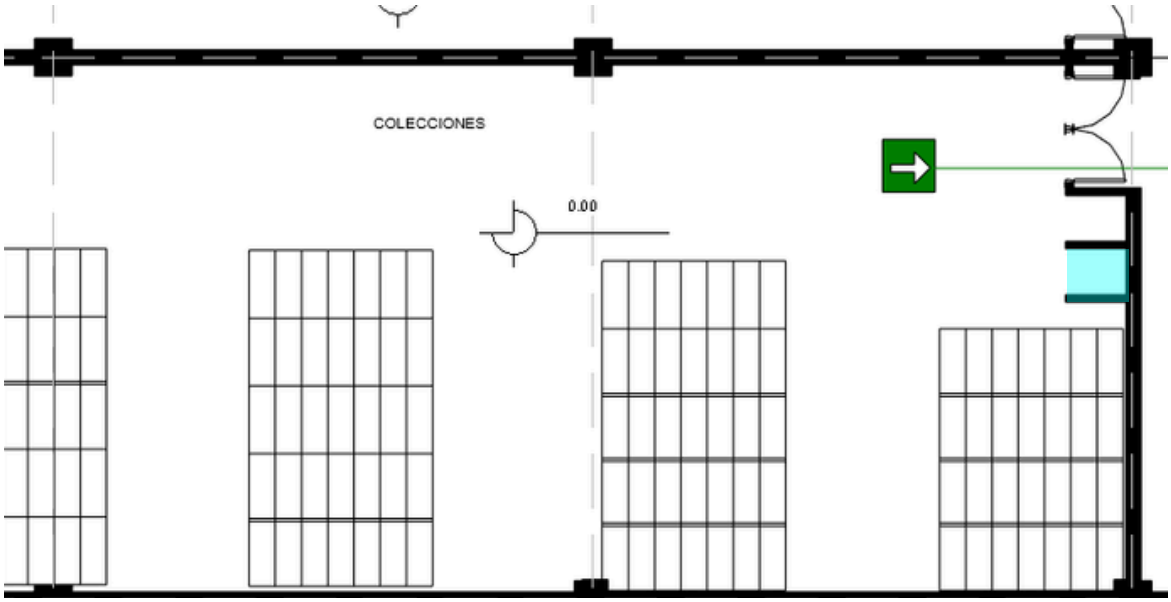


Figura 252. Localización de Deshumificadores. Herbario de la Universidad San Carlos de Guatemala . Elaboración propia. Revit + photoshop

En el área adyacente al cuarto destinado para los tanques de gas del sistema contra incendios se instalarán dos deshumidificadores, cada uno con una capacidad nominal de 10 litros por día. La operación combinada de ambos equipos permite cubrir eficazmente una superficie aproximada de 122 m², lo cual resulta adecuado para los 120 m² del área total de colecciones. Estos equipos garantizarán el control higrotérmico requerido para la preservación del material biológico, manteniendo niveles estables de humedad relativa y evitando la proliferación de hongos, bacterias y otros agentes de deterioro.

5.35 PRESUPUESTO POR FASES

A continuación, se presenta una estimación preliminar del costo del proyecto. Sin embargo, para determinar un monto más exacto es necesario desarrollar un presupuesto detallado a partir del juego completo de planos, ya que cada proyecto presenta condiciones y características particulares que pueden influir de manera significativa en el costo final.

Tabla 35. Presupuesto por fases, Anteproyecto Herbario de la Universidad de San carlos de Guatemala

FASE 1					
FASE PREINVERSIÓN					
	Cantidad	Unidad	C.u	Totales	Total General
Topografía	4,904.98	m2	Q 8.00	Q 39,239.84	
Diseño Arquitectonico	4,904.98	m2	Q 8.00	Q 39,239.84	
Plano arquitectonico	4,904.98	m2	Q 12.00	Q 58,859.76	
Ing Hidraulico	4,904.98	m2	Q 12.00	Q 58,859.76	
Ing Estructural	4,904.98	m2	Q 8	Q 39,239.84	
Licencia Ambiental	1	Global	Q 50,000.00	Q 50,000.00	
Liciencia Municipal	1	Global	Q 250,000.00	Q 250,000.00	
Gastos Legales	4,904.98	m2	1%	Q 5,354.40	
FASE PREINVERSIÓN TOTAL					**Q 540,793.44**
TRABAJOS PRELIMINARES					
Demolición, limpieza y nivelación del terreno	4,904.98	m2	Q 15.00	Q 73,574.70	
Movimiento e tierras	4,904.98	m2	Q 80.00	Q 392,398.40	
Excabación	4,904.98	m2	Q 65.00	Q 318,823.70	
Plataformas	4,904.98	m2	Q 1,650.00	Q 8,093.21	
Muro de contención	1,008.00	m2	Q 1,500.00	Q 1,512,000.00	
TRABAJOS PREELIMINARES TOTAL					**Q 2,304,890.01**
OBRAS DE CERRAMIENTO					
Muro Perimetral	230.36	m2	Q 289.74	Q 66,744.51	
OBRAS DE CERRAMIENTO					**Q 66,744.51**
COSTOS INDIRECTOS FASE 1					**Q 2,912.427.96**
Supervición	Q 2,912.427.96		5%	Q 145,621.40	
Gastos administrativos	Q 2,912.427.96		5%	Q 145,621.40	
Impuestos	Q 2,912.427.96		10%	Q 291,242.796	
Imprevistos	Q 2,912.427.96		5%	Q 145,621.40	Q 728,106.99
COSTO TOTAL FASE 1					Q 3,640,534.95

PRESUPUESTO POR FASES

FASE 2					
ÁREA PUBLICA					
Vestibulo	130.6	m2	Q 3,000.00	Q 391,800.00	
Auditorio	312.00	m2	Q 3,000.00	Q 936,000.00	
Biblioteca	335.00	m2	Q 3,000.00	Q 1,005,000.00	**Q 2,332,800.00**
ÁREA ADMINISTRATIVA					
Oficinas administrativas	155.52	m2	Q 2,500.00	Q 388,800.00	**Q 388,800.00**
ÁREA PRIVADA					
Comedor	266.00	m2	Q 3,000.00	Q 798,000.00	
Terraza de descanso	140.00	m2	Q 3,000.00	Q 420,000.00	
Laboratorios curatoriales	525.00	m2	Q 5,000.00	Q 2,625,000.00	
Colecciones permanentes	513.60	m2	Q 4,500.00	Q 2,311,200.00	
Areas de preparación	394.00	m2	Q 3,500.00	Q 1,379,000.00	
Investigadores Asociados	272.16	m2	Q 4,500.00	Q 1,224,720.00	**Q 8,757,920.00**
AREA DE SERVICIO					
Área de empleados	40.00	m2	Q 2,500.00	Q 100,000.00	
Estacionamiento	3,478.00	m2	Q 3500	Q 12,173,000.00	
Bodega	127.00	m2	Q 2,000.00	Q 254,000.00	
Sistema de drenaje para aguas pluviales	1	Global	Q 122,000.00	Q 122,000.00	
Sistema de drenaje para aguas residuales	1	Global	Q 144,000.00	Q 144,000.00	
Sistema de Instalaciones electricas	1	Global	Q 130,661.76	Q 130,661.76	
Sistema de deshumificación	1	Global	Q 16,000.00	Q 16,000.00	
Sistema de inyección y extracción de aire	1	Global	Q 128,000.00	Q 128,000.00	
Sistema contra incendios	1	Global	Q 60,260.00	Q 60,260.00	**Q 13,127,921.76**
URBANIZACIÓN					
Pavimentación	1,300.00	m2	Q 9,288.56	Q 12,075.128	
Mobiliario urbano	4	Unidad	Q 10,000.00	Q 40,000.00	**Q 52,075.128**
COSTOS INDIRECTOS FASE 2					**Q 24,259,516.88**
Supervición	24,259,516.88		5%	Q 1,232,975.85	
Gastos administrativos	24,259,516.88		5%	Q 1,232,975.85	
Impuestos	24,259,516.88		10%	Q 2,465,951.70	
Imprevistos	24,259,516.88		5%	Q 1,232,975.85	**Q 6,164.879.25**
COSTO TOTAL FASE 2					Q. 30,424,396.13

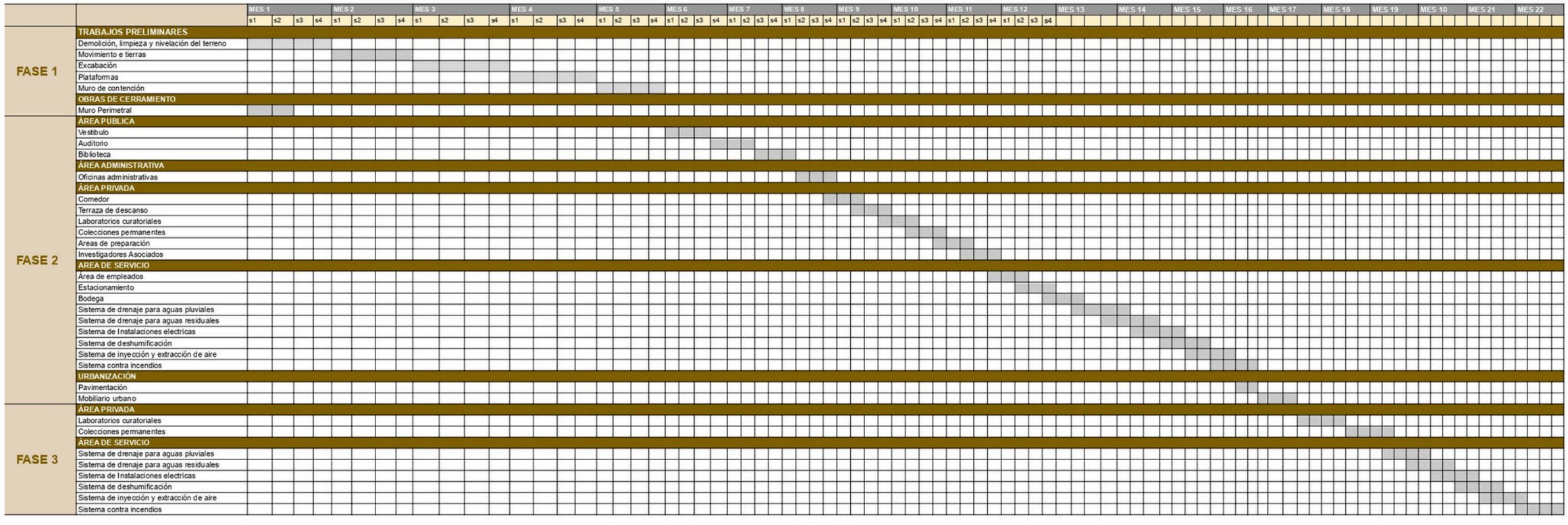
PRESUPUESTO POR FASES

FASE 3					
ÁREA PRIVADA					
Laboratorios curatoriales	525.00	m2	Q 5,000.00	Q 2,625,000.00	
Colecciones permanentes	513.60	m2	Q 4,500.00	Q 2,311,200.00	Q 4,936,200.00
ÁREA DE SERVICIO					
Sistema de drenaje para aguas pluviales	80	ml	Q 350.00	Q 28,000.00	
Sistema de drenaje para aguas residuales	90	ml	Q 400.00	Q 36,000.00	
Sistema de Instalaciones electricas	100	ml	Q 326.00	Q 32,665.44	
Sistema de deshumificación	1	Global		Q 4,000.00	
Sistema de inyección y extracción de aire	1	Global		Q 32,000.00	
Sistema contra incendios	1	Global		Q 15,065.00	Q 441,709.00
COSTOS INDIRECTOS FASE 3					Q 5,377,909.00
Supervición	Q 5,377,909.00		5%	Q 268,895.45	
Gastos administrativos	Q 5,377,909.00		5%	Q 268,895.45	
Impuestos	Q 5,377,909.00		10%	Q 537,790.90	
Imprevistos	Q 5,377,909.00		5%	Q 268,895.45	Q 1,344,477.25
COSTO TOTAL FASE 3					Q 6,722,386.25.

FASE 1	Q 3,640,534.95
FASE 2	Q 30,424,396.13
FASE 3	Q 6,722,386.25.
TOTAL E FASES	Q 40,787,317.33

5.36 CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN

Se propone una ejecución del proyecto en un lapso de 22 meses. Las actividades se organizan en tres fases, con el objetivo de optimizar los costos de construcción y la contratación de personal. La Fase 1, correspondiente a los trabajos preliminares y obras de cerramiento, tendrá una duración de 5 meses. Posteriormente, la Fase 2 abarcará la ejecución de obra gris y obra blanca, con una duración de 10 meses; en esta etapa se contempla la construcción del primer nivel y de un área administrativa y colaborativa en el segundo nivel. Finalmente, la Fase 3 se activará una vez que los espacios de colección y los laboratorios del primer nivel alcancen su capacidad máxima. En esta fase se planifica la construcción de áreas privadas, como laboratorios curatoriales y colecciones permanentes, con una duración estimada de 5 meses y medio.



5.37 CONCLUSIONES

Al inicio del proyecto, los objetivos específicos abordaron una variedad de aspectos cruciales. En primer lugar, se tenía como meta la ubicación estratégica del Herbario de la Universidad de San Carlos de Guatemala, asegurando una integración armoniosa con los anteproyectos existentes del Instituto de Ciencias de la Vida que compartían el mismo terreno. Este desafío se abordó con éxito, siguiendo premisas morfológicas, lo que resultó en una solución que se alineó con el plan maestro. El espacio designado se ajustó a las necesidades, permitiendo accesos eficientes tanto peatonales como vehiculares.

Además, se aspiraba a resolver la urgente necesidad de instalaciones adecuadas y espacio suficiente para la conservación, protección e investigación. La unificación de las colecciones botánicas a nivel nacional también se contempló, facilitando el acceso al almacenamiento de nuevos especímenes. El anteproyecto fue concebido con la capacidad suficiente para consolidar y expandir las colecciones en el futuro, gracias a su diseño modular y la organización interna del mobiliario.

Otro objetivo era la creación de un espacio propicio para fomentar el trabajo transdisciplinario entre los profesionales involucrados. Esto implicó el diseño de espacios que cumplían con condiciones ambientales óptimas y se adaptaban a las necesidades contemporáneas de los usuarios. A través de casos análogos, se desarrolló una zonificación eficiente, garantizando recorridos cómodos y sin interferencias en las labores de los usuarios.

Adicionalmente, se buscó proporcionar instalaciones y áreas educativas que no solo respondieron a criterios de sostenibilidad ambiental, sino que también fueran funcionales y estructuralmente sólidas, siendo estas consideradas en la zonificación pública del programa arquitectónico. Este conjunto de metas delineó la visión integral del proyecto para mejorar la investigación botánica, proporcionando una referencia científica valiosa, contribuyendo a la conservación, facilitando la educación y respaldando investigaciones médicas sobre propiedades medicinales de plantas. Además, de promover el seguimiento de cambios ambientales y posicionarse como un recurso esencial en la comprensión de la biodiversidad y la evolución vegetal.

5.38 RECOMENDACIONES

Área académica: se sugiere mejorar la delimitación teórica y el fundamento teórico para evitar redundancias, especialmente considerando la similitud de contenidos al avanzar en el curso de investigación. Una delimitación más precisa permitirá una exploración más profunda y enriquecedora de los temas tratados.

Universidad: se insta a las autoridades universitarias a priorizar el proyecto, dado que muchos estudiantes realizan prácticas e investigaciones en condiciones precarias, lo que afecta negativamente los resultados. La falta de mobiliario adecuado no debe limitar el talento de los jóvenes, por lo que se recomienda una atención especial a la mejora de los espacios de trabajo.

Población: se invita a la comunidad a visitar y participar en el proyecto, con el objetivo de aumentar la conciencia sobre el tema y valorar la importancia de los especímenes vegetales presentes en cada área. Una mayor participación y comprensión enriquecerá la conexión entre la población y la iniciativa.

Usuarios: es fundamental tratar las instalaciones con el debido cuidado para garantizar su durabilidad a lo largo del tiempo, según los cálculos estimados. El respeto y la responsabilidad en el uso de las instalaciones contribuirán significativamente a mantenerlas en condiciones óptimas.

Construcción: se recomienda tener en cuenta rigurosamente los normativos de construcción, las características físicas del terreno y los parámetros de diseño establecidos en el anteproyecto. Este enfoque garantizará la integridad estructural y funcional del proyecto desde su concepción hasta su implementación.

Mantenimiento: se aconseja implementar un mantenimiento periódico de las instalaciones para prevenir daños significativos y asegurar el buen estado tanto de las instalaciones como de los especímenes resguardados en ellas. El cuidado continuo fortalecerá la longevidad y efectividad del proyecto a lo largo del tiempo.

FUENTES DE CONSULTA

Libros

ALTUNA IMPRESORES S.R.L. (2021). El estadode la ciencia: principales indicadores de ciencia y tecnología iberoamericanos/interamericanos 2021. Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina. https://oei.int/oficinas/argentina/publicaciones/el-estado-de-la-ciencia-pincipales-indicadores-de-ciencia-y-tecnologia-iberoamericanos-interamericanos-2021/

CONAP. (2005). Situación actual de la conservación ex situ de la biodiversidad de Guatemala. Documento Técnico 33. https://sip.conap.gob.gt/wp-content/uploads/2021/05/Libro-Guatemala-y-su-Biodiversidad_2008.pdf

HERNÁNDEZ GUTIÉRREZ, Mábel Daniza. (2021). Visita técnica a la Universidad Nacional Autónoma de México – UNAM. Guatemala.

LOT, Antonio; CHIANG, Fernando. (1986). Manual de herbario: administración y manejo de colecciones, técnicas de recolección y preparación de ejemplares botánicos (2a ed.). México: Comité Editorial.

MONTERROSO, Raúl A. (2008, julio). Guía de arquitectura moderna de Ciudad de Guatemala.https://www.academia.edu/17314525/02_Moderna_Gu%C3%ADa_de_Arquitectura_Moderna_de_Ciudad_de_Guatemala

PEÑA, Teva. (2018). Jardín Botánico para el Instituto de Ciencias de la Tierra, Universidad de San Carlos de Guatemala. Ciudad de Guatemala. http://www.repositorio.usac.edu.gt/11937/1/TEVA%20PE%C3%91A.pdf

RESEARCH LABORATORY. (1995). Design Guide. https://www.wbdg.org/building-types/research-facilities/research-laboratory

RICYT. (2021). El estado de la ciencia: principales indicadores de ciencia y tecnología iberoamericanos/interamericanos 2021. Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina. https://www.ricyt.org/wp-content/uploads/2021/11/El-Estado-de-la-Ciencia-2021.pdf

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA. (2021). Edificio de colecciones zoológicas para el Instituto de Ciencias de la Vida. Ciudad de Guatemala. http://www.repositorio.usac.edu.gt/15258/

FUENTES DE CONSULTA

Sitios Web

BIODIVERSIDAD DE GUATEMALA. (s.f.). Universidad del Valle de Guatemala - Herbario UVAL (UVG-UVAL). https://biodiversidad.gt/portal/collections/misc/collprofiles.php?collid=19

DEPARTAMENTO DE ESTADÍSTICA. (2017, junio). Avance estadístico No. 02-2017.https://registro.usac.edu.gt/formularios_rye/AvanceEstad02_2017.pdf

DEPARTAMENTO DE ESTADÍSTICA. (2019). Informe estadístico estudiantil 2019.https://registro.usac.edu.gt/estadisticas/data/INFORME_ESTADISTICO_ESTUDIANTIL_2019.pdf

ESCUELA DE BIOLOGÍA. (s.f.). Herbario de la Escuela de Biología -BIGU-. https://iiqb.ccqqfar.usac.edu.gt/unidades-de-investigacion/herbariobigu/

INSTITUTO ALEXANDER VON HUMBOLDT. (s.f.). Estrategia nacional para la conservación de las plantas. http://www.humboldt.org.co/images/documentos/pdf/investigacion/2001-estrategia-nacional-para-la-conservacion-de-plantas.pdf

MINISTERIO DE ECONOMÍA. (s.f.). Decreto 16-2021, Año 2022. https://www.mineco.gob.gt/decreto-16-2021-a%C3%B1o-2022

WHOLE BUILDING DESIGN GUIDE. (2025). Research Laboratory. https://www.wbdg.org/building-types/research-facilities/research-laboratory

FUENTES DE CONSULTA

Sitios Web

ARNELAS SECO, Itziar; INVERNÓN, Vanessa R.; DE LA ESTRELLA GONZÁLEZ, Manuel; LÓPEZ NIETO, Eusebio; DEVESA ALCARAZ, Juan A. (2012). Manual de laboratorio de botánica: el herbario, recolección y procesamiento. REDUCA (Biología). Infoiarn. (s.f.). Biodiversidad. https://www.uco.es/botanica/images/documentos/material-docente/manual-herbario.pdf

CENTRO DE PAÍSES MEGADIVERSOS. (s.f.). Países megadiversos. Disponible en: Itziar Arnelas Seco, Vanessa R. Invernón, Manuel de la Estrella González, Eusebio López Nieto, Juan A. Devesa Alcaraz. (2012). Manual de laboratorio de Botánica. El herbario. Recolección, procesamiento e. Obtenido de REDUCA (Biologìa). https://conap.gob.gt/paises-megadiversos/

FRONTIERS IN ECOLOGY AND EVOLUTION. (2021). The rapid rise of next-generation natural history. megadiversos, C. p. (s.f.). Países megadiversos. https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fevo.2021.698131/full

INFOIARNA. (s.f.). Biodiversidad en Guatemala. salud, O. m. (s.f.). Sistema de gestión de la calidad en el laboratorio. http://www.infoiarna.org.gt/temas/biodiversidad/

NEW YORK BOTANICAL GARDEN. (s.f.). Steere Herbarium. steere, N. H. (s.f.). NYBG Herbario steere. http://sweetgum.nybg.org/science/ih/herbarium-list/

ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD. (s.f.). Sistema de gestión de la calidad en el laboratorio. Trópicos. (s.f.). Flora Mesoamericana. https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/252631/9789243548272-spa.pdf

TRÓPICOS. (s.f.). Flora Mesoamericana. Disponible en: Frontiers in ecology and evolution "The Rapid Rise of Next-Generation Natural History.http://legacy.tropicos.org/projectwebportal.aspx?pagename=generalinfo&projectid=3&langid=66

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CÓRDOBA. (2018). Botánica taxonómica. Disponible en: "Botánica Taxonómica", en Categorías y conceptos taxonómicos, 2a ed. (Guatemala: N/A, 2018),http://www.agro.unc.edu.ar/~wpweb/botaxo/wp-content/uploads/sites/14/2018/06/T1.pdf.

FUENTES DE CONSULTA

Sitios Web

CONSEJO NACIONAL DE ÁREAS PROTEGIDAS. (s.f.). Antecedentes sobre las primeras áreas protegidas legalmente declaradas en Guatemala. https://conap.gob.gt/acerca-del-conap/

CONSEJO NACIONAL DE ÁREAS PROTEGIDAS. (s.f.). Normatividad. https://conap.gob.gt/normatividad/

HERNÁNDEZ SÁNCHEZ, Silvia Vanessa. (s.f.). Expediente 21807: reforma de los artículos 3, 4, 7, 69 y 70 de la Ley de Biodiversidad N.º 7788, de 30 de abril de 1998 y sus reformas. https://delfino.cr/asamblea/proyecto/21807

INSTITUTO DE INVESTIGACIONES QUÍMICAS Y BIOLÓGICAS. (s.f.). Jardín Botánico / Index Seminum / Herbario USCG. https://iiqb.ccqqfar.usac.edu.gt/unidades-de-investigacion/jardinbotanico/

NATURE ECOLOGY & EVOLUTION. (2020). Build up conservation research capacity in China for biodiversity governance. https://www.nature.com/articles/s41559-020-1253-z

ROJAS JIMÉNEZ, Keilor; KARREMANS, Adam P. (2021). Criminalización de la investigación en biodiversidad. https://delfino.cr/2021/11/criminalizacion-de-la-investigacion-en-biodiversidad

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE LA MIXTECA. (2014, agosto). Planeación de la vida útil en proyectos arquitectónicos. https://www.utm.mx/edi_anteriores/temas53/T53_2Nota2.pdf

USCG, H. (s.f.). JARDÍN BOTÁNICO / INDEX SEMINUM / HERBARIO USCG. https://iiqb-ccqqfar.usac.edu.gt/unidades-de-investigacion/jardinbotanico/

FUENTES DE CONSULTA

Sitios Web

APRENDE GUATEMALA. (2022). La historia de uno de los creadores del Centro Cívico en Guatemala. "La historia de uno de los creadores del Centro Cívico en Guatemala", Aprende Guatemala.com, consultado el 27 de octubre de 2022. https://aprende.guatemala.com/historia/personajes/biografia-roberto-aycinena/.

CONCEPTO. (2021, agosto 5). Botánica. "Centro Cívico de Guatemala, Patrimonio Moderno en peligro", SciELO Ecuador- Scientific Electronic Library Online, consultado el 27 de octubre de 2022. http://scielo.senescyt.gob.ec/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1390-92742018000400066.

GAZZETTA GT. (s.f.). Crédito Hipotecario Nacional de Guatemala. Colaboradores de los proyectos Wikimedia, "Instituto Guatemalteco de Seguridad Social. https://gazzettagt.com/credito-hipotecario-nacional-de-guatemala/

IBEROFLORA. (2021). Taxonomía vegetal. "Crédito Hipotecario Nacional de Guatemala - Gazzettagt", Gazzettagt, consultado el 27 de octubre de 2022. https://gazzettagt.com/credito-hipotecario-nacional-de-guatemala/.

PRENSA LIBRE. (s.f.). CSJ convoca a participar en elección de magistrados a la Corte de Constitucionalidad y estos son los requisitos. "CSJ convoca a participar en elección de magistrados a la Corte de Constitucionalidad y estos son los requisitos", Prensa Libre, consultado el 27 de octubre de 2022. https://www.prensalibre.com/guatemala/justicia/csj-convoca-a-participar-en-eleccion-de-magistrados-a-la-corte-de-constitucionalidad-y-estos-son-los-requisitos/.

SCIELO ECUADOR. (2018). Centro Cívico de Guatemala: patrimonio moderno en peligro. "Botánica", Concepto, 5 de agosto de 2021. https://concepto.de/botanica/.

FUENTES DE CONSULTA

Sitios Web

ARKIPLUS. (s.f.). ¿Qué es un jardín botánico?. "19 maravillosos lugares turísticos de la Ciudad de Guatemala", Guatemala.com, consultado el 27 de octubre de 2022. https://www.arkiplus.com/que-es-un-jardin-botanico

CENTRO DE INVESTIGACIONES BIOLÓGICAS DEL NOROESTE. (s.f.). ¿Qué es un herbario?. https://www.cibnor.gob.mx/investigacion/colecciones-biologicas/herbario-hcib/hcib-que-es-un-herbario

GUATEMALA.COM. (2022). Jardín botánico de la Ciudad de Guatemala. consultado el 27 de octubre de 2022. https://www.guatemala.com/guias/pasatiempos/jardin-botanico-un-pulmon-verde-en-medio-de-la-ciudad-de-guatemala/

MUSEOS DE TENERIFE. (s.f.). Haciendo un herbario. Disponible en: "¿Qué es un jardín botánico?", Arkiplus, consultado el 27 de octubre de 2022. https://www.arkiplus.com/que-es-un-jardin-botanico/.

SCIELO MÉXICO. (2021). Artículo científico sobre colecciones biológicas. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-27682021000200063

Lilian Patricia Guzmán Ramirez
Licenciada en Letras por la USAC
Colegiado activo 7596
patricia.guzman701@gmail.com
Tel. 55652717

Guatemala, 04 de mayo de 2026

Arquitecto
Sergio Francisco Castillo Bonini
Decano
Facultad de Arquitectura
Universidad de San Carlos de Guatemala

Estimado señor Decano:

Por este medio hago de su conocimiento que he realizado la revisión de estilo, ortografía y redacción del proyecto de graduación: **"Herbario de la Universidad de San Carlos de Guatemala. Ciudad de Guatemala"** de la estudiante Miriam Angelica Gaitan Monroy, quien se identifica con carné **201903819** de la Facultad de Arquitectura de la Universidad de San Carlos de Guatemala para obtener el título de Arquitecta en el grado académico de licenciatura.

Luego de las adecuaciones y correcciones que se consideraron pertinentes en el campo lingüistico, considero que el proyecto de graduación que se presenta cumple con la calidad técnica y científica requerida.

Al agradecer la atención que se sirva brindar a la presente, me suscribo respetuosamente,

Lilian Patricia Guzmán Ramirez
LCDA. EN LETRAS
COLEGIADA No. 7596

Lic. Lilian Patricia Guzmán Ramirez
Licenciada en Letras
Colegiada 7596

USAC
TRICENTENARIA
Universidad de San Carlos de Guatemala

FACULTAD DE
ARQUITECTURA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

Herbario de la Universidad de San Carlos de Guatemala. Ciudad de Guatemala
Proyecto de Graduación desarrollado por:

Miriam Angélica Gaitan Monroy

Asesorado por:

David Elías Mendieta Jiménez

Mabel Danyza Hernández Gutiérrez

Luis Enrique Kohön Ortiz

Imprímase:

"ID Y ENSEÑAD A TODOS"

Arq. Sergio Francisco Castillo Bonini
Decano