UNIVERSIDAD DE PANAMÁ

FACULTAD DE ARQUITECTURA Y DISEÑO

ESCUELA DE ARQUITECTURA

PROYECTO DE TESIS DE GRADO PARA OPTAR POR EL TÍTULO DE

LICENCIATURA EN ARQUITECTURA

TÍTULO DEL PROYECTO

DISEÑO DE ESCUELA MODELO SOSTENIBLE PARA EL DISTRITO DE CHEPO

REALIZADO POR

ANUBIS TERESA GUEVARA CONCEPCIÓN

CÉDULA

8-895-1566

PROFESOR ASESOR

ARQ. CARLOS QUINTERO

II SEMESTRE 2026

Tribunal examinador

Prof. Carlos Quintero (Asesor)_____

Prof. Victoria Adames (Jurado)_____

Prof. Carlos Menotti (Jurado)_____

Dedicatoria

A la juventud:

En quienes reside la esperanza de un futuro mejor para nuestro planeta. Por ello, es fundamental brindarles las herramientas necesarias para su desarrollo y formar en ellos una conciencia que les permita proteger el entorno, a través de espacios educativos sostenibles durante su formación.

A mis abuelos, Cata, Domingo y Juana, que en paz descansen:

Por su amor, sus enseñanzas y los valores que dejaron en mi vida, los cuales hoy me impulsan a alcanzar este logro. Sé que, desde el cielo, comparten conmigo este momento tan importante.

Agradecimientos

Agradezco a Dios por brindarme la sabiduría, la salud y la fortaleza necesarias para culminar esta etapa de mi formación profesional.

A mis padres, Teresa y Baudilio, por su amor, paciencia y apoyo incondicional, así como por el esfuerzo constante que realizaron para ayudarme a alcanzar esta meta.

A Yesenia Herrera Ruíz, por su cariño, cuidados y por acompañarme en este proceso, siendo un apoyo importante en mis logros.

A mis tías, Katty y Gladys, por su apoyo, comprensión y por brindarme momentos de tranquilidad durante el desarrollo de este trabajo.

Al arquitecto Carlos Quintero, por su orientación, conocimientos y acompañamiento a lo largo del desarrollo de esta tesis.

Finalmente, a todos aquéllos que de una u otra manera formaron parte de este proceso, contribuyendo al logro de este objetivo.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN XXIII

RESUMEN DEL PROYECTO XXIV

CAPÍTULO 1: GENERALIDADES DEL PROYECTO 26

1.1 Descripción y Alcance del Proyecto 26

1.1.1 Problemática 26

1.1.2 Descripción del Tema 27

1.2 Justificación 28

1.3 Alcances 30

1.4 Objetivos 31

1.4.1 Objetivo General 31

1.4.2 Objetivos Específicos 31

1.5 Importancia del Proyecto 32

1.6 Metodología de Estudio 33

CAPÍTULO 2: MARCO TEÓRICO 36

2.1 Conceptos Preliminares de una Escuela Sostenible 36

2.1.1 Sostenibilidad 36

2.1.2 Educación Ambiental 36

2.1.3 Escuela Sostenible 37

2.1.4 Infraestructura de una Escuela Sostenible 38

2.1.5 Impacto del Diseño de Escuelas Sostenibles 39

2.2 Arquitectura Tropical 40
2.3 Referentes Arquitectónicos 41
2.3.1 Referentes nacionales 41
2.3.2 Referentes internacionales 43
2.4 Programa de diseño de escuelas en Panamá 49
CAPÍTULO 3: ESTUDIO DEL SITIO 56
3.1 Criterios para la Selección del Lote 56
3.1.1 Opciones de Terrenos para el Proyecto 57
3.1.2 Ponderación de Terrenos 61
3.2 Análisis de Sitio 62
3.2.1 Características Físicas y Naturales 62
3.2.2 Factores Urbanos 67
CAPÍTULO 4: PROPUESTA ARQUITECTÓNICA 77
4.1 Descripción del Proyecto 77
4.2 Criterios de Diseño 78
4.2.1 Criterios Demográficos 78
4.2.2 Criterios Educativos 79
4.2.3 Normativas 80
4.2.4 Criterios Arquitectónicos 83
4.2.5 Criterios Estructurales 86

4.3 Programa Arquitectónico 87
4.3.1 Concepto y Evolución del Proyecto 89
4.3.2 Relación Funcional de los Ambientes 92
4.3.3 Estrategias sostenibles 96
4.3.4 Plástica y Materialidad 96
4.3.5 Solución Estructural 101
4.3.6 Equipamiento y Sistemas Especiales 104
4.4 Propuesta Arquitectónica 118
4.4.1 Planta de Localización General 118
4.4.2 Propuesta de Circulación 119
4.4.3 Propuesta de Circulación Vertical 120
4.4.4 Planta Arquitectónica de Edificio #1 126
4.4.5 Elevaciones – Edificio #1 127
4.4.6 Secciones – Edificio #1 128
4.4.7 Perspectivas – Edificio #1 129
4.4.8 Planta Arquitectónica de Edificio #2 132
4.4.9 Planta Arquitectónica – Edificio #2 – N100 134
4.4.10 Planta Arquitectónica – Edificio #2 – N200 136
4.4.11 Elevaciones – Edificio #2 138
4.4.12 Secciones – Edificio #2 139

4.4.13 Perspectivas – Edificio #2 140
4.4.14 Planta Arquitectónica – Edificio #3 – N000 143
4.4.15 Planta Arquitectónica – Edificio #3 – N100 145
4.4.16 Planta Arquitectónica – Edificio #3 – N200 147
4.4.17 Elevaciones – Edificio #3 149
4.4.18 Secciones – Edificio #3 150
4.4.19 Perspectivas – Edificio #4 151
4.4.20 Planta Arquitectónica – Edificio #4 152
4.4.21 Elevaciones – Edificio #4 153
4.4.22 Secciones – Edificio #4 154
4.4.23 Perspectivas – Edificio #4 155
4.4.24 Paisajismo 156
4.4.25 Secciones Generales - Plazas 165
4.4.26 Perspectivas - Exteriores 166
CAPÍTULO 5: ESTUDIO DE COSTOS 172
5.1 Costos Preliminares 172
5.2 Costos Directos 173
5.3 Costos Indirectos 178
5.4 Costos de Equipamiento 180
CONCLUSIONES 183

RECOMENDACIONES 184

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... 185

ANEXOS..... 187

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Pilares del desarrollo sostenible. 38

Ilustración 2. Alojamiento Estudiantil, Ciudad del Saber. 41

Ilustración 3. Vista de los edificios del alojamiento estudiantil 42

Ilustración 4. Vista del patio central del centro educativo 43

Ilustración 5. Emplazamiento, Escuela Pian Medoc. 43

Ilustración 6. Estrategias de ventilación del INCAE. 45

Ilustración 7. Escuela Secundaria Sant Vicenc de Montal..... 45

Ilustración 8. Fachada de la Escuela Secundaria Sant Vicenc de Montal. 46

Ilustración 9. Fachada principal. Escuela El Humedal. 47

Ilustración 10. Espacios internos con luz natural. Escuela El Humedal. 47

Ilustración 11. Vista exterior. Escuela El Humedal. 48

Ilustración 12. Matriz de funcionalidad. 51

Ilustración 13. Diagrama de funcional de escuela secundaria. 53

Ilustración 14. Propuesta de terrenos para el proyecto. 57

Ilustración 15. *Opción de Lote #1*..... 58

Ilustración 16. Edificios Existentes Colindantes. Radio de 500 metros. 59

Ilustración 17. *Opción de Lote #2.*..... 60

Ilustración 18. *Forma y superficie.* 62

Ilustración 19. *Análisis topográfico.*..... 63

Ilustración 20*. Vientos y asoleamiento.*..... 64

Ilustración 21. *Vegetación Existente.* 65

Ilustración 22. *Cobertura de vegetación existente.*..... 65

Ilustración 23. *Dirección de aguas pluviales.*..... 66

Ilustración 24. *Cruce peatonal cerca del proyecto.* 67

Ilustración 25. *Intersección de calles secundarias.* 67

Ilustración 26*. Localización y accesos del proyecto.* 68

Ilustración 27. *Vista de acometida para distribución eléctrica.* 70

Ilustración 28. Proyección de suministro de agua potable en Chepo. 71

Ilustración 29. *Conexión eléctrica existente de ENSA en Chepo.* 71

Ilustración 30. *Lugares poblados y área de estudio en Chepo.* 73

Ilustración 31. Usos de suelo actual, subregión de Panamá Este. 74

Ilustración 32. *Uso de suelo actual cerca del proyecto* 75

Ilustración 33. Distribución de mobiliario escolar. 85

Ilustración 34. Boceto inicial para la distribución del conjunto. 89

Ilustración 35. Emplazamiento y acceso principal. 90

Ilustración 36. Primeros volúmenes alrededor de la plaza cívica. 91

Ilustración 37. Organización volumétrica de la propuesta arquitectónica. 91

Ilustración 38. Relación de áreas de la propuesta maestra. 93

Ilustración 39. Boceto preliminar de distribución de ambientes. 94

Ilustración 40. Definición los volúmenes del conjunto. 95

Ilustración 41. Boceto de la distribución de los estacionamientos. 95

Ilustración 42. Sistema constructivo. 101

Ilustración 43. Muro de retención, zapata corrida. 102

Ilustración 44. Lámina de termo panel. 102

Ilustración 45. Isométrico de lámina tipo sándwich. 103

Ilustración 46. Ubicación de equipamiento. 104

Ilustración 47. Detalle de cisterna de agua potable. 107

Ilustración 48. Diagrama de recolección de agua pluvial..... 110

Ilustración 49. Diagrama de distribución de agua pluvial..... 111

Ilustración 50. Detalle de cisterna de agua pluvial..... 112

Ilustración 51. Distribución de paneles solares..... 114

Ilustración 52. Chiller aire-enfriado comercial tipo Carrier AquaSnap..... 116

Ilustración 53. Distancias para tanques de gas según la NFPA 58..... 117

Ilustración 54. Localización general y niveles de terracerías. 118

Ilustración 55. Propuesta de circulación. 119

Ilustración 56. Localización de rampas y escaleras..... 120

Ilustración 57. Detalle de escaleras #1. Escala 1:30 121

Ilustración 58. Sección Típica de escalera X:X. Escala 1:30..... 121

Ilustración 59. Detalle de escaleras #2. Escala 1:30. 122

Ilustración 60. Sección típica de escalera Y:Y. Escala 1:30..... 122

Ilustración 61. Rampas de Edificios #2 y Edificio #3. Escala 1:30. 123

Ilustración 62. Sección de Rampa en Edificio #2. Escala 1:30..... 123

Ilustración 63. Planta de Rampas #3. Escala 1:30. 124

Ilustración 64. Sección de Rampa #3. Escala 1:30. 124

Ilustración 65. Planta de rampa #4. Escala 1:30. 125

Ilustración 66. Sección de Rampas #4. Escala 1:30..... 125

Ilustración 67. Planta arquitectónica de Administración. 126

Ilustración 68. Planta arquitectónica de Usos Complementarios. 126

Ilustración 69. Elevación frontal. Edificio #1. Escala 1:250..... 127

Ilustración 70. Elevación Posterior. Edificio #. Escala 1:250. 127

Ilustración 71. Elevación lateral derecha. Edificio #1. Escala 1:250..... 127

Ilustración 72. Elevación lateral izquierda. Edificio #1. Escala 1:250. 127

Ilustración 73. Sección Longitudinal a – a. Edificio #1. Escala 1:250. 128

Ilustración 74. Sección Transversal b - b. Edificio #1 Escala 1:250. 128

Ilustración 75. Sección Transversal c - c. Edificio #1. Escala 1:250. 128

Ilustración 76. Visualización exterior del Edificio #1. 129

Ilustración 77. Visualización de sala de espera de la Administración. 129

Ilustración 78. Visualización de Sala de Profesores. 130

Ilustración 79. Visualización del Auditorio. 130

Ilustración 80. Visualización de la Biblioteca. 131

Ilustración 81. Visualización de Cafetería. 131

Ilustración 82. Planta Arquitectónica Laboratorios. Nivel 000. 132

Ilustración 83. Ubicación de nivel planta baja del Edificio #2 132

Ilustración 84. Ubicación de nivel 1.50m del Edificio #2 133

Ilustración 85. Planta Arquitectónica de laboratorios. Nivel 1.50m. 133

Ilustración 86. Ubicación de nivel 100 – Edificio #2 134

Ilustración 87. Planta Arquitectónica Laboratorios. Nivel 100. 134

Ilustración 88. Planta Arquitectónica Laboratorios. Nivel 100. 135

I**lustración 89**. Ubicación de nivel 100. Edificio #2. 135

Ilustración 90. Ubicación de nivel 200. Edificio #2. 136

Ilustración 91. Planta Arquitectónica de talleres. Nivel 200 136

Ilustración 92. Ubicación de nivel 200. Edificio E2. 137

Ilustración 93. Planta Arquitectónica de talleres. Nivel 200. 137

Ilustración 94. Elevación Frontal. Edificio #2. Escala 1:250. 138

Ilustración 95. Elevación Posterior. Edificio #2. Escala 1:250. 138

Ilustración 96. Elevación lateral derecha. Edificio #2. Escala 1:250. 138

Ilustración 97. Elevación lateral izquierda. Edificio #2. Escala 1:250. 138

Ilustración 99. Sección Longitudinal d – d. Edificio #2. Escala 1:250. 139

Ilustración 98. Localización de secciones del Edificio #2. 139

Ilustración 100. Sección Transversal e - e. Edificio #2. Escala 1:250. 139

Ilustración 101. Visualización de Laboratorio de Química. 140

Ilustración 102. Visualización de Laboratorio de Biología. 140

Ilustración 103. Visualización de Taller de Informática. 141

Ilustración 104. Visualización de Taller de Bellas Artes. 141

Ilustración 105. Visualización de Taller de Idiomas. 142

Ilustración 106. Visualización de Taller de Música. 142

Ilustración 107. Ubicación de nivel 000 Edificio #3. 143

Ilustración 108. Planta de aulas teóricas de premedia. Nivel 000 143

Ilustración 109. Ubicación de nivel 000. Edificio #3. 144

Ilustración 110. Planta de aulas teóricas de media. Nivel 000. 144

Ilustración 111. Planta de aulas teóricas de premedia. Nivel100. 145

Ilustración 112. Ubicación de nivel 100. Edificio #3. 145

Ilustración 113. Planta de aulas teóricas de media. Nivel 100. 146

Ilustración 114. Ubicación de nivel 100 Edificio #3. 146

Ilustración 115. Planta de aulas teóricas de premedia. Nivel 200 147

Ilustración 116. Ubicación de nivel 200 Edificio #3. 147

Ilustración 117. Ubicación de nivel 200. Edificio #3. 148

Ilustración 118. Planta de aulas teóricas de media. Nivel 200. 148

Ilustración 119. Elevación frontal. Edificio #3. Escala 1:250. 149

Ilustración 120. Elevación posterior. Edificio #3. Escala 1:250. 149

Ilustración 121. Elevación lateral derecha. Edificio #3. Escala 1:250..... 149

Ilustración 122. Elevación lateral izquierda. Edificio #3. Escala 1:250. 149

Ilustración 123. Sección Longitudinal f – f. Edificio #3. Escala 1:250. 150

Ilustración 124. Localización de secciones del Edificio #3. 150

Ilustración 125. Sección Longitudinal – g -g. Edificio #3. Escala 1:250..... 150

Ilustración 126. Visualización de Aulas Teóricas. 151

Ilustración 127. Visualización de pasillos de Aulas teóricas. 151

Ilustración 128. Planta Arquitectónica de Gimnasio. Edificio #4..... 152

Ilustración 129. Planta Arquitectónica de cancha exterior. 152

Ilustración 130. Elevación Frontal. Edificio #4. Escala 1:250. 153

Ilustración 131. Elevación Posterior. Edificio #4. Escala 1:250. 153

Ilustración 132. Elevación Lateral Izquierda. Edificio #4. Escala 1:250..... 153

Ilustración 133. Elevación Lateral Derecha. Edificio #4. Escala 1:250. 154

Ilustración 134. Localización de secciones del Edificio #4. 154

Ilustración 135. Sección Longitudinal h- h. Edificio #4. Escala 1:250..... 154

Ilustración 136. Sección Transversal i - i. Edificio #4. Escala 1:250..... 154

Ilustración 137. Visualización interior de Gimnasio. 155

Ilustración 138. Visualización de cancha exterior. 155

Ilustración 139. Propuesta de vegetación. 164

Ilustración 140. Sección Longitudinal j -j. Edificio #4. Escala 1:250.. 165

Ilustración 141. Localización de Secciones j-j y k-k. 165

Ilustración 142. Sección Transversal k - k. Edificio #4. Escala 1:250..... 165

Ilustración 143. Visualización de Plaza cívica..... 166

Ilustración 144. Visualización de marquesinas hacia las aulas teóricas. 166

Ilustración 145. Visualización hacia edificio de aulas teóricas. 167

Ilustración 146. Visualización de plaza estudiantil. 167

Ilustración 147. Visualización de áreas de estudio al aire libre. 168

Ilustración 148. Visualización de senderos de plaza estudiantil. 168

Ilustración 149. Visualización de acceso peatonal. 169

Ilustración 150. Visualización de acceso vehicular y garita de seguridad. 169

Ilustración 151. Visualización de conjunto N°1. 170

Ilustración 152. Visualización de conjunto N°2. 170

Ilustración 153. Gráfico de costos del proyecto. 182

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Población escolar del nivel primario. 28

Tabla 2. Población del corregimiento de Chepo Cabecera. 29

Tabla 3. Oferta educativa de nivel secundario. 29

Tabla 4. Programa de necesidades de una escuela secundaria. 52

Tabla 5. Ponderación para selección del lote del proyecto. 61

Tabla 6. Uso de suelo actual, corregimiento de Chepo Cabecera. 74

Tabla 7. Población proyectada en edad escolar por corregimiento, 2025. 79

Tabla 8. Centros educativos oficiales y matrícula en Chepo (2025). 80

Tabla 9. Total de estacionamientos en la propuesta. Elaborado por la autora. 83

Tabla 10. Programa de diseño arquitectónico de escuela secundaria. 88

Tabla 11. Materiales y acabados utilizados. 100

Tabla 12. Volumen de captación de techos, promedio anual. 108

Tabla 13. Distribución de paneles solares. 113

Tabla 14. Capacidad de BTU de cada ambiente del proyecto. 115

Tabla 15. Cuadro de vegetación propuesta. 156

Tabla 16. Propuesta de Mobiliario Urbano. 160

Tabla 17. Costos preliminares. 173

Tabla 18. Costos directos del Edificio #1, Administración. 174

Tabla 19. Costos directos del Edificio #2 176

Tabla 20. Costos directos del Edificio #3, Aulas Teóricas. 176

Tabla 21. Costos directos del Edificio #4, Gimnasio. 177

Tabla 22. Costos directos de Circulación Vertical - Horizontal y Paisajismo. 177

Tabla 23. Costos directos. 178

Tabla 24. Costos indirectos. 179

Tabla 25. Costos de equipamiento. 181

Tabla 26. Resumen de costos del proyecto. 182

INTRODUCCIÓN

El crecimiento demográfico y el desarrollo urbano en Panamá, han generado un aumento en la demanda de infraestructuras educativas, que sean eficientes, resilientes y adaptadas a las condiciones del clima del país.

Sin embargo, las escuelas actuales presentan problemas de confort térmico, alto consumo energético y deficiencia en el manejo de los recursos naturales, lo que afecta la calidad del aprendizaje y en los costos operativos de los centros educativos.

El proyecto de tesis de grado **"Diseño de Escuela Modelo Sostenible para el distrito de Chepo"** se enmarca dentro de la línea de investigación **de Diseño e interdisciplinariedad**, haciendo énfasis en la **sub línea de estrategias de diseño.**

La propuesta plantea el desarrollo de una escuela secundaria basada en principios de arquitectura tropical y sostenibilidad, con el objetivo de mejorar las condiciones espaciales, reducir el impacto ambiental y servir como referencia para futuras edificaciones educativas en el país.

El documento se estructura en cinco capítulos: el primero aborda las Generalidades del Proyecto; el segundo, el Marco Teórico; el tercero, El Estudio del Sitio; el cuarto, La Propuesta Arquitectónica; finalmente, el quinto capítulo contiene El estudio de Costos del Proyecto

RESUMEN DEL PROYECTO

Proyecto: **DISEÑO DE ESCUELA MODELO SOSTENIBLE**

Ubicación: Vía interamericana, corregimiento de Chepo Cabecera, Distrito de Chepo, provincia de Panamá.

Esta tesis abarca una propuesta arquitectónica de escuela secundaria incorporando criterios de sostenibilidad; como ventilación cruzada, aprovechamiento de iluminación natural, recolección de agua de lluvia, uso de materiales adecuados al clima tropical y áreas verdes de bajo mantenimiento. Como resultado , se desarrolló un conjunto educativo organizado a partir de una plaza cívica central y una plaza estudiantil, que organiza los distintos bloques del proyecto, permitiendo una distribución clara y jerárquica. El diseño está conformado por cuatro edificios: administración – usos complementarios, talleres – laboratorios, aulas teóricas y gimnasio.

El área total de construcción es de 966.6538 m^2 de los cuales 26, 376.00 m^2 son de área abierta y 4135.6 m^2 son de área cerrada. El proyecto destina aproximadamente, un 40.87% del área total a zonas verdes, mientras que la ocupación construida alcanza un 28.69%, complementándose con un 30.44% a áreas duras y espacios exteriores. Esta distribución cumple con criterios de implantación de infraestructuras educativas en Panamá, manteniendo un equilibrio adecuado entre edificación, espacios abiertos y confort ambiental.

En cuanto al costo del proyecto, incluyen costos directos e indirectos, se estima un total de B/. 29,721,965.71 , el cual se detalla en el capítulo 5: Estudios de Costos.

CAPÍTULO I
GENERALIDADES DEL PROYECTO



CAPÍTULO 1: GENERALIDADES DEL PROYECTO

1.1 Descripción y Alcance del Proyecto

1.1.1 Problemática

Actualmente, el distrito de Chepo cuenta con 133 centros educativos, de los cuales 126 corresponden al nivel primario, 4 al nivel medio y 3 a la modalidad nocturna, según la Dirección Regional de Educación de Panamá Este. Esta distribución refleja una menor disponibilidad de centros educativos para atender la continuidad de los estudiantes hacia los niveles de premedia y media.

De acuerdo con las proyecciones del Instituto Nacional de Estadística y Censo (INEC), el corregimiento de Chepo Cabecera registra **3,833** habitantes entre los **12 y 17 años**, población correspondiente a los niveles de premedia y media. En este contexto, el **Colegio Venancio Fenosa Pascual** registra una matrícula de **1,720 estudiantes para el año 2025**, constituyéndose en el principal centro educativo del nivel secundario del corregimiento, concentrando una parte importante de los estudiantes de este nivel educativo del corregimiento.

Como resultado, la relación entre la población en edad escolar, la oferta educativa del nivel secundario y la matrícula registrada en el corregimiento de Chepo Cabecera, demuestra la necesidad de fortalecer la infraestructura educativa destinada a la atención de los estudiantes de premedia y media.

1.1.2 Descripción del Tema

El presente trabajo de investigación consiste en el diseño arquitectónico de una Escuela Modelo Sostenible para los niveles de premedia y media, ubicada en el corregimiento de Chepo Cabecera, distrito de Chepo. Asimismo, la propuesta consiste en el desarrollo de una infraestructura educativa respondiendo a las necesidades del sistema educativo mediante espacios académicos, administrativos, deportivos y complementarios que favorezcan el proceso de enseñanza.

Como escuela modelo, el proyecto incorpora principios de arquitectura tropical sostenible, considerando las condiciones climáticas de la región mediante estrategias de ventilación e iluminación natural, el aprovechamiento eficiente de los recursos y la integración de áreas verdes, con el propósito de generar ambientes funcionales, confortables y responsables al ambiente.

Asimismo, la propuesta busca servir como referencia para futuros proyectos de infraestructura educativa en el distrito de Chepo y otras regiones del país, promoviendo espacios que contribuyan al bienestar de la comunidad educativa y al desarrollo de una arquitectura sostenible adaptada al contexto nacional.

1.2 Justificación

“De la sana educación de los jóvenes depende la felicidad de las naciones”

San Juan Bosco

El desarrollo de infraestructura educativa para los niveles de premedia y media constituye una necesidad para el corregimiento de Chepo Cabecera, debido al crecimiento de la población en edad escolar y a la demanda de espacios educativos.

Esta necesidad se fundamenta en las proyecciones demográficas del Instituto Nacional de Estadística y Cesos (INEC) y en la información estadística del Ministerio de Educación (MEDUCA).

POBLACIÓN ESCOLAR DEL CORREGIMIENTO DE CHEPO CABECERA PARA EL NIVEL DE PRIMARIA. 2025	
NIVEL	**POBLACIÓN**
6 años	636
7 años	663
8 años	676
9años	677
10 años	675
11 años	671
TOTAL	**3,998**

Tabla 1. *Población escolar del nivel primario.*
Fuente: Instituto Nacional de Estadística y Censo.2025

La población del nivel de primaria constituye la base estudiantil que, en los próximos años, ingresará a los niveles de premedia y media. Por ello, su análisis permite proyectar la futura demanda de estudiantes que requerirá la infraestructura educativa destinada a la educación secundaria.

POBLACIÓN ESCOLAR DEL CORREGIMIENTO DE CHEPO CABECERA PARA LOS NIVELES DE PREMEDIA Y MEDIA. 2025	
GRUPO DE EDAD	**POBLACIÓN**
12 años	667
13 años	656
14 años	643
15 años	629
16 años	622
17 años	616
TOTAL	**3,833**

Tabla 2. *Población del corregimiento de Chepo Cabecera.*
Fuente: Instituto Nacional de Estadística y Censo.2025

Los datos del MEDUCA muestran la oferta existente y la matrícula registrada en los centros de educción secundaria del área, lo que permite identificar la necesidad de fortalecer la infraestructura destinada a los niveles de premedia y media.

OFERTA EDUCATIVA ACTUAL DEL NIVEL SECUNDARIO EN EL CORREGIMIENTO DE CHEPO CABECERA			
Centro Educativo	**Nivel**	**Bachiller**	**Matrícula 2025**
I.P.T. Mexico Panamá	Premedia, media académica, media profesional y técnica	Ciencias, Agropecuario	1,100
Colegio Venancio Fenosa Pascual	Premedia, media académica, media profesional y técnica	Ciencias con énfasis en Tecnología Informática, Comercio, Contabilidad, Turismo.	1,721
		TOTAL	**2,820**

Tabla 3. *Oferta educativa de nivel secundario.*
Fuente: Departamento de Estadística. Dirección Regional de Panamá Este. 2025.

En respuesta a esta necesidad, el proyecto propone el diseño de una Escuela Modelo Sostenible, incorporando principios de arquitectura tropical, estrategias sostenibles y el uso eficiente de los recursos naturales, con el propósito de ofrecer espacios funcionales, confortables y ambientalmente responsables que contribuyan al fortalecimiento de la infraestructura educativa del distrito.

1.3 Alcances

El presente trabajo de investigación tiene como principal alcance desarrollar una propuesta arquitectónica de una **Escuela Modelo Sostenible** para los niveles de premedia y media en el corregimiento de Chepo Cabecera, fundamentada en el análisis de la problemática educativa, la población en edad escolar, la matrícula, la oferta educativa y las condiciones físicas y ambientales del sitio.

Como resultado de la investigación, se desarrolla una solución arquitectónica que responde a las necesidades funcionales, espaciales y ambientales para el área de estudio.

Asimismo, la propuesta desarrolla un modelo de infraestructura educativa que incorpora principios de arquitectura tropical sostenible, como la ventilación e iluminación natural, la protección solar, la eficiencia energética mediante paneles fotovoltaicos y el aprovechamiento del agua de lluvia para reducir el consumo de agua potable.

Este aporte amplía el conocimiento sobre el diseño de infraestructura educativa sostenible y constituye una base para futuras investigaciones y proyectos arquitectónicos orientados al fortalecimiento de los espacios educativos.

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo General

Diseñar una **Escuela Modelo Sostenible** en el corregimiento de Chepo Cabecera, que responda a las necesidades educativas de la población en edad escolar de la etapa premedia y el nivel medio, mediante una infraestructura escolar de bajo impacto ambiental.

1.4.2 Objetivos Específicos

- **Analizar** las necesidades de espacios escolares para los diferentes niveles.
- **Determinar** mediante estudios de la población educativa el programa arquitectónico y los requerimientos espaciales necesarios para atender la demanda educativa identificada.
- **Desarrollar** una propuesta arquitectónica de Escuela Modelo Sostenible que responda a las necesidades funcionales educativas y ambientales del corregimiento de Chepo Cabecera.
- **Incorporar** criterios de sostenibilidad y arquitectura tropical en la propuesta arquitectónica para mejorar el desempeño ambiental y el confort de los espacios educativos.

1.5 Importancia del Proyecto

La importancia de este proyecto de tesis radica en que responde a la necesidad de fortalecer la infraestructura educativa para los niveles de premedia y media en el corregimiento de Chepo Cabecera, identificada a partir del análisis de la población en edad escolar, la matrícula y la oferta educativa existente.

La propuesta de una **Escuela Modelo Sostenible** constituye una alternativa arquitectónica orientada a mejorar las condiciones de los espacios destinados al proceso de enseñanza-aprendizaje, contribuyendo al desarrollo integral de la comunidad educativa.

Asimismo, el proyecto representa una inversión a futuro al promover el diseño de infraestructura educativa con criterios de sostenibilidad, favoreciendo el uso eficiente de los recursos, la funcionalidad de los espacios y el bienestar de estudiantes, docentes y personal administrativo.

Desde el punto de vista académico, la investigación aporta una propuesta arquitectónica sustentada en el análisis de las necesidades del contexto local, contribuyendo al estudio de la arquitectura educativa sostenible y sirve de base para futuras investigaciones y proyectos de infraestructura educativa en contextos con características similares.

1.6 Metodología de Estudio

La metodología describe el procedimiento desarrollado para recopilar, analizar y procesar la información necesaria para fundamentar la propuesta arquitectónica.

1.6.1 Investigación

En este proceso se llevó a cabo la recopilación de información relacionada con el tema, se consultó a las entidades competentes relacionadas con la planificación y el desarrollo de la infraestructura educativa, y se analizaron los datos recopilados para fundamentar la propuesta arquitectónica. Como resultado de esta etapa, se obtuvo la información necesaria para fundamentar el desarrollo del anteproyecto arquitectónico.

1.6.2 Análisis del Sitio

En esta etapa se analizaron los criterios de idoneidad que debe cumplir el terreno, establecidos por la institución encargada de la construcción de escuelas en Panamá. Asimismo, se elaboró un análisis del entorno urbano del terreno y se estudiaron las normas de zonificación vigentes para su aplicación al sitio de estudio. Como complemento de este análisis, se elaboraron gráficos y mapas a partir de la información recopilada, con el propósito de apoyar la evaluación y comprensión de las características del sitio.

1.6.3 Diseño del Programa del Anteproyecto

En esta etapa se analizaron las dimensiones, áreas y espacios necesarios para el desarrollo del proyecto, incluyendo aulas teóricas, laboratorios, talleres, administración del plantel, canchas deportivas, plaza cívica, auditorio, biblioteca y cafetería. Asimismo, se elaboró el estudio de volumetría y se realizaron los

bosquejos preliminares de las plantas correspondientes a cada área del proyecto. También se analizaron los equipos e instalaciones requeridos y se definió el diseño paisajístico, considerando materiales, pavimentos y vegetación a utilizar.

1.6.4 Estudio de Costos

Al finalizar la propuesta arquitectónica, se elaboraron cuadros de costos estimados requeridos para el desarrollo del proyecto. Estos incluyen posibles costos por metro cuadrado y costos asociados a las instalaciones necesarias.

1.6.5 Presentación Final de los Resultados Obtenidos

Con la información obtenida, se elaboró el diseño conceptual de la propuesta, incluyendo plantas arquitectónicas, secciones, perspectivas y animaciones 3D para la presentación y sustentación del proyecto de tesis.

CAPÍTULO II
MARCO TEÓRICO



CAPÍTULO 2: MARCO TEÓRICO

2.1 Conceptos Preliminares de una Escuela Sostenible

2.1.1 Sostenibilidad

Se refiere a la satisfacción de las necesidades, actuales, sin comprometer a las futuras generaciones, garantizando el equilibro económico, cuidado al medio ambiente y el bienestar de la sociedad. (Fundación Oxfam Intermón, 2020).

2.1.2 Educación Ambiental

El Congreso Ambiental de Educación y Formación sobre el medio Ambiente[1] define la educación ambiental como "un proceso permanente en el cual los individuos y las comunidades adquieren conciencia de su medio y aprenden los conocimientos, valores, destrezas, la experiencia y también la determinación que les capacite para actuar, individual y colectivamente, en la resolución de los problemas ambientales presentes y futuros" (p. 11)

La UNESCO[2], en la Carta de Belgrado (1975) establece los objetivos de la educación ambiental, los cuales son:

- Toma de conciencia para adquirir una mayor comprensión sobre el medio ambiente y sus problemas.
- Aptitudes necesarias para resolver o buscar soluciones ambientales.
- Capacidad de evaluar las medidas y los programas de educación ambiental en función de factores ecológicos, políticos, sociales y educativos.

[1] *Moscú, 1987.*
[2] *Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura.*

- Participación para desarrollar el sentido de responsabilidad para identificar los problemas del medio ambiente y tomar las medidas adecuadas.

Actualmente, el Ministerio de Educación de Panamá ha implementado en las escuelas del país programas de educación ambiental con el fin de promover la conservación de los recursos naturales y preservar el ambiente.

Por tanto, la educación ambiental permite a las personas investigar sobre temáticas ambientales e involucrarse en la toma de decisiones para una solución en beneficio de toda la comunidad.

2.1.3 Escuela Sostenible

El concepto de escuela sostenible se origina del término desarrollo sostenible, que es aquél desarrollo que satisface las necesidades de las generaciones presentes sin comprometer los recursos de las futuras generaciones.[3]

La educación viene siendo un instrumento para forjar valores, competencias y conocimientos para realizar un cambio en nuestra sociedad. (Organización de las Naciones Unidas, 2002).

[3] Fuente: Velázquez, J. (2020). Educación para el desarrollo sostenible. Infraestructura escolar de la educación inicial y escolar básica del sistema educativo de gestión oficial del municipio de Villeta. Universidad Nacional de Asunción. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Paraguay.

2.1.4 Infraestructura de una Escuela Sostenible

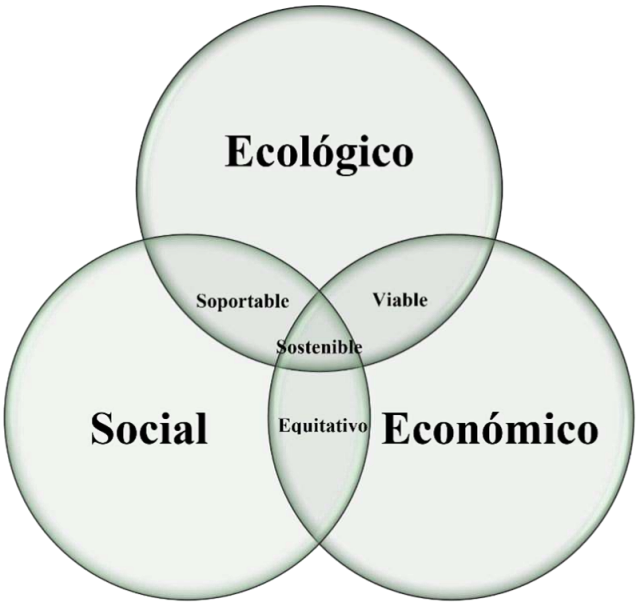


***Ilustración 1**. Pilares del desarrollo sostenible.*
Fuente: Los Pilares del Desarrollo Sostenible. (2013). Universidad Santo Tomás. Bogotá, Colombia.

En el desarrollo sostenible se propone tres pilares fundamentales: en lo económico, lo social y lo ambiental o ecológico. El resultado de la unión de estos pilares son las dimensiones de sostenibilidad, lo equitativo, lo soportable y lo viable, sin estas tres no hay un proyecto sostenible.[4]

Los pilares del desarrollo sostenible son los siguientes:

- **Pilar Económico:** Está relacionado con la producción, distribución y consumo de bienes y servicios. Su objetivo es buscar incrementar el bienestar social con un consumo responsable de los recursos; a través un sistema financiero de empresas verdes.
- **Pilar Social:** Contempla a las personas y las condiciones en las que viven en aspectos relacionados con la educación, la salud, la violencia y el ocio.

[4] Fuente: Castaño, C. Los pilares del desarrollo sostenible. (2013). Universidad Santo Tomás. Bogotá, Colombia.

Mantiene una relación entre la población y su estabilidad y la responsabilidad que las mismas personas tienen con cada uno.

- **Pilar Ambiental:** Se refiere a los recursos naturales del planeta y la forma en que son utilizados por la sociedad. Para una sostenibilidad ambiental es importante el uso de energías renovables.

En cuanto a la educación sostenible, esta incorpora en su sistema educativo temas como: el cambio climático, reducción de riesgo de desastres, la biodiversidad, consumo sostenible. Además, permite que las personas desde una edad temprana de la educación adquieran conocimientos para forjar un futuro sostenible.

2.1.5 Impacto del Diseño de Escuelas Sostenibles

El diseño y construcción de escuelas sostenibles alcanza un impacto en la salud de los estudiantes, los costos operativos del centro educativo y el ambiente.

Las **escuelas sostenibles** son eficientes para disminuir los costos de operación, conservación de recursos y reducen el desperdicio de estos recursos; demuestran un compromiso de la comunidad con sus niños y su futuro. Además, las escuelas sostenibles crean un interés en el confort de los ambientes educativos.

Los estudios de Andersen (1999), O'Neil (2000) y Rydeen (2009) afirman que la presencia de nuevos centros educativos con espacios confortables mejora el rendimiento por parte de estudiantes y docentes; ya que son los principales protagonistas que ocupan los ambientes educativos por un largo período de tiempo.[5]

[5] Fuente: La construcción sostenible. El estado de la cuestión. Alavedra P., Domínguez J., Gonzalo E. & Serra J. 1998.

2.2 Arquitectura Tropical

La arquitectura tropical surge como una respuesta a las condiciones climáticas propias de las regiones tropicales, buscando adaptar las edificaciones al entorno para proporcionar confort a sus usuarios y aprovechar los recursos naturales disponibles.

Según Bruno Stagno, esta arquitectura retoma principios de las construcciones tradicionales e incorpora elementos como aleros, espacios abiertos y estructuras ligeras que priorizan la sombra, la ventilación y la protección frente al clima, privilegiando el bienestar por encima de la apariencia.

En este enfoque, la sombra desempeña un papel fundamental en la configuración de los espacios arquitectónicos, ya que contribuye al confort térmico y a la calidad ambiental de los interiores. La incorporación de estrategias pasivas, como la ventilación cruzada, la iluminación natural controlada y la protección solar, permite reducir la dependencia de sistemas mecánicos de climatización, favoreciendo edificaciones más eficientes y sostenibles.

En Panamá, la arquitectura tropical adquiere especial importancia debido a las altas temperaturas, la intensa radiación solar, las abundantes lluvias y los elevados niveles de humedad. Estos factores exigen soluciones de diseño que minimicen el calentamiento de las edificaciones, prevengan filtraciones y faciliten el control de la humedad, garantizando espacios funcionales, confortables y adaptados a las condiciones del clima tropical.

2.3 Referentes Arquitectónicos

2.3.1 Referentes nacionales

Para identificar antecedentes nacionales relacionados con infraestructura educativa sostenible, se realizó una revisión de proyectos educativos e institucionales desarrollados en Panamá que incorporan estrategias de diseño bioclimático y sostenibilidad.

- **Alojamiento Estudiantil, Ciudad del Saber**



Ilustración 2. *Alojamiento Estudiantil, Ciudad del Saber.*
Fuente: ArchDaily. (SIC) Arquitectura. Panamá.

La propuesta se organiza mediante bloques independientes conectados por circulaciones peatonales, cuya implantación responde a las condiciones del terreno, la orientación solar y la dirección predominante de los vientos. Además, incorpora estrategias pasivas de diseño bioclimático, como la ventilación cruzada, el aprovechamiento de la iluminación natural, la protección solar y el uso de energía solar, favoreciendo el confort térmico y la eficiencia energética. Aunque corresponde a un proyecto de alojamiento estudiantil, sus estrategias arquitectónicas empleadas

constituyen un referente aplicable al diseño de espacios educativos sostenibles. Estas estrategias evidencian la importancia de una adecuada implantación del conjunto y de la incorporación de criterios bioclimáticos para mejorar el confort ambiental y la eficiencia energética de la infraestructura educativa.



Ilustración 3. *Vista de los edificios del alojamiento estudiantil*
Fuente: ArchDaily. (SIC) Arquitectura. Panamá.

- **Centro Educativo Guillermo Endara Galimany, Panamá**

Este centro educativo ubicado en La Chorrera, constituye un referente nacional de infraestructura educativa moderna por la incorporación de criterios de diseño bioclimático adaptados al clima tropical panameño.

Su propuesta arquitectónica organiza el conjunto mediante pabellones independientes conectados por circulaciones abiertas, favoreciendo la ventilación cruzada, el aprovechamiento de la iluminación natural y la protección solar mediante amplios aleros. Estas estrategias contribuyen a mejorar el confort térmico de los usuarios, reducir la ganancia de calor y promover espacios educativos más funcionales y eficientes.



Ilustración 4. *Vista del patio central del centro educativo*
Fuente: ArchDaily. (SIC) Arquitectura. Panamá.

2.3.2 Referentes internacionales

- **Escuela Secundaria Le Pian Médoc, Francia**



Ilustración 5. *Emplazamiento, Escuela Pian Medoc.*
Fuente: BMP Architectes, Bordeaux, Le Pian Médoc, Francia.

El proyecto conserva una zona arbolada, que se mantuvo en su estado existente a lo largo de la carretera. Esta zona arbolada crea una barrera entre la

carretera y la escuela secundaria. El trazado de las calles se siguió por limitaciones urbanas locales, manteniendo al máximo la franja boscosa.

Estas condiciones determinaron la volumetría de los edificios, la selección de los materiales y la disposición de los espacios, favoreciendo una integración armónica con el entorno natural.

Este proyecto demuestra cómo la conservación de la vegetación existente constituye un criterio de implantación que fortalece la relación entre la arquitectura y el entorno natural, favoreciendo el confort ambiental del conjunto.

- **Pared Multicapa – INCAE (Instituto Centroamericano de Administración de Empresas[6]**

La estrategia de diseño del edificio del INCAE se centra en la configuración de la envolvente arquitectónica, haciendo énfasis en los materiales empleados en las fachadas y en el diseño de la cubierta.

La incorporación de amplias superficies acristaladas se complementan con elementos de protección solar, como parasoles y aleros, que reducen la incidencia directa de la radiación solar y contribuyen a mejorar el confort térmico del edificio. Asimismo, estas soluciones favorecen el aprovechamiento de la iluminación natural y la adaptación de la edificación al clima tropical.

Este referente aporta criterios relacionados con el diseño de la envolvente arquitectónica, evidenciando la importancia de combinar iluminación natural con sistemas de protección solar para optimizar el desempeño ambiental del edificio en climas tropicales.

[6] Fuente: Mignucci, A. Bruno Stagno, Una arquitectura para el trópico. 2019



Ilustración 6. *Estrategias de ventilación del INCAE.*
Fuente: Mignucci, A. Bruno Stagno, Una arquitectura para el trópico. 2019.

- **Escuela Secundaria San Vicent de Montalt – España**



Ilustración 7. *Escuela Secundaria Sant Vicenc de Montal.*
Fuente: Estudi Nao + josé María Gutiérrez. España

El edificio se alinea con la vía y se adapta al terreno mediante una planta semisótano que resuelve el desnivel existente y establece una relación directa con el patio de recreación. En este nivel se ubican el gimnasio, las canchas deportivas, los vestuarios y los servicios sanitarios, mientras que la organización longitudinal

del edificio favorece la conexión entre las diferentes áreas mediante circulaciones cubiertas que proporcionan protección solar y continuidad espacial.

La fragmentación del edificio mediante patios de luz permite iluminar y ventilar naturalmente los talleres ubicados en el semisótano, mientras que las aulas, situadas en los niveles superiores, se orientan hacia estos patios para reducir la incidencia del ruido exterior. Asimismo, las lamas prefabricadas de hormigón blanco funcionan como elementos de control solar y se integran en las fachadas y cubiertas de los patios. La geometría del edificio se adapta al trazado de la vía mediante ligeros giros que ordenan su composición, y el uso predominante del hormigón blanco refuerza su expresión arquitectónica y favorece la percepción de la luz natural.



Ilustración 8*. Fachada de la Escuela Secundaria Sant Vicenc de Montal.*
Fuente: Estudi Nao + josé María Gutiérrez. España

- **Escuela El Humedal – Costa Rica**

Entre sus principales características destacan el uso de materiales reciclados, como el bambú y la madera. Sus espacios abiertos y techados ventilados para el control de la temperatura sin necesidad de aire acondicionado su diseño maximiza la entrada de la luz natural reduciendo el consumo eléctrico y mantiene una conexión directa con la naturaleza existente mediante áreas verdes y aulas al aire libre.



Ilustración 9. *Fachada principal. Escuela El Humedal.*
Fuente: Costa Rica, 2018. https://www.metalocus.es/



Ilustración 10. *Espacios internos con luz natural. Escuela El Humedal.*
Fuente: Costa Rica, 2018. https://www.metalocus.es/

El edificio resuelve todo el programa en un pabellón con 3 niveles. Que aprovechan la topografía existente. Utiliza una estructura de madera que agrega calidez y ritmo diagonal que rompe la horizontalidad del volumen y se cruza a través del edificio para unificar y alternar las distintas alturas y escalas.

Proporciona un ambiente de aprendizaje confortable en una región tropical calidad y húmeda con temporadas de lluvia que dura hasta 9 meses al año. Su estructura consiste en estrategias pasivas de control climático de bajo mantenimiento y consumo energético, lo que permite al edificio respirar mediante ventilación natural.

Utiliza la integración de sistemas prefabricados de bajo costo para obtener una economía en la construcción y solucionar la escasez de espacio para el almacenamiento de los materiales durante el proceso constructivo.

El uso de estrategias pasivas, materiales de bajo impacto ambiental y espacios abiertos evidencia la viabilidad de desarrollar infraestructura educativa eficiente y adaptada a las condiciones del clima tropical.



Ilustración 11. *Vista exterior. Escuela El Humedal.*
Fuente: Costa Rica, 2018. https://www.metalocus.es/

2.4 Programa de diseño de escuelas en Panamá

El **MINISTERIO DE EDUCACIÓN,** define categorías o tipologías de infraestructura escolar basándose en los distintos niveles educativos y sus modalidades de entrega en función con las necesidades tanto de áreas rurales como urbanas; formadas por 5 categorías:

Categoría I: Centro Urbano Rural Multigrado, Categoría II: Centro Educativo Rural Completo. Categoría III: Centro Urbano Menor. Categoría IV: Centro Educativo Urbano Mayor y Categoría V: Campus Educativo Urbano.[7]

Según estas categorías y la función de la distribución de la matrícula educativa con respecto a la densidad poblacional y la zona geográfica, el centro educativo que se propone en esta tesis corresponde a la Categoría IV.

El aforo óptimo de esta categoría de centro educativo es de 1410 estudiantes en jornada única. El área mínima para construir es de 10,000 m2 y un 75% del terreno deberá tener una pendiente menor al 10%.[8]

[7] Fuente: Lineamientos para la planificación, Diseño y Construcción de Edificios Escolares. República de Panamá. (Octubre, 2015). Ministerio de educación.

[8] Fuente: Lineamientos para la planificación, Diseño y Construcción de Edificios Escolares. República de Panamá. (Octubre, 2015). Ministerio de educación.

El diseño del centro escolar que pertenezca a esta categoría deberá contar con los siguientes ambientes:[9]

- Accesos peatonales.
- Área de estacionamientos (administrativos, docentes, visita, personas con discapacidad, carga/descarga y autobuses).
- Área de aulas teóricas.
- Baterías sanitarias.
- Bodega y área de aseo.
- Salón de usos múltiples.
- Comedor.
- Laboratorios.
- Cubo de gradas.
- Corredores techados.
- Módulo administrativo (dirección y guardianía).
- Salón de maestros.
- Aulas psicopedagógicas.
- Biblioteca.
- Talleres de formación técnica.
- Áreas verdes.
- Banquetas.
- Plaza cívica.
- Cancha polideportiva (techada).
- Servicios básicos:[10]

En cuanto al equipamiento, deberá contar con los siguientes servicios básicos:[11]

- Sistema de suministro continuo de energía eléctrica (circuitos de carga e iluminación, conexión estándar a red con contador.
- Sistema de suministro de agua potable (Conexión a red. Tanque elevado).

[9] Fuente: Lineamientos para la planificación, Diseño y Construcción de Edificios Escolares. República de Panamá. (Octubre, 2015). Ministerio de educación.

[10] Fuente: Lineamientos para la planificación, Diseño y Construcción de Edificios Escolares. República de Panamá. (Octubre, 2015). Ministerio de educación.

[11] Fuente: Lineamientos para la planificación, Diseño y Construcción de Edificios Escolares. República de Panamá. (Octubre, 2015). Ministerio de educación.

- Sistema de recolección y disposición de desechos sólidos (Basureros que permitan la clasificación de desechos orgánicos, plástico, vidrio, papel y aluminio, área de disposición y reciclaje claramente definida).
- Conexión wifi.
- Conexión telefónica.
- Tratamiento de aguas residuales (En caso de no estar conectado a red municipal. Planta de tratamiento de aguas residuales con tratamiento primario y secundario.

Se recomienda que el centro escolar priorice en sus ambientes: luz natural y ventilación cruzada. Las aberturas permitirán una conexión directa al patio abierto o techado, permitiendo así la reducción de contagios.[12]

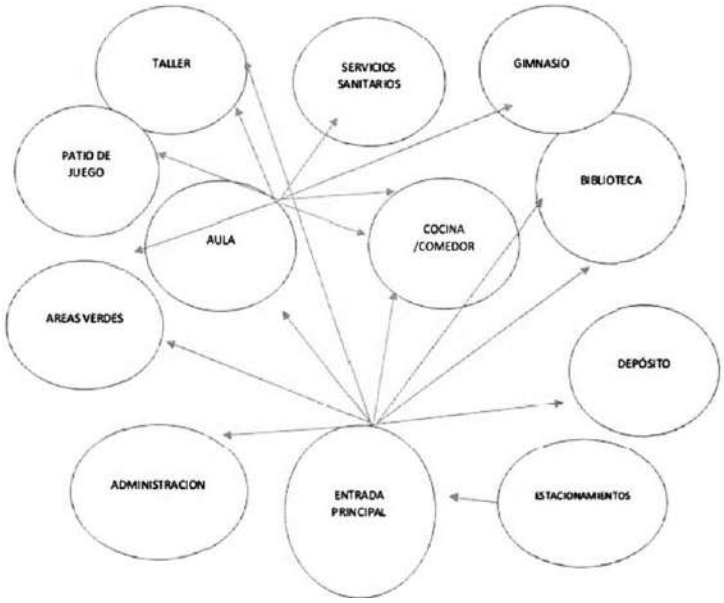


Ilustración 12. *Matriz de funcionalidad.*
Fuente: Lineamientos para la planificación, diseño y construcción de edificios escolares. República de Panamá. (Octubre, 2015). Ministerio de educación.

[12] Fuente: Guía para establecimiento de medidas de bioseguridad para la Reducción de riesgo de contagio de COVID-19 en los centros Educativos oficiales y particulares a nivel nacional. Ministerio de Educación. Junio, 2020.

Programa de necesidades de una escuela secundaria[13]

Tabla 4. *Programa de necesidades de una escuela secundaria.*
Fuente: Lineamientos básicos generales, para la planificación, diseño y construcción de infraestructura escolar de la República de Panamá. Ministerio de educación.

Necesidad	Espacio que genera	Mobiliario
Atender el personal general	Dirección y subdirección con sanitario	Escritorio, sillas, librero, vitrina para bandera y sillones para visitantes
Organizar la documentación del plantel (profesores, personal)	Área secretarial	Escritorio, sillón, librero, sillones, para visitantes y computadora
Organizar la documentación de los alumnos	Control escolar	Escritorio, sillas estanterías, archivos y computadoras
Administración de presupuesto para pago de nómina, mantenimiento, entre otros.	Administración	Escritorios, sillas, archiveros, maquinas eléctricas y computadoras
Coordinar el trabajo interno de la escuela y control de asistencia de profesores	Prefectura con sanitario	Mesa y silla para el prefecto, pizarrón de avisos y reloj checador
Realizar reuniones, asambleas de alumnos y maestros, eventos culturales y artísticos	Auditorio	250 Butacas mínimo, estrado y caseta de proyección
Dar atención de primeros auxilios y medicamentos	Servicio médico	Botiquín, cama, estantería escritorio, silla, lavabo, entre otros
Impartir materias por diferentes catedráticos de acuerdo con el programa de enseñanza	Aula tipo	Pizarrón, escritorio, silla de profesor, casilleros, butacas, estanterías y trabajos
Impartir la práctica de acuerdo con la teoría de la materia del conocimiento	Laboratorios (Química, física, biología y computación)	De acuerdo con la especialidad
Impartir conocimientos tecnológicos	Talleres	Según especialidades
Impartir conocimientos de música	Salón de planta libre con proscenio y bodega de instrumentos	Plano y equipo de audio

[13] Fuente: Enciclopedia de Arquitectura Plazaola. Volumen 4. 1977.

Apoyar tareas, investigaciones, cultural general	Biblioteca	Mostrador, torniquetes, estanterías, anaqueles, cubículo del bibliotecario
Practicar algún deporte	Área de deportes con cubículo de instructor, baño y vestidores	Según las actividades deportivas
Realizar ceremonias, homenajes, entre otros	Patio cívico	Foro, asta de bandera
Cubrir necesidades fisiológicas alumnos	Sanitarios hombres y mujeres	Ver reglamento
Albergar instalaciones del plantel	Cuarto de máquinas	Aire acondicionado, hidráulicas, contra incendios, subestación eléctrica.

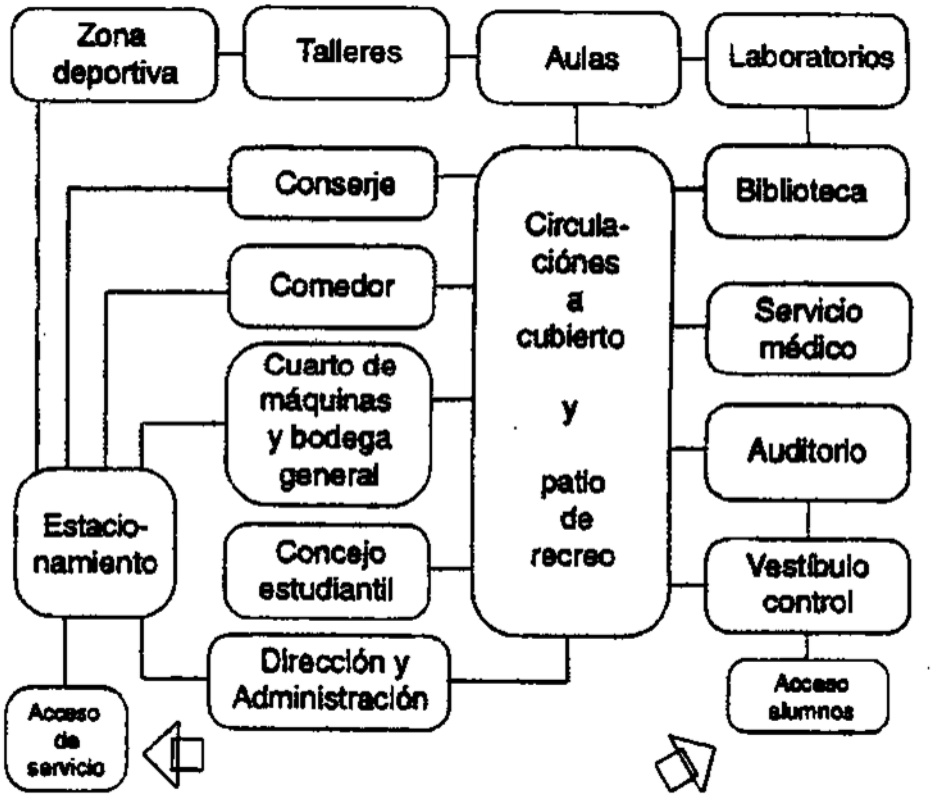


Ilustración 13. *Diagrama de funcional de escuela secundaria.*
Fuente: Enciclopedia de Arquitectura Plazaola. Volumen 4. 1977.

PROPUESTA PARA EL PROGRAMA DE DISEÑO

El diseño de escuela modelo sostenible albergará 1410 estudiantes, en un único turno diurno divido en dos niveles: premedia (7°, 8° y 9°) y media (10°, 11° y 12°).

- **Zona de acceso y movilidad**

Facilita la circulación dentro y fuera del recinto escolar. Abarca el área de estacionamiento para docentes, administrativos y de visita. Además de los estacionamientos de carga y descarga y los buses escolares.

- **Zona administrativa**

Espacios destinados para la gestión y operación de la institución educativa. Estos espacios albergan la dirección, secretaría, sala de profesores, sala de reuniones, gabinete psicopedagógico, orientación y servicios sanitarios.

- **Zona de espacios comunes**

Permite la integración y socialización de los estudiantes: Patios, plazas, áreas de descanso y bancas con sombra

Zona recreativa y deportiva

Promueve el desarrollo físico y social de los estudiantes: gimnasio techado y cancha al aire libre.

- **Zona de estudio**

Espacios diseñados para la comodidad y eficiencia del aprendizaje: aulas teóricas, laboratorios de ciencias (química, física y biología), laboratorio de informática, aula de idiomas, biblioteca, auditorio y sala de usos múltiples.

- **Zona de Actividades complementarias:** Cafetería, auditorio y biblioteca.

CAPÍTULO III
ESTUDIO DEL SITIO



CAPÍTULO 3: ESTUDIO DEL SITIO

La selección del terreno es el punto importante para la elaboración del anteproyecto. El terreno debe cumplir con las necesidades que requiere una escuela secundaria.

3.1 Criterios para la Selección del Lote

- **Ubicación:** posición del terreno en relación con el área urbana o centro del corregimiento.
- **Accesibilidad:** debe permitir el acceso peatonal, transporte público y privado. Debe contar con vías que permitan la llega de vehículos de insumos y extracción de la basura.
- **Características físicas:** debe contar con las dimensiones que permitan desarrollar el proyecto con comodidad y una topografía poco pronunciadas, para evitar costos de nivelación del terreno y riesgos a inundaciones o deslames de tierra.
- **Infraestructura existente**: deberá contar con servicios de agua potable, electricidad, evacuación de aguas servidas, eliminación de basura, comunicación (internet y telefonía)
- **Zonificación y análisis del entorno:** contexto del sitio, los distintos usos de suelo que existen y las comunidades aledañas al sitio. No existe un uso de suelo regente para desarrollo del proyecto se aplicarán normativas del distrito de Panamá.
- **Costo:** Criterio importante para la selección del terreno. Dependerá del valor del metro cuadrado de la zona.

3.1.1 Opciones de Terrenos para el Proyecto

La selección del lote es uno de los puntos importantes para la elaboración de un proyecto arquitectónico, pues el terreno debe responder a las necesidades que requiere el desarrollo de un proyecto institucional dirigido a los centros educativos.

Según sea la elección final, surgirán características como: ubicación, costo, seguridad, esto puede afectar de forma positiva o negativa al proyecto.

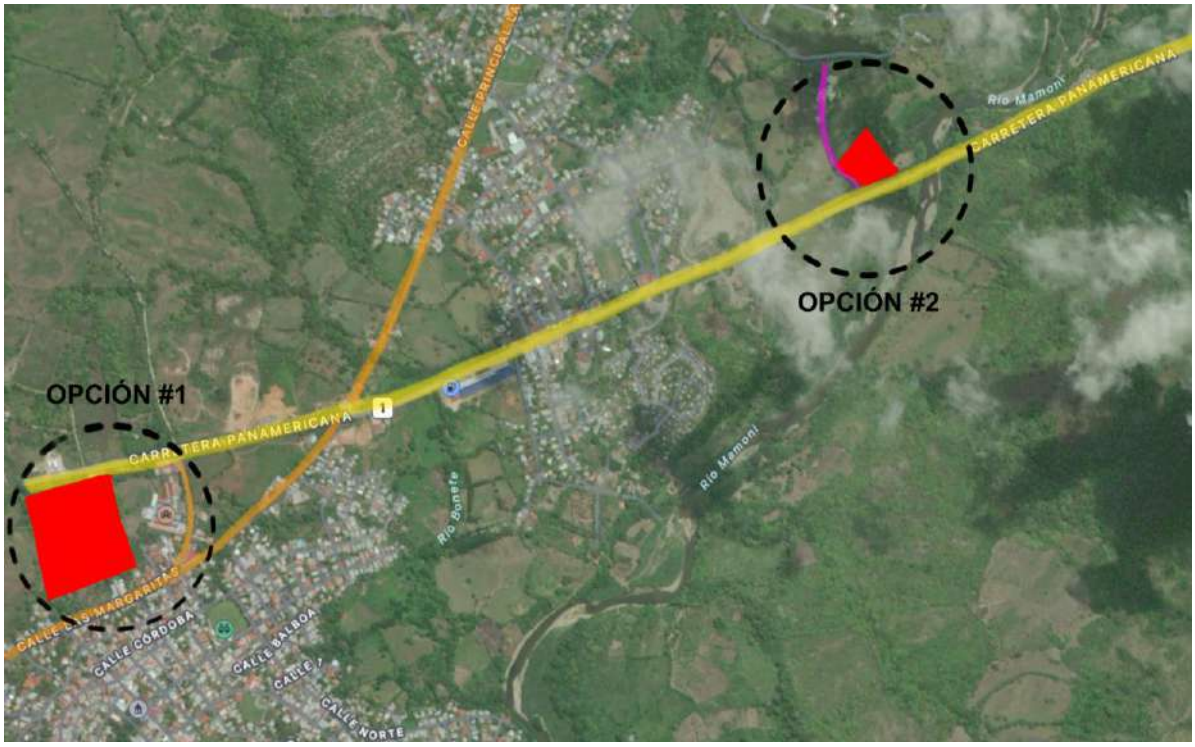


***Ilustración 14**. Propuesta de terrenos para el proyecto.*
Fuente: Google Earth 2025

Opción #1 Ubicado en el corregimiento de Chepo Cabecera



Ilustración 15. *Opción de Lote #1*
Fuente: Google Earth 2025

- **Ubicación :** Se localiza en el corregimiento de Chepo Cabecera. En un radio de 500 metros, colinda al norte, con la carretera Panamericana. Al Sur, con la Calle Balboa Sur, la calle Santa Rosa y la zona Residencial 11 de Octubre. Al Este, limita con el Colegio Venancio Fenosa Pascual y el INADEH de Chepo. Al Oeste, limita con la zona Residencial San Cristóbal y a aproximadamente 60 metros se encuentra una estación de gasolina Terpel (ver ilustración 14).
- **Accesibilidad:** Este lote es accesible con respecto a su cercanía con la carretera Panamericana y cuenta con acceso desde la vía colectora Santa Rosa y conecta con la vía colectora Jorge Velásquez por medio de la vía local Balboa Sur y Las Margaritas.

- **Características Físicas:** El lote posee una superficie de 64 530.22 m^2, pendientes que se dirigen hacia la carretera Panamericana. El punto de elevación más alto está ubicado en la cota 22.00m, lo que da como resultado a una pendiente del 3%, ascendente.
- **Infraestructura Existente:** Tiene acceso a servicios básicos como acueductos, electricidad, telefonía e internet.
- **Zonificación:** en su entorno próximo se pueden observar zonas residenciales, zonas comerciales pequeñas como abarroterías, minisúper y ferreterías, iglesias, se encuentra próximo a la escuela Venancio Fenosa Pascual. No existe un uso de suelo regente para desarrollo del proyecto se aplicarán normativas del distrito de Panamá.
- **Costo:** El valor del metro cuadrado en esta zona se estima entre los B/. 69.60 por metro cuadrado, lo que da como resultado a B/.4,491,303.31

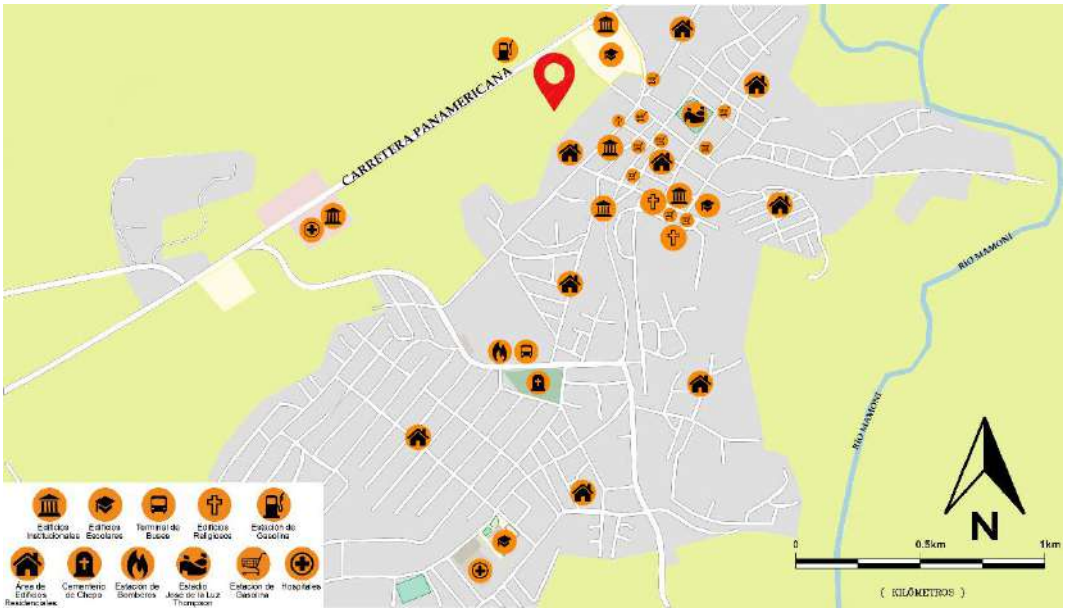


Ilustración 16. *Edificios Existentes Colindantes. Radio de 500 metros.*
Elaborado por la autora..

Opción #2 cerca de Las Margaritas de Chepo

- **Ubicación:** corregimiento de Las Margaritas, cerca del sector 1 Las Margaritas
- **Accesibilidad:** frente a la carretera Panamericana
- **Características Físicas:** El lote posee una superficie de 14,808.87 m^2, pendientes en ascendente hacia la carretera Panamericana, el punto más alto se ubica en la cota 21.50m, lo que da como resultado a un desnivel de 2.00m.
- **Infraestructura Existente:** Acceso a servicios de acueducto, luz eléctrica, telefonía e internet. No cuenta con alcantarillado, esta zona es servida por tanques sépticos.
- **Zonificación:** Es una zona que se encuentra alejada a 500 m de la zonas residenciales y comerciales aledañas. Se encuentra ubicado en una zona de riesgo a inundaciones, por su cercanía al Río Mamoní.
- **Costo:** El valor del metro cuadrado en esta zona se estima entre los B/. 150 por metro cuadrado, lo que da como resultado a B/. 2 221 330.5



Ilustración 17. *Opción de Lote #2.*
Fuente: Google Earth 2025

3.1.2 Ponderación de Terrenos

Luego de realizar la ponderación de los lotes, se ha realizado un cuadro para demostrar los resultados obtenidos de cada terreno en base a los criterios antes mencionados.

Se realiza una puntuación de 0 a 10 para la obtención de resultados

CRITERIOS DE SELECCIÓN	OPCIÓN #1 CHEPO CABECERA	OPCIÓN #2 LAS MARGARITAS
Ubicación	10	5
Accesibilidad	10	5
Superficie y topografía	10	10
Infraestructura	8	5
Zonificación	10	7
Costo	9	10
Total	**91.66%**	**66.6%**

Tabla 5. *Ponderación para selección del lote del proyecto.*
Elaborado por la autora.

Luego de evaluar y analizar las alternativas de terrenos para el proyecto, se selecciona la opción #1 Chepo Cabecera, ya que tiene conexión a las distintas zonas de la comunidad que se verán beneficiadas con el proyecto, además de ser la cabecera del distrito de Chepo y por ser un terreno que posee el ministerio de educación para el desarrollo de centros educativos.

3.2 Análisis de Sitio

3.2.1 Características Físicas y Naturales

- **Forma y Superficie**

La limitación del polígono de estudio se elaboró en relación con la proyección de futuros proyectos educativos por parte del Ministerio de Educación para abarcar mayor cobertura a los centros escolares del distrito de Chepo.

La forma del terreno es de un polígono rectangular irregular y su superficie es de 64 530.22 m^2 (6.45ha).



Ilustración 18. *Forma y superficie.*
Elaborado por la autora.

- **Topografía**

El lote posee pendientes que se dirigen hacia la carretera Panamericana. El punto de elevación más alto está ubicado en la cota 22.00m y colinda entre la calle Balboa Sur y la zona residencial de la comunidad de San Cristóbal.

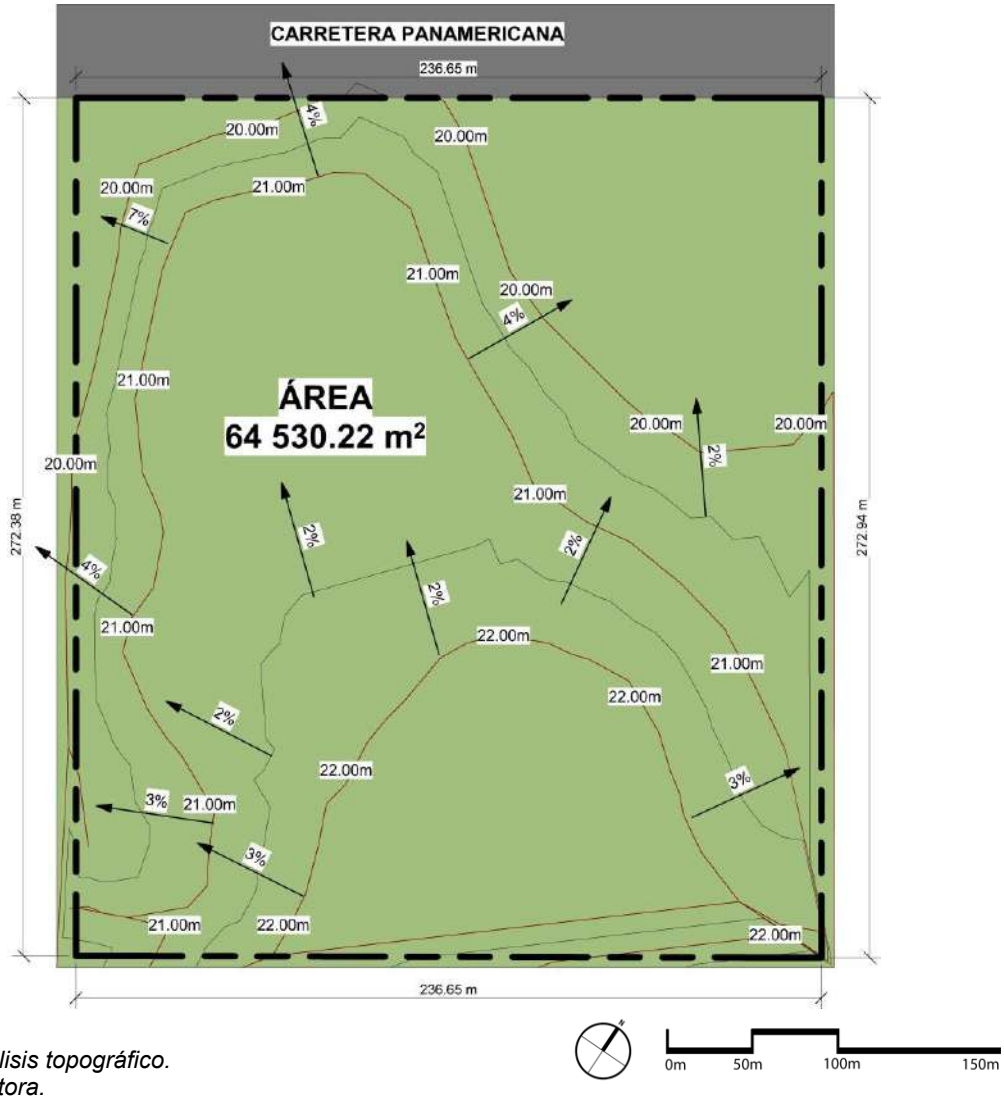


Ilustración 19. *Análisis topográfico.*
Elaborado por la autora.

- **Asoleamiento y Vientos Predominantes**

El sol matutino se alza desde la dirección sureste, con respecto al lote se ubica hacia el fondo del terreno colindando con la comunidad de San Cristóbal y la calle Balboa Sur. Sin embargo, el sol vespertino se oculta en dirección noreste que colinda con un lote baldío y la extensión de la calle Santa Rosa. Para efectos del análisis solar del sitio, utilizamos la herramienta de carta solar con los datos: fecha: 7 de Octubre de 2021, Hora: 8:30 am.

Los vientos predominantes en el terreno llegan desde el NNE(Nordeste) hacia la dirección SSW (Suroeste), a una velocidad de 5 metros/ segundos m/s (18 k/h).

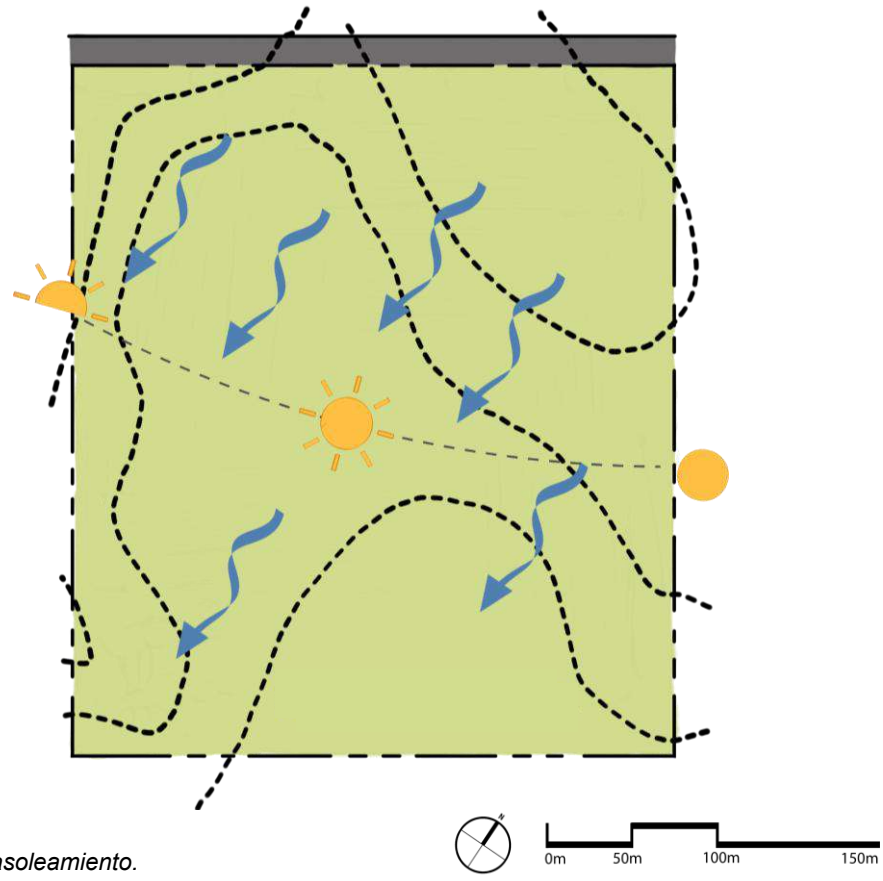


***Ilustración 20**. Vientos y asoleamiento.*
Elaborado por la autora.

- **Vegetación Existente**

El tipo de vegetación existente al lote está compuesto por matorrales y árboles dispersos. Entre los árboles se encuentran árboles frutales como el mango, palma cocotera y el marañón.



Ilustración 21. *Vegetación Existente.*
Elaborado por la autora. Abril 2025

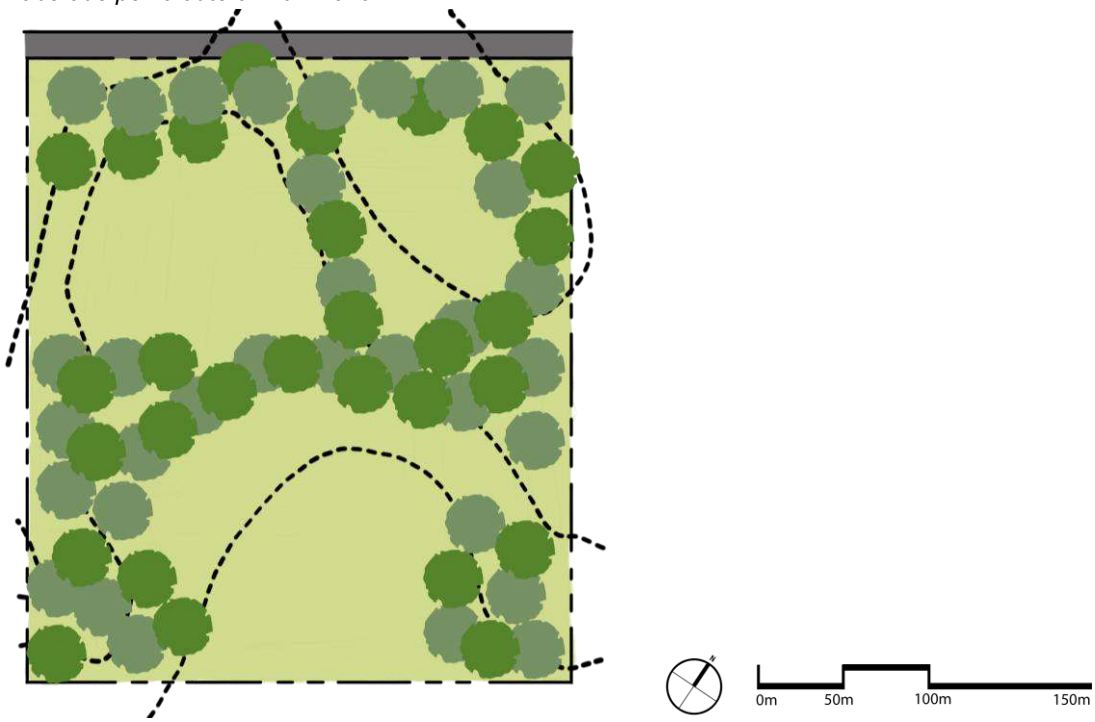


Ilustración 22. *Cobertura de vegetación existente.*
Elaborado por la autora.

- **Escorrentías Pluviales**

Las escorrentías pluviales van en dirección descendente hacia la carretera Panamericana. Para el corregimiento de Chepo Cabecera donde está ubicado el proyecto, corresponde un flujo de agua entre los 400 - 800 mm de media anual.

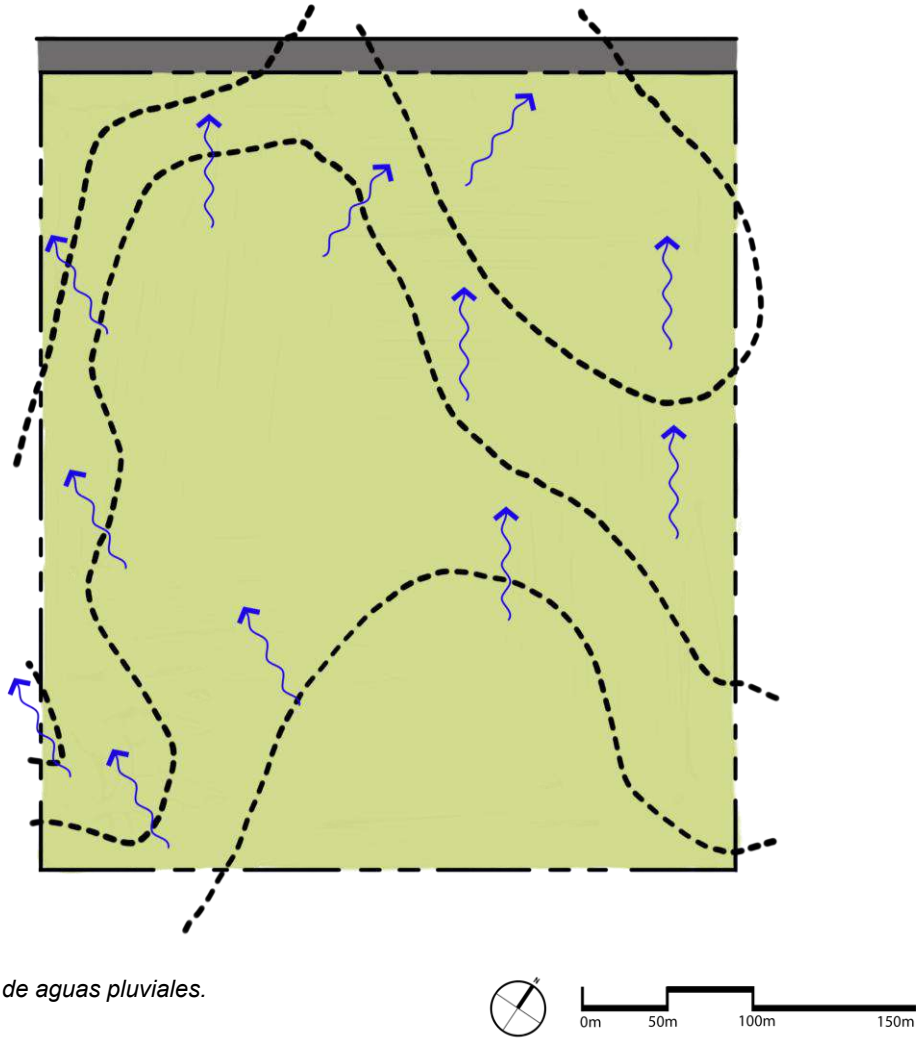


Ilustración 23. *Dirección de aguas pluviales.*
Elaborado por la autora.

3.2.2 Factores Urbanos

- **Vialidad y Accesos**

El lote del proyecto cuenta con una accesibilidad desde la carretera Panamericana (Vía principal) y la vía local Balboa Sur; esta a su vez comunica con la vía colectora Santa Rosa y es una vía de acceso residencial.

La vía Santa Rosa es una de las principales vías de acceso para ingresar al corregimiento de Chepo (cabecera) y el corregimiento de Las Margaritas. El paso peatonal más cercano se encuentra a 50 metros frente al INADEH.[14]



Ilustración 24. *Cruce peatonal cerca del proyecto.*
Elaborado por la autora.



Ilustración 25. *Intersección de calles secundarias.*
Elaborado por la Autora.

[14] Instituto Nacional de Formación Profesional y Capacitación para el Desarrollo Humano.

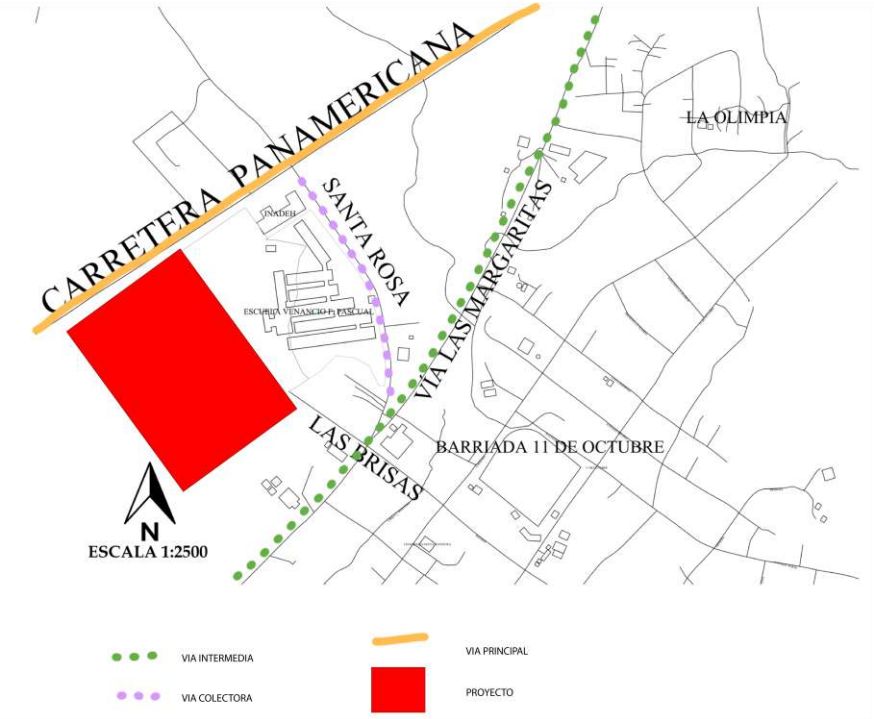


***Ilustración 26**. Localización y accesos del proyecto.*
Elaborado por la autora.

- **Colindantes**

Chepo es un área extensa por lo que en la Ilustración 24 se observan de forma general, los predios que se consideran más cercanos al lote del proyecto.

- Áreas residenciales, como: 11 de Octubre, Las Brisas, Loma del Río y San Cristóbal
- **Colegio Venancio Fenosa Pascual:** ubicado al lado este del lote del proyecto, es un centro educativo para nivel de premedia y media. Cuenta con el bachillerato en comercio, letras con énfasis en Turismo y Ciencias con instrumentación en Informática.

- **INADEH:** Instituto Nacional de Formación Profesional y Capacitación para el Desarrollo Humano, ofrece cursos de capacitación en distintas áreas, diseñados para formar la mano de obra que requiere el sector productivo de nuestra sociedad.

- **Infraestructura**

  - **Acueductos y Alcantarillado**

La institución encargada de proporcionar agua potable es el IDAAN. La planta potabilizadora está ubicada en la barriada Loma del Río y se abastece de las aguas del río Mamoní. La capacidad de operación es de 3 000 000 galones / día.

Chepo tiene proyectos para ampliar las líneas de distribución, una de ellas se encuentra cerca del lote del proyecto, ellas son:

Línea 8", calle Santa Rosa

Línea 6", intersección de la calle Santa Rosa y la calle Las Margaritas.

En la ilustración 26 se muestra una proyección hasta 2035 de las colectoras que se realizarán en el plan metropolitano de Chepo.

  - **Electricidad**

Con respecto a la localización del proyecto de tesis, existe un transformador eléctrico en frente del lote, donde está ubicada la estación de gasolina TER-PEL. Este transformador posee una carga directa entre 9,000 y 13,000 KW y pertenece a la empresa Elektra Noreste, S.A (ENSA), que es una de las empresas de distribución del servicio eléctrico.



Ilustración 27. *Vista de acometida para distribución eléctrica.*
Fuente: Google Earth

- **Comunicación telefónica y acceso a Internet**

En el Distrito de Chepo sólo existe conectividad a internet en algunos de sus corregimientos. Las Margaritas en gran parte, pero no cubre todo el corregimiento.

En el resto de los corregimientos solo existe en ciertas áreas y en las juntas comunales gracias a un proyecto de la empresa privada para la conexión a internet.

Con respecto a Chepo Cabecera, el corregimiento cuenta en toda su extensión con conectividad al servicio de internet y telefonía.

- **Transporte**

El sistema de transporte que se proporciona en Chepo es manejado por sindicatos, que distribuyen el transporte de la ruta Chepo – Panamá. Esta ruta comunica ala ciudad de Panamá con el distrito de Chepo. Cooperativa de Transporte San Cristóbal Chepo, brinda servicio de transporte desde 1974.



Ilustración 28. *Proyección de suministro de agua potable en Chepo.*
Elaborado por la autora.

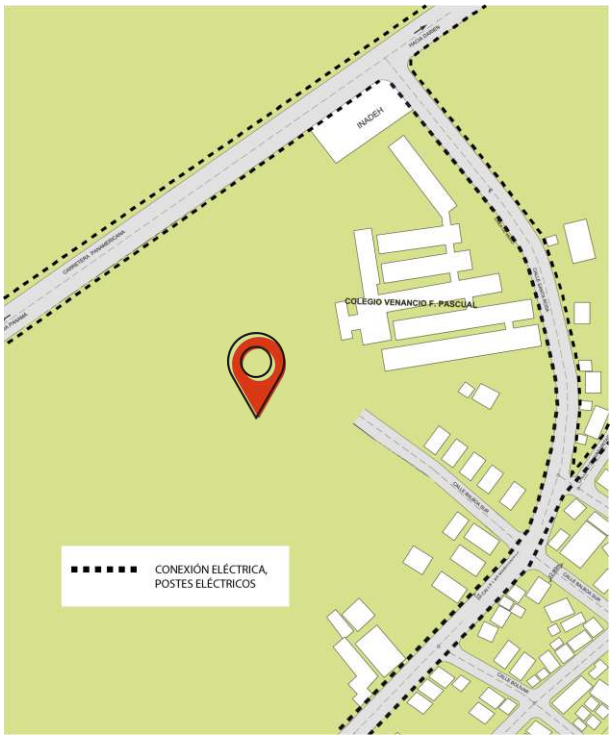


Ilustración 29. *Conexión eléctrica existente de ENSA en Chepo.*
Elaborado por la autora.

- **Proyección de Crecimiento Urbano**

Según el último censo de población y vivienda realizado en el año 2010 por el Instituto Nacional de Estadística y Censo, Contraloría General de la República de Panamá, el distrito de Chepo posee una población aproximada de 46,139 habitantes; donde 24,198 son hombres y 21,941 son mujeres; en comparación a los 35,500 que se registró en el censo del año 2000.

Se estima que hasta el 2020, el distrito de Chepo tiene una proyección de 60,345 habitantes, aproximadamente, representa un 22,2%. La estimación del crecimiento de la población se distribuye de la siguiente forma[15]:

Chepo (Cabecera) 28, 112

Cañita 3,251

Chepillo 324

El Llano 3,430

Las Margaritas 6,301

Santa Cruz de Chinina 1,854

Totí 11,645

Comarca Guna de Madugandí 5,428.

[15] Fuente: Instituto de Estadística y Censo (INEC). Estimaciones y Proyecciones de la población a nivel de Corregimiento, por sexo y edad, Período 2010-20.

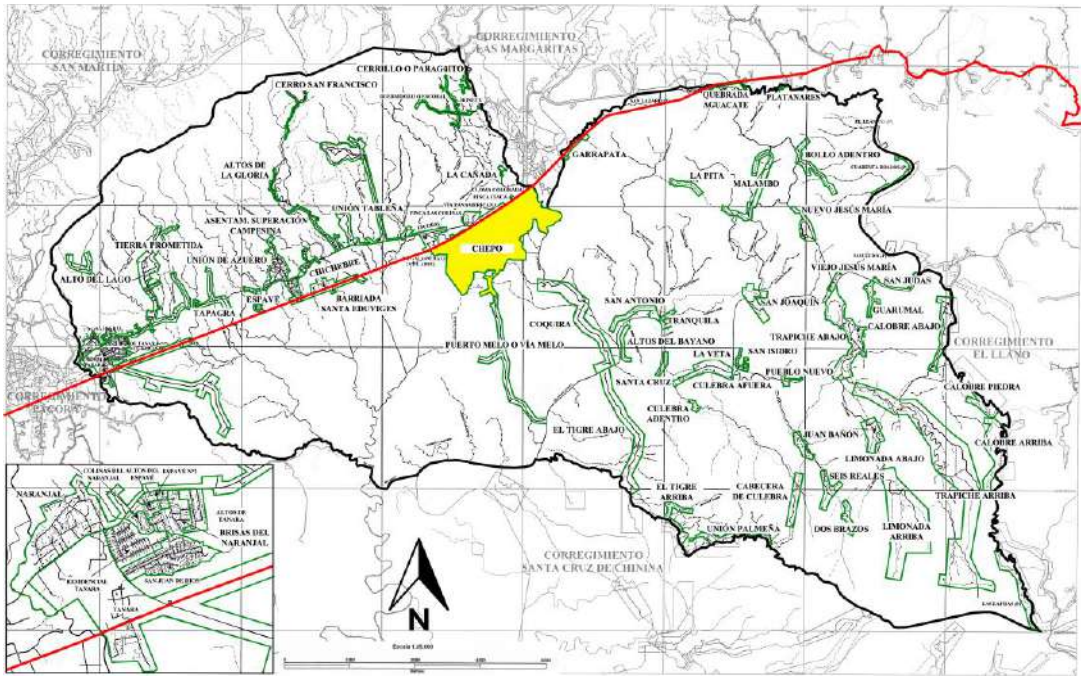


Ilustración 30. *Lugares poblados y área de estudio en Chepo.*
Fuente: Instituto Nacional de estadística y censo (INEC) - Contraloría General de Panamá. Marzo, 2013.

Carretera Panamericana
Límite de corregimiento
Lugares poblados
Área urbana de Chepo

Los lugares poblados cercanos al área de estudio que están ubicados cerca de la carretera Panamericana son: El Naranjal, Tapagra, Espavé, Unión de Azuero, Superación Campesina, Unión Tableña, Las Isletas, Mandinga, Puerto Coquira, Las Margaritas y Chepo. Hacia el Norte del corregimiento se encuentran los puntos más elevados, entre los que sobresalen están: Cerro Caca (512 m), Cerro San Francisco (640 m), Cerro Paragüito (440m) y Cerro Camarón (340 m).

El área de estudio del proyecto corresponde a la localidad urbana de Chepo está formado por los barrios de: Barriada 11 de Octubre, Barriada Duque, Barriada La Gabriela, Barriada La Primavera, Barriada Santa Isabel, Chepo Centro, La Olimpia, La Pita o Sergio Jiménez, Las Brisas, Loma del Río, Madre Vieja, San Cristóbal, San Francisco de Asís, Santa Rosa y la Urbanización La Higuera.

Uso de Suelo Actual Aledaños al Proyecto

El área del corregimiento de Chepo Cabecera se caracteriza por ser el centro de provisionamiento de áreas aledañas dedicadas a la agricultura y a la ganadería, por lo que la mayor parte de las actividades económicas van dirigidas al sector agropecuario.

USO	HECTÁREAS	PORCENTAJE
Residencial	131.45	6.03 %
Comercial	10.79	0.5 %
Institucional	18.83	0.86 %
Industrial	0.77	0.04 %
Recreativo	5.85	0.27
Cultural	34	1.56
Ganadero	1825.51	83.79
Bosque De Galería	26.5	1.22
Espacios Verdes	70	3.21
Áreas Baldías	55	2.52
TOTAL	**2,178.7**	**100**

***Tabla 6**. Uso de suelo actual, corregimiento de Chepo Cabecera.*
Fuente: Municipio de Chepo. 2025

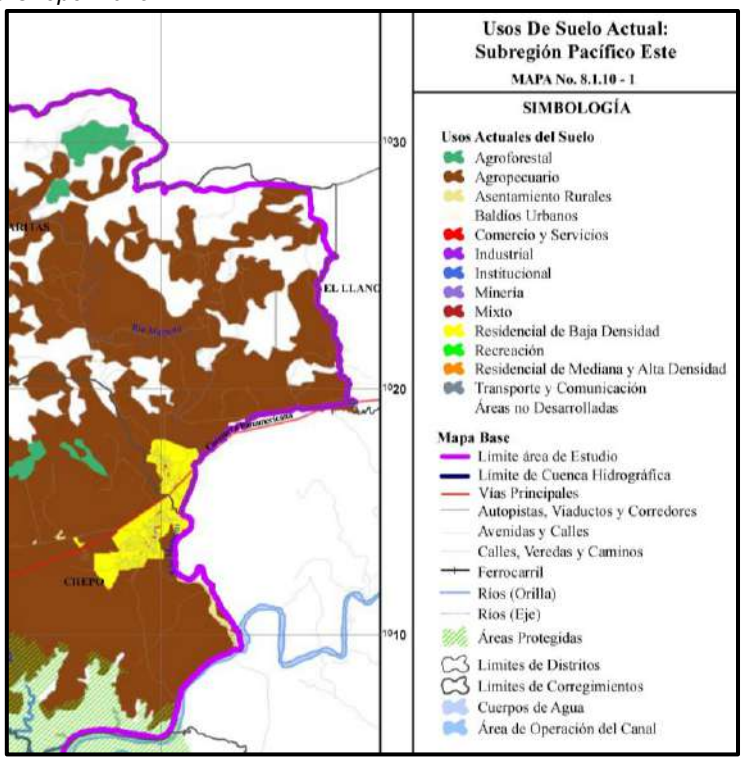


***Ilustración 31.** Usos de suelo actual, subregión de Panamá Este.*
Fuente: Instituto Geográfico Nacional Tommy Guardia. Diciembre 2014

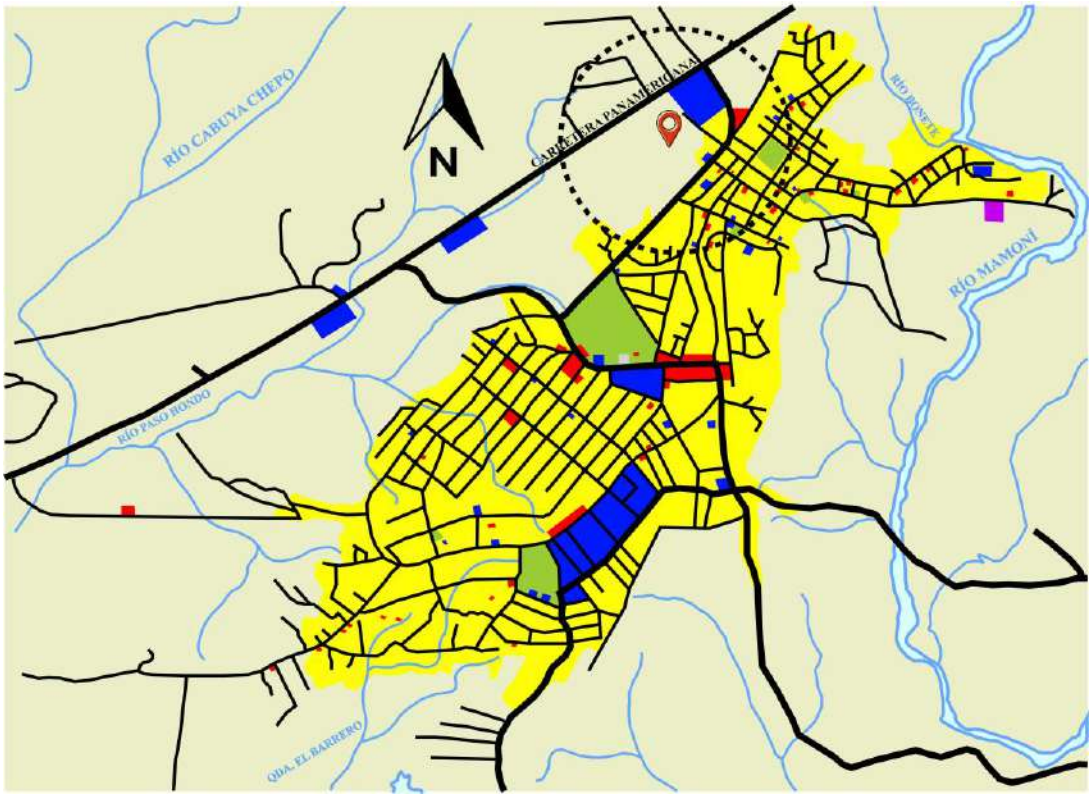


Ilustración 32. *Uso de suelo actual cerca del proyecto*
Elaborado por la autora.

Leyenda de colores

Institucional	
Residencial	
Comercial	
Industrial	
Facilidad Comunitaria	
Calle	
Ríos	

CAPÍTULO IV
PROPUESTA ARQUITECTÓNICA



CAPÍTULO 4: PROPUESTA ARQUITECTÓNICA

4.1 Descripción del Proyecto

La propuesta nace de la necesidad de ampliar el rango de ofertas en la educación a nivel secundario y que los estudiantes no se vean en la necesidad de pausar sus estudios o ir lejos de su comunidad para recibir una educación de alta gama.

Este proyecto comprende la creación del diseño para una escuela secundaria destinada a la enseñanza en los bachilleres de ciencias y humanidades. Éste es un programa que ofrece el Ministerio de Educación, el cual, prepara al estudiante de forma multidisciplinaria para carreras universitarias tanto en el ámbito científico, ciencias sociales y humanidades.

Se planteó el diseño de la siguiente forma:

- Área administrativa: contempla las oficinas administrativas, salón de profesores, gabinete psicopedagógico, orientación, enfermería y asociación de padres de familia.
- Áreas complementarias: comprende la cafetería, auditorio, biblioteca.
- Edificio de aulas teóricas, laboratorios y talleres
- Área deportiva y canchas multiusos.
- Accesos, estacionamientos, plazas y circulación peatonal.
- Área de equipamiento.

4.2 Criterios de Diseño

Los criterios de diseño se usan para elaborar el diseño del proyecto arquitectónico, estos criterios se basan en los resultados obtenidos de una investigación realizada.

4.2.1 Criterios Demográficos

Los criterios demográficos del proyecto se establecen a partir de las proyecciones de población del año 2025 elaboradas por el Instituto Nacional de Estadística y Censo (INEC), considerando como área de estudio el corregimiento de Chepo (cabecera).

Como se muestra en la Tabla 2, en el capítulo 1 – Generalidades del proyecto, el corregimiento de Chepo (cabecera) registra una población proyectada de 3,833 habitantes entre 12 a 17 años para los niveles de premedia y media.

Con base en esta información, la Escuela Secundaria Modelo Sostenible se proyecta con una capacidad de 1,410 estudiantes en jornada matutina.

Las aulas teóricas se diseñan con una capacidad de 30 estudiantes y un área de 78.66 m² (8.55 m × 9.20 m). El dimensionamiento de las aulas se realizó considerando un índice de 2.25 m² por estudiante[16], garantizando una adecuada distribución del mobiliario, las áreas de circulación y condiciones de confort para el desarrollo del proceso de enseñanza-aprendizaje.

Para atender la capacidad proyectada, el proyecto contempla un total de 48 aulas teóricas, distribuidas en 24 aulas para el nivel de premedia y 24 aulas para el

[16] Guía para establecimiento de medidas de bioseguridad para la Reducción de riesgo de contagio de COVID-19 en los centros Educativos oficiales y particulares a nivel nacional. Ministerio de Educación. Junio, 2020. p.50.

nivel de educación media. Las aulas destinadas a la educación media se distribuyen en 12 aulas para el Bachiller en Ciencias y 12 aulas para el Bachiller en Humanidades, permitiendo atender una capacidad de 705 estudiantes en cada nivel.

CORREGIMIENTOS	POBLACIÓN EN EDAD ESCOLAR		TOTAL
	6 - 11	12 - 17	
Chepo (Cabecera)	**3,998**	**3,833**	**7,831**
Cañita	239	266	505
Chepillo	14	18	32
El Llano	354	321	675
Las Margaritas	530	542	1,102
Santa Cruz de Chinina	111	122	233
Comarca Guna de Madungandí	1,416	1,239	2,655
Tortí	1,101	1,105	2,206
DEMANDA EDUCATIVA DEL DISTRITO DE CHEPO			**15,239**

***Tabla 7**. Población proyectada en edad escolar por corregimiento, 2025.*
Fuente: Elaboración propia con base en las proyecciones de población del Instituto Nacional de Estadística y Censo (INEC, 2025).

4.2.2 Criterios Educativos

Como criterio educativo para la propuesta, se consideró el análisis de la oferta académica existente en los centros educativos oficiales del corregimiento de Chepo Cabecera. Actualmente, tanto el I.P.T. México Panamá como el Colegio Venancio Fenosa Pascual ofrecen el Bachiller en Ciencias con énfasis en Informática, complementado por bachilleratos técnico-profesionales como Agropecuario, Comercio, Contabilidad y Turismo.

Con base en este análisis, la propuesta arquitectónica incorpora el Bachiller en Ciencias y el Bachiller en Humanidades. El Bachiller en Ciencias responde a la continuidad de la formación científica existente en el corregimiento, mientras que el Bachiller en Humanidades amplía la oferta académica al incorporar una modalidad que actualmente no se ofrece, brindando mayores alternativas de formación a los estudiantes y favoreciendo su continuidad hacia diversas carreras universitarias.

Centros educativos oficiales del corregimiento de Chepo Cabecera, según el tipo de oferta educativa y matrícula 2025.[17]

CENTRO EDUCATIVO	OFERTA	MATRÍCULA
I.P.T México Panamá	Media (Ciencias y Agropecuario)	500
	Premedia	600
Venancio Fenosa Pascual	Media (Ciencias, Comercio, Contabilidad, Turismo y Tecnología Informática)	1,121
	Premedia	600
	TOTAL	**2,820**

Tabla 8. *Centros educativos oficiales y matrícula en Chepo (2025).*

4.2.3 Normativas

Normas de zonificación

Para este proyecto arquitectónico del ***Diseño de Escuela Modelo Sostenible*** se propone utilizar la normativa de Servicio Institucional Urbano de Alta Densidad (SIU3)[18]. El distrito de Chepo no hace uso de un plan de ordenamiento territorial, por lo que se hace uso del documento gráfico de zonificación del Ministerio de Vivienda para la ciudad de Panamá[19]. El Servicio Institucional Urbano de alta Densidad (SIU3), cuenta con los siguientes usos permitidos: Regula el

[17] Fuente: Ministerio de Educación. Dirección Regional de Panamá Este. Departamento de Ingeniería y Arquitectura. 2025

[18] Documento gráfico del Ministerio de Vivienda para Ciudad Jardín en la Región Interoceánica, basado en la Resolución No 160-2002.

[19] La Dirección de Planificación Urbana del Municipio de Chepo (DPUMCH) se crea en julio del 2019 y actualmente se encuentran en estudio para establecer un marco regulador del ordenamiento territorial del distrito.

conjunto de edificaciones destinados para el servicio de los residentes y usuarios a nivel urbano más inmediatos, tales como: hospital general, hospital psiquiátrico, clínicas especializadas, colegios, universidad, centros de investigación, cuartel de policía, academias de policías y bomberos, catedral o templo, entre otros. Además, se permiten actividades secundarias como Parque Recreativo Urbano (Pru) y Parque Infantil (Pi).

Normas de desarrollo SIU3:

- **Área Mínima:** 7,000 m²
- Frente mínimo: 70 metros lineales
- Retiro Frontal: según categoría de vía, 15metros.
- Retiro Lateral: 3 metros
- Retiro posterior: 5 metros
- Área de ocupación Máxima: 100% Sin retiros

De acuerdo con los Lineamientos para la Planificación, Diseño y Construcción de Edificios Escolares de la República de Panamá[20], los centros educativos deberán cumplir con los siguientes requerimientos técnicos:

- Se permite de acuerdo al uso de suelo todo de tipo de construcción escolar como aulas, talleres, kioscos, canchas, entre otros. Siempre y cuando no obstruyan las demás edificaciones de carácter escolar del sitio y que su uso tenga relación al uso escolar del recinto.
- El terreno escolar tendrá un área de ocupación del 50% y un 10% del terreno será para uso de áreas verdes.

[20] Ministerio de Educación. Lineamientos para la Planificación, Diseño y Construcción de Edificios Escolares. República de Panamá. Octubre 2015.

- El terreno tendrá una capacidad máxima de 5.00m^2/estudiante. La matricula total del terreno será igual o menor a la capacidad máxima del terreno.
- Las edificaciones que conforman el centro educativo estarán limitadas a un máximo de tres altos más planta baja.
- La altura máxima de cualquiera edificación escolar oficial será de catorce metros. Si el techo del último nivel no es una losa, se permite agregar una altura adicional que requiera estructura del techo.
- El área de estacionamiento contempla: un estacionamiento para docentes cada 3 aulas; un estacionamiento para buses cada 80 estudiantes matriculados.

Normativas de estacionamientos

- Resolución N°33 del 21 de enero 2019, modifica y regula los requerimientos de estacionamientos según el uso del edificio a construir.
- Desarrollo de la Normativa Nacional de Accesibilidad en temas de Urbanísticas y Arquitectura. Este documento indica que 51 a 75 plazas de estacionamientos se deben considerar 3 plazas y para el caso de centro educativos se duplicará el número de estacionamientos.

NÚMERO DE ESTACIONAMIENTOS PARA EL PROYECTO

USO	CANTIDAD	NORMATIVAS	
Visita	28	1 estacionamiento por cada 50 estudiantes	Resolución N° 33 - 21 de enero del 2019
Administrativos	10	1 espacio por cada 60m^2	Resolución N° 33 - 21 de enero del 2019
Docentes	16	1 estacionamiento por cada 3 aulas	Resolución N° 33 - 21 de enero del 2019
Personas con discapacidad	6	51 a 75 estacionamientos son 3 espacios. En uso escolar se duplicará la cantidad	Manual de Acceso. Desarrollo de la Normativa Nacional de Accesibilidad en temas de Urbanísticas y Arquitectura. Diseñado para Ingenieros, Arquitectos y Afines. (Julio 2008). Secretaría Nacional de Discapacidad.
Busitos	8	1 estacionamiento por cada 80 estudiantes	Dirección de ingeniería y arquitectura. Regional de Educación de Chepo
Carga/Descarga	4	2 para uso escolar y 1 para cafetería	Resolución N° 33 - 21 de enero del 2019
72		**TOTAL**	

Tabla 9. *Total de estacionamientos en la propuesta. Elaborado por la autora.*

4.2.4 Criterios Arquitectónicos

- **Emplazamiento:** el lote del proyecto debe permitir la relación de todas las actividades que se realizan dentro de una escuela, el libre acceso independiente, para los estacionamientos y el edificio escolar.
- **Orientación de los edificios:** el edificio escolar se orientará de forma que permita el confort de sus instalaciones.

- **Ventilación:** se procurará crear espacios con ventilación cruzada por medio de patios y pasillos.
- **Iluminación:** el edificio escolar deberá permitir iluminación natural dentro de sus ambientes, sin afectar el confort térmico de los mismos y se complementará con iluminación artificial.
- **Accesibilidad:** el diseño proporcionará facilidades de comunicación entre cada ambiente propuesto y acceso a todas las personas, por medio de rampas y pasillos amplios. Se proponen rampas para subir a cada nivel de la escuela como también rampas en los patios internos de la escuela.
- **Dimensionamiento:** para elaborar las dimensiones de los ambientes se han utilizado normas de Lineamientos básicos generales para la planificación, diseño y construcción de la infraestructura escolar oficial en la República de Panamá y el Manual de desarrollo de planos de edificaciones escolares, ambos proporcionados por el ministerio de educación, Arte de proyectar[21] en Arquitectura y entre otros libros que ayudaron a determinar las adecuadas dimensiones en cada espacio según la función de cada uno.

Distribución de mobiliario recomendado en aulas de clases (Sillas)[22]

Se recomienda distribuir las sillas o mesas con un mínimo de 2 metros hacia los lados, con esto se asegura un distanciamiento físico entre los estudiantes y docentes.

[21] Libro de Arquitecura de Erns Neufert. Editorial Gustavo Gilli. Barcelona. 1995

[22] Guía para establecimiento de medidas de bioseguridad para la Reducción de riesgo de contagio de COVID-19 en los centros Educativos oficiales y particulares a nivel nacional. Ministerio de Educación. Junio, 2020.

En las aulas de clases se deben mantener la cantidad de sillas que vayan a ser utilizadas, según la distribución que recomienda el Ministerio de Educación.

En escuelas existentes, se podrán acondicionar otros espacios como el comedor, salones de usos múltiples o espacios de juegos techados, tomando las medidas de bioseguridad correspondientes. De acuerdo con las condiciones de cada centro educativo, se podrán realizar ajustes en cuanto a la distribución de sillas, por lo que deberá evaluarse cada situación de forma particular.

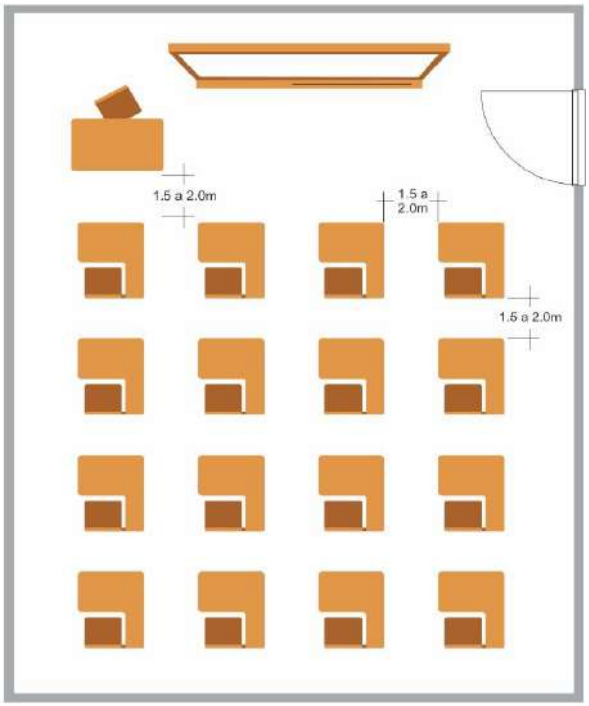


***Ilustración 33**. Distribución de mobiliario escolar.*
Fuente: Ministerio de Educación. 2020.

Relación entre los espacios es un tema de flujo, funcionalidad y jerarquía. La distribución debe facilitad el aprendizaje, convivencia de los usuarios, seguridad y eficiencia operativa. Se deberán relacionar los espacios según la dependencia de cada actividad entre sí. Algunas actividades dependen de otras para que funcionen de manera más eficiente y puedan complementarse con otras.

La plástica y volumetría del edificio escolar debe responder a las características climáticas del lugar donde se ubica, se busca crear una arquitectura tropical sostenible, limpia y confortables.

4.2.5 Criterios Estructurales

Se tomó en cuenta para la propuesta estructural y técnica en la construcción del proyecto que cumplan los siguientes parámetros:

- Utilizar un sistema constructivo que permita la modulación de los elementos estructurales, a favor de crear mayores luces, sostener cargas pasadas, fácil construcción y eficiencia en la construcción de los mismos.
- Reutilizar elementos naturales: agua de lluvia, energía solar, desechos orgánicos y elementos que permitan generar sistemas de reciclaje que aporten al funcionamiento del proyecto.
- Uso de materiales que permitan reducir costos en el proyecto pero que no afecten el funcionamiento de los edificios del proyecto.

4.3 Programa Arquitectónico

Se definió y organizaron los espacios del centro educativo por medio de un listado, indicando los ambiente que se necesitan para su correcto funcionamiento.

PROGRAMA DE DISEÑO ARQUITECTÓNICO PARA ESCUELA SECUNDARIA (PREMEDIA Y MEDIA)	
AMBIENTES	**ÁREAS REQUERIDAS**
ACCESOS Y ESTACIONAMIENTOS	Accesos Peatonales
	Accesos Vehiculares
	Puerta Cochera
	Estacionamientos de Personas con Discapacidad
	Estacionamientos Administrativos
	Estacionamientos Docentes
	Estacionamientos Visitantes
	Estacionamiento de Buses Colegiales
	Área de Carga y Descarga
ÁREA ADMINISTRATIVA	Recepción + Sala de Espera
	Secretaría + Archivo
	Oficina del Director
	Oficina del Subdirector
	Oficina de Seguridad y Monitoreo
	Oficina de Contabilidad
	Oficina de Orientación y Bienestar Estudiantil
	Oficina de Gabinete Psicopedagógico
	Sala de Reuniones
	Cocineta
	Sala de Profesores
	Servicios Sanitarios
	Asociación de padres de Familia
	Cuarto de Aseo
	Cuarto Eléctrico
	Enfermería
ÁREAS EDUCATIVAS	Aulas de Clases Teóricas, Premedia
	Aulas de Clases Teóricas, Media
	Módulos sanitarios Hombre y mujer
	Laboratorio de Ciencias
	Laboratorio de Idiomas
	Aula de Bellas Artes
	Laboratorio de Informática

	Laboratorios (Biología, Química, Física)
	Aula de Música
	Fuentes de Agua
	Cuartos de Aseo
	Cuarto Eléctrico
USOS COMPLEMENTARIOS	**Biblioteca:** entrega y recibo de libros; colección de libros; zona para profesores; zona de trabajo grupal; zona de trabajo individual; zona multimedia; zona de trabajo informal.
	Cafetería: caja/mostrador; Área de mesas o comedor; Fuentes de Agua y Lavados. **Cocina:** Preparación, cocina caliente, cocina fría, lavado de ollas y vajillas, depósito frío, depósito seco, alacenas, vestidores sanitarios para el personal, cuarto de aseo, entrada de abastecimiento, área de basura. **Sala de conferencias**
ÁREA DEPORTIVA	Escenario para Eventos (Tarima)
	Vestidores de Hombres y Mujeres
	Módulos sanitarios de Hombres Y Mujeres
	Graderías
	Depósitos
	Cuarto Eléctrico
	Fuentes de Agua
	Cuarto de Aseo
	Canchas (exterior/interior)
	Aula teórica de educación Física
PLAZAS, PATIOS Y JARDINES	Plaza Cívica
	Área de Jardines
	Plaza de Acceso
INSTALACIONES Y EQUIPAMIENTO	Planta Eléctrica
	Aire Acondicionado
	Paneles solares
	Tanque de Gas
	Tinaquera y Reciclaje
	Tanque de Recolección de Agua Pluvial
	Tanque de Reserva de Agua Potable

Tabla 10. *Programa de diseño arquitectónico de escuela secundaria.*
Elaborado por la autora.

4.3.1 Concepto y Evolución del Proyecto

El **concepto de la Escuela Modelo Sostenible** parte de transformar la escuela en una comunidad, donde el espacio central simboliza la vida colectiva y los volúmenes perimetrales son el apoyo académico, cultural y deportivo de la nueva escuela secundaria. En este primer boceto se buscó explorar la implantación general del conjunto y se aplicaron los siguientes aspectos:

- Se identificó el acceso principal y su relación con la carretera Panamericana.
- Se estableció una plaza central que sirve como núcleo que más adelante se utilizará como el corazón comunitario y de identidad escolar.
- Se probaron distintas formas, tanto en L o en U para definir los volúmenes principales.

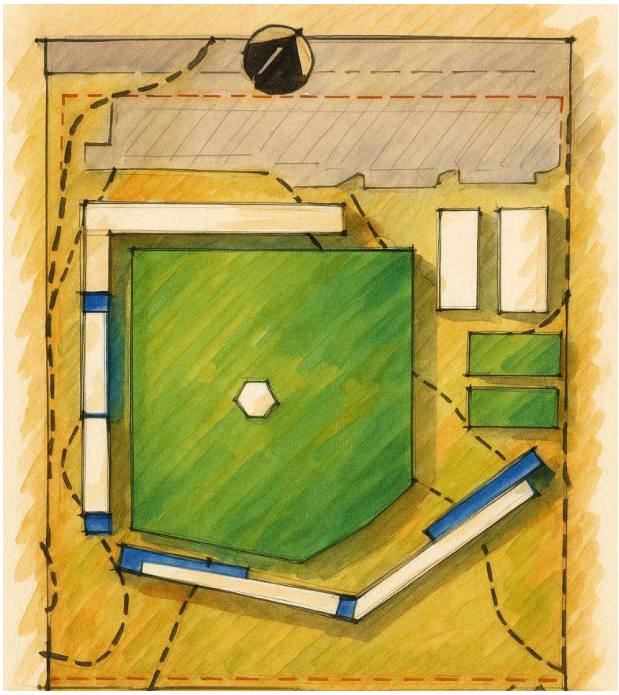


Ilustración 34. *Boceto inicial para la distribución del conjunto. Elaborado por la autora.*

La plaza central se transforma en el núcleo que genera espacios verdes, lugar de actividades cívicas y de convivencia de los estudiantes.

El perímetro del edificio abraza la plaza central, creando un símbolo de protección y pertenencia del lugar.

Procesos Volumétricos

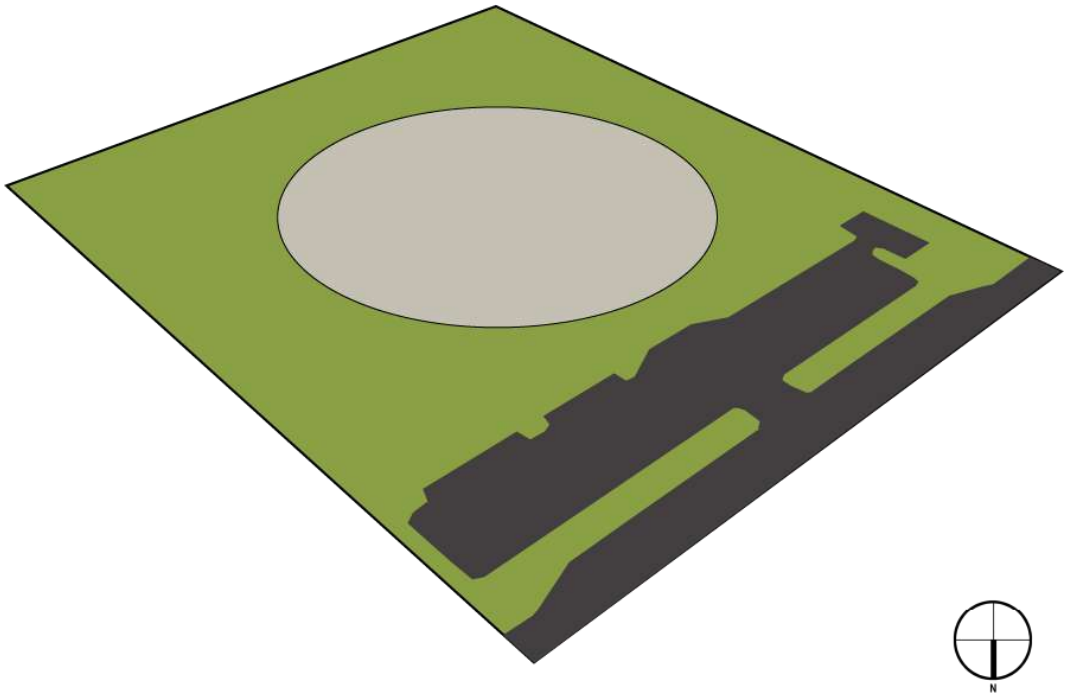


Ilustración 35. *Emplazamiento y acceso principal.*
Elaborado por la autora.

(1) El círculo central simboliza unidad, cohesión y sostenibilidad, además de servir como espacio cívico y de encuentro.

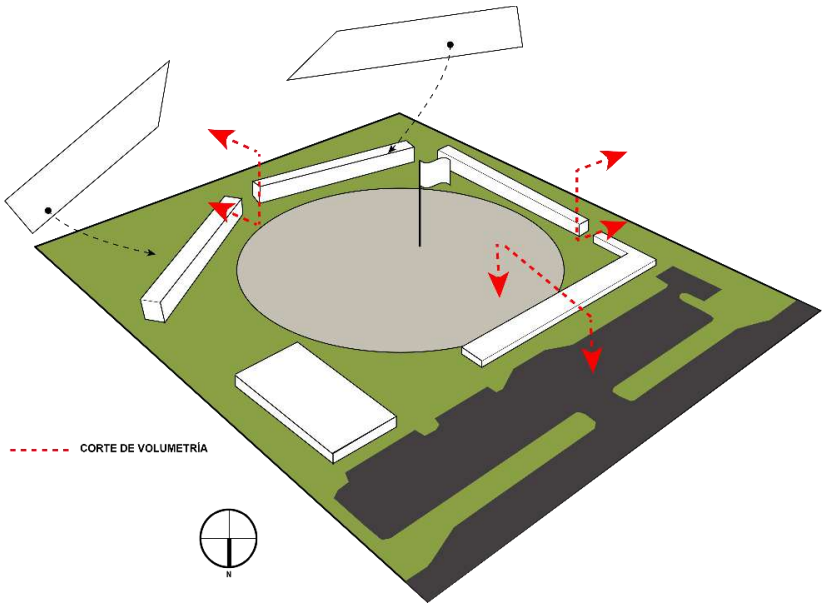


Ilustración 36. *Primeros volúmenes alrededor de la plaza cívica.*
Elaborado por la autora.

(2) Los volúmenes construidos funcionan como anillo protector, generando un microclima interno y brindando un espacio seguro para los usuarios del plantel.

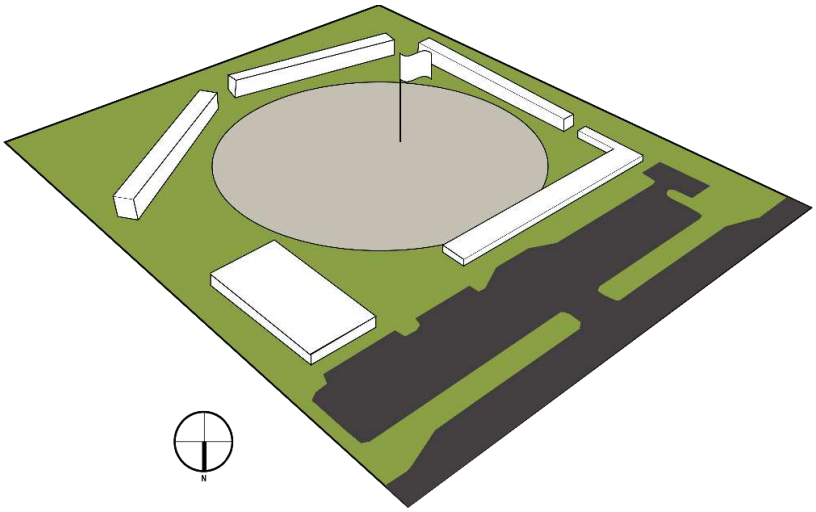


Ilustración 37. *Organización volumétrica de la propuesta arquitectónica.*
Elaborado por la autora.

(3) Se integraron recorridos peatonales y vehiculares diferenciados, garantizando orden en la circulación.

4.3.2 Relación Funcional de los Ambientes

La disposición general de la propuesta responde a un esquema radial y jerárquico, donde el patio central es el punto de convergencia funcional, visual y circulatorio. Este criterio asegura fluidez en los desplazamientos, integración de los espacios y claridad en la organización escolar, contribuyendo a una arquitectura eficiente, accesible y coherente con las dinámicas educativas contemporáneas.

El acceso principal se ubica en el bloque administrativo, directamente, vinculado con los estacionamientos. Esta disposición permite un control eficiente del ingreso de estudiantes, personal y visitantes, garantizando jerarquía institucional y facilidad de gestión.

El área de usos complementarios se conforma por la cafetería, biblioteca y auditorio, esta zona vendría siendo el área neutra de la propuesta donde los estudiantes toman sus alimentos en la hora del receso, talleres de lectura, debate y charlas en su formación.

Luego tenemos el área de talleres y laboratorios, poseen una estrecha relación entre sí, conformando un bloque destinado a la formación práctica, artística y cultural. Esta proximidad garantiza sinergia[23] en las actividades y refuerza la identidad académica integral.

Las aulas teóricas de premedia y media se localizan en la franja inferior del esquema a 1.50m del nivel de calle y conectándose con el resto del centro educativo por medio de rampas, en relación directa con el patio, favoreciendo la integración y el acceso equitativo.

[23] Dos o más elementos, al trabajar juntos, producen un resultado mayor o mejor que si funcionaran de manera independiente.

Su disposición diferenciada responde a las necesidades pedagógicas de cada nivel, manteniendo la cohesión funcional del conjunto; además de alejar las aulas del ruido del exterior y de zonas concurridas del centro educativo

El área deportiva se sitúa, lateralmente, con el gimnasio techado y las canchas multiusos exteriores, que mantienen conexión directa con el patio central y entre sí, lo que permite una versatilidad de uso tanto para actividades escolares como comunitarias.

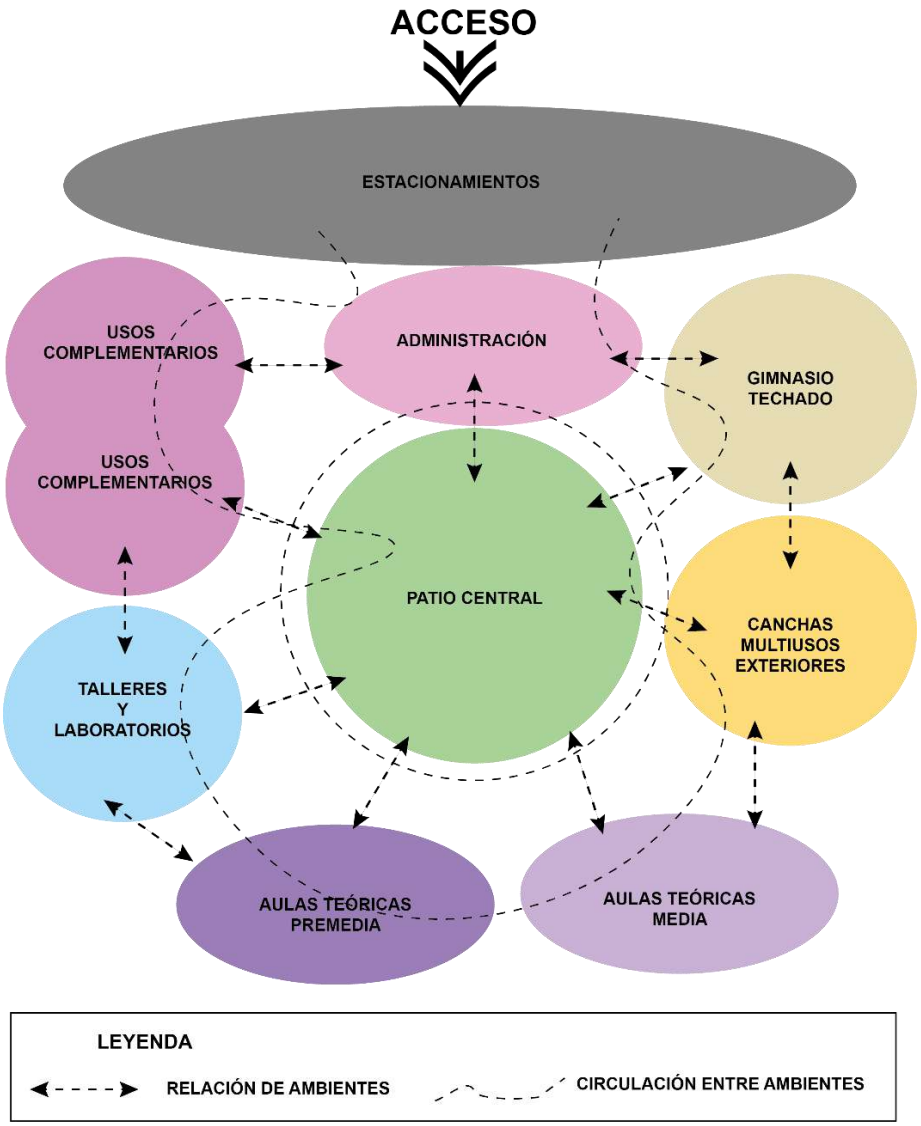


***Ilustración 38**. Relación de áreas de la propuesta maestra.*
Elaborado por la autora.

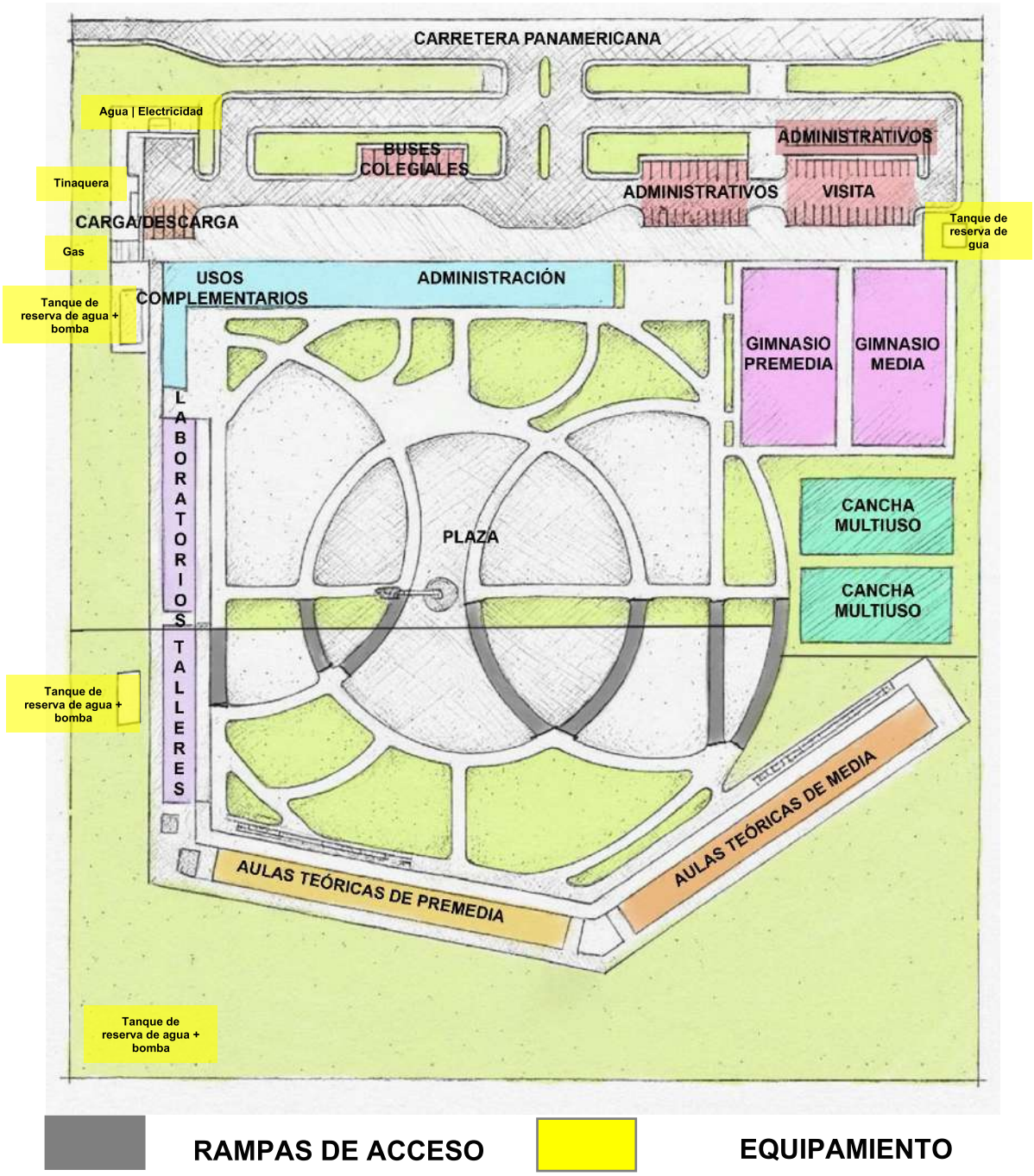


Ilustración 39. *Boceto preliminar de distribución de ambientes. Elaborado por la autora.*

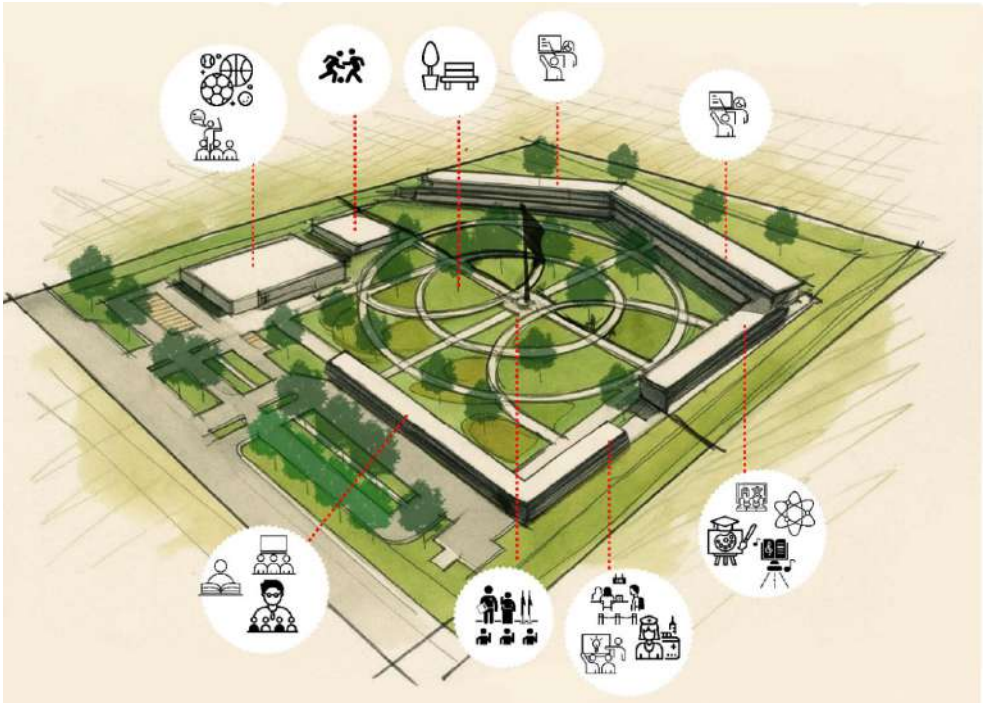


Ilustración 40. *Definición los volúmenes del conjunto.*
Elaborado por la autora.

Circulación y Accesibilidad

La ubicación frontal de los estacionamientos permite separar el área de vehículos de los espacios académicos, protegiendo estas zonas de los ruidos externos al lote, para esto se incorpora hilera de árboles y franjas verdes; además esto genera sombra natural y aporta un carácter paisajístico a la escuela.

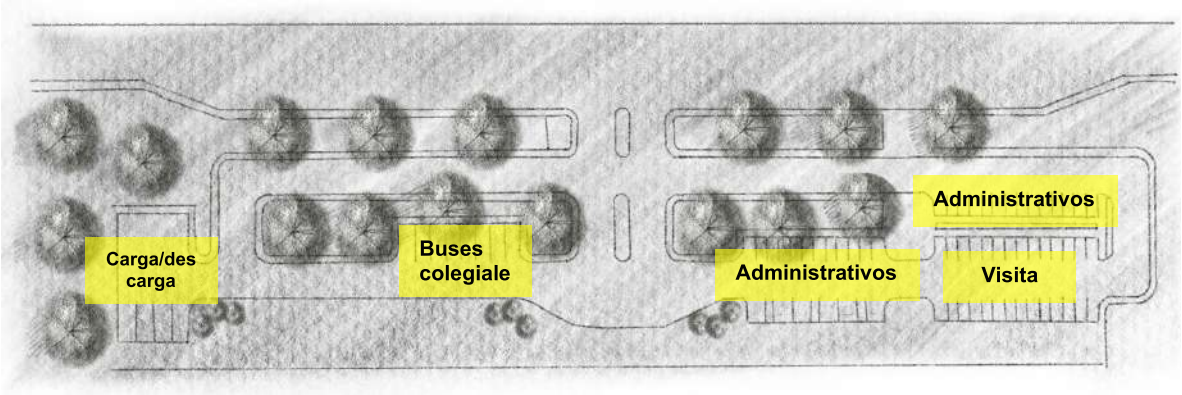


Ilustración 41. *Boceto de la distribución de los estacionamientos.*
Elaborado por la autora.

4.3.3 Estrategias sostenibles

El diseño incorpora estrategias pasivas orientadas al confort ambiental y a la eficiencia energética; tales como:

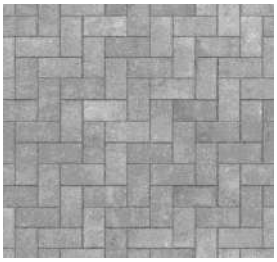
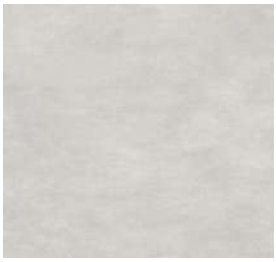
- Ventilación cruzada en los edificios.
- Protección solar mediante aleros y celosías.
- Uso de vegetación como regulador térmico natural.
- Aprovechamiento de la iluminación natural.

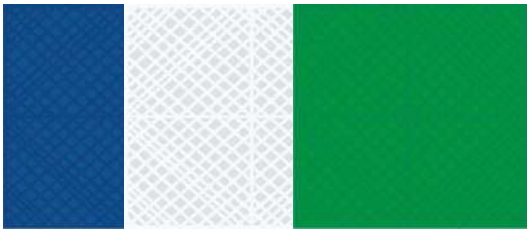
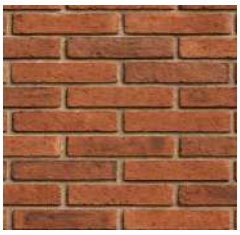
Estas estrategias permiten reducir el consumo energético, el consumo de agua potable y mejorar el confort en los distintos espacios de la escuela secundaria.

4.3.4 Plástica y Materialidad

La propuesta emplea un sistema constructivo de concreto armado con cerramientos de bloque y cubiertas de estructura metálica. Las fachadas combinan revestimiento de ladrillo de arcilla, concreto repellado y pintura blanca, complementadas con celosías tipo madera que favorecen el control solar, la ventilación natural y la expresión arquitectónica del conjunto.

En los espacios exteriores se utilizan adoquines de concreto, mientras que los pasillos de la planta baja se resuelven con concreto pulido y los de las plantas altas con porcelanato de alto tráfico. Las áreas deportivas incorporan superficies de polipropileno, garantizando resistencia, seguridad y facilidad de mantenimiento. En conjunto, la selección de materiales responde a las condiciones del clima tropical, proporcionando durabilidad, eficiencia constructiva y confort ambiental.

MATERIALES Y ACABADOS UTILIZADOS	
PISOS	
	**Adoquín de concreto.** Alta resistencia, bajo mantenimiento, superficie continua. Plaza Cívica y plaza estudiantil.
	**Concreto pulido. 60cm x 60cm** Alta resistencia, bajo mantenimiento, superficie continua. Plazas, Gimnasio y pasillos de alto tráfico.
	Cerámica, porcelanato 60cm x 60cm Durable, higiénico y fácil mantenimiento Aulas, Baños, Biblioteca, Cafetería y Oficinas.
	**Cerámica, porcelanato 60cm x 60cm** Alta resistencia al desgaste, fácil limpieza, baja absorción de humedad. Pasillos Niveles superiores de edificio #2 y edificio #3.
	**Piso Vinílico de alto tráfico (LVT) 9”x60"** Acabado de imitación a madera, reducción de ruido al caminar, resistente al alto tránsito. Auditorio

	**Polipropileno modular** Antideslizante, amortiguado, reduce lesiones. Canchas multiusos.
REVESTIMIENTO DE FACHADA	
	Revestimiento de estuco texturizado y pintura reflectiva. Control térmico, ventilación y brinda una estética elegante. Fachada exterior.
	Celosía vertical compuesta por listones paralelos que actúan como filtro solar, permitiendo ventilación natural y controlando la incidencia de luz, a la vez que aporta ritmo y profundidad a la fachada.
PINTURA	
	Vinil acrílico, acabado mate – satinado Lavable, bajo olor, color blanco Aulas Marca: Sherwin Williams.
	Acrílica avanzada, Satinado Resistente a la humedad, color blanco Baños Marca: Sherwin Williams.

	Epóxica, Semi- gloss. Antibacterial, lavable, color blanco. Cocina / Cafetería. Marca: Sherwin Williams.
	Acrílica exterior, Mate – Satinado. Resistente al clima, color blanco. Exteriores y laboratorios. Marca: Sherwin Williams.
	Epóxica, Semi – gloss. Alta resistencia al tráfico, color blanco. Gimnasio. Marca: Sherwin Williams.
	Acrílica directa a metal, semi gloss, anticorrosiva, color gris Estructuras metálicas. Marca: Sherwin Williams.

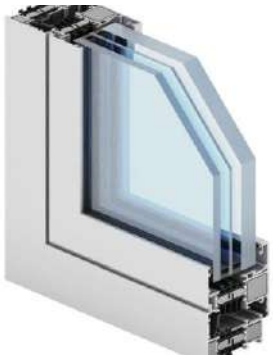
VENTANAS	
	Ventana de doble capa de vidrio Rechaza la radiación solar (calor), permite la entrada de luz natural y reduce el consumo de aire acondicionado. Uso: Aulas, oficinas, cafetería y laboratorios.
REDUCCIÓN DE RUIDO	
	Panel acústico suspendido. Acabado de madera. Reduce el rebote del sonido, mejoran la distribución sonora. Fibra mineral, acabado madera.
	Panel acústico en muros. Absorben el ruido, eliminan eco y reverberación. Fibra mineral, acabado de madera.

Tabla 11. Materiales y acabados utilizados.

4.3.5 Solución Estructural

El proyecto se resuelve mediante un sistema constructivo mixto, combinando hormigón armado en elementos principales y estructuras metálicas en cubiertas, garantizando eficiencia, durabilidad frente al clima tropical de Panamá.

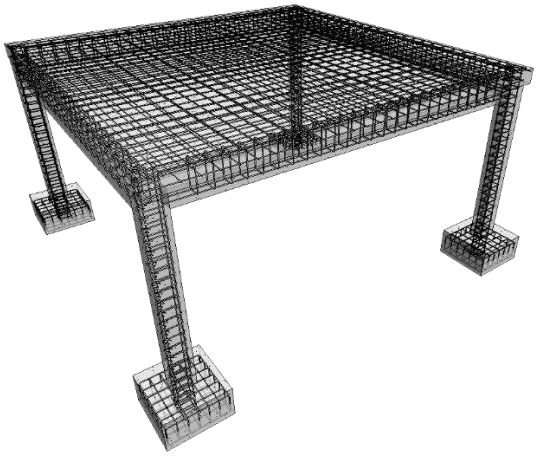


Ilustración 42. *Sistema constructivo.*
Elaborado por la autora.

La estructura principal está conformada por columnas, vigas y losas de entre piso de hormigón armado. En aceras, rampas y escaleras también se empleó este sistema, asegurando continuidad en la estructura. Los cerramientos verticales se resuelven por medio de bloques de hormigón para proporcionar resistencia, control térmico y facilidad constructiva.

La cimentación emplea zapatas aisladas conectadas con vigas de amarre para los elementos estructurales y zapatas corridas en muros. En el muro de retención de 1.50m se apoya sobre una zapata corrida de concreto armado con sistema de drenaje incluido hacia los jardines de la plaza cívica.

En la puerta cochera se utilizó un sistema aporticado metálico con columnas inclinadas tipo “V” para sostener una cubierta liviana de policarbonato sobre estructura metálica en voladizo, generando protección climática y permitiendo la entrada de luz natural a los ambientes de la administración.

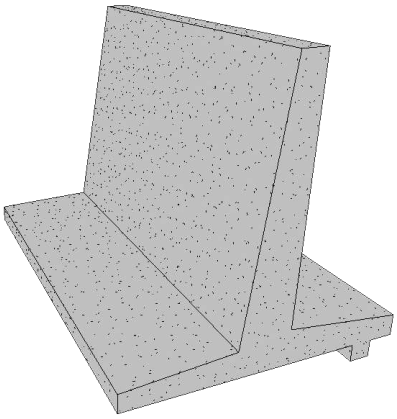


Ilustración 43. *Muro de retención, zapata corrida.*
Elaborado por la autora.

En el gimnasio se hizo el uso de cerchas metálicas revestidas de ACM[24] mediante un sistema metálico, para dar solución a las grandes luces. Se utilizaron vigas metálicas rectangulares en edificios con luces de 7.50m.

Cubiertas de Termo Panel

El sistema para techos Termo panel es un panel tipo sándwich con un núcleo de poliestireno expandido (EPS) recubierto en ambas caras con láminas de acero calibre 26 galvanizadas.[25] Alcanzan luces de hasta 4m entre apoyos. Varía entre 10 cm a 12.50cm y de largo de 2.50m a 10.00m.

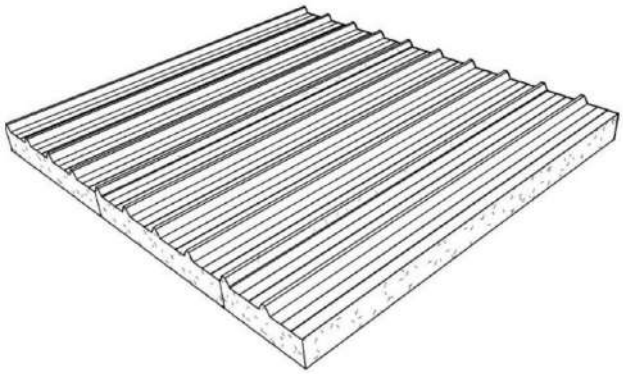


Ilustración 44. *Lámina de termo panel.*
Elaborado por la autora.

[24] Aluminium Composite Material (Material Compuesto de aluminio)
[25] Fuente: Ecotec, Ficha técnica. Panamá.

Para el clima tropical húmedo de Panamá se recomienda:

- Pendiente: entre 7 % y 15 %; en lluvias intensas funciona muy bien 10 %.
- Acabado: en costa, usar lámina con recubrimientos de alta resistencia (aluzinc o pintura PVDF marina).
- Separación de correas: típicamente 1.0–1.5 m (ver ficha técnica del proveedor y carga de viento local).
- Aislamiento: preferir PIR si necesitas mejor reacción al fuego.
- Ventilación: cuida entradas/salidas en cumbrera y aleros para reducir acumulación de calor.

Rendimiento Térmico y Acústico

En aulas y oficinas reduce temperatura interior y la carga del aire acondicionado; combinado con ventilación natural y aleros, mejora, notablemente, el desempeño en climas tropicales.

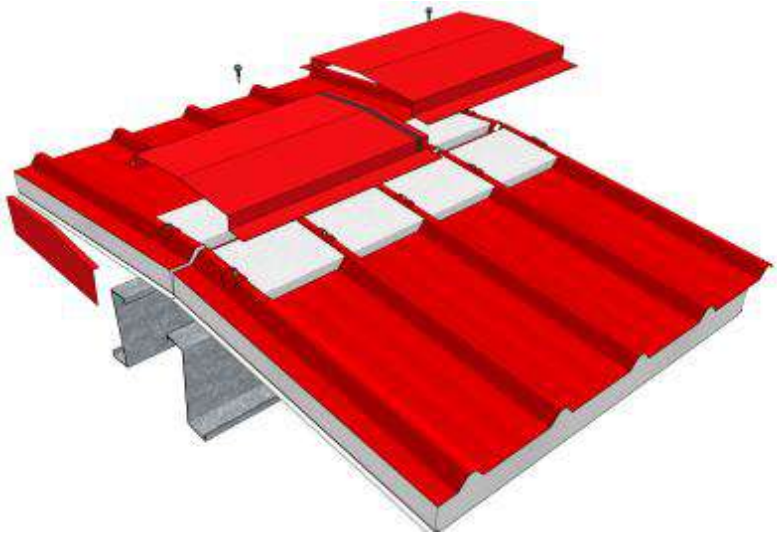


Ilustración 45. *Isométrico de lámina tipo sándwich.*

Fuente: Ecotec, Panamá.

4.3.6 Equipamiento y Sistemas Especiales

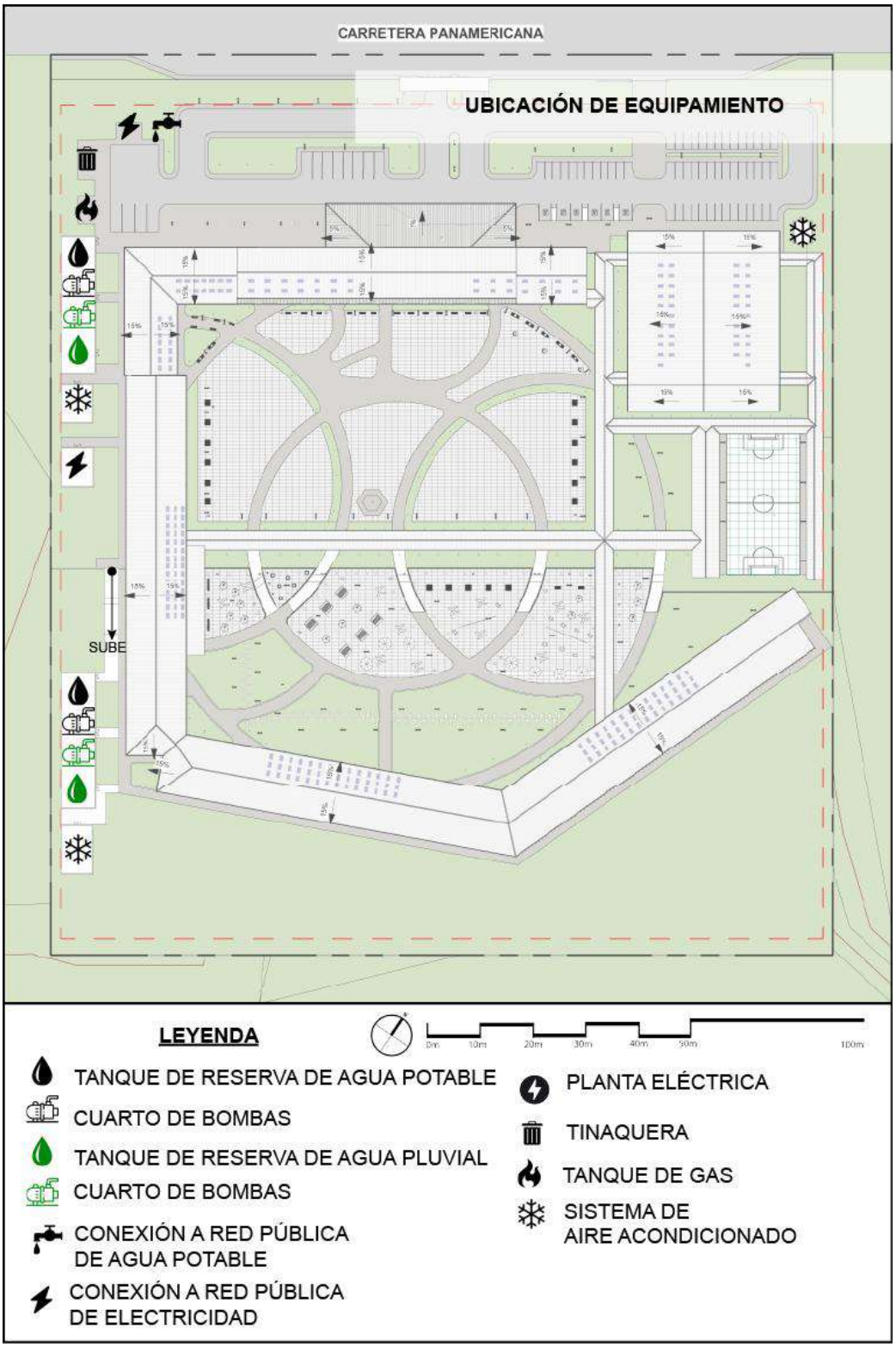


Ilustración 46. *Ubicación de equipamiento.*
Elaborado por la autora.

- **Cálculo para la capacidad del tanque reserva de agua potable**

Población

Estudiantes (matrícula): 1410

Docentes: 60 (según plan de estudio de educación premedia y media)

Administrativos: 11 (según requerimientos de ambientes de categoría de centro educativo- Cat. IV).

- **Consumo de agua potable per cápita para escuelas y oficinas**

Oficinas (administrativos) : 16 galones/día

(1,410+60)×16=1,470×16= **23,520 gal/día**

Escuelas (alumnos + docentes): 36 galones/día

(1,410+60)×16=1,470×16= **23,520 gal/ día**

- **Demanda diaria total**

23,520+275= **23,795 gal/día**

Es decir, **90.07 m^3/día**

Para adquirir autonomía en la capacidad de almacenamiento se tomó como referencia de dato, un uso de 24 horas; ya que el Ministerio de Educación así lo requiere. En un margen de contingencia, se recomienda entre 10 a 25 %.

Para el diseño del proyecto se tomó el 20%

23,795 gal x 0.20= **28,554 gal**

Lo que da como resultado una cisterna de **30,000 gal** (114m^3 valor comercial cercano).

- **Capacidad del sistema de bombeo (caudal)**

Horario de uso de las instalaciones: Lunes a viernes 7:00am a 1:00pm (6 horas diarias).

- **Caudal promedio durante las 6 horas**

23,795 gal/ día = 3,965.83 gal/h = $\frac{3,965.83}{60}$ = 66.10 gpm

6 horas

- **Factor de punta (simultaneidad)**

Para escuelas, se usa el siguiente factor F= 1.5

$$Q_{pico} = 66.10 \times 1.5 = 99.15 \text{ gpm} = 100 \text{ gpm}$$

- **Configuración del bombeo**

Dos bombas centrífugas (una de uso constante y una de respaldo). Cada bomba está dimensionada para 100 gpm (cubrir 100% del factor). Se recomienda un control recomendado: variador de frecuencia (VFD) presostato/sensor e interruptores de nivel de cisterna.

Diámetro preliminar de impulsión

Criterio: velocidad 1.5 – 2.5 m/s. Para 100 gpm a 2m/s, se recomienda una tubería de 2 ½”

Potencia de la bomba

$$P\,(kW) = \frac{pgQH}{\eta bomba \times \eta motor}$$

P= 1000 kg/m3

g= 9.81m3/s

Q= m3/s (100 gpm=0.006309 m3/s)

P= 1000 x 9.81 x 0.006309 / 0.65

P= 2.86 kW

P= 3.83 hp

Se recomienda seleccionar un motor de 5 hp por margen (arranque, variaciones de H y envejecimiento).

Consumo semanal (según horario establecido): 23,795 gal/día x 5d/sem = 118,975 gal/sem. Es decir, **450,369 L/semana**

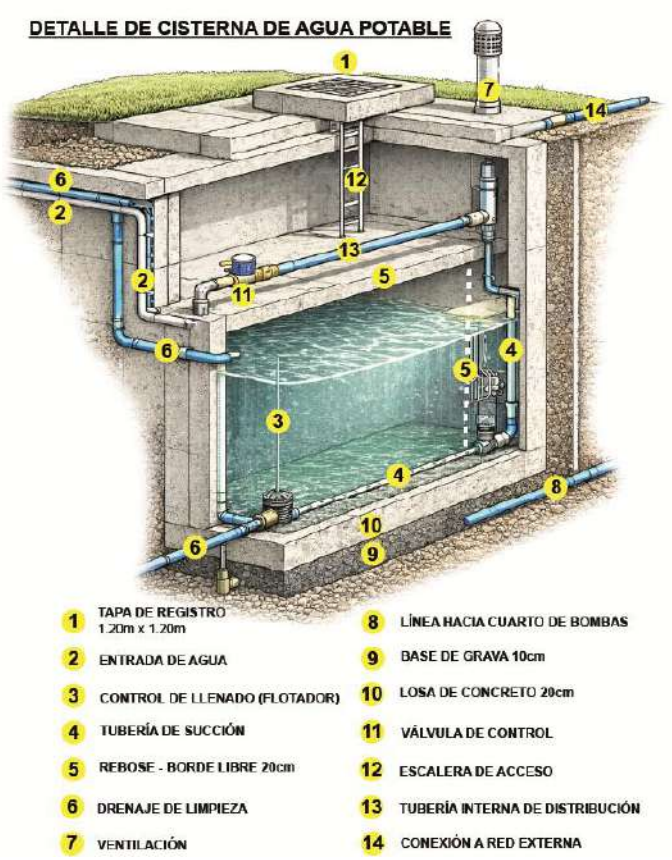


Ilustración 47. *Detalle de cisterna de agua potable.*
Elaborado por la autora.

La cisterna de agua potable es un sistema de almacenamiento hidráulico diseñado para garantizar la disponibilidad, regulación y continuidad del suministro de agua en edificaciones, especialmente, en aquéllas con alta demanda como centros educativos. Consiste en un tanque soterrado, generalmente, construido en concreto armado e impermeabilizado, cuya función principal es recibir el agua

proveniente de la red pública, almacenarla en condiciones seguras y distribuirla mediante un sistema de bombeo hacia los distintos puntos de consumo.

Sistema de recolección de agua de lluvia

- Áreas de techo:

Techo 1 (Administración) = 2,253.70 m² ·

Techo 2 (Laboratorios, talleres y aulas teóricas) = 6,816.00 m² ·

Techo 3 (Gimnasio) = 1,153.98 m²

Total = 10,223.68 m²

- Precipitación anual de Chepo (P): 540–1,175 mm/año
- Coeficiente de escorrentía (C): 0.7–0.9
- Población: 1,410 estudiantes + 60 profesores + 11 administrativos

  = 1,481 personas
- Área de riego: 26,376 m², áreas verdes del proyecto
- Usos finales: descarga de inodoros (no potable) + riego (no potable)
- Volúmenes captados por techo

  Base anual

  V= A x P x C

  Donde A= área del techo m2; P= precipitación anual m3/año y C= coeficiente de escorrentía de la cubierta.

Techos del proyecto	m³/año	m³/día
Techo 1 (A_1=2 253.70 m²)	1 642.7	4.50
Techo 2 (A_2=6 816.00 m²)	4 968.0	13.61
Techo 3 (A_3=1 153.98 m²)	841.1	2.30
Total	**7 451.8**	**20.4**

Tabla 12. *Volumen de captación de techos, promedio anual.*
Elaborado por la autora.

Demanda a implementarse: descarga de inodoros y uso de riego de jardines y áreas verdes.

Descarga de inodoros:

4.5 L/descarga, 3 descargas/persona al día = 13.50 Litros/persona.día

1481 personas x 13.5 Litros /persona – día

19993.5 L/día

20.00 m^3/día

Riego (paisajismo eficiente con goteo en estación seca

1.5 L/m^2.día sobre 26376 m2 de superficie de áreas verdes del proyecto durante la estación seca (120 días/año). Esto equivale a 39.56 m^3/día, en un promedio al año de **13.00 m^3/día**

Con este análisis, se concluye que la demanda promedio anual del proyecto es de 33 m^3/día.

La captación promedio de **20.4 m^3/día** cubre el 62% de la demanda anual. Durante la estación seca hay una demanda mayor, por lo que se recomendaría priorizar los inodoros con agua de lluvia y ampliar el almacenamiento durante la estación lluviosa.

La cisterna de almacenamiento de agua de lluvia se propone una estructura hidráulica soterrada construida en concreto armado, destinada a la captación, almacenamiento y reutilización del agua proveniente de las distintas cubiertas. Este sistema incorpora un proceso inicial de filtración que elimina sólidos y sedimentos antes del ingreso al tanque para garantizar la calidad del agua almacenada.

El agua almacenada es extraída mediante una toma de succión equipada con una válvula de pie y colador, se conecta a un sistema de bombeo encargado de impulsar el agua hacia los puntos de consumo (inodoros y sistema de riegos).

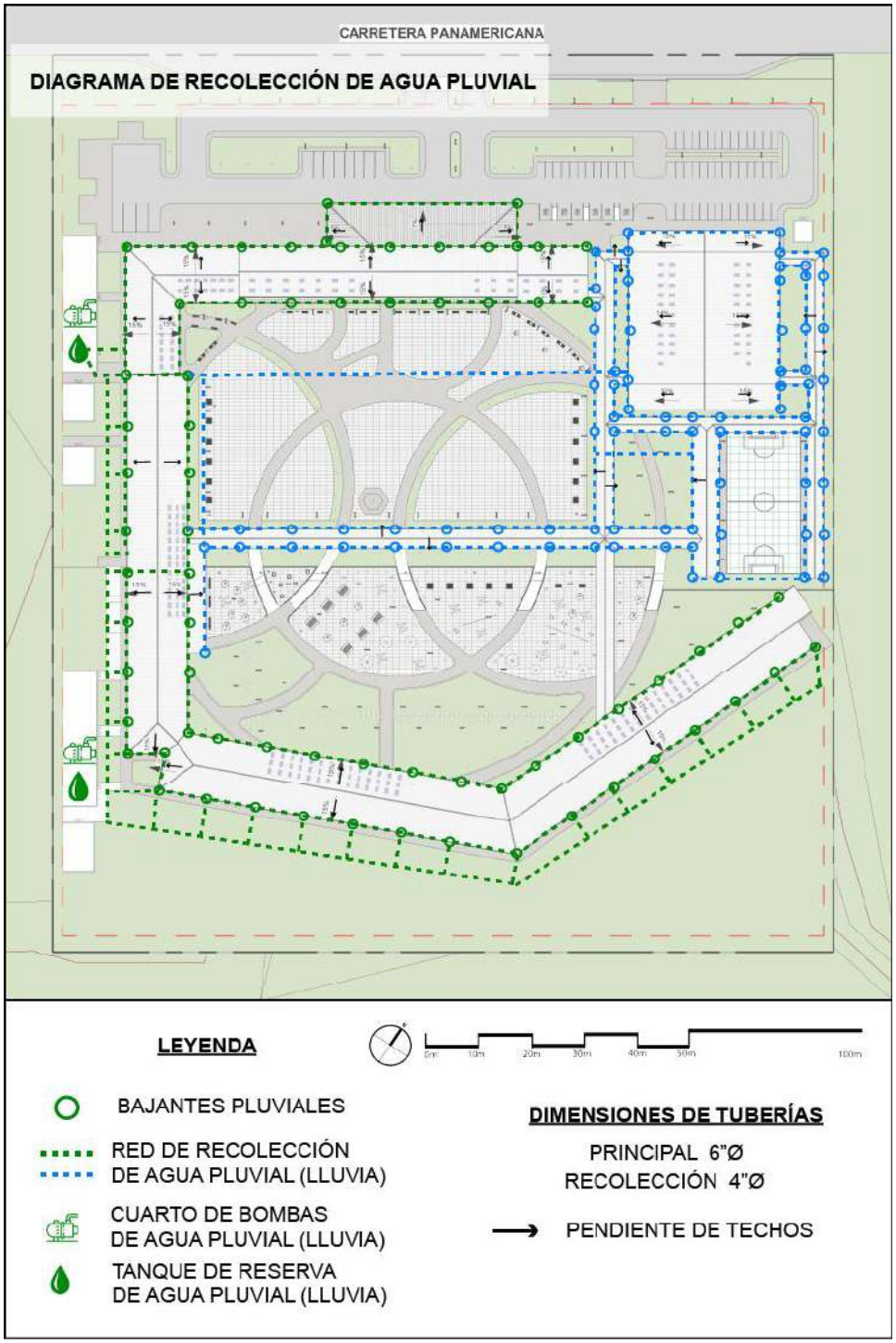


Ilustración 48. *Diagrama de recolección de agua pluvial.*
Elaborado por la autora.

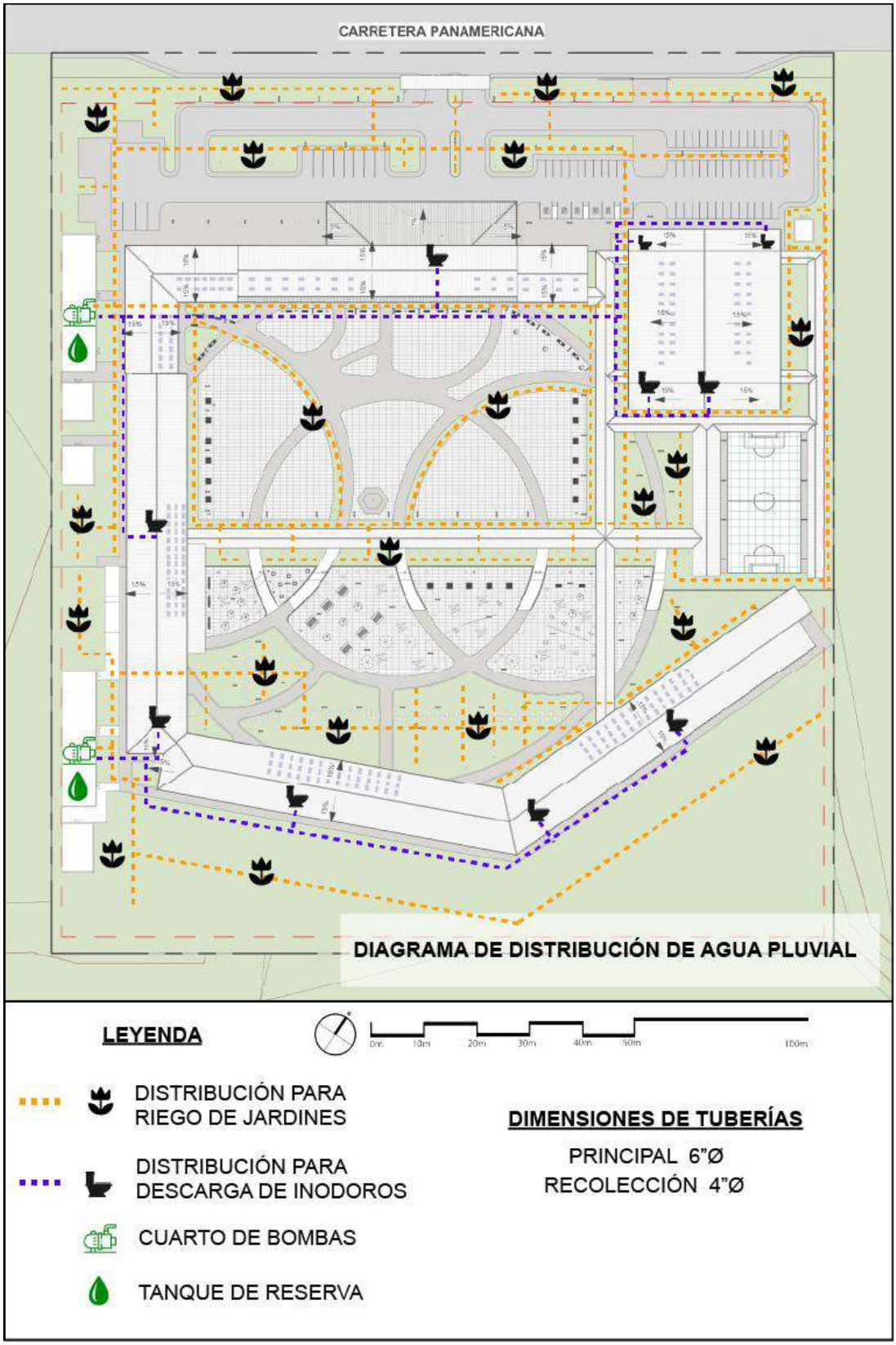


Ilustración 49. *Diagrama de distribución de agua pluvial.*
Elaborado por la autora.

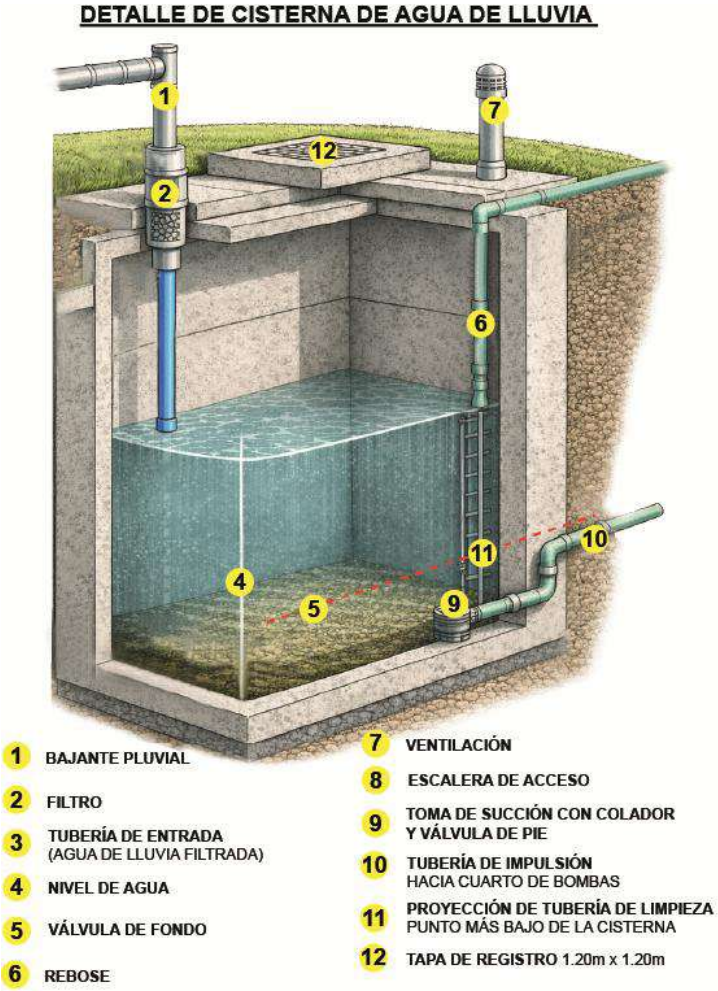


***Ilustración 50**. Detalle de cisterna de agua pluvial.*
Elaborado por la autora.

Sistema Fotovoltaico propuesto para la escuela secundaria sostenible.

Se ha incorporado este sistema fotovoltaico conectado a la red (on-grid[26]) con el objetivo de reducir la dependencia de energía convencional, disminuir los costos operativos y contribuir al cumplimiento de los lineamientos de sostenibilidad.

El dimensionamiento se realizó en función del consumo energético estimado del plantel y de la disponibilidad de áreas para techos para la instalación de los módulos de paneles solares.

[26] Sistema fotovoltaico on-grid es una instalación de paneles solares conectada directamente a la red eléctrica pública.

Consumo energético de la propuesta de diseño del proyecto

- **Consumo diario estimado:** 545 kWh/día.
- **Consumo mensual estimado:** 16,350 kWh/mes.
- **Consumo anual estimado:** 196,200 kWh/año.

Este consumo incluye iluminación, equipos de oficina, laboratorios, sistemas de ventilación, bombas de agua, cafetería y climatización de algunos espacios específicos, en correspondencia con las normativas y tipologías de los proyectos escolares de MEDUCA.

Dimensionamiento del sistema.

La potencia del sistema se calculó mediante la fórmula:

$$P_{FV} = E\ diaria\ /\ HSP\ x\ PR$$

Donde E_{diaria}: 545 kWh/día; HSP: 5.5h (horas sol promedio anual en Panamá

PR: 0.78 (factor de rendimiento del sistema; P_{FV}: 545 kWh/día / 5.5x0.78

P_{FV}= 127 kWp

Techos	Área disponible (m²)	Paneles (600 Wp)	Potencia asignada
Administración y usos complementarios	2,253.70	42	25.2 kWp
Laboratorios, talleres y aulas teóricas	11,563.98	126	76.8 kWp
Gimnasio	6,816.21	42	25.2 kWp
Total	**20,633.89**	**212**	**127.2 kWp**

Tabla 13*. Distribución de paneles solares.*
Elaborado por la autora.

Inversión estimada.

- Costo instalado en Panamá: US$ 1,500 – 1,600/kW.

- Inversión total: B/. 190,500 – B/. 203,200 (sistema llave en mano, sin baterías)
- El período de retorno de la inversión (ROI) se estima entre 5 y 6 años, dependiendo de la tarifa eléctrica vigente y los incentivos aplicables.

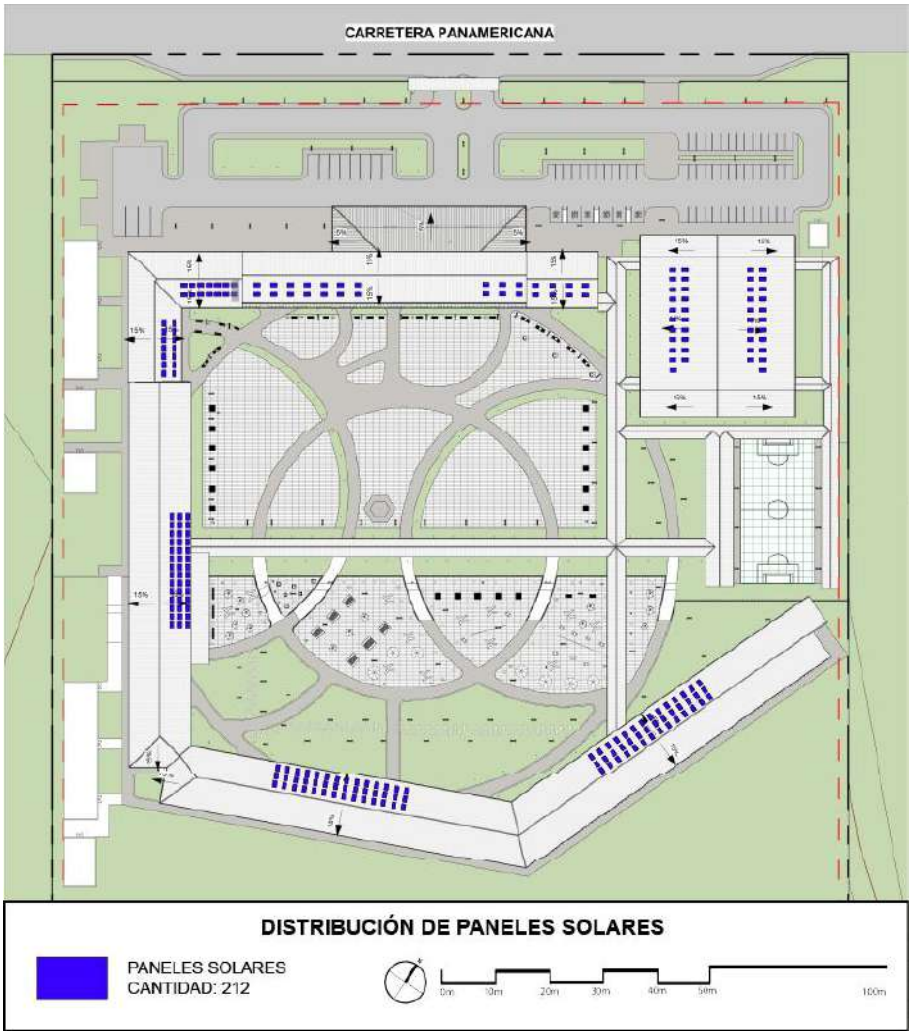


Ilustración 51. *Distribución de paneles solares.*
Elaborado por la autora.

Sistema de aire acondicionado.

El diseño del sistema de climatización para la Escuela Secundaria Sostenible en Panamá se realizó en base a las áreas construidas de cada edificio, considerando la ocupación, uso de los espacios y condiciones climáticas propias de la región tropical.

Para ello se aplicaron coeficientes de carga térmica (BTU/h·m²) diferenciados según la naturaleza de cada ambiente:

- Administración y usos múltiples: 450 BTU/h·m²
- Laboratorios y talleres: 650 BTU/h·m²
- Aulas teóricas: 550 BTU/h·m²
- Gimnasio y canchas techadas: 750 BTU/h·m²

Estos valores contemplan el efecto de la ocupación, carga interna por equipos, ganancias solares y ventilación requerida, en concordancia con los lineamientos de ASHRAE y las condiciones típicas de diseño en Panamá.

Edificios	Área (m²)	BTU/m²	BTU totales (BTU/h)	TR BTU/12,000
Edif. #1 – Administración y usos múltiples	1524.46	450	686,007.00	57.17
Edif. #2 – Laboratorios y talleres	2503.77	650	1,627,450.50	135.62
Edif. #3 – Aulas teóricas (3 niveles)	4892.6	550	2,690,930	224.24
Edif. #4 – Gimnasio y canchas techadas	4135.66	750	3,101,745	258.48

Tabla 14. *Capacidad de BTU de cada ambiente del proyecto.*
Elaborado por la autora.

La propuesta utiliza chillers de aire – enfriado de 150 TR cada uno, diseñados para operar bajo condiciones climáticas tropicales. Los equipos funcionan mediante un sistema de agua helada que permite distribuir el enfriamiento de manera eficiente en el proyecto.

Su configuración modular garantiza flexibilidad operativa, eficiencia energética y facilidad en el mantenimiento de los equipos; siendo una solución adecuada, para edificaciones educativas de mediana y gran escala.

Este sistema no requiere torre de enfriamiento, utiliza menor consumo de agua y menor mantenimiento.



***Ilustración 52**. Chiller aire-enfriado comercial tipo Carrier AquaSnap.*
Fuente: Carrier Corporation, s.f.

Este equipo, propuesto, corresponde al chiller aire-enfriado comercial tipo Carrier Aqua Snap, es ampliamente utilizado en edificaciones institucionales con disponibilidad en el mercado panameño y adecuado para condiciones climáticas tropicales.

Gas

El consumo estimado de gas licuado de petróleo (GLP) para el proyecto se considera el abastecimiento de 6 laboratorios con capacidad de 30 estudiantes cada uno y un área de cafetería. Para los laboratorios se proyecta una dotación de 15 mecheros, equivalente a 90 puntos de consumo. En el caso de la cafetería, el

consumo mensual, oscila entre 60 y 100 galones. En conjunto, la demanda mensual es de 136 y 212 galones. Considerando esto, un tanque horizontal de 250 galones, puede resultar funcional. Para la instalación se considera una distancia de 3.50m entre cada uno y una distancia 3.05m de la edificación más cercana. Del equipamiento más cercano, en este caso el de un transformador eléctrico (tipo gabinete) se considera una distancia de 7.50 m. En la propuesta se aplicó 17.23m, ya que colindan con las tinaqueras.

Para la instalación del gas se diseña mediante la separación de las redes de suministro uno para la cafetería y otro para los laboratorios; es decir, tendremos 2 tanques de 250 galones. Esto permite un control, independiente, del flujo y presión del gas, adaptándose a las distintas demandas y reducir riesgos.

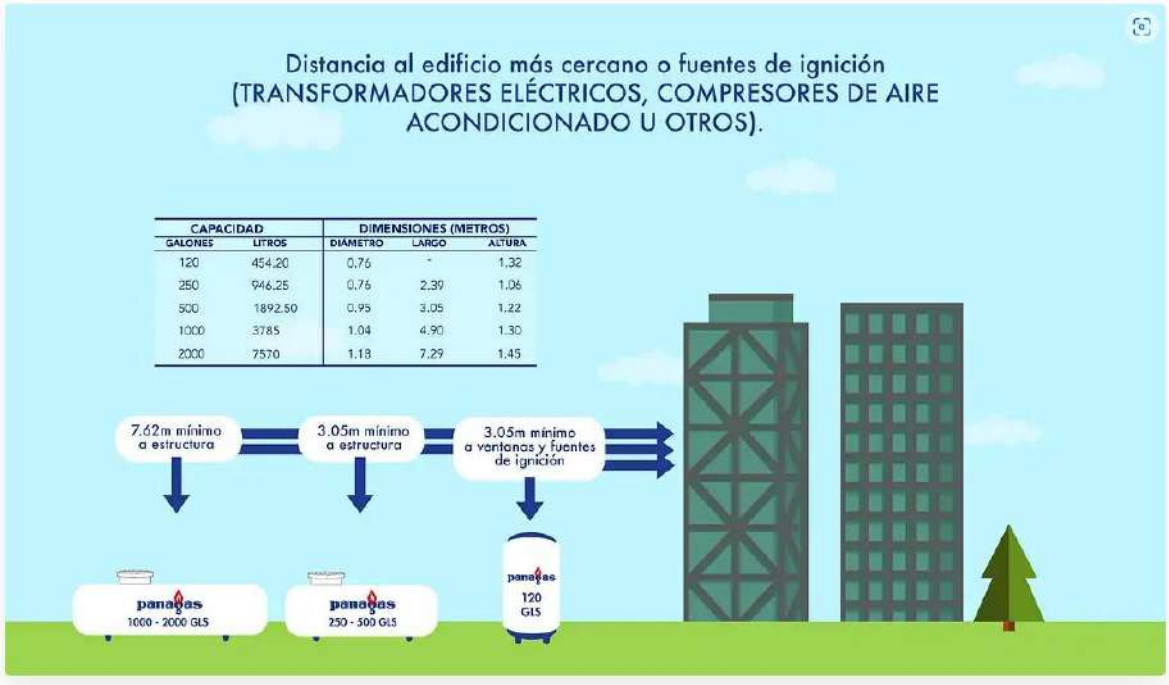


Ilustración 53. *Distancias para tanques de gas según la NFPA[27] 58*
Fuente:Panagas, sf.

[27] National Fire Protection Association – Asociación Nacional de Protección contra incendios

4.4 Propuesta Arquitectónica

4.4.1 Planta de Localización General

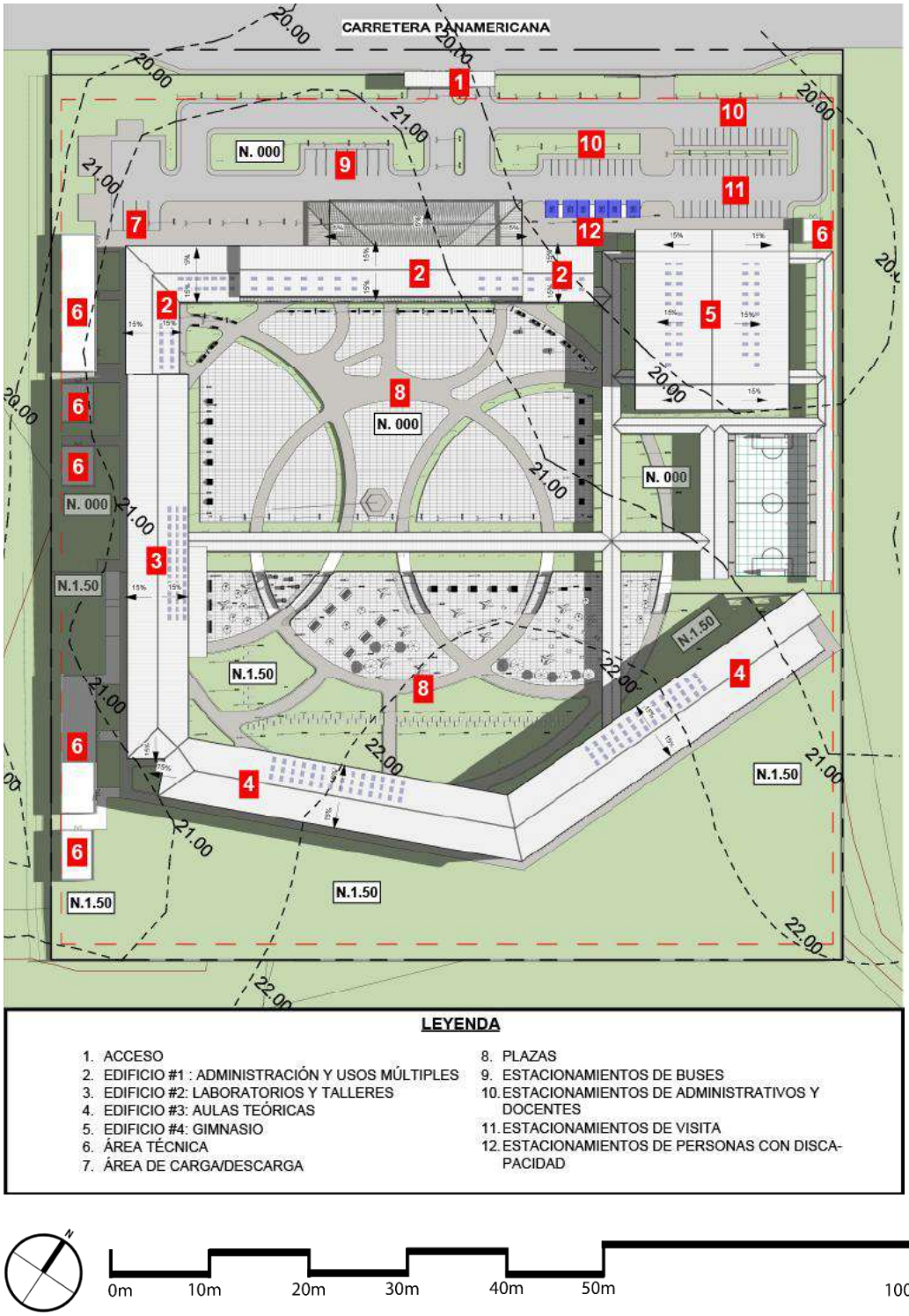


***Ilustración 54**. Localización general y niveles de terracerías.*
Elaborado por la autora.

4.4.2 Propuesta de Circulación

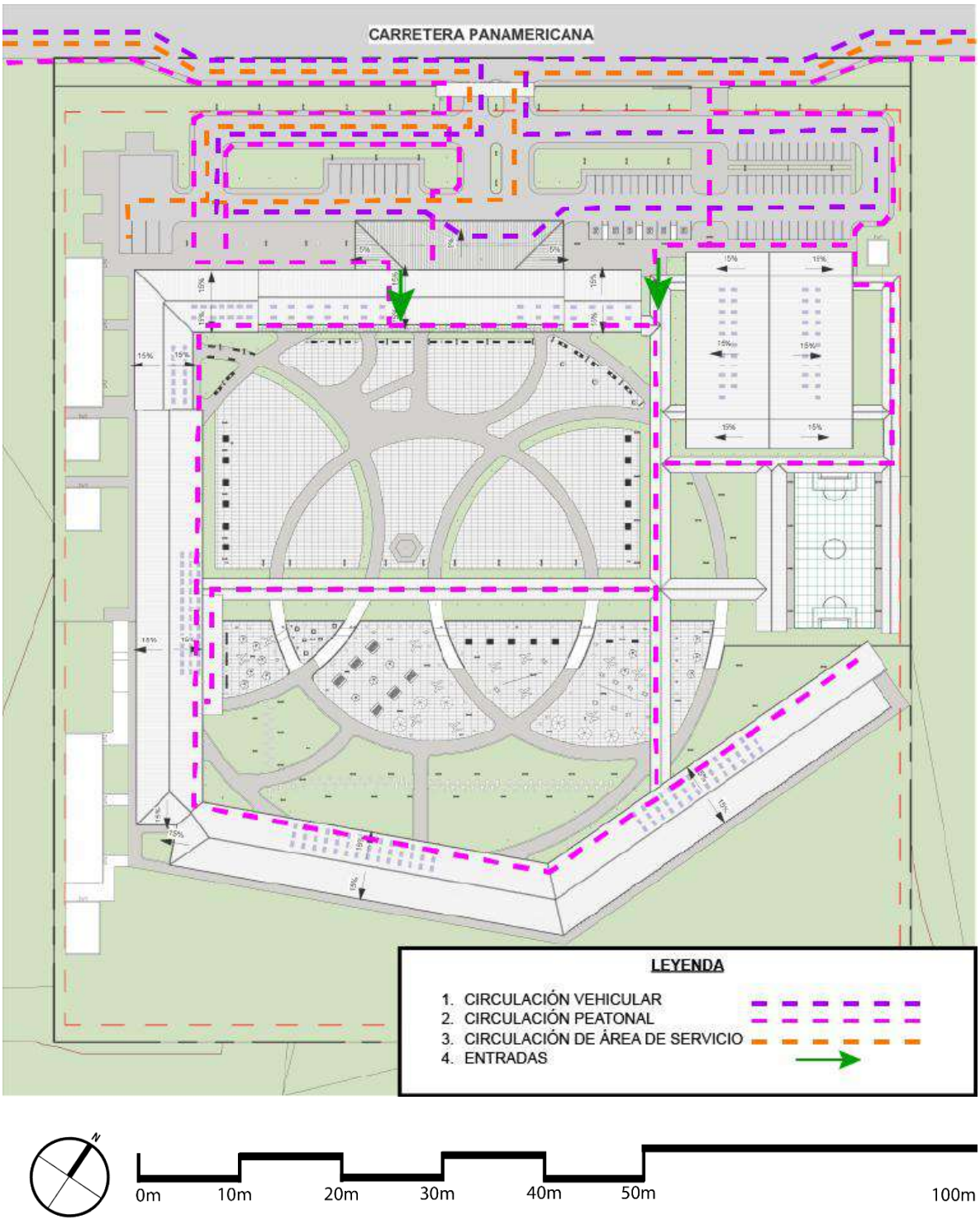


Ilustración 55. *Propuesta de circulación.*
Elaborado por la autora.

4.4.3 Propuesta de Circulación Vertical

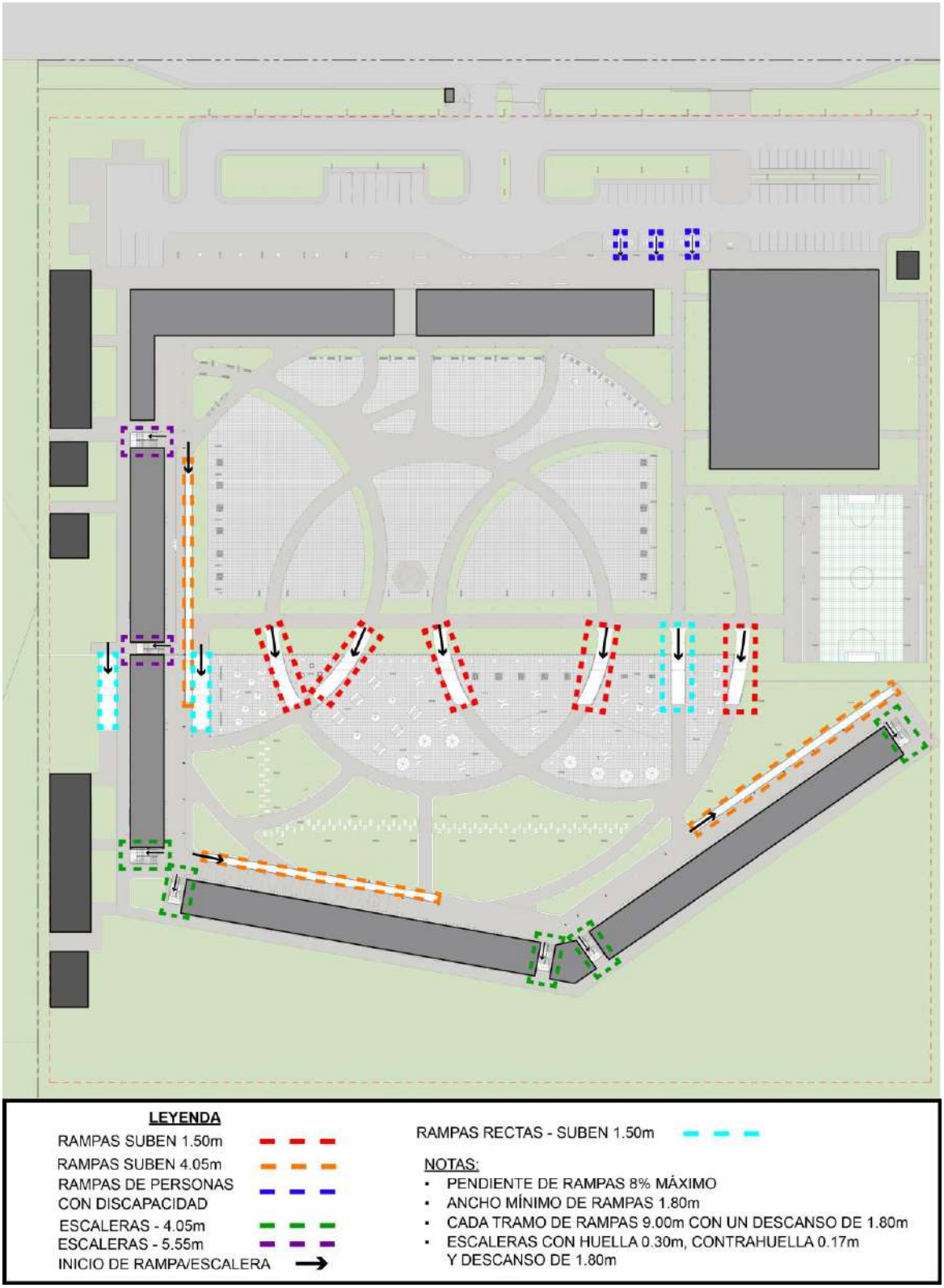


Ilustración 56. *Localización de rampas y escaleras.*
Elaborado por la autora.

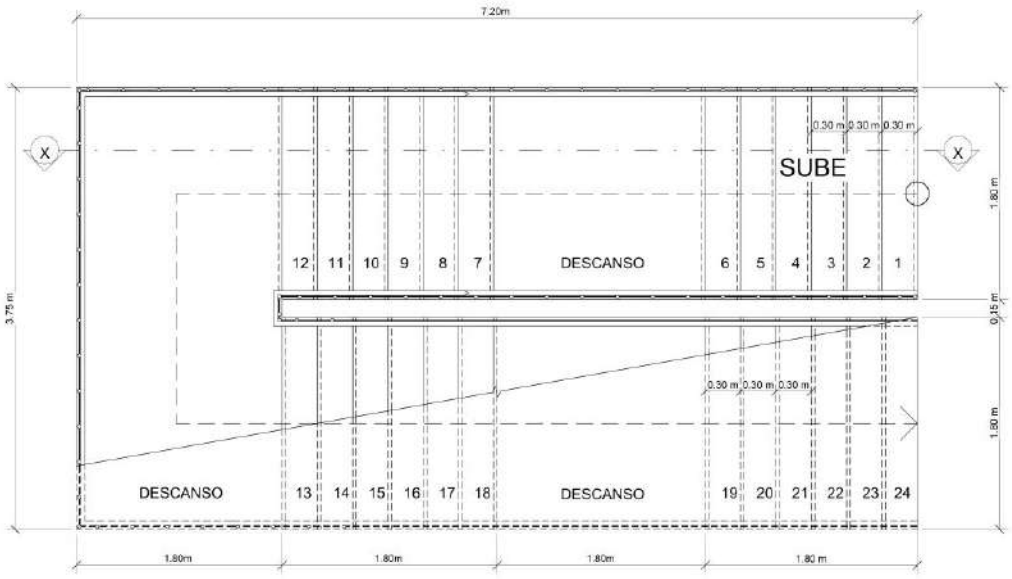


Ilustración 57. *Detalle de escaleras #1. Escala 1:30 .*
Elaborado por el autor.

Esta tipología de escaleras las encontramos en el edificio #3 de aulas teóricas, salvando una altura de 4.05m, entre planta baja hasta el segundo piso. Además, esta tipología es utilizada en los niveles superiores del edificio #2 de laboratorios y talleres.

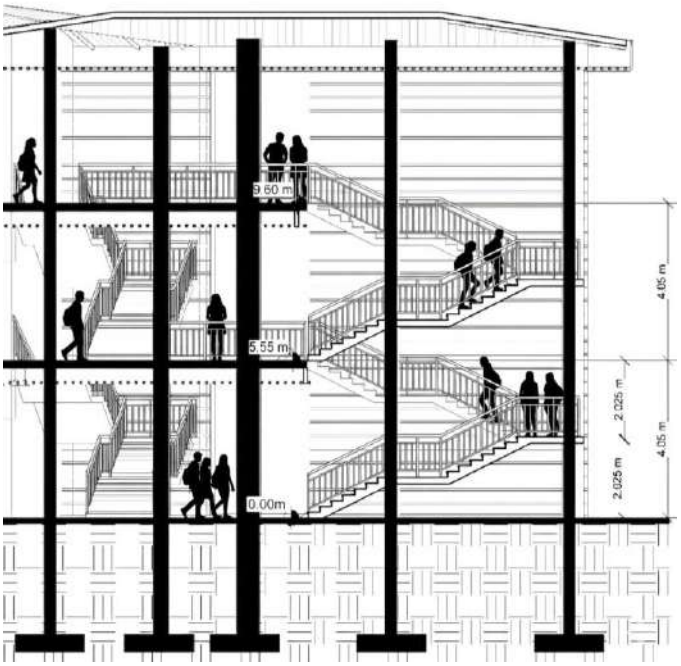


Ilustración 58. *Sección Típica de escalera X:X. Escala 1:30.*
Elaborado por el autor.

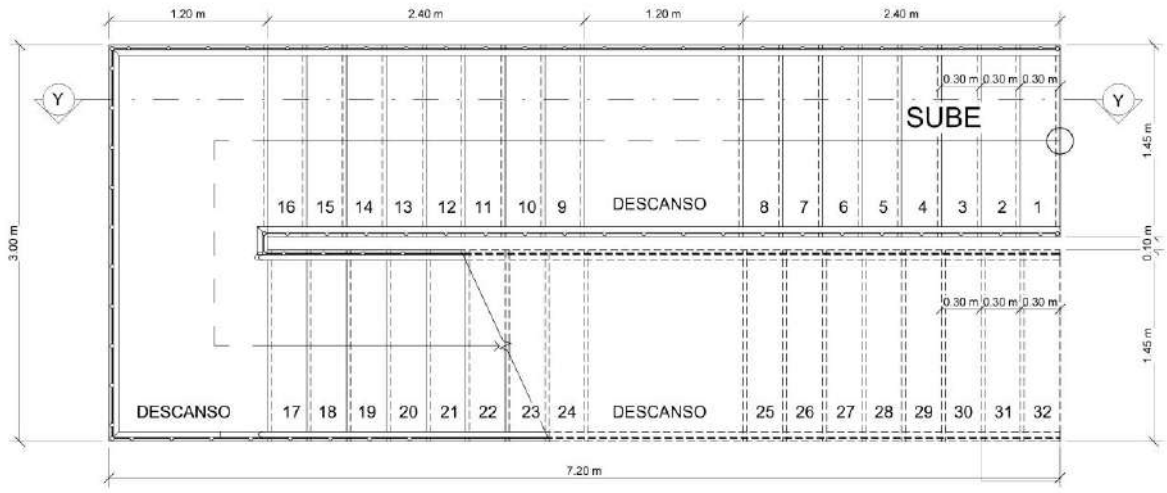


Ilustración 59. *Detalle de escaleras #2. Escala 1:30.*
Elaborado por el autor.

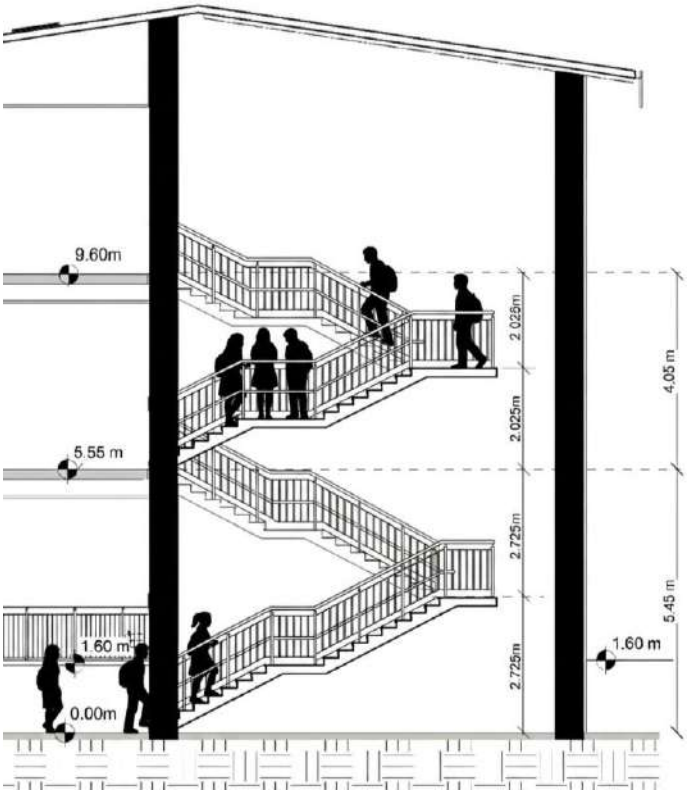


Ilustración 60. *Sección típica de escalera Y:Y. Escala 1:30.*
Elaborado por el autor.

En el nivel 000 encontramos tramos de escaleras que salvan una altura de 5.45m; ya que éste es el nivel que se comparte con el desnivel del terreno de 1.50m.

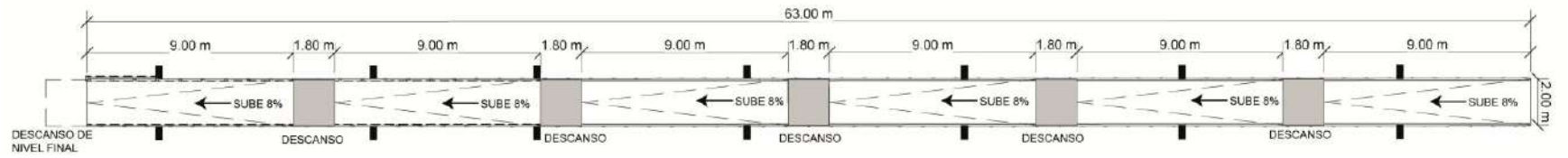


Ilustración 61. *Rampas de Edificios #2 y Edificio #3. Escala 1:30.*
Elaborado por la autora.

Las rampas en los edificios #2 y #3 han sido diseñadas con una pendiente del 8%, resolviendo una altura de 4.05 m mediante tramos de 9.00 m y descansos de 1.80 m. En el edificio #2 se considera un desnivel inicial de 1.50 m, mientras que en el edificio #3 parte desde la altura 1.50m como nivel 0.00 hasta el nivel 200, manteniendo en ambos casos continuidad funcional.

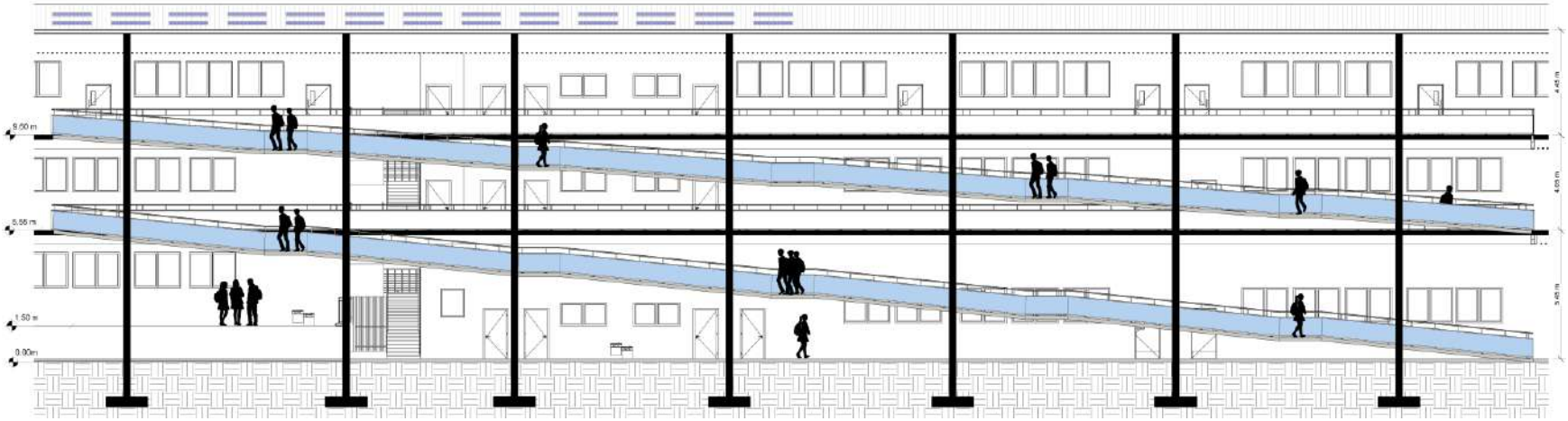


Ilustración 62. *Sección de Rampa en Edificio #2. Escala 1:30.*
Elaborado por la autora.

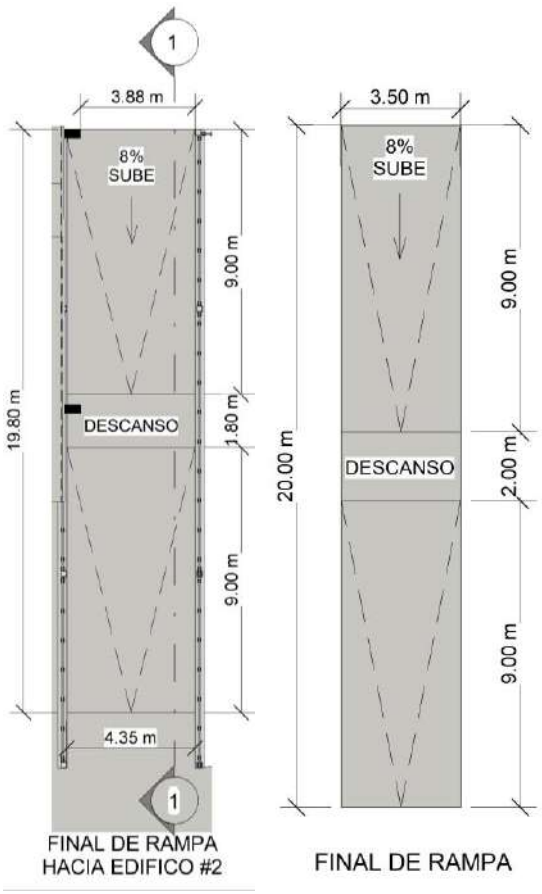


Ilustración 63. *Planta de Rampas #3. Escala 1:30.*
Elaborado por la autora.

La rampa se desarrolla mediante dos tramos, conectados por un descanso de 3.88m y 3.50m, esto permite circulación bidireccional, mejorando la funcionalidad y seguridad del recorrido en la transición entre marquesinas y plazas.

La longitud, aproximada, del recorrido es de 19.80m y 20.00 m. Esta configuración permite salvar una altura de 1.50 m con una pendiente resultante de 8%, garantizando condiciones óptimas de accesibilidad.

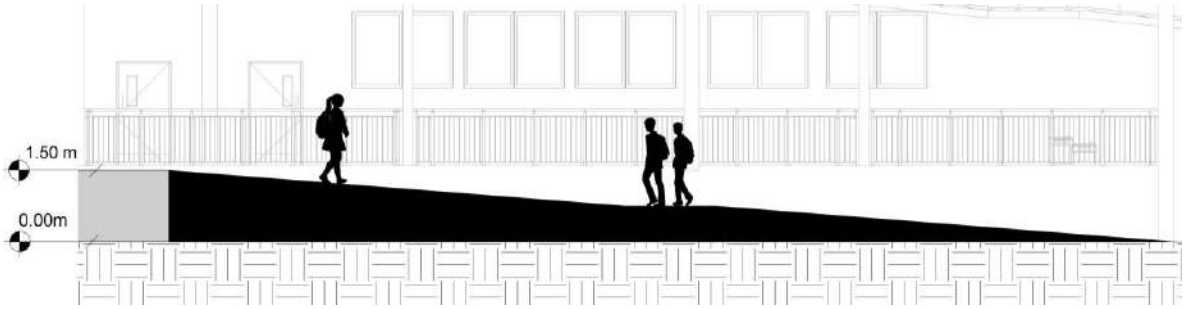


Ilustración 64*. Sección de Rampa #3. Escala 1:30.*
Elaborado por la autora.

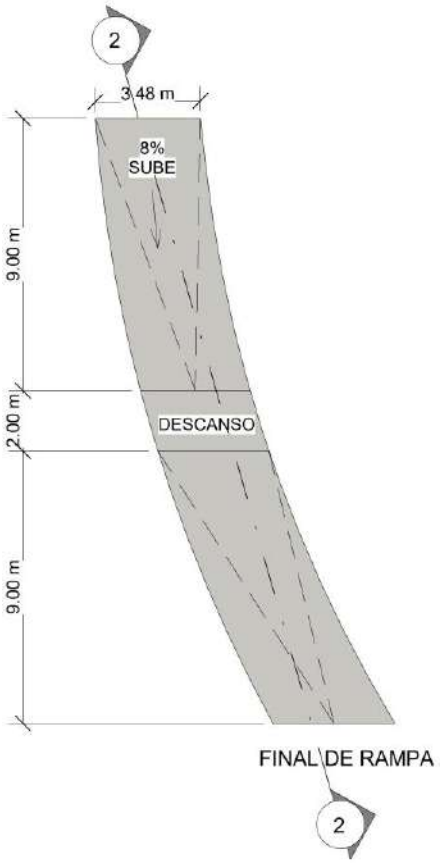


Ilustración 65. *Planta de rampa #4. Escala 1:30.*
Elaborado por la autora.

El dimensionamiento de la rampa se realizó a partir de la altura de 1.50 m y una pendiente del 8%, conforme a criterios de accesibilidad. A partir de estos datos, se determinó una longitud mínima requerida de 18.75 m. Debido a su geometría curva, la longitud real del recorrido sobre el eje de circulación es de 21.00 m. Este tipo de rampas favorece la adaptación al terreno, suaviza el recorrido y reduce el esfuerzo durante el desplazamiento.

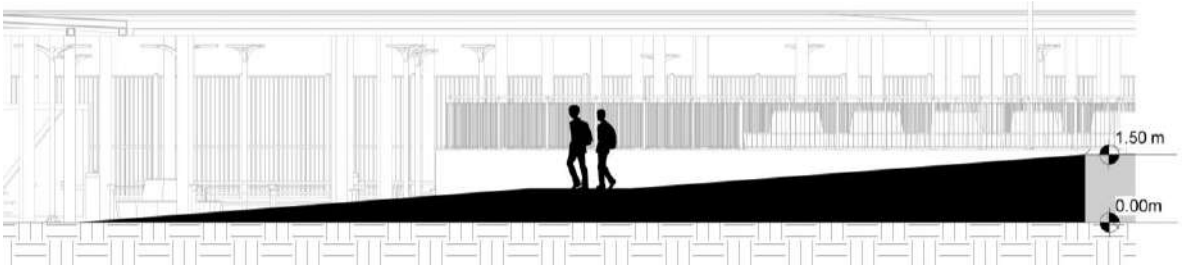


Ilustración 66. *Sección de Rampas #4. Escala 1:30.*
Elaborado por la autora.

4.4.4 Planta Arquitectónica de Edificio #1

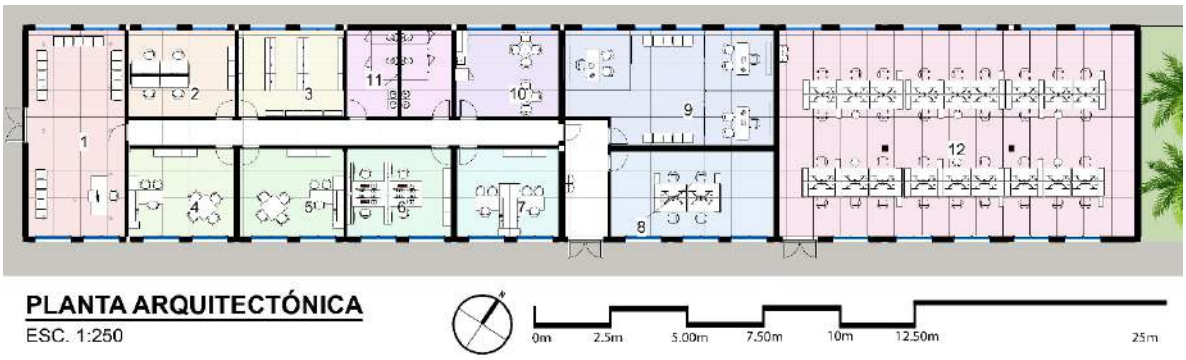


Ilustración 67. *Planta arquitectónica de Administración.*



Ilustración 68. *Planta arquitectónica de Usos Complementarios.*

4.4.5 Elevaciones – Edificio #1



Ilustración 69. *Elevación frontal. Edificio #1. Escala 1:250.*



Ilustración 70. *Elevación Posterior. Edificio #. Escala 1:250.*



Ilustración 71. *Elevación lateral derecha. Edificio #1. Escala 1:250.*



Ilustración 72. *Elevación lateral izquierda. Edificio #1. Escala 1:250.*

4.4.6 Secciones – Edificio #1



Ilustración 73. *Sección Longitudinal a – a. Edificio #1. Escala 1:250.*



Ilustración 74. *Sección Transversal b - b. Edificio #1 Escala 1:250.*



Ilustración 75. *Sección Transversal c - c. Edificio #1. Escala 1:250.*

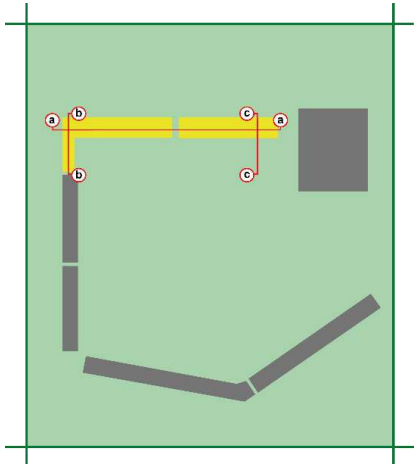


Ilustración 74. *Localización de secciones del Edificio #1*

4.4.7 Perspectivas – Edificio #1



Ilustración 76. *Visualización exterior del Edificio #1.*



Ilustración 77. *Visualización de sala de espera de la Administración.*

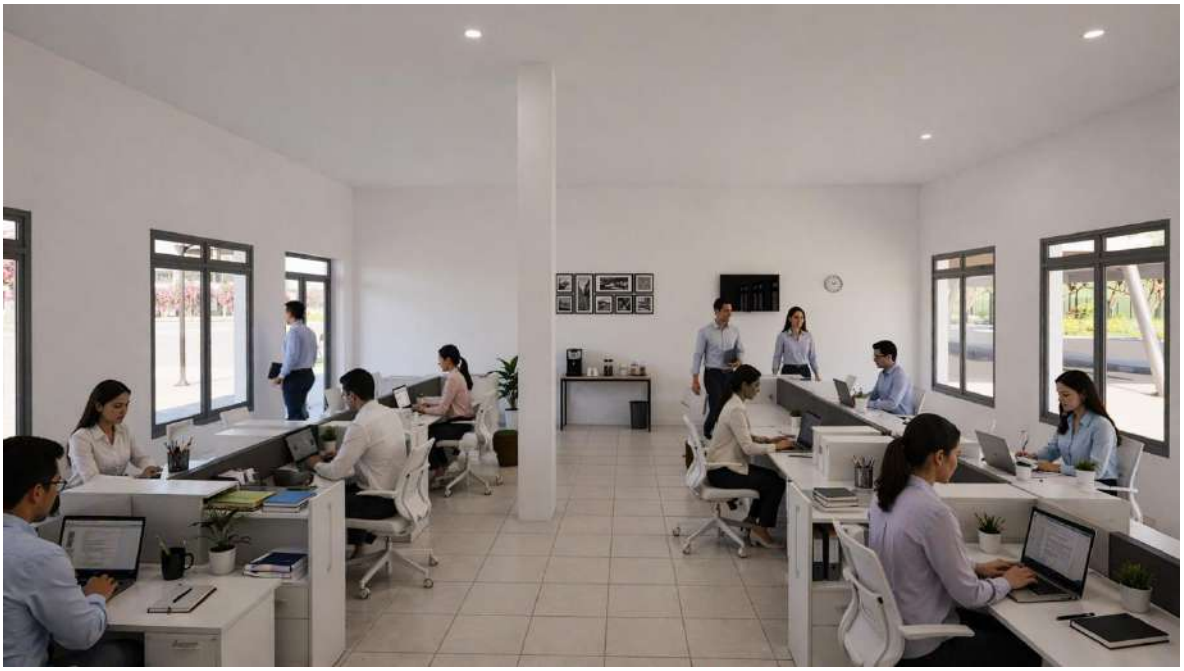


Ilustración 78. *Visualización de Sala de Profesores.*



Ilustración 79*. Visualización del Auditorio.*

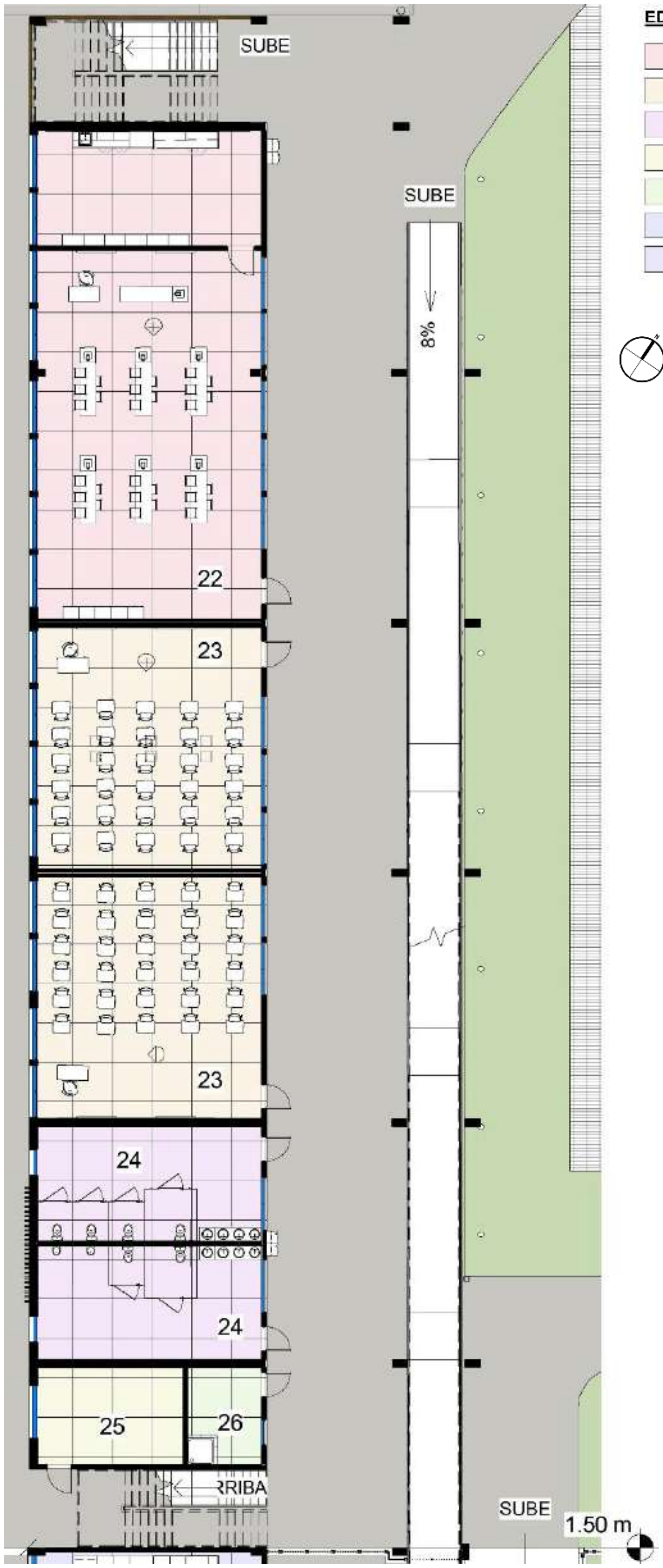


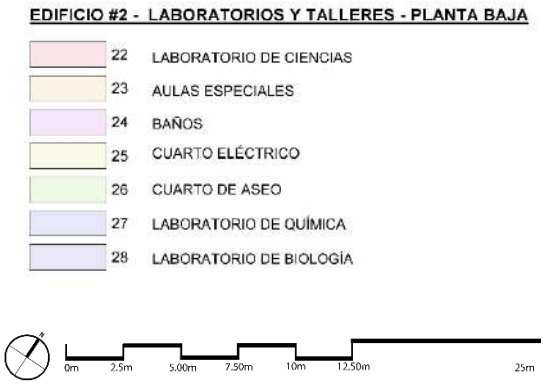
Ilustración 80. *Visualización de la Biblioteca.*



Ilustración 81. *Visualización de Cafetería.*

4.4.8 Planta Arquitectónica de Edificio #2





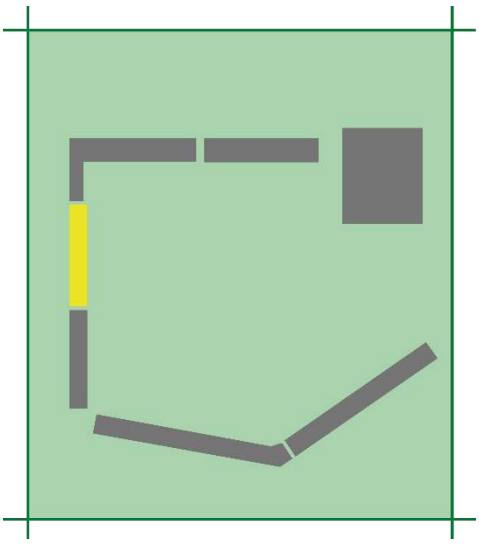


Ilustración 83. *Ubicación de nivel planta baja del Edificio #2*

Ilustración 82. *Planta Arquitectónica Laboratorios. Nivel 000.*

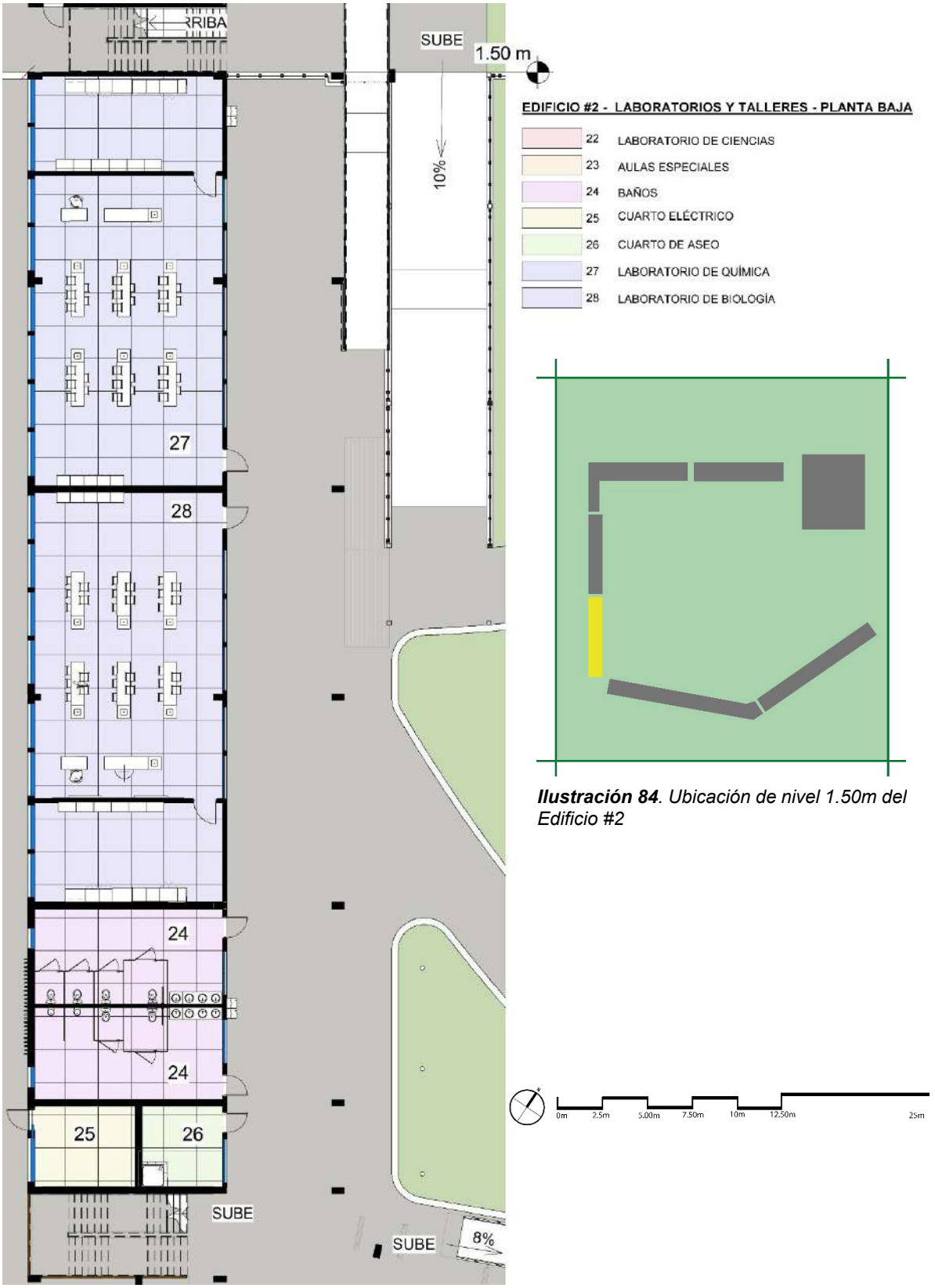
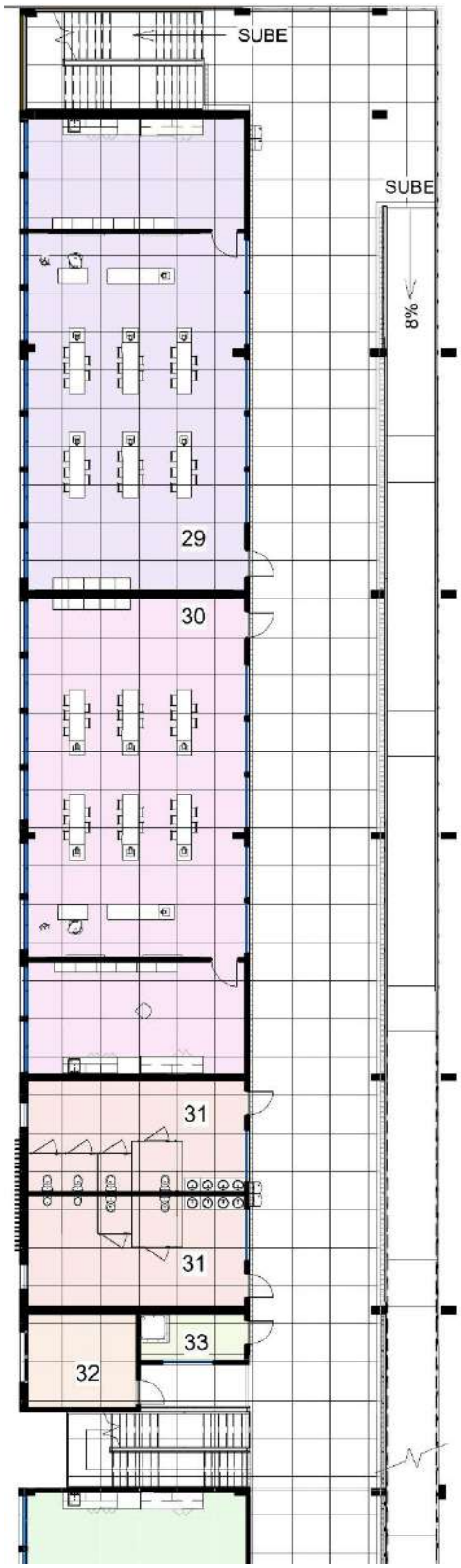


***Ilustración 84**. Ubicación de nivel 1.50m del Edificio #2*

***Ilustración 85.** Planta Arquitectónica de laboratorios. Nivel 1.50m.*

4.4.9 Planta Arquitectónica – Edificio #2 – N100



EDIFICIO #2 - LABORATORIOS Y TALLERES - NIVEL 100

29	LABORATORIO DE CIENCIAS
30	LABORATORIO DE BIOLOGÍA
31	BAÑOS
32	CUARTO DE ELÉCTRICO
33	CUARTO DE ASEO
34	LABORATORIO DE QUÍMICA
35	LABORATORIO DE FÍSICA

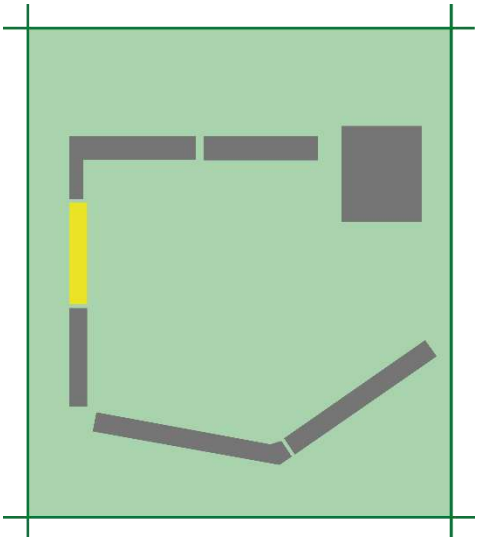


Ilustración 86. *Ubicación de nivel 100 – Edificio #2*

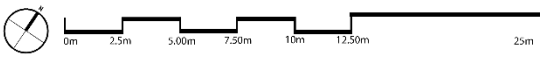


Ilustración 87. *Planta Arquitectónica Laboratorios. Nivel 100.*

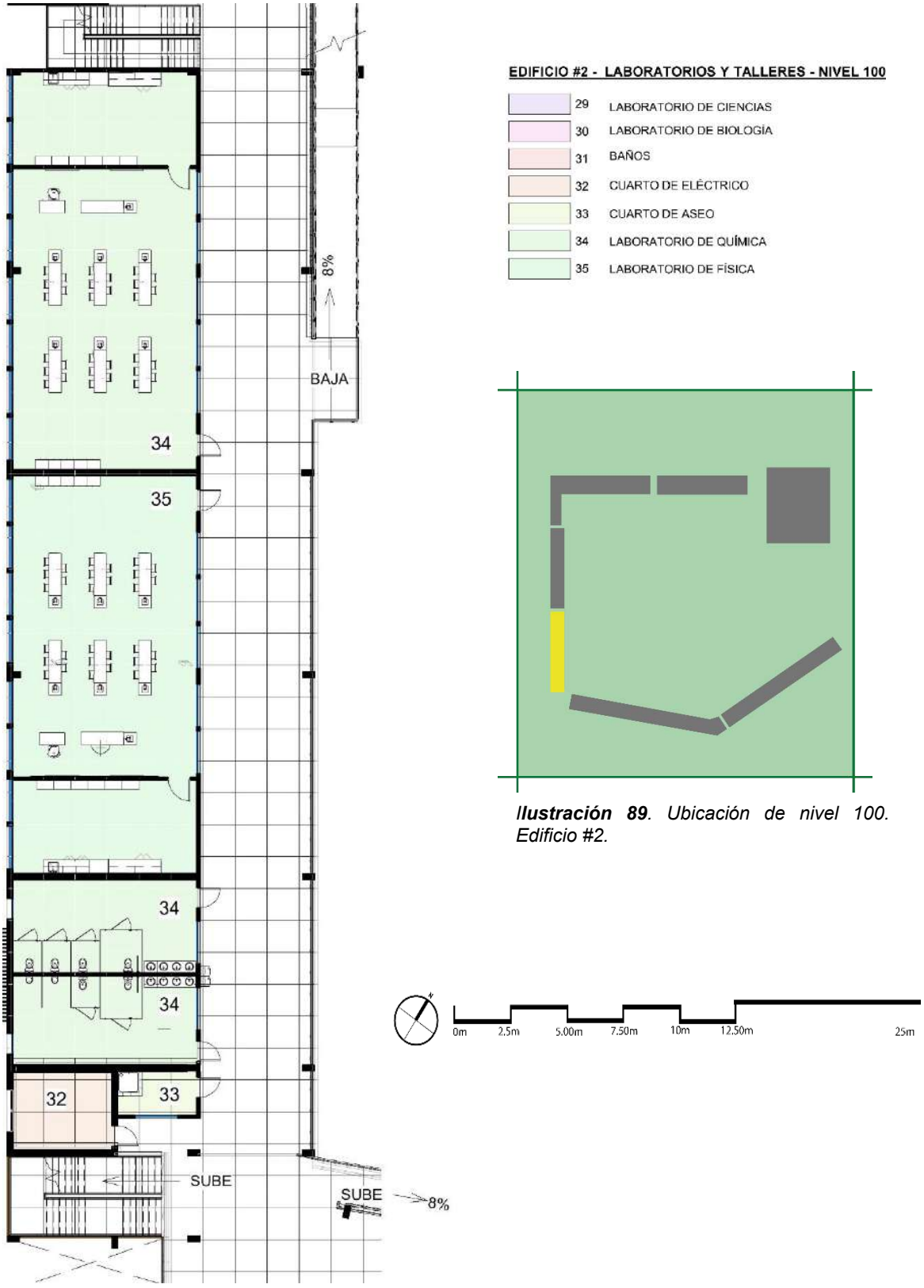
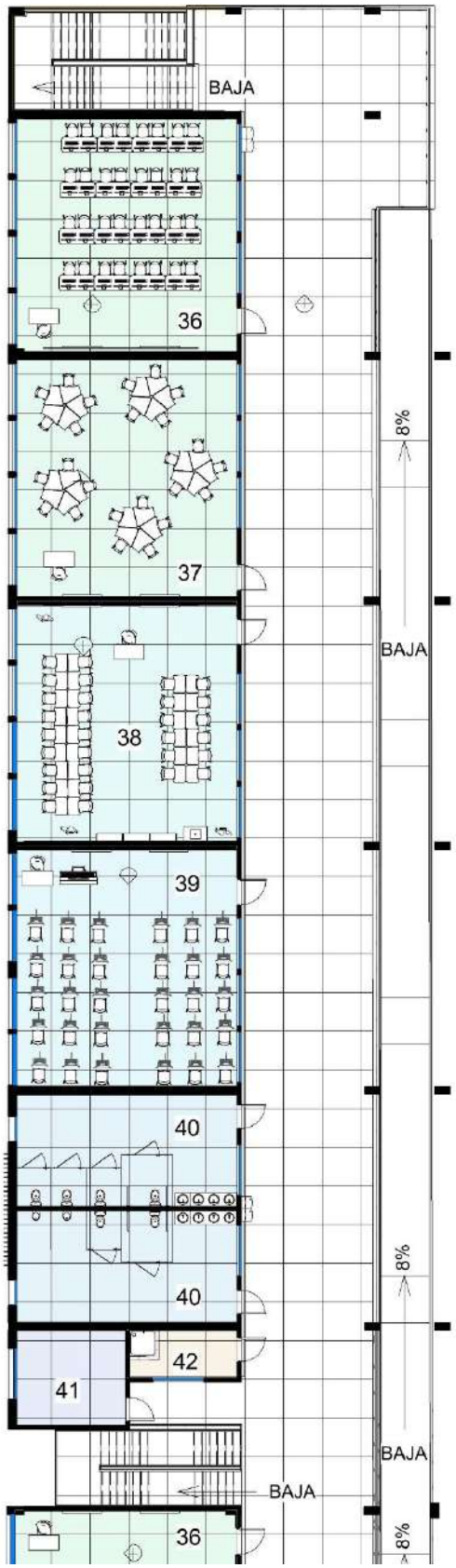


Ilustración 88. *Planta Arquitectónica Laboratorios. Nivel 100.*

Ilustración 89*. Ubicación de nivel 100. Edificio #2.*

4.4.10 Planta Arquitectónica – Edificio #2 – N200



EDIFICIO #2 - LABORATORIOS Y TALLERES - PLANTA NIVEL 200

36	TALLER DE INFORMÁTICA
37	TALLER DE IDIOMAS
38	TALLER DE BELLAS ARTES
39	TALLER DE MÚSICA
40	BAÑOS
41	CUARTO ELÉCTRICO
42	CUARTO DE ASEO

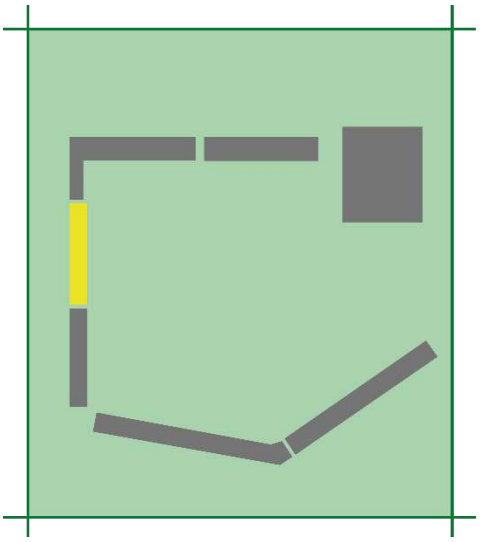


Ilustración 90. *Ubicación de nivel 200. Edificio #2.*

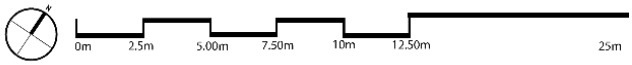
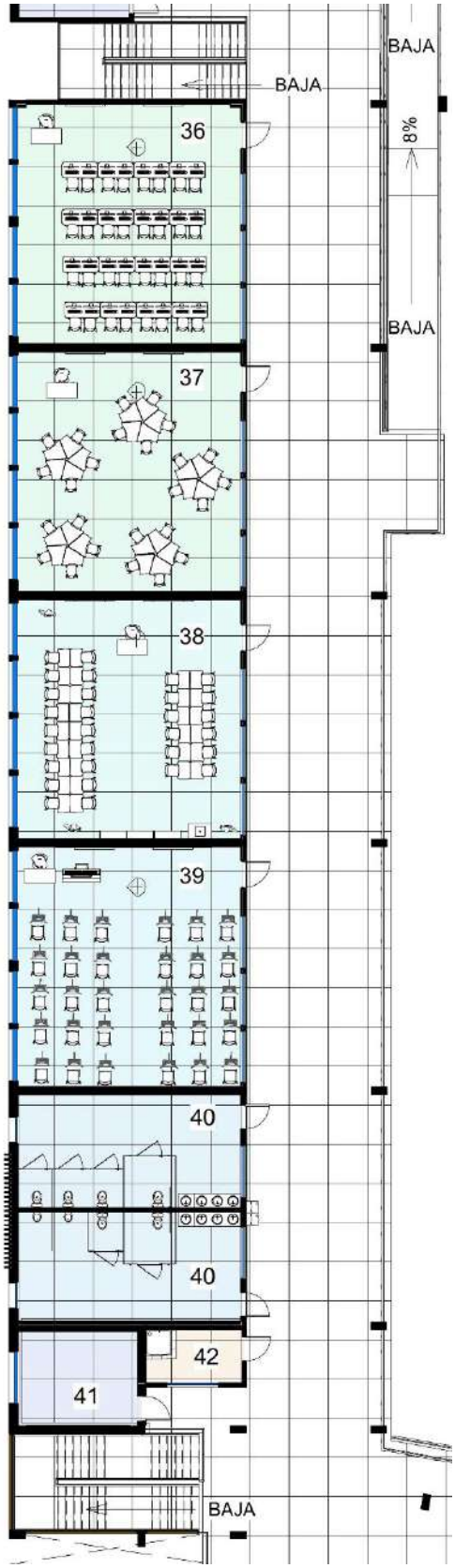


Ilustración 91. *Planta Arquitectónica de talleres. Nivel 200*



EDIFICIO #2 - LABORATORIOS Y TALLERES - PLANTA NIVEL 200

	36	TALLER DE INFORMÁTICA
	37	TALLER DE IDIOMAS
	38	TALLER DE BELLAS ARTES
	39	TALLER DE MÚSICA
	40	BAÑOS
	41	CUARTO ELÉCTRICO
	42	CUARTO DE ASEO

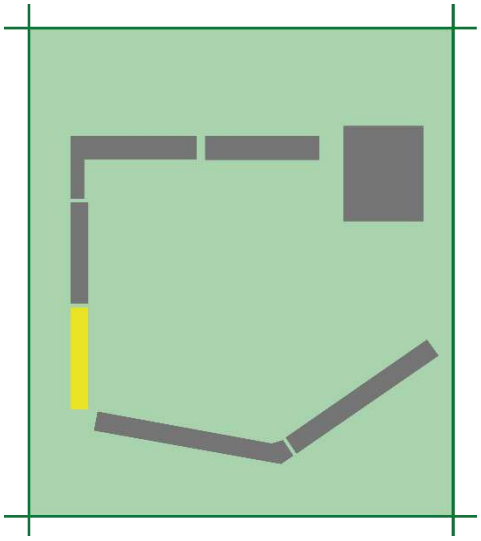


Ilustración 92. *Ubicación de nivel 200. Edificio E2.*

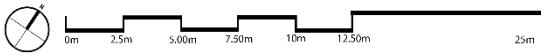


Ilustración 93. *Planta Arquitectónica de talleres. Nivel 200.*

4.4.11 Elevaciones – Edificio #2



Ilustración 94. *Elevación Frontal. Edificio #2. Escala 1:250.*



Ilustración 95. *Elevación Posterior. Edificio #2. Escala 1:250.*



Ilustración 97. *Elevación lateral izquierda. Edificio #2. Escala 1:250.*



Ilustración 96. *Elevación lateral derecha. Edificio #2. Escala 1:250.*

4.4.12 Secciones – Edificio #2

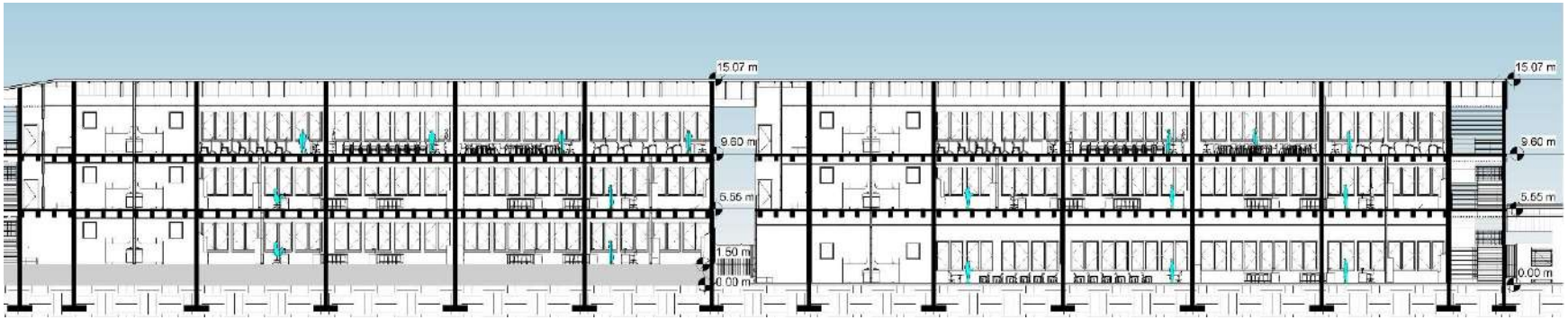


Ilustración 99. *Sección Longitudinal d – d. Edificio #2. Escala 1:250.*

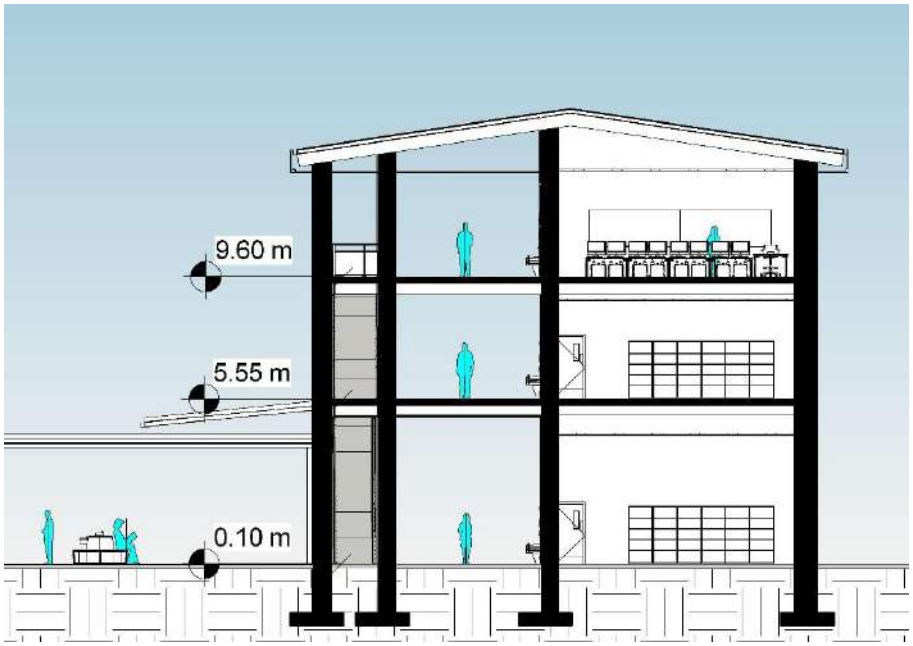


Ilustración 100*. Sección Transversal e - e. Edificio #2. Escala 1:250.*

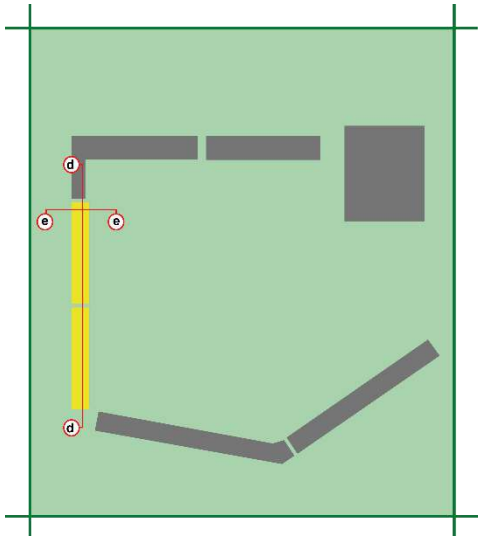


Ilustración 98. *Localización de secciones del Edificio #2.*

4.4.13 Perspectivas – Edificio #2



Ilustración 101. *Visualización de Laboratorio de Química.*

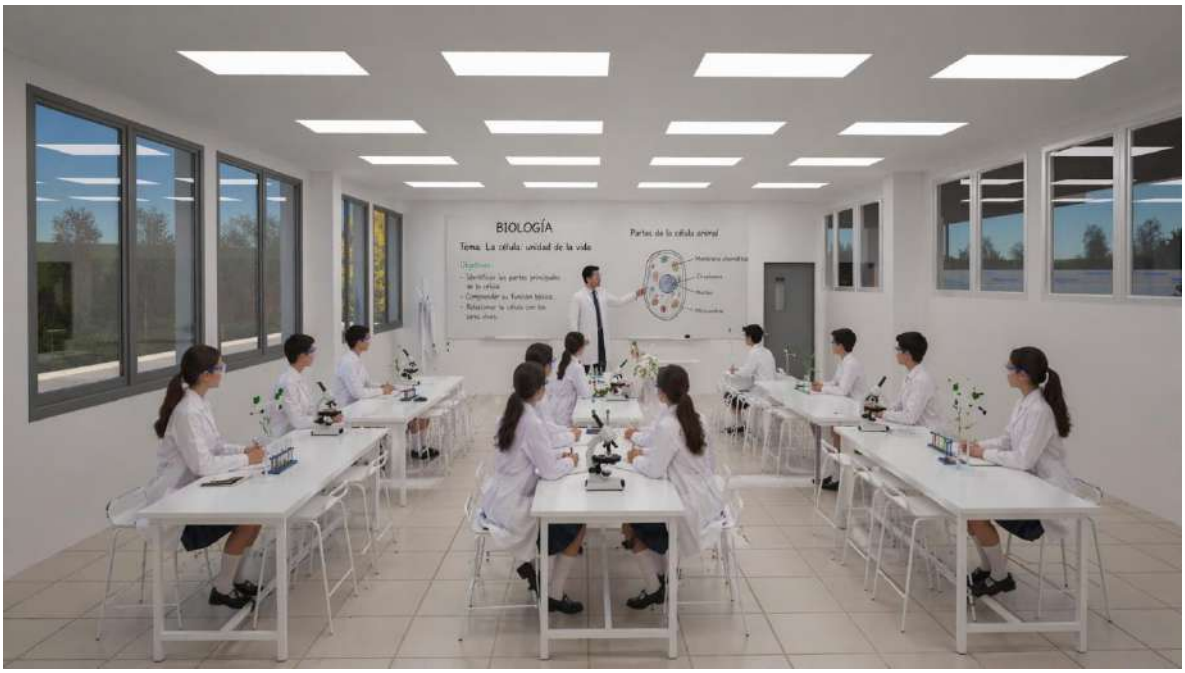


Ilustración 102*. Visualización de Laboratorio de Biología.*



Ilustración 103. *Visualización de Taller de Informática.*



Ilustración 104. *Visualización de Taller de Bellas Artes.*



Ilustración 105*. Visualización de Taller de Idiomas.*



Ilustración 106. *Visualización de Taller de Música.*

4.4.14 Planta Arquitectónica – Edificio #3 – N000



EDIFICIO #3 - AULAS TEÓRICAS NV. 000

43	AULAS TEÓRICAS PREMEDIA
44	BAÑOS
45	CUARTO DE ASEO
46	CUARTO ELÉCTRICO
47	AULAS TEÓRICAS MEDIA

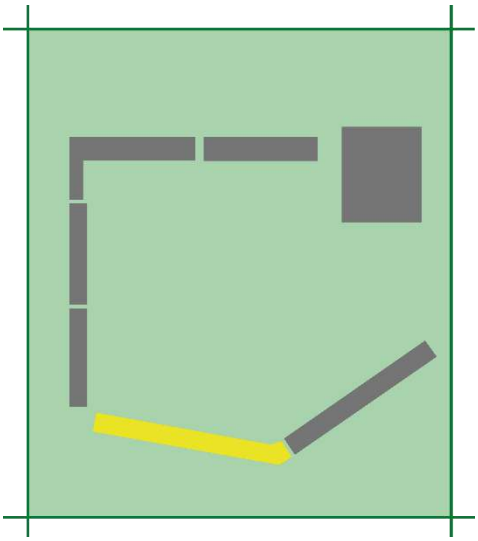


Ilustración 107. *Ubicación de nivel 000 Edificio #3.*

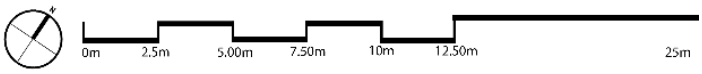


Ilustración 108. *Planta de aulas teóricas de premedia. Nivel 000*

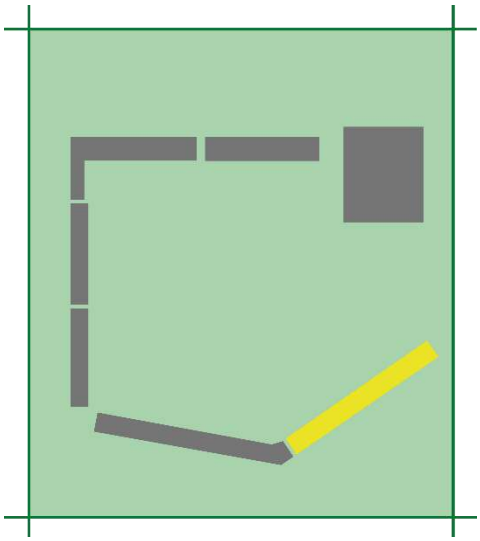
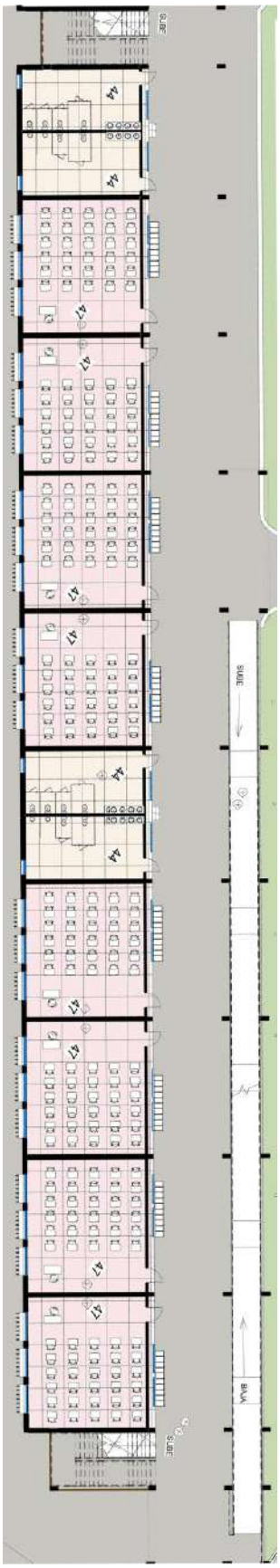


***Ilustración 109**. Ubicación de nivel 000. Edificio #3.*



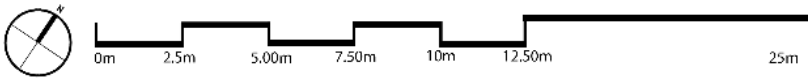
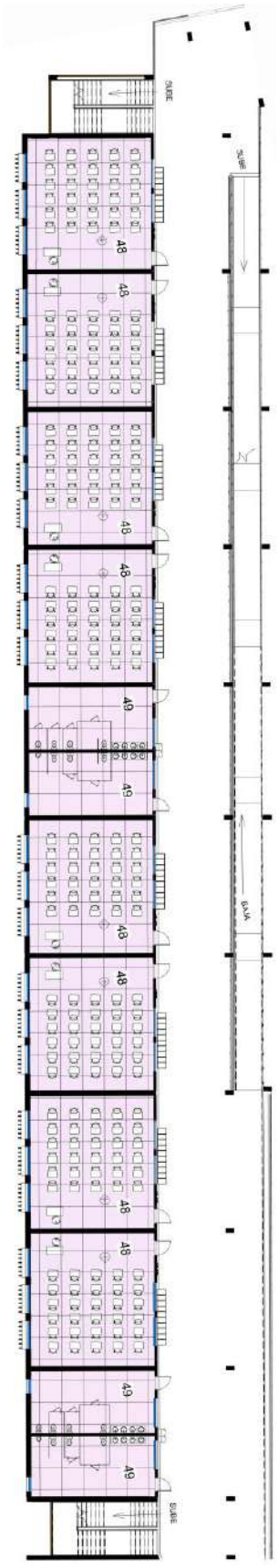


***Ilustración 110**. Planta de aulas teóricas de media. Nivel 000.*

4.4.15 Planta Arquitectónica – Edificio #3 – N100



EDIFICIO #3 - AULAS TEÓRICAS NV. 100

48	AULAS TEÓRICAS PREMEDIA
49	BAÑOS
50	CUARTO DE ASEO
51	CUARTO ELÉCTRICO
52	AULAS TEÓRICAS MEDIA

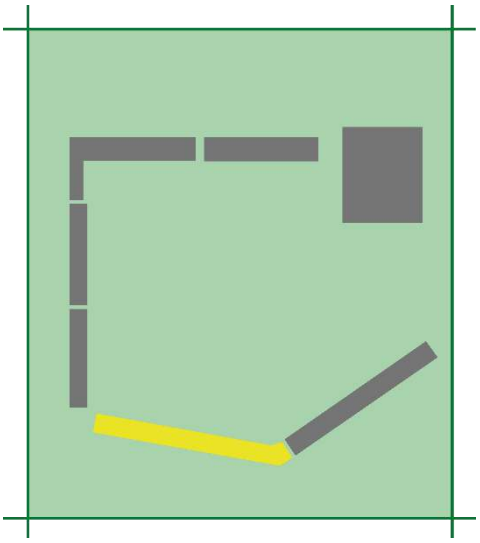


Ilustración 112.*Ubicación de nivel 100. Edificio #3.*

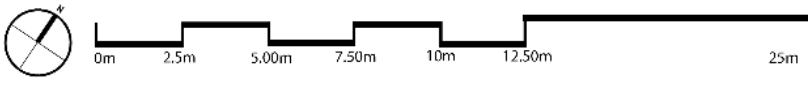
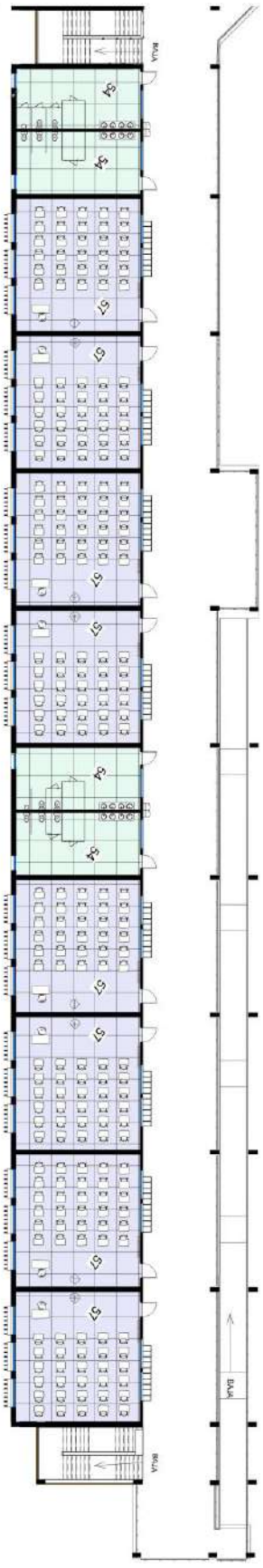


Ilustración 111. *Planta de aulas teóricas de premedia. Nivel100.*



EDIFICIO #3 - AULAS TEÓRICAS NV. 100

	48	AULAS TEÓRICAS PREMEDIA
	49	BAÑOS
	50	CUARTO DE ASEO
	51	CUARTO ELÉCTRICO
	52	AULAS TEÓRICAS MEDIA

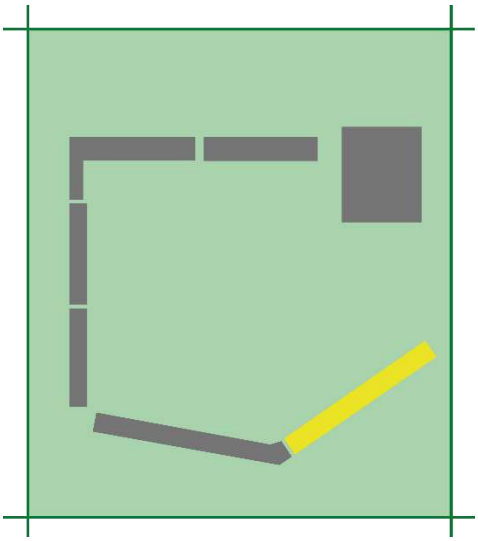


Ilustración 114. *Ubicación de nivel 100 Edificio #3.*

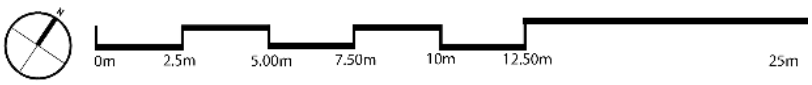
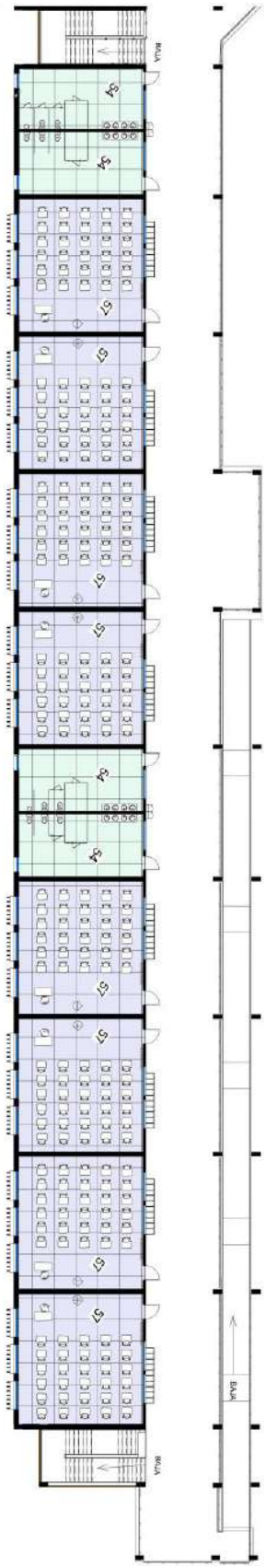


Ilustración 113. *Planta de aulas teóricas de media. Nivel 100.*

4.4.16 Planta Arquitectónica – Edificio #3 – N200





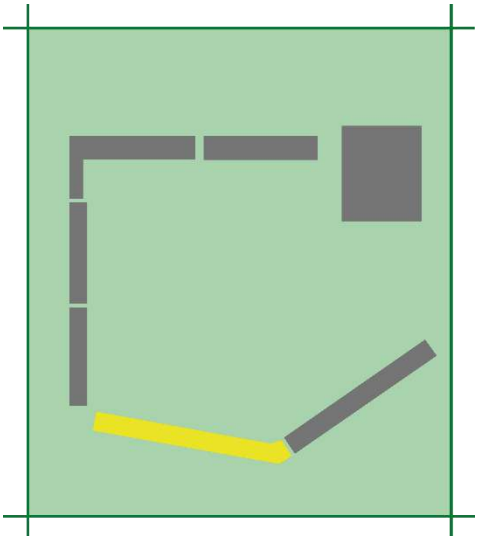


Ilustración 116. *Ubicación de nivel 200 Edificio #3.*

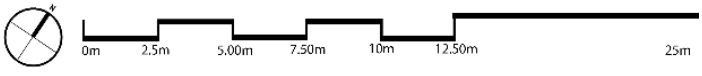
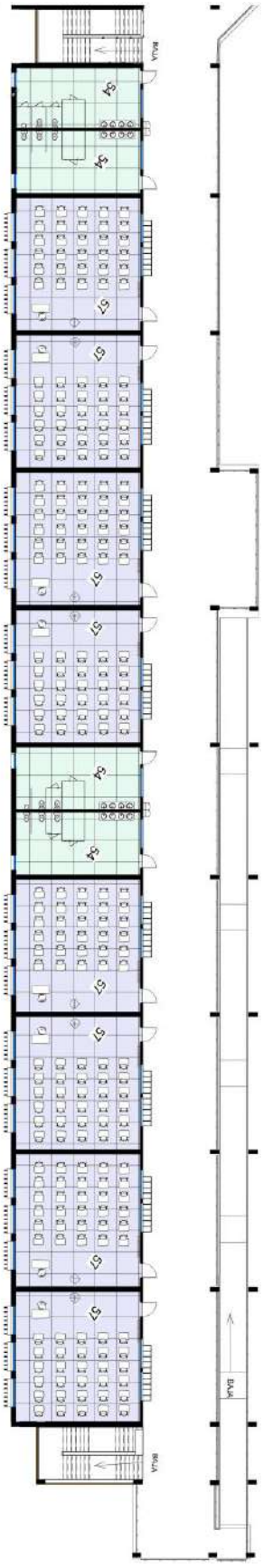


Ilustración 115. *Planta de aulas teóricas de premedia. Nivel 200*



EDIFICIO #3 - AULAS TEÓRICAS NV. 200

53	AULAS TEÓRICAS PREMEDIA
54	BAÑOS
55	CUARTO DE ASEO
56	CUARTO ELÉCTRICO
57	AULAS TEÓRICAS MEDIA

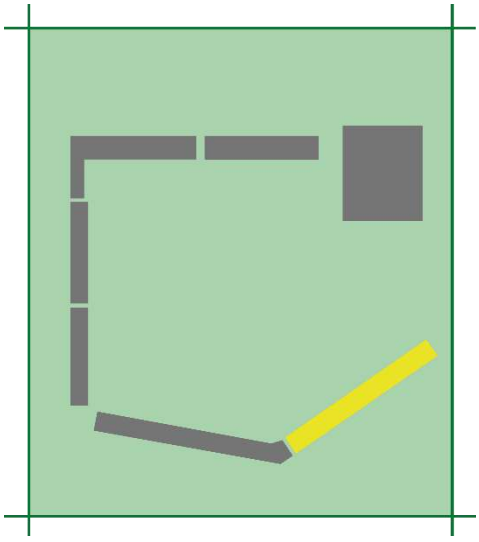


Ilustración 117. *Ubicación de nivel 200. Edificio #3.*

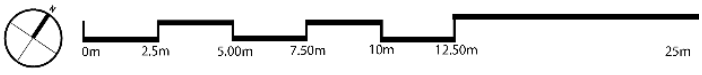


Ilustración 118. *Planta de aulas teóricas de media. Nivel 200.*

4.4.17 Elevaciones – Edificio #3



Ilustración 119. *Elevación frontal. Edificio #3. Escala 1:250.*



Ilustración 120. *Elevación posterior. Edificio #3. Escala 1:250.*



Ilustración 121*. Elevación lateral derecha. Edificio #3. Escala 1:250.*



Ilustración 122*. Elevación lateral izquierda. Edificio #3. Escala 1:250.*

4.4.18 Secciones – Edificio #3



Ilustración 123. *Sección Longitudinal f – f. Edificio #3. Escala 1:250.*

Ilustración 124. *Localización de secciones del Edificio #3.*

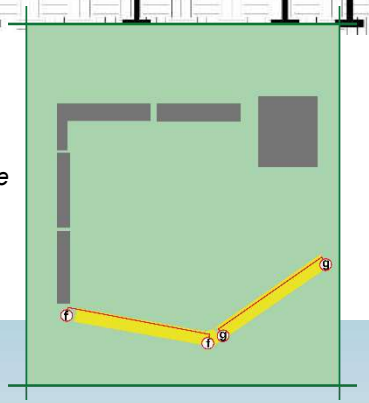




Ilustración 125. *Sección Longitudinal – g -g. Edificio #3. Escala 1:250.*

4.4.19 Perspectivas – Edificio #4



***Ilustración 126**. Visualización de Aulas Teóricas.*



***Ilustración 127.** Visualización de pasillos de Aulas teóricas.*

4.4.20 Planta Arquitectónica – Edificio #4

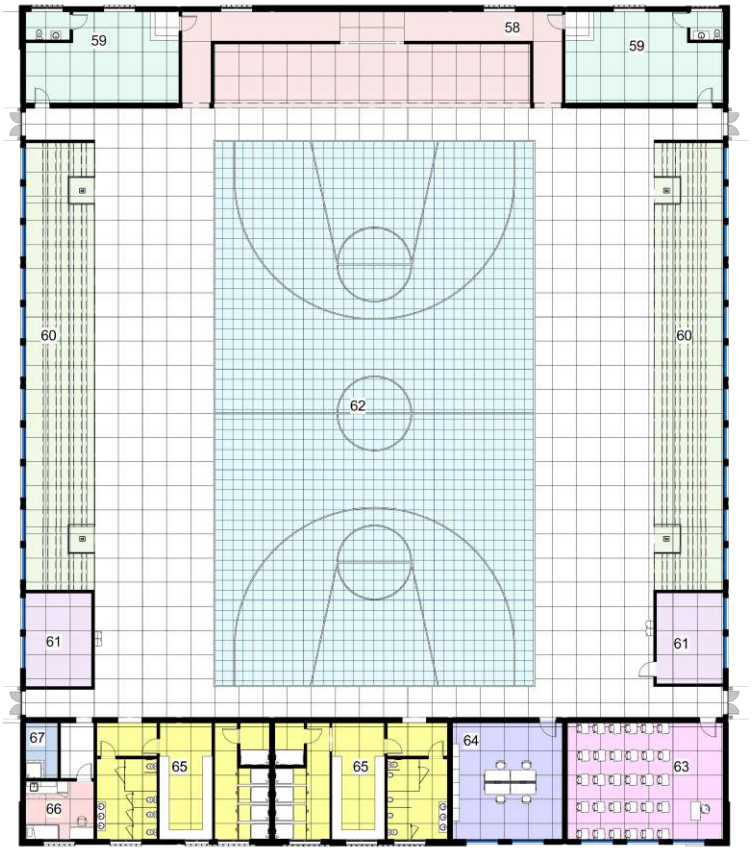
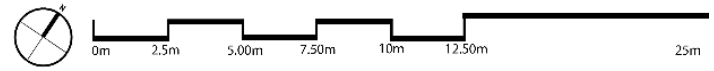


Ilustración 128. *Planta Arquitectónica de Gimnasio. Edificio #4*



EDIFICIO #4 - GIMNASIO

	58	TARIMA
	59	VESTIDORES DE TARIMA
	60	GRADAS
	61	DEPÓSITO
	62	CANCHA MULTIUSO INTERNA
	63	AULA TEÓRICA
	64	OFICINA DE PROFESORES
	65	VESTIDORES, BAÑOS Y DUCHAS DE ESTUDIANTES
	66	ENFERMERÍA
	67	CUARTO DE ASEO
	68	CANCHA MULTIUSO EXTERIOR

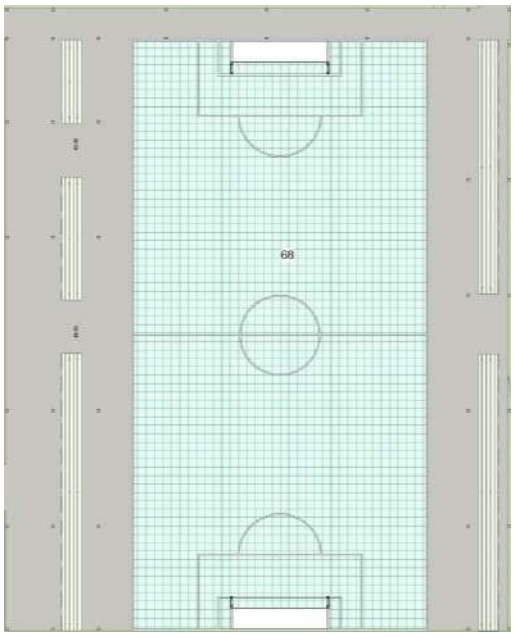


Ilustración 129. *Planta Arquitectónica de cancha exterior.*

4.4.21 Elevaciones – Edificio #4

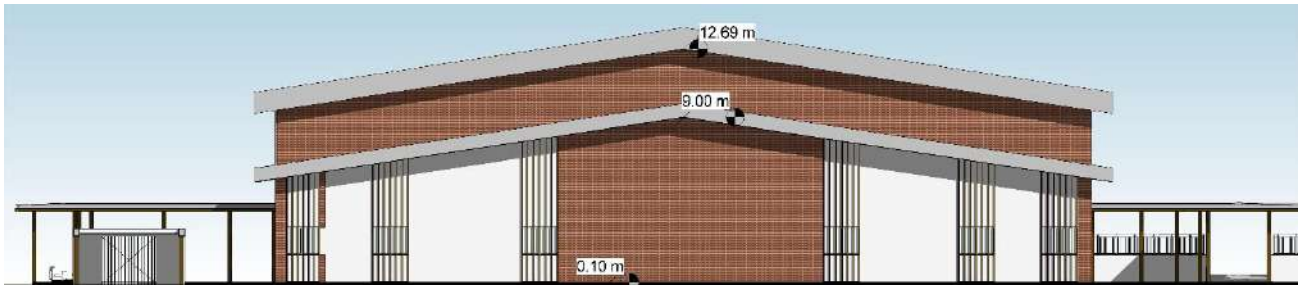


Ilustración 130. *Elevación Frontal. Edificio #4. Escala 1:250.*

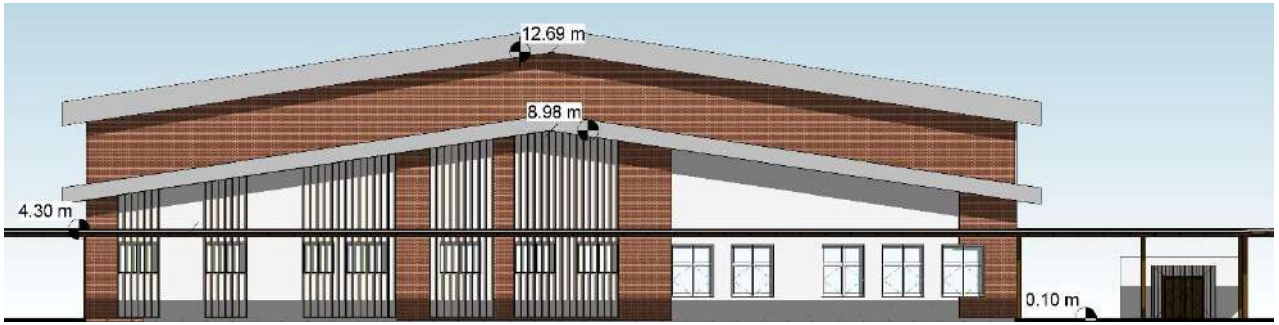


Ilustración 131. *Elevación Posterior. Edificio #4. Escala 1:250.*

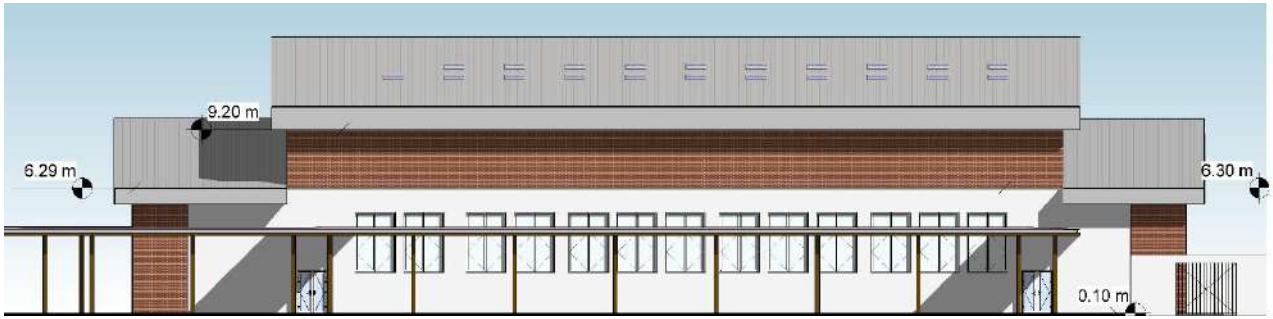


Ilustración 132. *Elevación Lateral Izquierda. Edificio #4. Escala 1:250.*

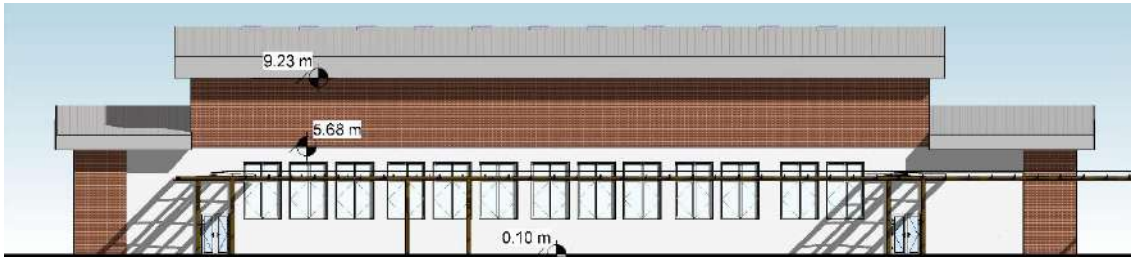


Ilustración 133. *Elevación Lateral Derecha. Edificio #4. Escala 1:250.*

4.4.22 Secciones – Edificio #4

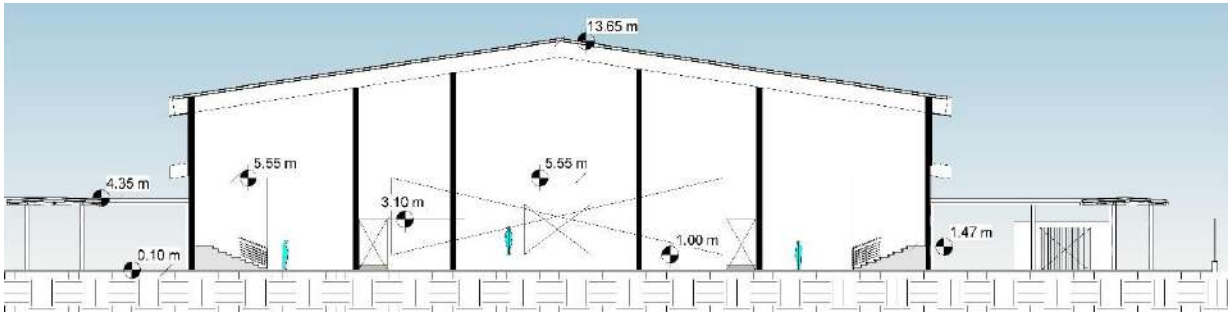


Ilustración 135. Sección Longitudinal h- h. Edificio #4. Escala 1:250.

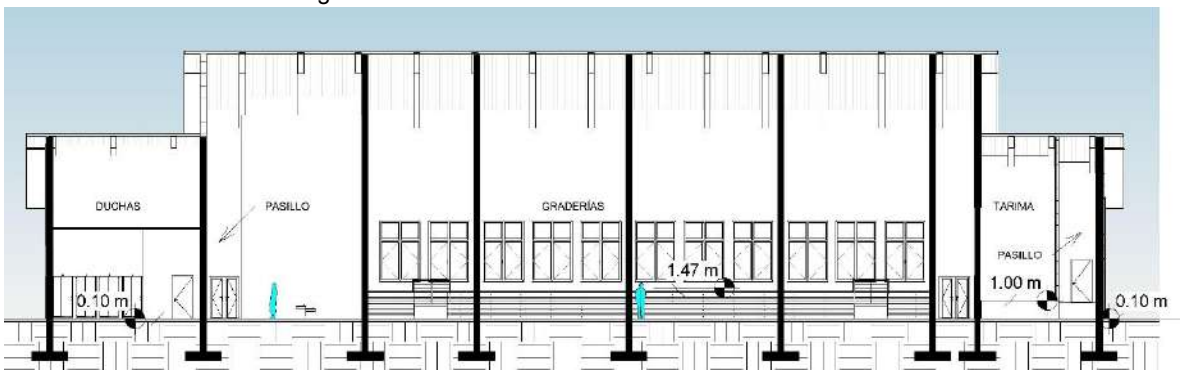


Ilustración 136. *Sección Transversal i - i. Edificio #4. Escala 1:250.*

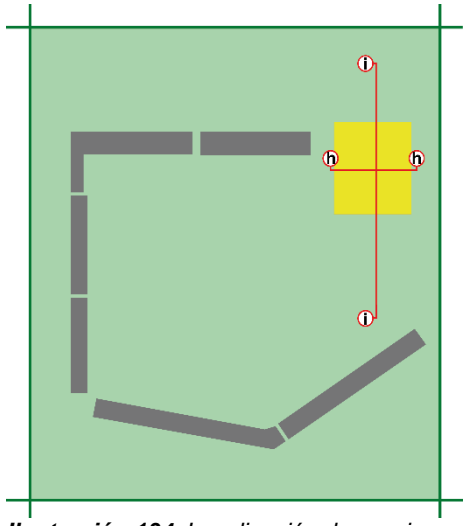


Ilustración 134. *Localización de secciones del Edificio #4.*

4.4.23 Perspectivas – Edificio #4



Ilustración 137. *Visualización interior de Gimnasio.*



Ilustración 138. *Visualización de cancha exterior.*

4.4.24 Paisajismo

La propuesta paisajística organiza la vegetación en distintos estratos para generar sombra, confort térmico y valor estético, mediante especies tropicales de bajo mantenimiento adaptadas al clima de Panamá, promoviendo un paisaje sostenible, resiliente y eficiente en el uso del agua.

Tabla 15. *Cuadro de vegetación propuesta.*
Elaborado por la autora.

CUADRO DE VEGETACIÓN PROPUESTA	
GRAMÍNEAS	
	**Nombre común:** Césped zoysia. **Nombre Científico:** Zoysia japónica. **Altura:** 0.10m - 0.20 m. **Raíz:** Fibrosa. **Uso:** Cobertura de áreas libres, control de polvo y confort térmico. **Riego:** 2 – 3 veces/semana.
ÁRBOLES ALTOS	
	**Nombre común:** Guayacán Amarillo. **Nombre Científico:** Handroanthus ochraceus. **Altura:** 8 – 15 m. **Diámetro de copa:** 6 – 10 m. **Raíz:** Profunda (no invasiva). **Uso:** Ornamental, sombra en áreas abiertas. **Riego:** 1 vez/semana, bajo mantenimiento.

	**Nombre común:** Olivo negro. **Nombre Científico:** Bucida Buceras. **Altura:** 10– 20 m. **Diámetro de copa:** 8 – 15m. **Raíz:** Profunda (no invasiva). **Uso:** Sombra, plazas, estacionamientos. **Riego:** mantenimiento bajo.
ÁRBOLES MEDIOS	
	**Nombre común:** Crespón o árbol de Júpiter. **Nombre Científico:** Langerstroemia índica. **Altura:** 5 – 7 m. **Diámetro de copa:** 5 – 6 m. **Raíz:** media. **Uso:** color y estética. **Riego:** 1 – 2 veces/semana.
ÁRBUSTOS	
	**Nombre común:** Bouquet de novia. **Nombre Científico:** Ixora Coccinea. **Altura:** 1 – 2 m. **Diámetro de copa:** 1.5 – 2 m. **Raíz:** Fibrosa. **Uso:** Delimitación y color. **Riego:** 2 – 3 veces/semana.

	**Nombre común:** Papo. **Nombre Científico:** Hibiscus rosa sinensis. **Altura:** 2.50 – 5.00 m. **Diámetro de copa:** 1.50 - 2.50 m. **Raíz:** Fibrosa/ Superficial. **Uso:** ornamental, delimitación blanda, color. **Riego:** 2 – 3 veces/semana.
CUBRESUELOS	
	**Nombre común:** Pita. **Nombre Científico:** Ágave angustifolia. **Altura:** 0.40 – 1.00 m. **Diámetro de copa:** 1.00 - 2.00 m. **Raíz:** Superficial. **Uso:** control de erosión. **Riego:** 1 vez/semana.
	**Nombre común:** Corazón de Jesús. **Nombre Científico:** Caladium bicolor. **Altura:** 0.30 – 0.60 m. **Diámetro de copa:** 0.30 – 0.50 m. **Raíz:** Tubérculo (subterránea). **Uso:** cubresuelo ornamental, jardines sombreados. **Riego:** 3 – 4 veces/semana, sin encharcar.

	**Nombre común:** Monstera/ costilla de Adán. **Nombre Científico:** Monstera Deliciosa. **Altura:** 1.00 – 3.00m. **Diámetro de copa:** 1.00 – 2.50 m. **Raíz:** aérea + fibrosa. **Uso:** cubresuelo en sombra. **Riego:** 2 - 3 veces/semana suelo húmedo.
PALMERAS	
	**Nombre común:** Palma amarilla, areca. **Nombre Científico:** Dypsis Lutescens. **Altura:** 6 – 10 m. **Diámetro de copa:** 4 – 6 m. **Raíz:** Fibrosa. **Uso:** Alineaciones y bordes. **Riego:** 2 veces/ semana.
	**Nombre común:** Palma de coco. **Nombre Científico:** Coco nucífera. **Altura:** 10 – 20m. **Diámetro de copa:** 6 - 8m. **Raíz:** Profunda. **Uso:** Imagen Tropical. **Riego:** 1 vez/semana.

	**Nombre común:** Palma de navidad. **Nombre Científico:** Veitchia merrillii. **Altura:** 6 – 10m. **Diámetro de copa:** 3 - 5m. **Raíz:** Fibrosa (no invasiva). **Uso:** Ornamental, accesos, plazas. **Riego:** 1 vez/semana, mantenimiento bajo.

- ✓ **Mobiliario e iluminación exterior**

El mobiliario propuesto se integra de forma coherente al diseño paisajístico, respondiendo a criterios de funcionalidad, confort, accesibilidad y sostenibilidad. Su distribución favorece la interacción social, el uso continuo del espacio exterior y la creación de microclimas adecuados para el contexto tropical. La selección de los materiales duraderos y sistemas eficientes contribuyen a la reducción del mantenimiento y el impacto del proyecto. El aporte clave para el proyecto otorga la activación de la plaza estudiantil, genera espacios de encuentro, mejor el confort térmico, refuerza la sostenibilidad y eleva el nivel arquitectónico del proyecto.

Tabla 16. *Propuesta de Mobiliario Urbano.*
Elaborado por la autora.

MOBILIARIO DE ESTANCIA Y DESCANSO	
	Bancas lineales con respaldo, bancas modulares de concreto y asientos integrados en jardineras.



Actúan como articuladores del espacio público, reforzando la escala humana.



MOBILIARIO DE SOMBRA Y CONFORT CLIMÁTICO





Estructuras tensadas, sombrillas urbanas y cubiertas ligeras.

Reducen la radiación solar directa, mejorar confort térmico y permiten uso prolongado del espacio exterior.



MOBILIARIO DE HIDRATACIÓN	
	Bebedores dobles accesibles Promueven hábitos saludables, garantizan accesibilidad universal y reducen uso de botellas plásticas.
MOBILIARIO DE LIMPIEZA Y GESTIÓN DE RESIDUOS	
	Facilitan la gestión de residuos, refuerzan la limpieza del entorno y permite la separación de residuos para posterior reciclaje. Este elemento apoya la educación ambiental dentro de la escuela sostenible.

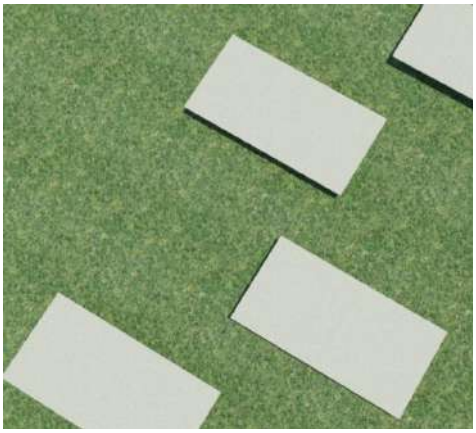
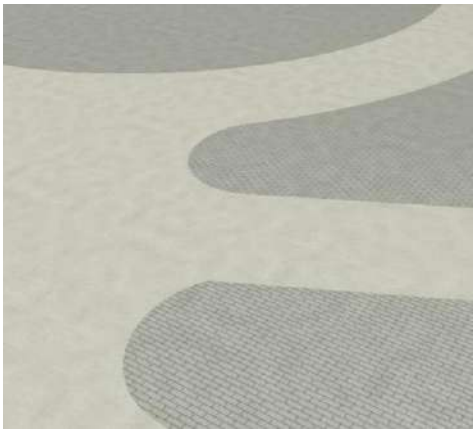
MOBILIARIO DE ILUMINACIÓN	
	Luminarias tipo bolardo y postes con iluminación LED de bajo consumo enérgetico. Mejoran la seguridad nocturna y definen recorridos peatonales.
ELEMENTOS DE PAVIMENTO Y RECORRIDO	
 	Senderos con texturas, pavimentos permeables y huellas de concreto en grama. Estos elementos facilitan la circulación y mejoran la accesibilidad.



Ilustración 139. *Propuesta de vegetación.*

4.4.25 Secciones Generales - Plazas



***Ilustración 140**. Sección Longitudinal j -j. Edificio #4. Escala 1:250..*

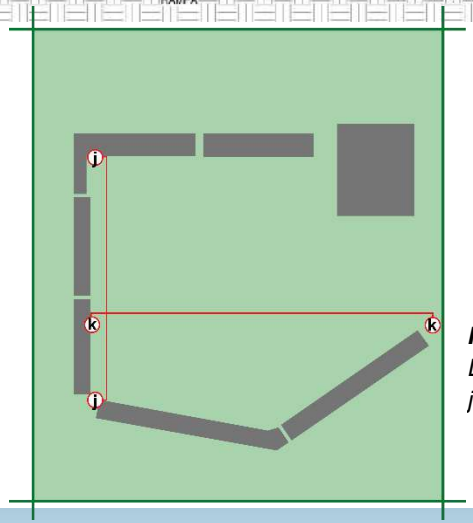


***Ilustración 141.** Localización de Secciones j-j y k-k.*



***Ilustración 142.** Sección Transversal k - k. Edificio #4. Escala 1:250.*

4.4.26 Perspectivas - Exteriores



Ilustración 143. *Visualización de Plaza cívica.*



Ilustración 144. *Visualización de marquesinas hacia las aulas teóricas.*



Ilustración 145. *Visualización hacia edificio de aulas teóricas.*



Ilustración 146. *Visualización de plaza estudiantil.*



Ilustración 147. *Visualización de áreas de estudio al aire libre.*

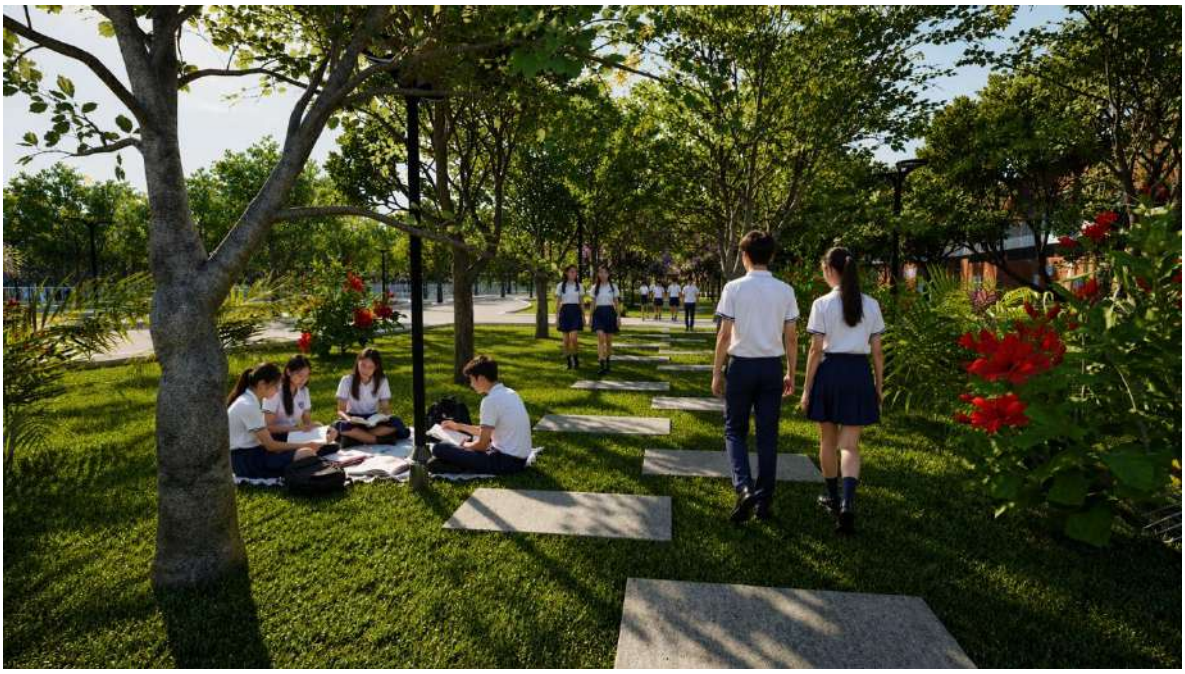


Ilustración 148. *Visualización de senderos de plaza estudiantil.*



Ilustración 149. *Visualización de acceso peatonal.*



Ilustración 150. *Visualización de acceso vehicular y garita de seguridad.*



Ilustración 151. *Visualización de conjunto N°1.*



Ilustración 152. *Visualización de conjunto N°2.*

CAPÍTULO V
ESTUDIO DE COSTOS



CAPÍTULO 5: ESTUDIO DE COSTOS

Los costos de un proyecto representan el conjunto de recursos económicos que se necesitan para planificar, diseñar, construir y el funcionamiento de una obra de construcción. Estos costos permiten determinar el valor total de la inversión que se hará para la realización de la obra, facilitando toma de decisiones por parte de los responsables, garantizando la eficiencia en el uso de los recursos y asegurando que la ejecución de la obra cumpla con los estándares de calidad, tiempo y presupuesto establecidos. Son una herramienta primordial para evaluar la viabilidad financiera y garantizar la ejecución del proyecto dentro de los parámetros técnicos y presupuestarios establecidos por las distintas entidades gubernamentales que rigen el proyecto en Panamá.

5.1 Costos Preliminares

Los costos preliminares corresponden a las inversiones iniciales necesarias para garantizar la viabilidad legal, técnica y ambiental del proyecto antes de iniciar la construcción de la obra. Incluyen la adquisición del terreno, con un área total de 64,530.22 m² a un valor unitario de B/. 69.60/m², para un total de **B/. 4,491,303.31**.

Los costos preliminares comprenden las inversiones iniciales indispensables para garantizar la viabilidad legal, técnica y ambiental del proyecto antes del inicio de la construcción.

Como se observa en la Tabla 17, este rubro incluye la adquisición del terreno, la mensura y topografía, el estudio de suelo y el estudio de impacto ambiental, los cuales proporcionan la información necesaria para definir las condiciones físicas, técnicas y normativas sobre las que se desarrollará la propuesta arquitectónica. En conjunto, estos conceptos representan una inversión de **B/. 4,519,178.31.**

COSTOS PRELIMINARES				
DESCRIPCIÓN	**UNIDAD**	**ÁREA/CANTIDAD**	**COSTO/UNIDAD**	**SUBTOTAL**
Terreno	m^2	64530.22	B/.69.60	B/.4,491,303.31
Mensura y Topografía	Ha	6.45	B/.1,500.00	B/.9,675.00
Estudio de suelo	Sondeos	8	B/.400.00	B/.3,200.00
Estudio de impacto ambiental	Global	1	B/.15,000.00	B/.15,000.00
			TOTAL	**B/.4,519,178.31**

Tabla 17. *Costos preliminares.*
Elaborado por la autora.

5.2 Costos Directos

Los costos directos comprenden todas las partidas relacionadas con la construcción física y equipamiento del plantel educativo. Se incluyen las obras preliminares de construcción (limpieza, cercado, movimiento de tierra), las estructuras principales (cimentaciones, columnas, vigas y losas), las obras arquitectónicas (muros, cubiertas, acabados, carpintería y pintura), así como todas las instalaciones técnicas (hidrosanitarias, eléctricas, pluviales y mecánicas de climatización).

Dentro de este rubro también se considera el mobiliario escolar (mobiliario de aulas, biblioteca, talleres y laboratorios), y las áreas deportivas y de recreación (canchas multiuso, gimnasio techado, gradas, estacionamientos, plaza cívica y circulaciones internas y externas).

El costo directo calculado para la Escuela Modelo Sostenible asciende a **B/.18,461,775.00**, reflejando el valor real de la construcción y su equipamiento.

EDIFICIO #1 - ADMINISTRACIÓN			
AMBIENTE	**COSTO UNITARIO B/.**	**m²**	**SUBTOTAL B/.**
ADMINISTRACIÓN			
Recepción + Sala De Espera	B/.900.00	61.56	B/.55,404.00
Secretaría	B/.900.00	28.44	B/.25,596.00
Archivos	B/.500.00	28.08	B/.14,040.00
Director	B/.900.00	28.4	B/.25,560.00
Subdirector	B/.900.00	28.01	B/.25,209.00
Seguridad	B/.900.00	27.74	B/.24,966.00
Contabilidad	B/.900.00	27.55	B/.24,795.00
Orientación	B/.900.00	42.55	B/.38,295.00
Gabinete Psicopedagógico	B/.900.00	69.85	B/.62,865.00
Cocineta	B/.500.00	27.62	B/.13,810.00
Baños	B/.700.00	28.18	B/.19,726.00
Sala De Profesores	B/.800.00	224.4	B/.179,520.00
USOS COMPLEMENTARIOS			
Auditorio	B/.1,000.00	103.14	B/.103,140.00
Biblioteca	B/.900.00	307.19	B/.276,471.00
Cafetería	B/.900.00	301.63	B/.271,467.00
Cocina	B/.600.00	66.12	B/.39,672.00
Asoc. De Padres De Familia	B/.500.00	34.56	B/.17,280.00
Enfermería	B/.800.00	34.38	B/.27,504.00
Fotocopia E Impresiones	B/.500.00	34.38	B/.17,190.00
Cuarto De Aseo	B/.500.00	10.33	B/.5,165.00
Cuarto De Eléctrico	B/.600.00	10.33	B/.6,198.00
		TOTAL	**B/.1,273,873.00**

Tabla 18. *Costos directos del Edificio #1, Administración.*
Elaborado por la autora.

EDIFICIO #2 - LABORATORIOS Y TALLERES			
AMBIENTE	**COSTO UNITARIO B/.**	**m²**	**SUBTOTAL B/.**
LABORATORIOS			
Laboratorio De Ciencias	B/.1,300.00	158.38	B/.205,894.00
Aulas Especiales	B/.900.00	159.66	B/.143,694.00
Baños	B/.700.00	75.67	B/.52,969.00
Cuarto Eléctrico	B/.600.00	20.54	B/.12,324.00
Cuarto De Aseo	B/.500.00	10.55	B/.5,275.00
Laboratorio De Química	B/.1,300.00	159.55	B/.207,415.00
Laboratorio De Física	B/.1,300.00	159.66	B/.207,558.00
Baños	B/.700.00	74.39	B/.52,073.00
Cuarto Eléctrico	B/.600.00	16.77	B/.10,062.00
Cuarto De Aseo	B/.500.00	13.64	B/.6,820.00
Laboratorio De Ciencias	B/.1,300.00	158.38	B/.205,894.00
Laboratorio De Biología	B/.1,300.00	159.66	B/.207,558.00
Baños	B/.700.00	37.28	B/.26,096.00
Baños	B/.700.00	37.11	B/.25,977.00
Cuarto Eléctrico	B/.600.00	15.68	B/.9,408.00
Cuarto De Aseo	B/.500.00	7.70	B/.3,850.00
Laboratorio De Química	B/.1,300.00	159.55	B/.207,415.00
Laboratorio De Física	B/.1,300.00	159.66	B/.207,558.00
Baños	B/.700.00	37.19	B/.26,033.00
Baños	B/.700.00	35.91	B/.25,137.00
Cuarto Eléctrico	B/.600.00	16.49	B/.9,894.00
Cuarto De Aseo	B/.500.00	7.63	B/.3,815.00
Taller De Informática	B/.1,000.00	76.1	B/.76,100.00
Taller De Informática	B/.1,000.00	79.83	B/.79,830.00
Taller De Bellas Artes	B/.1,000.00	78.66	B/.78,660.00
Taller De Bellas Artes	B/.1,000.00	78.66	B/.78,660.00
Baños	B/.700.00	37.28	B/.26,096.00
Baños	B/.700.00	37.11	B/.25,977.00
Cuarto Eléctrico	B/.600.00	15.68	B/.9,408.00
Cuarto De Aseo	B/.500.00	7.70	B/.3,850.00
Laboratorios			
TALLERES			
Taller De Informática	B/.1,000.00	76.1	B/.76,100.00
Taller De Informática	B/.1,000.00	79.83	B/.79,830.00
Taller De Bellas Artes	B/.1,000.00	78.66	B/.78,660.00

Taller De Bellas Artes	B/.1,000.00	78.66	B/.78,660.00
Baños	B/.700.00	37.28	B/.26,096.00
Baños	B/.700.00	37.11	B/.25,977.00
Cuarto Eléctrico	B/.600.00	15.68	B/.9,408.00
Cuarto De Aseo	B/.500.00	7.70	B/.3,850.00
Taller De Idiomas	B/.1,000.00	78.55	B/.78,550.00
Taller De Idiomas	B/.1,000.00	78.66	B/.78,660.00
Taller De Música	B/.1,000.00	78.66	B/.78,660.00
Taller De Música	B/.1,000.00	78.66	B/.78,660.00
Baños	B/.700.00	37.19	B/.26,033.00
Baños	B/.700.00	35.91	B/.25,137.00
Cuarto Eléctrico	B/.600.00	16.49	B/.9,894.00
Cuarto De Aseo	B/.500.00	7.63	B/.3,815.00
		TOTAL	**B/.2,999,290.00**

Tabla 19. *Costos directos del Edificio #2*
Elaborado por la autora.

EDIFICIO #3 - AULAS TEÓRICAS			
AMBIENTE	**COSTO UNITARIO B/.**	**m²**	**SUBTOTAL B/.**
Aulas Teóricas Premedia	B/.900.00	1884	B/.1,695,600.00
Baños Damas y Caballeros	B/.700.00	884.85	B/.619,395.00
Aulas Teóricas Media	B/.900.00	1884	B/.1,695,600.00
Cuarto de Aseo	B/.500.00	31.37	B/.15,685.00
Cuarto Eléctrico	B/.600.00	208.42	B/.125,052.00
		TOTAL	**B/.4,151,332.00**

Nota: esto incluye el total de cada ambiente para realizar los cálculos

Tabla 20. *Costos directos del Edificio #3, Aulas Teóricas.*
Elaborado por la autora.

EDIFICIO #4 - GIMNASIO			
AMBIENTE	**COSTO UNITARIO B/.**	**m²**	**SUBTOTAL B/.**
Tarima	B/.800.00	132.18	B/.105,744.00
Aula teórica	B/.900.00	68.87	B/.61,983.00
Vestidores de tarima	B/.700.00	68.87	B/.46,788.00
Cuarto de aseo	B/.500.00	66.84	B/.4,180.00
Cuarto eléctrico	B/.600.00	8.36	B/.5,214.00
Vestidores + duchas + baños Damas	B/.700.00	165.67	B/.115,969.00
Vestidores + duchas + baños Varones	B/.700.00	165.67	B/.115,969.00
Depósito	B/.500.00	165.67	B/.13,825.00
Depósito	B/.500.00	27.65	B/.35,795.00
Oficina de profesores	B/.900.00	71.59	B/.29,241.00
Cancha multiuso techada	B/.1,200.00	32.49	B/.732,660.00
Gradas	B/.500.00	6.46	B/.41,205.00
Gradas	B/.500.00	610.55	B/.40,940.00
Canchas multiuso exterior	B/.500.00	82.41	B/.1,268,740.00
		TOTAL	**B/.2,618,253.00**

Tabla 21. *Costos directos del Edificio #4, Gimnasio.*
Elaborado por la autora.

CIRCULACIÓN VERTICAL Y HORIZONTAL			
AMBIENTE	**COSTO UNITARIO B/.**	**m²**	**SUBTOTAL B/.**
aceras	B/.100.00	12788.83	B/.1,278,883.00
rampas	B/.400.00	825.48	B/.330,192.00
escaleras	B/.450.00	567	B/.255,150.00
pasillos	B/.400.00	3930.74	B/.1,572,296.00
Estacionamientos	B/.120.00	5088.18	B/.610,581.60
		TOTAL	**B/.4,047,102.60**

PAISAJISMO			
AMBIENTE	**COSTO UNITARIO B/.**	**m²**	**SUBTOTAL B/.**
grama, jardinería, arborización y plantas ornamentales	B/.70.00	26376	B/.1,846,320.00
		TOTAL	**B/.1,846,320.00**

Tabla 22. *Costos directos de Circulación Vertical - Horizontal y Paisajismo.*
Elaborado por el autor.

COSTOS DIRECTOS			
Edificio	**Ambiente**	**Área (m²)**	**Subtotal (B/.)**
Edificio 1	Administración y usos múltiples	1524.46	B/.1,273,873.00
Edificio 2	Laboratorios y talleres	2503.77	B/.2,999,290.00
Edificio 3	Aulas teóricas	4892.6	B/.4,151,332.00
Edificio 4	Gimnasio y canchas multiusos	4135.66	B/.2,618,253.00
Plazas	Plaza cívica y plaza estudiantil	8475.58	B/.1,525,604.40
Paisajismo	grama, jardinería, arborización y plantas ornamentales	26376	B/.1,846,320.00
Circulación	aceras, pasillos, escaleras, rampas y estacionamientos	23200.23	B/.4,047,102.60
TOTAL DE COSTOS DIRECTOS			**B/.18,461,775.00**

Tabla 23. *Costos directos.*
Elaborados por la autora.

5.3 Costos Indirectos

Los costos indirectos se refieren a los gastos necesarios para la gestión, supervisión y control de la obra, que no se pueden asignar directamente a una partida específica de construcción.

En el mercado panameño este tipo de costos suele oscilar entre un 8% y un 12% para proyectos institucionales, en el presente estudio se adoptó un valor del 8%, considerando criterios de optimización en la gestión administrativa y eficiencia en la ejecución del proyecto.

Este porcentaje equivale a un monto aproximado de **B/.2,142,143.21**, manteniéndose dentro de los rangos aceptables para este tipo de desarrollo.

Dentro de este rubro se incluyen:

- ✓ Administración de obra: sueldos de ingeniero residente, arquitecto supervisor y personal técnico.
- ✓ Oficina de obra: casetas temporales, servicios provisionales, mobiliario e insumos.

- ✓ Seguridad y salud ocupacional: equipos de protección personal, señalización y capacitaciones.
- ✓ Control de calidad y ensayos: pruebas de concreto, acero, topografía y supervisión técnica.
- ✓ Seguros y fianzas: pólizas obligatorias de cumplimiento y de riesgos.
- ✓ Transporte y logística: vehículos de supervisión, combustible y traslados.
- ✓ Gastos generales y administración central: apoyo contable, legal y administrativo de la empresa constructora.
- ✓ Anteproyecto y estudios preliminares: diseño conceptual, memoria descriptiva y planos base.

COSTOS INDIRECTOS		
DESCRIPCIÓN	**PORCENTAJE APLICADO (%)**	**COSTO (B/.)**
Anteproyecto	1.5%	B/.267,767.90
Administración de obra	2.0%	B/.357,023.87
Oficina de obra (casetas, servicios, papelería, internet)	1.0%	B/.178,511.93
Seguridad y salud ocupacional	1.0%	B/.178,511.93
Control de calidad y ensayos (concreto, acero, topografía)	1.0%	B/.178,511.93
Seguros y fianzas (cumplimiento, riesgo, calidad)	2.0%	B/.357,023.87
Transporte y logística (vehículos, combustible, traslados)	1.0%	B/.178,511.93
Oficina central y gastos administrativos	2.5%	B/.446,279.84
TOTAL		**B/.2,142,143.21**

Tabla 24. *Costos indirectos.*
Elaborado por la autora.

5.4 Costos de Equipamiento

Los costos de equipamiento corresponden a los sistemas técnicos necesarios para el funcionamiento eficiente y sostenible de la propuesta de Escuela modelo sostenible. Esto incluye equipos de almacenamiento y distribución de agua potable, agua pluvial, sistemas de bombeo con control y respaldo, paneles solares fotovoltaicos y sistemas de aire acondicionado.

Estos sistemas son integrados con el objetivo de mejorar la eficiencia energética, garantizar el abastecimiento hidráulico y fortalecer el desempeño del proyecto.

El equipamiento representa el 6% del costo total del proyecto, manteniéndose dentro de un rango coherente para proyectos educativos sostenibles; donde la incorporación de tecnologías eficientes y sistemas de apoyo técnicos forman parte de una infraestructura contemporánea.

Los costos fueron estimados con base a referencias del mercado panameño, considerando la capacidad operativa, cantidad requerida y criterios de funcionamiento de una infraestructura educativa a gran escala.

COSTOS DE EQUIPAMIENTO					
EQUIPOS	**CANTIDAD**	**PRECIO UNITARIO**	**MONTO NETO.**	**ITBM (7%)**	**VALOR TOTAL**
Tanque de reserva de agua potable 120 m3	1	B/.30,000	B/.30,000	B/.2,100.00	B/.32,100.00
Bombas de almacenamiento de agua potable con sistema de control y respaldo	2	B/.6,000	B/.12,000	B/.840.00	B/.12,840.00
Tanque de reserva de agua pluvial 120 m3	1	B/.30,000	B/.30,000	B/.2,100.00	B/.32,100.00
Bombas de almacenamiento de agua pluvial con sistema de control y respaldo	6	B/.6,000	B/.36,000	B/.2,520.00	B/.38,520.00
sistema de Paneles solares de 600Wp + instalación	212	B/.930	B/.197,160	B/.13,801.20	B/.210,961.20
Sistema de aire acondicionado	6	SEGÚN CAPACIDAD	B/.1,062,500	B/.74,375.00	B/.1,136,875.00
TOTAL					**B/.1,463,396.20**

Tabla 25. *Costos de equipamiento.*
Elaborado por la autora.

RESUMEN DE COSTOS		
DESCRIPCIÓN	**PORCENTAJE DE SOBRECOSTO (%)**	**SUBTOTAL**
Costos Preliminares	17%	B/.4,519,178.31
Costos Directos	69%	B/.18,461,775.00
Costos Indirectos	8%	B/.2,142,143.21
Costos de Equipamiento	6%	B/.1,463,396.20
TOTAL	**100%**	**B/.26,659,762.51**

Tabla 26. *Resumen de costos del proyecto.*

Elaborado por la autora.

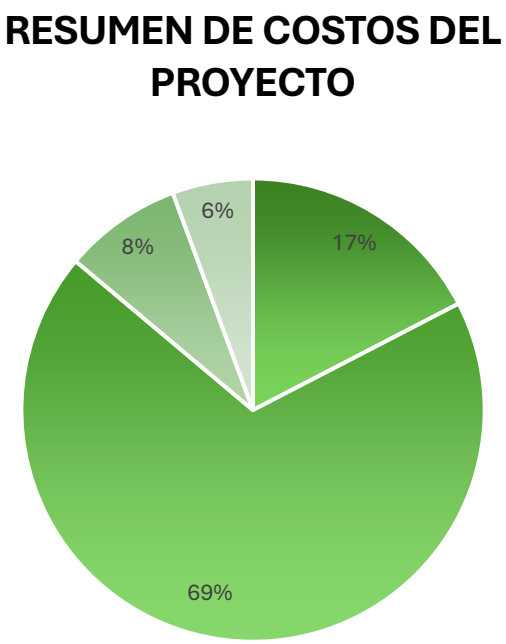


Ilustración 153. Gráfico de costos del proyecto.
Elaborado por la autora.

CONCLUSIONES

El proyecto de tesis permitió evidenciar la necesidad de infraestructuras educativas adecuadas en el distrito de Chepo, donde la oferta es limitada para las escuelas secundarias a nivel de premedia y media. El diseño arquitectónico cumple directamente, con esta problemática, proponiendo un modelo funcional y replicable.

Con el proyecto de tesis se demuestra que es posible desarrollar una escuela secundaria mediante un diseño organizado, jerárquico y eficiente, donde la distribución de los espacios garantizan fluidez, integración y claridad.

El proyecto integra estrategias de sostenibilidad como ventilación natural, iluminación eficiente y áreas verdes, logra un equilibrio entre espacios construidos (28.69%) y zonas naturales (40.87%), favoreciendo el confort y bienestar de los usuarios. Asimismo, la incorporación de sistemas fotovoltaicos, recolección de agua de lluvia y cubiertas termo panel contribuye a la reducción del consumo energético y del impacto ambiental.

El diseño paisajístico contribuye al bienestar de los usurarios, incorporando especies tropicales que generan sombra, confort y calidad ambiental. Esto fortalece la relación entre arquitectura y el entorno.

La propuesta arquitectónica se consolida como un modelo de infraestructura educativa sostenible, replicable en el contexto panameño. Además, actúa como un espacio de integración social, promoviendo el desarrollo académico, cultural y comunitario de la población.

RECOMENDACIONES

- **Fortalecer** la planificación de la infraestructura educativa en el distrito de Chepo, considerando la demanda de estudiantes y las proyecciones de crecimiento poblacional.
- **Incorporar** criterios de funcionalidad, accesibilidad y organización espacial en futuros proyectos de infraestructura educativa, para favorecer el desarrollo de las actividades académicas.
- **Promover** la aplicación de estrategias de arquitectura tropical sostenible, mediante el aprovechamiento de la ventilación natural, la iluminación natural y el uso eficiente de los recursos.
- **Integrar** el diseño paisajístico desde las primeras etapas del proyecto, utilizando especies adaptadas al clima tropical que contribuyan al confort ambiental y al bienestar de los usuarios.
- **Desarrollar** futuras investigaciones sobre infraestructura educativa sostenible en Panamá, con el propósito de fortalecer el diseño de nuevos centros educativos adaptados a las necesidades del país.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Libros

Koenigsberger, I. y Mayhew, S. (1974).

Manual of Tropical Housing and Building. Universidad de California. Longman.

Stagno, B. y Ugarte J. (2006).

Ciudades Tropicales Sostenibles. Instituto de Arquitectura Tropical.

Revista

Cersale, N. (28 de Febrero, 2014). ¿Arquitectura holística... Arquitectura sustentable? Revista Ideas. Colegio de Arquitectos de Buenos Aires, Argentina. Año II volumen N°10, pág. 52 - 56. https://capbaiv.org/revistas/n/Revista-Ideas-N%C2%BA-10/66

Artículo de Periódicos

Ministerio de Educación. 19 de marzo 2014. Sistema educativo panameño debe migrar al modelo de Escuelas de Excelencias. http://www.meduca.gob.pa/index.php/prensa/sala_prensa

Tesis o Disertaciones

Pérez, G. (2018). Propuesta de Centro de Medicina Holística en Cieneguilla. [Tesis Licenciatura, Universidad Ricardo Palma]. Lima, Perú. https://1library.co/document/q2n4ekrq-centro-de-medicina-holistica-en-cieneguilla.html

Informes/Reportes

Ministerio de Educación (2013). Año de la consolidación. Camino a la Excelencia. (p. 95) Panamá,

https://www.academia.edu/4664784/CAMINO_A_LA_EXCELENCIA_ESCUELA_MODELO

Páginas Web

Fundación Oxfam Intermón. Ingredientes que Suman. Definición de sostenibilidad: ¿sabes qué es y sobre qué trata? (S.f). https://blog.oxfamintermon.org/definicion-de-sostenibilidad-sabes-que-es-y-sobre-que-trata/

Generationi Secundae Evolutio, GSE. (2009). Arquitectura Holística. http://www.autosustainable.org/es/arquitectura-holistica.php

Echeverrimontes Arquitectos. Diseño Holístico. (S.f). https://www.echeverrimontes.com.co/diseno-holistico/

Leyes y Documentos Legales

Anexo 1. Lineamientos para la planificación, diseño y construcción de edificios escolares. República de Panamá. (Octubre, 2015). Ministerio de educación.

Lineamientos básicos generales para la planificación, diseño y construcción de la infraestructura escolar oficial en la república de Panamá. Ministerio de educación.

Norma Técnica Colombia NTC 4595, Planeamiento y diseño de instalaciones y ambientes escolares. Ministerio de Educación de la República de Colombia. Edición 2015.

ANEXOS

estacionamiento

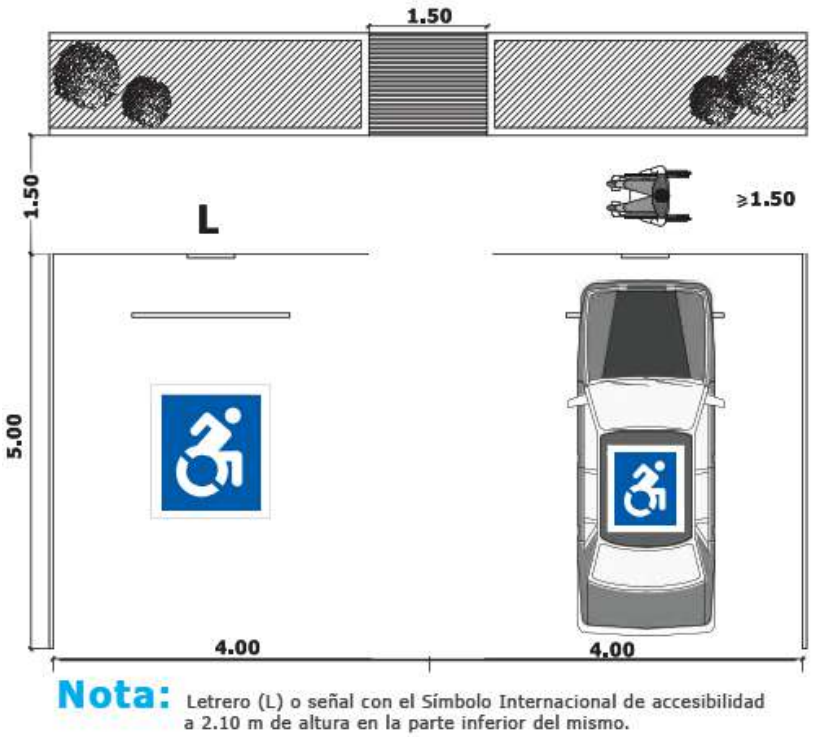
Art. No.27 de la Reglamentación. LEY 42 de 1999.

Criterios de diseño:

- Los espacios de estacionamiento para personas con discapacidad deberán estar señalizados y encontrarse próximos a los accesos.
- Se adicionará un espacio de un metro con cincuenta centímetros (1.50m). de ancho, manteniendo el largo del estacionamiento diseñado, con el objetivo de facilitar la maniobra de sillas de ruedas u otras ayudas utilizadas por los usuarios.
- Dos espacios (2) de estacionamiento accesibles podrán tener un espacio de maniobra en común.
- El trayecto entre los espacios de estacionamiento para personas con discapacidad y los accesos, deberá estar libre de obstáculos de acorde a una ruta accesible y señalizada.
- Franja de circulación señalizada.
- Pavimentos anti-deslizante.
- Rampa con pendiente máxima del doce por ciento (12%).
- Señales en poste.
- Señalización en piso.
- Topes para vehículos.
- El número de estacionamientos accesibles se determinará de acuerdo a la tabla adjunta.
- En el caso de instalaciones hospitalarias, educativas o centros de rehabilitación se duplicará el número de estacionamientos accesibles fijados a la tabla adjunta.

Requerimientos de espacios de estacionamiento

Cantidad total de estacionamientos	Espacios reservados
1 a 25	1
26 a 50	2
51 a 75	3
76 a 100	4
101 a 200	5
201 a 300	6
301 a 400	7
401 a 500	8
501 a 1000	9
1001 a Más	1% del total



Anexo 1. *Los espacios de estacionamientos accesibles deben tener las siguientes dimensiones. 4.00m x 5.00m cada uno según MIVIOT. Fuente: Manual de accesibilidad. Tercera edición. SENADIS. 2008.*

auditorio / cines

Art. No.40 de la Reglamentación. LEY 42 de 1999.

Criterios de diseño:

- En todos los auditorios, salas de espectáculos y centros religiosos, deberán existir lugares sin butaca fija para su posible ocupación por personas en silla de ruedas.
- Se destinarán 2% de la totalidad de las localidades para los espacios reservados. La cantidad de espacio reservado para ubicar las sillas de rueda de cuatro (4 espacios, como mínimo.
- Los lugares para personas en silla de ruedas se localizarán de dos en dos, pero sin aislarse de las butacas generales para permitir acompañantes.
- Los lugares para personas en silla de ruedas se localizarán próximos a los accesos y salidas de emergencia, pero no deberán obstaculizar las circulaciones.
- Los recorridos hacia los lugares para personas en silla de ruedas, deberán estar señalizados, libres de obstáculos, sin desniveles de pavimento.
- Deberán existir lugares señalizados para personas sordas y débiles visuales, cerca del escenario.
- Protección a noventa centímetros (90cm).
- Bordillo de quince por quince centímetros (15 x 15 cm) con material antideslizantes.
- Espacio señalizado de un metro con veinte centímetros por ochenta centímetros (1.20m x 80cm) señalizado con el logo de discapacidad.
- Los espacios señalizados no deberán bajo ninguna circunstancia obstaculizar ni entorpecer el tránsito libre de ruta accesible.
- Se priorizará un sistema de sonorización asistida para personas con necesidades auditivas
- Se tomarán precauciones para que permanezca iluminada el área del intérprete de lenguaje de señas.

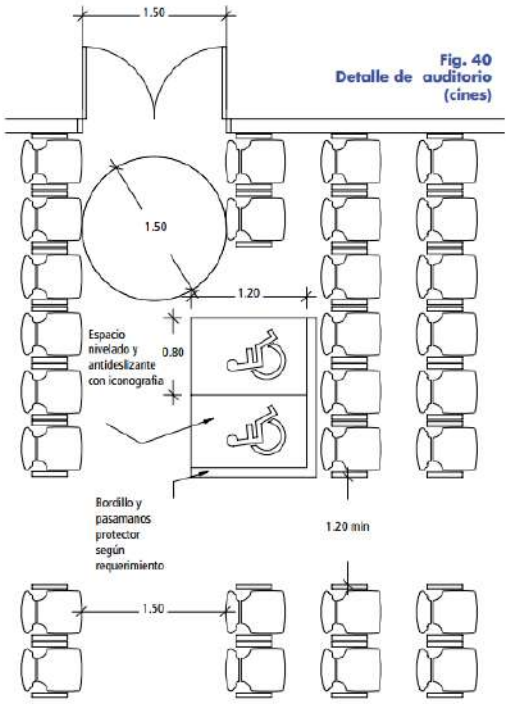


Fig. 40
Detalle de auditorio (cines)

Instalaciones deportivas

Art. No.40 de la Reglamentación. LEY 42 de 1999.

Criterios de diseño:

- En todos los centros deportivos se deberá respetar la normativa presente en este manual
- La taquilla o boletería más próxima al acceso deberá cumplir con la normativa de mobiliario y señalización para accesibilidad
- Tomar precauciones para considerar siempre una ruta accesible para la evacuación efectiva en caso de emergencias.
- En instalaciones deportivas se destinarán un 2% de la totalidad de las localidades para los espacios reservados. La cantidad de espacio reservado para ubicar las sillas de rueda de cuatro (4) espacios, como mínimo.
- Los lugares para personas en silla de ruedas se localizarán de dos en dos, pero sin aislarse de las butacas generales para permitir acompañantes.
- Los lugares para personas en silla de ruedas se localizarán próximos a los accesos y salidas de emergencia, pero no deberán obstaculizar las circulaciones.
- Los recorridos hacia los lugares para personas en silla de ruedas, deberán estar señalizados, libres de obstáculos, sin desniveles de pavimento.
- Deberá cumplir con la normativa para plazas de estacionamiento y ruta accesible hasta los espacios reservados.
- Se duplicará el requerimiento de plazas de estacionamiento reservado para personas con discapacidad.
- Deberán existir lugares señalizados para personas sordas y débiles visuales, cerca del campo.
- Protección a noventa centímetros (90cm).
- Bordillo de quince por quince centímetros (15 x 15cm) con material antideslizantes.
- Espacio señalizado de un metro con veinte por ochenta centímetros (1.20 x 80cm) con logo de discapacidad.
- Los espacios señalizados no deberán bajo ninguna circunstancia obstaculizar ni entorpecer el tránsito libre de ruta accesible.
- Se priorizará un sistema de sonorización asistida para personas con necesidades auditiva.

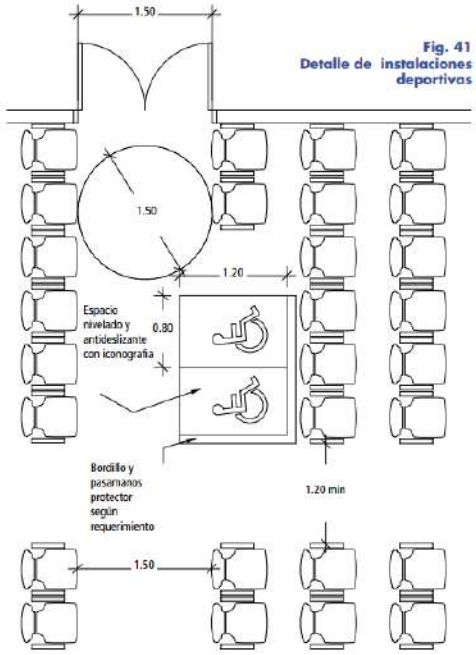


Fig. 41
Detalle de instalaciones deportivas

Anexo 2. *Requerimientos para los espacios de de auditorios e instalaciones deportivas. Fuente: Manual de accesibilidad. Tercera edición. SENADIS. 2008.*

Servicios sanitarios

Art. No.35 de la Reglamentación. LEY 42 de 1999.

Criterios de diseño:

- Todo edificio, sea de propiedad pública o privada, a efectos de proporcionar accesibilidad física al público en general y a los puestos de trabajo, cuando la normativa municipal establezca la obligatoriedad de instalar servicios sanitarios convencionales, contará con un mínimo de un (1) servicio sanitario especial para personas con discapacidad y movilidad reducida.
- Habrá por lo menos un servicio sanitario accesible para cada sexo, el cual deberá comunicarse con una ruta accesible.
- Cuando el servicio sea para uso de ambos sexo, éste será accesible y deberán considerarse además, las siguientes pautas:
- Se incluirá por lo menos una (1) barra abatible de soporte horizontal colocada al lado del sanitario a una altura de setenta centímetros (70cm).
- El asiento del inodoro estará a una altura entre cincuenta a cincuenta y tres centímetros (50 - 53 cm.) del nivel del piso.
- Los urinales serán instalados en cubículos individuales o a lo largo de la pared con un borde máximo de cuarenta y cinco centímetros (45 cm.) sobre la superficie del piso.
- Existirá un área despejada de noventa centímetros (90cm) por un metro con veinte centímetros (1.2m) frente a los mismos.
- La puerta de acceso debe tener un mínimo de noventa centímetros (90cm) de ancho libre.
- Los baños y servicios accesibles deberán tener de manera claramente identificables el símbolo internacional de accesibilidad.
- Los pisos de los baños deberán ser Anti-deslizante y contar con pendientes hidráulica de 2 %.
- Es recomendable instalar alarmas visuales y sonoras dentro de los baños.

- Lavamanos o lavabo setenta y seis a ochenta centímetros (76 - 80cm) de altura.
- Banco de regadera cuarenta y cinco a cincuenta (45 - 50cm) de altura.
- Accesorios eléctricos ochenta a noventa centímetros (80 - 90cm) de altura.
- Controles o Perillas de regadera sesenta centímetros (60cm) de altura.
- Accesorios un metro con veinte centímetros (1.20m) de altura máxima.
- Las rejillas de desagüe no deberán tener ranuras de más de trece milímetros (13mm) de separación.
- Los Controles o Perillas hidráulicas deberán ser de brazo o palanca.
- Tira táctil o cambio de textura en el piso.
- Se recomienda que todos los servicios sanitarios contengan tanto inodoro como lavamanos incluidos en un mismo espacio.

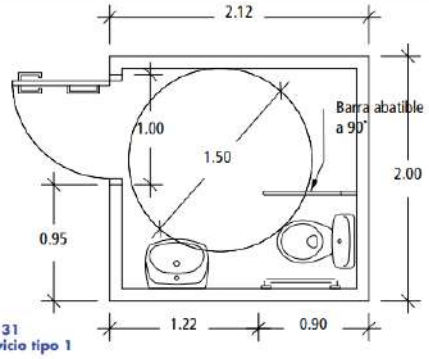


Fig. 31
Servicio tipo 1

d. Lavamanos

- Los espacios para lavamanos, deberán cumplir con las especificaciones generales indicadas en este manual.
- Los lavamanos deberán tener una altura de entre ochenta y ochenta y cinco centímetros (80 y 85 cm).
- La fijación del lavamanos deberá ser lo suficientemente fuerte para permitir una presión considerable.
- Los lavamanos deberán permitir un claro inferior libre, que permita la aproximación en silla de ruedas, sin obstrucción de ningún tipo.
- Área de aproximación a lavamanos con piso Anti-deslizante.
- Los Controles o Perillas hidráulicas deberán ser de brazo o palanca.
- Espejo con inclinación de diez grados (10 grados) a partir de noventa centímetros (90cm) de altura.
- El grifo será colocado a veinte centímetros (20cm) de la pared.

e. Urinales

- Los espacios para urinales, deberán cumplir con las especificaciones generales indicadas en este manual.
- Es recomendable que cuando menos un mingitorio esté instalado a una altura máxima de cuarenta y cinco centímetros (45cm).
- Barras de apoyo para urinales.
- Franja de textura en piso.
- Gancho para muletas.
- Área de aproximación en urinales es de noventa centímetros por un metro con veinte centímetros (90cm x 1.20m).

f. Accesorios en los baños

- Los accesorios en baños, deberán instalarse por debajo de un metro con veinte (1.20m) de altura y no obstaculizar la circulación.
- Los espejos tendrán una inclinación de diez grado (10°) y deberán quedar empotrados fijos en la pared.

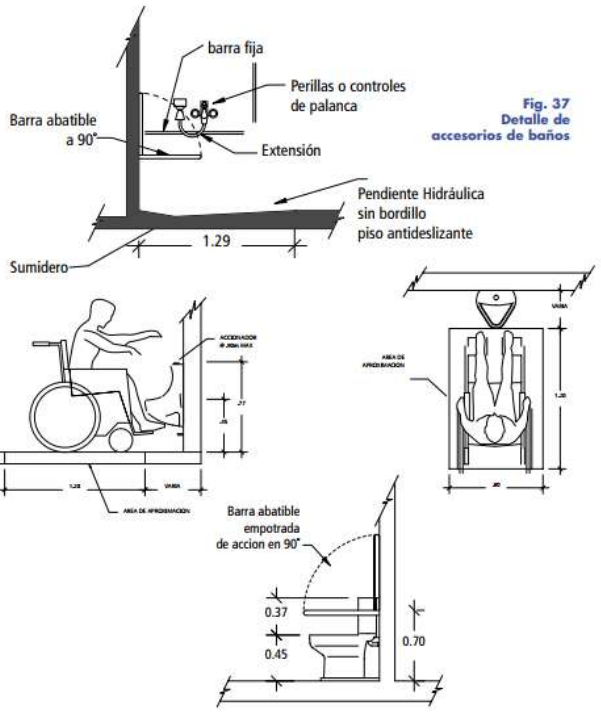


Fig. 37
Detalle de accesorios de baños

Anexo 3. *Requerimientos para los servicios sanitarios y accesorios de personas con movilidad reducida.. Fuente: Manual de accesibilidad. Tercera edición. SENADIS. 2008.*

a. Regaderas

- Los espacios para baño o regaderas deberán cumplir con las especificaciones generales indicadas en este manual. Estas especificaciones también regirán sobre los baños públicos.
- Área de aproximación a muebles sanitarios, con piso antideslizante.
- Piso anti-deslizante, con pendiente hidráulica del 2%.
- Barras de apoyo a ocho centímetros (8cm) de altura, para regadera.
- Acceso con claro libre mínimo de nueve centímetros (9cm).
- Banca plegable o fija para regadera de cuatro centímetros (4cm) de ancho, a una altura de cuarenta y cinco a cincuenta centímetros (45 a 50cm).
- Regadera mixta, con salida fija y de extensión y duchas con manguera de brazo o palanca.

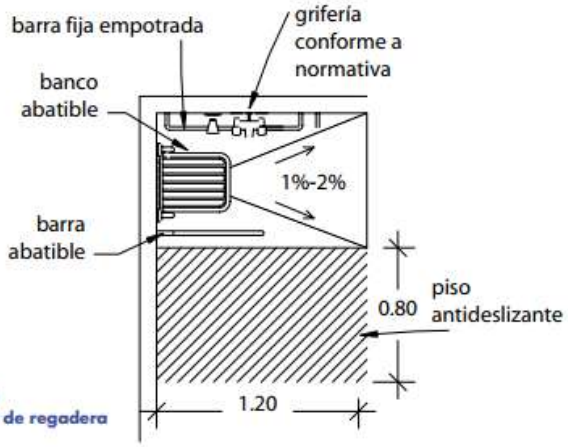


Fig. 34
Detalle de regadera

Anexo 4. *Requerimientos para regaderas de personas con movilidad reducida.. Fuente: Manual de accesibilidad. Tercera edición. SENADIS. 2008.*

rampa

Art. No.34 de la Reglamentación. LEY 42 de 1999.

Criterios de diseño:

- El ancho mínimo de la rampa será de un metro con cincuenta centímetros (1.5 m.).
- La longitud de las rampas no serán mayor de seis metros (6 m.), cuando el declive sea de uno a doce (12 %) máximo.
- La normativa internacional señala un 8% como pendiente optima de circulación para todo tipo de rampas.
- Las rampas con mayor longitud deberán separarse con descansos de una longitud de un metro con cincuenta centímetros (1.5 m.) mínimo, el diámetro de giro del descanso será de un metro con cincuenta centímetros (1.50m) y proporcional al ancho de la rampa que lleva el descanso.
- La pendiente máxima de cualquiera rampa interior o exterior se calculará según cuadro adjunto.
- Al comenzar y finalizar cada tramo de rampa, se colocará un piso de prevención, de textura en relieve y color contratante con respecto a los suelos de las rampas y del local, con un largo de sesenta centímetros (60 cm) por el ancho de la rampa.
- Al comenzar y finalizar una rampa, incluidas las prolongaciones horizontales de sus pasamanos existirá una superficie de aproximación que permita inscribir un círculo de un metro con cincuenta centímetros (1.5 m) de diámetro como mínimo que no será invadida por elemento fijo, móviles o dentro del radio de acción de las puertas.
- Si una rampa presenta una subida mayor a quince centímetros (15 cm.), o una proyección horizontal mayor de un metro con ochenta centímetros (1.8 m.), deberá tener pasamanos en ambos lados.
- Llevarán bordillo de diez centímetros (10 cm.) de altura mínima en ambos lados en los planos inclinados y descansos.
- Todas las rampas deberán cumplir la normativa sobre pavimentos encontradas en este manual.

Pendientes de rampas interiores

Relación a / l	Porcentaje	Altura a Salvar (m)	Observaciones
1:5	20%	< .075	Sin descanso
1:8	12.5%	≥ .075 < .20	Sin descanso
1:10	10%	≥ .20 < .30	Sin descanso
1:12	10%	≥ .30 < .50	Sin descanso
1:12.5	8.33 %	≥ .50 < .75	Con descanso
1:16	6.25%	≥ .75 < 1.00	Con descanso
1:16.6	6 %	≥ 1.00 < 1.40	Con descanso
1:20	5%	≥ 1.40	Con descanso

Pendientes de rampas exteriores

Relación a / l	Porcentaje	Altura a Salvar (m)	Observaciones
1:8	12.5%	< .075	Sin descanso
1:10	10%	≥ .075 < .20	Sin descanso
1:12	10%	≥ .20 < .30	Sin descanso
1:12.5	8.33 %	≥ .30 < .50	Sin descanso
1:16	6.25%	≥ .50 < .75	Con descanso
1:16.6	6 %	≥ .75 < 1.00	Con descanso
1:20	5%	≥ 1.00 < 1.40	Con descanso
1:8	4%	≥ 1.40	Con descanso

Anexo 5*. Requerimientos para rampas. Fuente: Manual de accesibilidad. Tercera edición. SENADIS. 2008.*

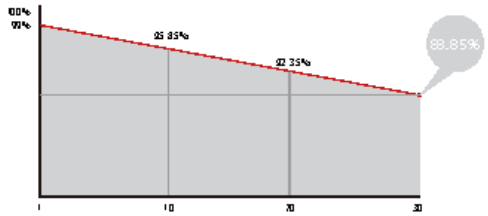
Hi-MO X10 Scientist

LR8-66HVD 640~665M

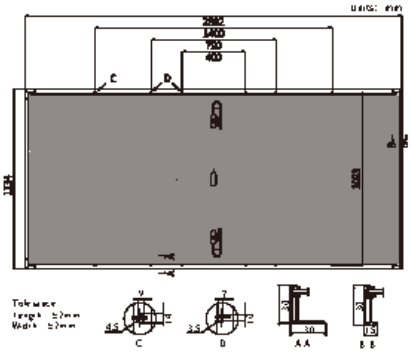
24.62%	0~3%	<1%	0.35%	BC-CELL
MAX MODULE EFFICIENCY	POWER TOLERANCE	FIRST YEAR POWER DEGRADATION	YEAR 2-30 POWER DEGRADATION	LOWER OPERATING TEMPERATURE

Additional Value

30-Year Power Warranty







Mechanical Parameters

Cell Orientation	132 (6 × 22)
Junction Box	IP68, three diodes
Output Cable	4 mm², 1400, -200 mm/± 1400 mm length can be customized
Glass	Dual glass, 2.0+2.0 mm semi-tempered glass
Frame	Anodized aluminium alloy frame
Weight	33.5kg
Dimension	2382 × 1134 × 30 mm
Packaging	36pcs per pallet/ 144 pcs per 20' GP/ 720pcs per 40' HC

Electrical Characteristics

STC: AM1.5 1000W/m² 25°C Test uncertainty for Pmax: ±3%

Module Type	LR8-66HVD-640M	LR8-66HVD-645M	LR8-66HVD-650M	LR8-66HVD-655M	LR8-66HVD-660M	LR8-66HVD-665M
Testing Condition	STC	STC	STC	STC	STC	STC
Maximum Power (Pmax/W)	640	645	650	655	660	665
Open Circuit Voltage (Voc/V)	49.52	49.62	49.72	49.82	49.92	50.02
Short Circuit Current (Isc/A)	16.38	16.46	16.54	16.62	16.70	16.78
Voltage at Maximum Power (Vmp/V)	40.78	40.88	40.98	41.08	41.18	41.28
Current at Maximum Power (Imp/A)	15.69	15.78	15.86	15.94	16.03	16.11
Module Efficiency (%)	23.69	23.88	24.06	24.25	24.43	24.62

Electrical characteristics with different rear side power gain (Taking 645W as the baseline)

Pmax /W	Voc/V	Isc/A	Vmp/V	Imp /A	Pmax gain
677	49.62	17.28	40.88	16.57	5%
710	49.62	18.11	40.88	17.36	10%
744	49.72	18.93	40.98	18.15	15%
776	49.72	19.75	40.98	18.94	20%
808	49.72	20.58	40.98	19.73	25%

Operating Parameters

Operational Temperature	40°C ~ +85°C
Power Output Tolerance	0 ~ 3%
Maximum System Voltage	DC1500V (IEC)
Maximum Series Fuse Rating	35A
Nominal Operating Cell Temperature	45±2°C
Protection Class	Class II
Bifaciality	75±5%
Fire Rating	IEC Class C

Mechanical Loading

Front Side Maximum Static Loading	5400 Pa
Rear Side Maximum Static Loading	2400 Pa
Hailstone Test	25mm Hailstone at the speed of 23m/s

Temperature Ratings (STC)

Temperature Coefficient of Isc	+0.050%/°C
Temperature Coefficient of Voc	-0.200%/°C
Temperature Coefficient of Pmax	-0.260%/°C

LONGi

Specifications included in this datasheet are subject to change without notice.
LONGi reserves the right of final interpretation. (EGW01-20250806)

Anexo 6. *Especificaciones técnicas de Paneles solares. Fuente: Celtec*