

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA ORIENTAL
DEPARTAMENTO DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA



TEMA:
PROPUESTA DE MODELO DE UN CENTRO ESCOLAR AUTOSUSTENTABLE
DE EDUCACIÓN BÁSICA PARA LA ZONA COSTERA DEL MUNICIPIO DE
JUCUARÁN, DEPARTAMENTO DE USULUTÁN.

PRESENTADO POR:
DÍAZ CRUZ, EDGAR ALFONSO
MÁRQUEZ CAÑAS, DANY ALFONSO
RIVERA GUZMÁN, ANIBAL ANTONIO

PARA OPTAR A TITULO DE:
INGENIERO CIVIL

DOCENTE DIRECTOR:
ING. LUIS CLAYTON MARTÍNEZ RIVERA

CIUDAD UNIVERSITARIA DE ORIENTE, MARZO DE 2020
SAN MIGUEL EL SALVADOR CENTRO AMERICA

**AUTORIDADES UNIVERSITARIAS
UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR**

RECTOR:

MAESTRO ROGER ARMANDO ARIAS ALVARADO.

VICERECTOR ACADEMICO:

DR. MANUEL DE JESÚS JOYA ÁBREGO

SECRETARIO GENERAL:

ING. FRANCISCO ALARCÓN

FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA ORIENTAL

DECANO:

LIC. CRISTOBAL HERNÁN RÍOS BENÍTEZ

VICEDECANO:

LIC. OSCAR VILLALOBOS

SECRETARIO:

LIC. ISRAEL LÓPEZ MIRANDA

JEFE DE DEPARTAMENTO DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA:

ING. RIGOBERTO LÓPEZ

TRABAJO DE GRADUACIÓN APROBADO POR:
DOCENTE DIRECTOR

ING. LUIS CLAYTON MARTÍNEZ RIVERA

COORDINADOR DE PROCESOS DE GRADUACIÓN

ING. MILAGRO DE MARÍA ROMERO DE GARCÍA

AGRADECIMIENTOS

Como todo trabajo de grado se realiza en conjunto y participan numerosas personas e instituciones y gracias a su ayuda se logró culminar con éxito.

A todos los docentes que fueron parte de nuestra vida universitaria por compartirnos de su conocimiento para ser buenos profesionales.

A nuestro asesor Ing. Luis Clayton Martínez Rivera, por su paciencia, serenidad y disponibilidad que siempre nos brindó, por sus consejos, observaciones y buen humor para poder guiarnos minuciosamente en este proceso.

A nuestro Jurado Ing. Manuel Dolores Quintanilla e Ing. David Arnoldo Chávez Saravia por el tiempo que siempre nos brindaron, para atendernos y escucharnos, por sus críticas constructivas y sus consejos para mejorar en el trabajo de grado.

A la Alcaldía Municipal de Jucuarán, por darnos la oportunidad y confiar este innovador proyecto en nuestras manos, así como al personal administrativo de cada una de las escuelas ubicadas en la zona costera del municipio que nos brindaron información para la realización de nuestro estudio.

Al Ing. Francisco Isaí Portillo Cisneros por su apoyo tanto académico y emocional, la paciencia que siempre nos brindó y su amistad incondicional a lo largo de la carrera y en el proceso de trabajo de grado.

A todas las personas que directa e indirectamente fueron parte fundamental al colaborarnos Ingenieros, arquitectos y amigos durante el proceso.

GRUPO DE GRADO.

Contenido

INTRODUCCION	1
CAPITULO I	3
CONCEPTUALIZACIÓN DEL PROBLEMA.....	3
1.1 Planteamiento del problema.....	4
1.2 Enunciado del problema.....	7
1.3 Justificación.....	8
1.4 Objetivos.	11
1.5 Alcances.....	12
1.6 Limitaciones:	12
1.7 Esquema metodológico.....	13
1.8 Metodología.....	14
.....	16
CAPITULO II	16
MARCO REFERENCIAL.....	16
2.1 MARCO CONCEPTUAL.....	17
2.1.1 Generalidades.....	17
2.1.2 Sistema de abastecimiento de agua potable.	18
2.1.2.1 Fuentes de abastecimiento.....	18
2.1.2.2 Captación.....	21
2.1.2.3 Captación de agua subterránea.....	22
2.1.2.4 Pozos someros.	24
2.1.2.5 Líneas de conducción.....	25
2.1.2.6 Almacenamiento	27
2.1.2.7 Distribución	28

2.1.2.8	Diseño de una red de abastecimiento de agua potable.....	29
2.1.2.9	Uso eficiente del agua potable.....	30
2.1.2.10	Demanda de agua en centros educativos.....	31
2.1.3	Tratamiento de aguas residuales.....	32
2.1.3.1	Sistema de aguas residuales sin recolección en red de tuberías.....	33
2.1.3.2	Biojardinera.....	33
2.1.3.3	Trampa de grasas.....	39
2.1.4	Captación de aguas lluvias.....	44
2.1.4.1	Ventajas y desventajas.....	45
2.1.4.2	Componentes.....	46
2.1.4.3	Tratamiento.....	49
2.1.4.4	Criterios de diseño.....	49
2.1.4.5	Determinación de la precipitación promedio mensual.....	50
2.1.4.6	Determinación de la demanda.....	51
2.1.4.7	Determinación del volumen del tanque de abastecimiento.....	51
2.1.5	Desechos sólidos.....	52
2.1.5.1	Clasificación de los desechos sólidos.....	53
2.1.5.2	Desechos ordinarios y especiales.....	54
2.1.5.3	Problemática con los Desechos Sólidos.....	55
2.1.5.4	Contaminación por desechos sólidos.....	55
2.1.5.5	Disposición final.....	56
2.1.5.6	Tratamiento de los desechos sólidos.....	56
2.1.5.7	Contaminación ambiental.....	58
2.1.6	Energías renovables.....	58
2.1.6.1	Energía Solar.....	60

2.1.6.2 Energía Solar Fotovoltaica.....	62
2.1.6.3 Cantidad de paneles para sistemas fotovoltaicos.....	63
2.1.6.4 Cálculo de la capacidad y cantidad de baterías para sistema fotovoltaico.....	67
2.2 MARCO HISTORICO	69
2.2.1 Historia del Municipio de Jucuarán.	69
2.2.2 Zona costera del Municipio.	71
2.2.3 La educación en El Salvador.....	75
2.3 MARCO LEGAL	84
2.3.1 Ley de urbanismo y construcción.....	84
2.3.2 Ley de medio ambiente.....	84
2.3.3 Reglamento especial de aguas residuales.....	88
2.3.4 Ley de equiparación de oportunidades para las personas con discapacidad.	89
2.3.5 Código de salud.	90
2.3.6 Reglamento de la oficina de planificación del área metropolitana de san salvador (opamss).....	93
2.3.7 Normas técnicas para abastecimiento de agua potable y alcantarillados de aguas negras	97
CAPÍTULO 3	99
DIAGNOSTICO	99
3.1 Centros escolares del Municipio de Jucuarán, Departamento de Usulután. .	100
3.2 Estado actual de los diez centros escolares pertenecientes a la zona costera del Municipio de Jucuarán.....	107
3.2.1 CENTRO ESCOLAR CASERÍO EL ESPINO, COD: 12619.....	108
3.2.2 CENTRO ESCOLAR CASERÍO ARCOS DEL ESPINO, COD: 80080....	120

3.2.3 CENTRO ESCOLAR CASERÍO LA RINGLERA, COD: 80077.	130
3.2.4 CENTRO ESCOLAR CASERÍO PUERTO CABALLO, COD: 80079.....	140
3.2.5 CENTRO ESCOLAR CASERÍO LA BOCANITA, COD: 80078.	150
3.2.6 CENTRO ESCOLAR CASERÍO SALAMAR, COD: 12612.....	160
3.2.7 CENTRO ESCOLAR CASERÍO AGUA FRÍA. COD: 80180.....	171
3.2.8 CENTRO ESCOLAR CASERÍO EL CARRIZAL, COD 80088.....	180
3.2.9 CENTRO ESCOLAR CASERÍO HUATERAS, COD: 12602.	190
3.2.10 CENTRO ESCOLAR CASERÍO EL TEMPISCAL, COD: 80085	201
3.3 Análisis de diagnóstico.....	209
CAPITULO IV	210
DISEÑO Y PROPUESTA	210
4.1 Consideraciones.....	211
4.2 Criterios de diseño.	211
4.2.1 Sistema de abastecimiento de agua potable.	212
4.2.2 Sistema de tratamiento de aguas residuales	213
4.2.3 Sistema de captación de agua pluvial.....	214
4.2.4 Tratamiento y disposición final de desechos sólidos.....	215
4.2.5 Sistema de paneles fotovoltaicos.....	215
4.3 Sistema de abastecimiento de agua potable para el Centro Escolar Caserío El Espino.	217
4.3.1 Cálculo de la población de diseño.....	217
4.3.2 Cálculo de la demanda	220
4.3.3 Caudal de bombeo.....	221
4.3.4 Tanque de almacenamiento.....	222
4.3.5 Tanque de almacenamiento bicapa.	222

4.3.6	Diseño de línea de impelencia	223
4.3.7	Cálculo de potencias efectivas requeridas	225
4.3.8	Costo de mano de obra a utilizar	225
4.3.9	Monto de inversión inicial de capital en materiales y mano de obra	226
4.3.10	Monto de inversión inicial de capital en materiales, mano de obra y equipo de bombeo	226
4.3.11	Resumen de resultados	227
4.4	Sistema de tratamiento de aguas residuales para el centro escolar caserío el espino.....	229
4.4.1	Cálculo de volúmenes de aguas residuales	229
4.4.2	Volumen de aguas residuales:.....	229
4.4.3	Volumen de aguas negras (Descarga de inodoros al día)	230
4.4.4	Diseño de biojardinera para el tratamiento de aguas grises	232
4.4.5	Parámetros de diseño	233
4.4.6	Velocidad de reacción.....	235
4.4.7	Tiempo de retención	236
4.4.8	Tasa de carga orgánica	236
4.4.9	Área de terreno para cama de biojardinera.....	237
4.4.10	Ancho de la biojardinera	238
4.4.11	Longitud de biojardinera.....	238
4.4.12	Dimensiones de diseño de biojardinera	238
4.4.13	Diseño de trampa de grasas para biojardinera.	239
4.4.14	Características de la trampa de grasa	240
4.5	Sistema de captación de agua pluvial para el centro escolar caserío el espino.	244
4.5.1	Generalidades.....	244

4.5.2 Datos específicos del proyecto	244
4.5.3 Consideraciones de diseño	245
4.5.4 Coeficiente de escorrentía.	247
4.5.6 Cálculo hidráulico	255
4.5.7 Determinación de la dotación de agua y del volumen del tanque de almacenamiento para un área de techo definida.	257
4.5.8 Sistema de Captación Pluvial Rural	261
4.6 Manejo sanitario de los desechos sólidos en el centro escolar caserío el espino.....	266
4.6.1 Barrer y mantener limpia el área del centro educativo	266
4.6.2 Separación de los desechos	267
4.6.3 Almacenamiento y recolección.....	269
4.6.4 Tratamiento de los desechos sólidos orgánicos.....	269
4.6.5 Definición del compostaje.	270
4.6.6 Fases del compostaje.	271
4.6.7 Recomendaciones	273
4.6.8 Otras formas de hacer compost.....	275
4.6.9 Manejo de los desechos sólidos inorgánicos aprovechables	275
4.6.10 Estrategia de las “3R”: reducir, reutilizar y reciclar.....	276
4.6.11 Manejo de otros tipos de desechos.....	279
4.6.12 Recomendaciones generales.....	280
4.7 Propuesta de sistema solar fotovoltaico para el Centro Escolar Caserío El Espino	282
4.7.1 Instalaciones eléctricas existentes	282
4.7.2 Instalaciones eléctricas proyectadas.....	284

4.7.3 Cálculo de la cantidad de paneles solares y el área requerida para su instalación.	285
4.7.4 Cálculo de la capacidad y cantidad de baterías para sistema fotovoltaico.	310
4.7.5 Simulación de sistema fotovoltaico del centro escolar Caserío El Espino	312
4.8 Parámetros de diseño para sistemas autosustentables seleccionados para los centros escolares de la zona costera del Municipio de Jucuarán.....	325
4.9 Plan de mantenimiento de los sistemas propuestos para el modelo de un centro escolar autosustentable de educación básica para la zona costera del municipio de Jucuarán, departamento de Usulután	327
4.10 Análisis Económico de “PROPUESTA DE MODELO DE UN CENTRO ESCOLAR AUTOSUSTENTABLE DE EDUCACIÓN BASICA PARA LA ZONA COSTERA DEL MUNICIPIO DE JUCUARÁN, DEPARTAMENTO DE USULUTÁN”	334
4.11 Líneas de corte del proyecto.	350
4.12 Conclusiones.....	352
4.13 Recomendaciones.....	354
4.14 Bibliografía	355
Anexos.....	358
Presupuesto (Anexo 1)	359
Memoria de cálculo para presupuesto (Anexo 2)	364
Cotizaciones (Anexo 3)	375
Desglose de costos unitarios (Anexo 4)	378
Formato para la recolección de datos generales de los centros escolares del municipio de Jucuarán (Anexo 5)	383

Datos generales de los centros escolares del municipio de Jucuarán (Anexo6).....	385
Ficha técnica de biodigestor autolimpiable (Anexo 7)	388
Planos (Anexo 8)	393

Índice de imágenes

Capítulo 2

Imagen 2.1: Esquema del ciclo hidrológico	41
Imagen 2.2: Fuentes de captación	44
Imagen 2.3: Diagrama de agua subterránea	45
Imagen 2.4: Perfiles de pozos someros o artesanales	47
Imagen 2.5: Biodigestor clarificador prefabricado	55
Imagen 2.6: Biojardinera y sus componentes	57
Imagen 2.7: Trampa de grasa simple y con depósito de acumulación de grasa	66
Imagen 2.8. Captación de agua lluvia en techos.....	68
Imagen 2.9. Interceptor primeras aguas.....	70
Imagen 2.10: Símbolo eléctrico de panel fotovoltaico	86
Imagen 2.11: Conexión de placas solares en paralelo	87
Imagen 2.12: Conexión de placas solares en serie	88
Imagen 2.13: Conexión mixta de placas solares	89
Imagen 2.14: Iglesia católica del casco urbano	95

Imagen 2.15: Parque municipal frente a iglesia católica	95
Imagen 2.16: Pescadores de la zona entre Caserío El Espino y Agua Fría	96
Imagen 2.17: Ubicación de los diez centros escolares de la zona costera del Municipio de Jucuarán	96

Capítulo 3

Imagen 3.1. Ubicación de la zona costera del municipio de Jucuarán	122
<i>Centro Escolar caserío El Espino</i>	
Imagen 3.2: Rótulo de bienvenida al centro educativo	130
Imagen 3.3: Ubicación satelital del centro escolar	130
Imagen 3.4: Esquema general del centro educativo	132
Imagen 3.5: Agua potable proporcionada por ADESCO y extracción de agua al pozo artesanal	133
Imagen 3.6: Drenaje pluvial en algunos módulos	134
Imagen 3.7: Resumidero donde se captan aguas grises y pluviales	134
Imagen 3.8: baños de hoyo seco en uso y Baños lavables clausurados	135
Imagen 3.9: Estado actual de los baños de hoyo seco	135
Imagen 3.10: Vista de planta y perfil de los servicios sanitarios de hoyo seco	136
Imagen 3.11: Disposición final de los desechos sólidos	136
Imagen 3.12: Contador eléctrico del Centro Escolar	137
Imagen 3.13: Tablero ubicado en la dirección	138
Imagen 3.14: Transformador que abastece al centro educativo, capacidad de 25 KVA	138

Imagen 3.15: Diagrama unifilar eléctrico del Centro Escolar Caserío El Espino	139
Imagen 3.16: Cubierta de fibrocemento y lámina galvanizada canal corriente	140
Imagen 3.17: Estructura de techo de las aulas más pequeñas	140
Imagen 3.18: Estructura de techo de madera	141
<i>Centro Escolar Caserío Arcos del Espino</i>	
Imagen 3.19: Vista frontal del pabellón principal	142
Imagen 3.20: Ubicación satelital del centro escolar	142
Imagen 3.21: Esquema general del centro educativo	144
Imagen 3.22: Estado actual del tanque de almacenamiento y equipo de bombeo	145
Imagen 3.23: Drenaje pluvial que rodea las estructuras principales del centro escolar	146
Imagen 3.24: Servicios sanitarios del centro escolar	146
Imagen 3.25: Estado actual de los servicios sanitarios del centro escolar	147
Imagen 3.26: Disposición final de los desechos sólidos	147
Imagen 3.27: Contador eléctrico del Centro Escolar	148
Imagen 3.28: Tablero principal ubicado en la dirección	148
Imagen 3.29: Transformador que abastece al centro educativo, capacidad de 25 KVA	149
Imagen 3.30: Diagrama unifilar eléctrico del Centro Escolar Caserío Arcos Del Espino	149

Imagen 3.31: Cubierta de lámina de aluminio acanalada sobre área de cocina y bodega	150
Imagen 3.32: Cubierta de lámina de aluminio acanalada sobre área de reuniones	150
Imagen 3.33: Estructura de techo sobre pabellón principal	151
<i>Centro Escolar Caserío La Ringlera</i>	
Imagen 3.34: Rótulo del centro educativo	152
Imagen 3.35: Ubicación satelital del centro escolar	152
Imagen 3.36: Esquema general del centro educativo	154
Imagen 3.37: Agua potable proporcionada por ADESCO	155
Imagen 3.38: Drenaje pluvial	156
Imagen 3.39: Drenaje pluvial	156
Imagen 3.40: Estado de los servicios sanitarios	157
Imagen 3.41: Contador eléctrico del Centro Escolar	158
Imagen 3.42: Tablero principal ubicado en la dirección	158
Imagen 3.43: Transformador que abastece al centro educativo, capacidad de 25 KVA	159
Imagen 3.44: Diagrama unifilar eléctrico del Centro Escolar Caserío El Espino	159
Imagen 3.45: Cubierta de techo de lámina de aluminio acanalada	160
Imagen 3.46: Cubierta de lámina gris estándar de fibrocemento	160
Imagen 3.47: Estructura de techo del área de reuniones	161
Imagen 3.48: Estructura de techo en las aulas en buen estado	161

Centro Escolar Caserío Puerto Caballo

Imagen 3.49: Rótulo del centro educativo	162
Imagen 3.50: Ubicación satelital del centro escolar	162
Imagen 3.51: Esquema general del centro educativo	164
Imagen 3.52: Tanque de almacenamiento y pozo artesanal	165
Imagen 3.53: Drenaje pluvial que rodea el pabellón principal del centro escolar	166
Imagen 3.54: Estado de los servicios sanitarios del centro escolar	167
Imagen 3.55: Disposición final de los desechos sólidos	167
Imagen 3.56: Contador eléctrico del Centro Escolar	168
Imagen 3.57: Tablero ubicado en la dirección	168
Imagen 3.58: Transformador que abastece al centro educativo, capacidad de 25 KVA	169
Imagen 3.59: Diagrama unifilar eléctrico del Centro Escolar Caserío Puerto Caballo	169
Imagen 3.60: Cubierta de lámina de aluminio en aulas	170
Imagen 3.61: Cubierta de lámina de aluminio en servicios sanitarios	170
Imagen 3.62: Estructura de techo de servicios sanitarios	171
Imagen 3.63: Estructura de techo de aula provisional	171
Imagen 3.64: Estructura de techo de pabellón principal	171
<i>Centro Escolar Caserío La Bocanita</i>	
Imagen 3.65: Rótulo del Centro Escolar	172
Imagen 3.66: Ubicación satelital del centro escolar	172
Imagen 3.67: Esquema general del centro educativo	174

Imagen 3.68: Pozo artesanal fuera de uso y pozo artesanal con equipo de bombeo que abastece la institución	175
Imagen 3.69: Drenaje pluvial que rodea la estructura de la escuela	176
Imagen 3.70: <i>Estado de los servicios sanitarios del centro escolar</i>	176
Imagen 3.71: Disposición final de los desechos sólidos	177
Imagen 3.72: <i>Contador eléctrico del Centro Escolar</i>	178
Imagen 3.73: Tablero principal ubicado en una de las aulas	178
Imagen 3.74: Transformador que abastece al centro educativo, capacidad de 25 KVA	178
Imagen 3.75: Diagrama unifilar eléctrico del Centro Escolar Caserío Puerto Caballo	179
Imagen 3.76: Cubierta de lámina de aluminio de canal corriente en espacio para reuniones	180
Imagen 3.77: Cubierta de lámina de aluminio acanalada en aulas	180
Imagen 3.78: Polín espacial en estructura de techo de las aulas	181
Imagen 3.79: Estructura de techo de madera	181
<i>Centro Escolar Caserío Salamar</i>	
Imagen 3.80: Rótulo del Centro Escolar	182
Imagen 3.81: Ubicación satelital del centro escolar	182
Imagen 3.82: Esquema general del centro educativo	184
Imagen 3.83: Único grifo existente conectado directamente a la acometida de agua potable	185
Imagen 3.84: Drenaje pluvial que rodea la estructura principal del centro escolar	186

Imagen 3.85: Servicios sanitarios de hoyo seco en uso	187
Imagen 3.86: Servicios sanitarios de hoyo seco clausurados	187
Imagen 3.87: Disposición final de los desechos sólidos	188
Imagen 3.88: Contador eléctrico del Centro Escolar	188
Imagen 3.89: Tablero principal ubicado en una de las aulas	189
Imagen 3.90: Transformador que abastece al centro educativo, capacidad de 15 KVA	189
Imagen 3.91: Diagrama unifilar eléctrico del Centro Escolar Caserío Salamar	190
Imagen 3.92: Cubierta de módulos con lámina de aluminio acanalada	191
Imagen 3.93: Cubierta de lámina gris estándar de fibrocemento para los servicios sanitarios	191
Imagen 3.94: Perfiles cuadrados de 4" y polín c de 4"x2"	192
Imagen 3.95: Estructura de techo de área de reuniones	192
<i>Centro Escolar Caserío Agua Fría</i>	
Imagen 3.96: Rótulo del centro educativo	193
Imagen 3.97: Ubicación satelital del centro escolar	193
Imagen 3.98: Esquema general del centro educativo	195
Imagen 3.99: Agua potable proporcionada por ADESCO	196
Imagen 3.100: Drenaje pluvial	197
Imagen 3.101: Servicios Sanitarios	198
Imagen 3.102: Disposición final de los desechos sólidos	198
Imagen 3.103: Contador eléctrico y tablero principal del Centro Escolar	199

Imagen 3.104: Transformador que abastece al centro educativo, capacidad de 15 KVA	199
Imagen 3.105: Diagrama unifilar eléctrico del Centro Escolar Caserío Agua Fría	200
Imagen 3.106: Cubierta de lámina de aluminio acanalada	200
Imagen 3.107: Estructura de techo de las aulas del pabellón principal	201
Imagen 3.108: Estructura de techo de aula independiente de módulo principal	201
<i>Centro Escolar Caserío El Carrizal</i>	
Imagen 3.109: Rótulo del centro educativo	202
Imagen 3.110: Ubicación satelital del centro escolar	202
Imagen 3.111: Esquema general del centro educativo	204
Imagen 3.112: Agua potable proporcionada por ADESCO	205
Imagen 3.113: Drenaje pluvial	206
Imagen 3.114: Servicios sanitarios fuera de servicio	206
Imagen 3.115: Sanitario de hoyo seco en muy malas condiciones	207
Imagen 3.116: Disposición final de los desechos sólidos	208
Imagen 3.117: Contador eléctrico y tablero principal del Centro Escolar	208
Imagen 3.118: Transformador que abastece al centro educativo, capacidad de 15 KVA	209
Imagen 3.119: Diagrama unifilar eléctrico del Centro Escolar Carrizal	209
Imagen 3.120: Cubierta de lámina galvanizada canal corriente	210
Imagen 3.121: Estructuras de techo con polín espacial y lamina de aluminio	211

Imagen 3.122: Estructura de techo de lámina de aluminio y polín espacial	211
<i>Centro Escolar Caserío Huateras</i>	
Imagen 3.123: Rótulo del Centro Escolar	212
Imagen 3.124: Ubicación satelital del centro escolar	212
Imagen 3.125: Esquema general del centro educativo	214
Imagen 3.126: Tanque de almacenamiento y pozo artesanal con protección	215
Imagen 3.127: Acometida de agua con su contador	216
Imagen 3.128: Canal abierto para drenaje pluvial	216
Imagen 3.129: Servicios sanitarios lavables y de hoyo seco	217
Imagen 3.130: Estado de los inodoros	217
Imagen 3.131: Disposición final de los desechos sólidos	218
Imagen 3.132: Contador eléctrico del Centro Escolar	219
Imagen 3.133: Tablero principal ubicado en la dirección	219
Imagen 3.134: Transformador que abastece al centro educativo, capacidad de 25 KVA	219
Imagen 3.135: Diagrama unifilar eléctrico del Centro Escolar Caserío Huateras	220
Imagen 3.136: Cubierta de fibrocemento y lámina galvanizada canal corriente	221
Imagen 3.137: Estructuras de techo con polín espacial y lamina de aluminio	221
Imagen 3.138: Estructura de techo de lámina de aluminio y polín espacial	222

Centro Escolar Caserío El Tempiscal

Imagen 3.139: Rótulo de bienvenida al centro educativo	223
Imagen 3.140: Ubicación satelital del centro escolar	223
Imagen 3.141: Esquema general del centro educativo	225
Imagen 3.142: Agua potable proporcionada por ADESCO	226
Imagen 3.143: Drenaje pluvial (canaleta hacia la calle)	226
Imagen 3.144: Sistema de hoyo seco	227
Imagen 3.145: Sistema de letrinas aboneras	227
Imagen 3.146: Disposición final de los desechos sólidos	228
Imagen 3.147: Contador eléctrico y tablero principal del Centro Escolar	228
Imagen 3.148: Transformador que abastece al centro educativo, capacidad de 25 KVA	229
Imagen 3.149: Diagrama unifilar eléctrico del Centro Escolar Caserío Tempiscal	229
Imagen 3.150: Cubierta de fibrocemento y lámina galvanizada canal corriente	230
Imagen 3.151: Estructuras de techo con polín espacial y lamina de aluminio	230
Imagen 3.152: Estructura de techo de lámina de aluminio y polín c	231

Capítulo 4

Imagen 4.1: Ilustración de espacios propuestos por el MINED	240
Imagen 4.2: Tanque de almacenamiento de 10,000 litros	245

Imagen 4.3: Altura del tanque de almacenamiento con respecto al punto de captación	245
Imagen 4.4: Biodigestor autolimpiable	253
Imagen 4.5: Cámara de infiltración	254
Imagen 4.6: Trampa de grasa simple y con depósito de acumulación de grasa	264
Imagen 4.7: Ubicación de estaciones meteorológicas y regiones en el país	268
Imagen 4.8: Plano topográfico	269
Imagen 4.9: Captura de pantalla de H canales	279
Imagen 4.10: Sistema de captación de agua pluvial	285
Imagen 4.11: Vista 3D de sistema de captación	285
Imagen 4.12: Compost utilizado como mejorador de suelo	295
Imagen 4.13: Ubicación de área para pila de compostaje	297
Imagen 4.14: Ejemplos de prácticas de reutilización	300
Imagen 4.15: Planta de instalaciones eléctricas existentes	305
Imagen 4.16: Plano de instalaciones eléctricas proyectadas	307
Imagen 4.17: Área de techo efectiva ubicada sobre la oficina del director	308
Imagen 4.18: Distribución de paneles solares	308
Imagen 4.19: Esquema de conexión de paneles solares	310
Imagen 4.20: Área de techo efectiva ubicada sobre aula	311
Imagen 4.21: Distribución de paneles solares	311
Imagen 4.22: Esquema de conexión de paneles solares	313

Imagen 4.23: Área de techo efectiva ubicada sobre aula	313
Imagen 4.24: Distribución de paneles solares	314
Imagen 4.25: Esquema de conexión de paneles solares	315
Imagen 4.26: Área de techo efectiva ubicada sobre aula	315
Imagen 4.27: Distribución de paneles solares	316
Imagen 4.28: Esquema de conexión de paneles solares	317
Imagen 4.29: Área de techo efectiva ubicada sobre aula	317
Imagen 4.30: Distribución de paneles solares	318
Imagen 4.31: Esquema de conexión de paneles solares	319
Imagen 4.32: Área de techo efectiva ubicada sobre aula	319
Imagen 4.33: Distribución de paneles solares	320
Imagen 4.34: Esquema de conexión de paneles solares	321
Imagen 4.35: Área de techo efectiva ubicada sobre aula	322
Imagen 4.36: Distribución de paneles solares	322
Imagen 4.37: Esquema de conexión de paneles solares	323
Imagen 4.38: Área de techo efectiva ubicada sobre aula	324
Imagen 4.39: Distribución de paneles solares	324
Imagen 4.40: Esquema de conexión de paneles solares	326
Imagen 4.41: Área de techo efectiva ubicada sobre aula	327
Imagen 4.42: Distribución de paneles solares	327
Imagen 4.43: Esquema de conexión de paneles solares	329
Imagen 4.44: Área de techo efectiva ubicada sobre aula	329
Imagen 4.45: Distribución de paneles solares	329

Imagen 4.46: Esquema de conexión de paneles solares	331
Imagen 4.47: Pantalla principal de PV*SOL PREMIUM	334
Imagen 4.48: Pantalla de selección de ubicación y tipo de sistema	335
Imagen 4.49: Menú para cargar planta de distribución de techos	335
Imagen 4.50: Planta de techos cargada a software PV*SOL	336
Imagen 4.51: Definición de altura de edificio y pendiente de techo	336
Imagen 4.52: Estructura de área 1 extruida	337
Imagen 4.53: Elevación 3D de todas las áreas	337
Imagen 4.54: Selección de modelo y capacidad de panel	338
Imagen 4.55: Modelado completo	338
Imagen 4.56: Simulación para área 1	339
Imagen 4.57: Simulación para área 2	339
Imagen 4.58: Simulación para área 3	340
Imagen 4.59: Simulación para área 4	340
Imagen 4.60: Simulación para área 5	341
Imagen 4.61: Simulación para área 6	341
Imagen 4.62: Simulación para área 7	342
Imagen 4.63: Simulación para área 8	342
Imagen 4.64: Simulación para área A	343
Imagen 4.65: Simulación para área B	343
Imagen 4.66: Área de paneles B	345
Imagen 4.67: Esquema de conexión de paneles solares	346

Imagen 4.68: Esquema para la limpieza de la purga de lodos del biodigestor autolimpiable	352
Imagen 4.69: Recibo eléctrico del Centro Escolar	360
Imagen 4.70: Tipo de instalación y datos generales del proyecto	363
Imagen 4.71: Costos y financiación del proyecto	364

Índice de tablas

Capítulo 2

Tabla 2.1: Porosidad efectiva del sustrato n.....	60
Tabla 2.2: Unidades de gasto de los aparatos sanitarios que descargan a la trampa de grasa.....	63
Tabla 2.3: Servicios sanitarios.....	116

Capítulo 3

Tabla 3.1 Listado de centros escolares del Municipio de Jucuarán.....	123
Tabla 3.2 Porcentaje de la muestra.....	125
Tabla 3.3 Resumen de recolección de datos.....	126
Tabla 3.4 Sistemas de abastecimiento de agua utilizados.....	128
Tabla 3.5 Sistemas de desalojo de aguas residuales.....	128
Tabla 3.6 Sistemas de drenaje pluvial utilizados.....	128

Capítulo 4

Tabla 4.1: Sistema de bomba solar.....	249
Tabla 4.2: Capacidades de biodigestor.....	252
Tabla 4.3: Parámetros generales.....	255
Tabla 4.4: Parámetros del material filtrante.....	255
Tabla 4.5: Parámetros de especies vegetales.....	256
Tabla 4.6: Parámetros de composición típica del agua residual doméstica.....	256
Tabla 4.7: Parámetros límites para descargas a un cuerpo de agua dulce.....	257
Tabla 4.8: Valores de n según la superficie del canal.....	270
Tabla 4.9: coeficientes de escorrentía.....	271
Tabla 4.10: Datos de precipitación de estación de Santiago de María.....	272
Tabla 4.11: Datos de intensidad de estación de Santiago de María.....	273
Tabla 4.12: Datos de periodos de retorno de estación de Santiago de María.....	274
Tabla 4.13: Precipitación media por región hidrográfica en El Salvador.....	280
Tabla 4.14: Abastecimiento parcial de agua lluvia.....	281
Tabla 4.15 Demanda parcial de agua lluvia.....	282
Tabla 4.16 Volumen de tanque para área de techo definida.....	283
Tabla 4.17: Capacidad del tanque de almacenamiento.....	286
Tabla 4.18: Codificación internacional de colores para los desechos sólidos.....	290
Tabla 4.19: Principales problemas durante el proceso de compostaje y alternativas de solución.....	296
Tabla 4.20: Instalaciones eléctricas existentes tomadas de diagrama unifilar eléctrico (Imagen 3.15, Capítulo 3).....	304

Tabla 4.21: Instalaciones eléctricas proyectadas y demanda total en Kwh al mes.....	306
Tabla 4.22: Cargas generadas en las áreas de techo alineadas hacia el sur.....	326
Tabla 4.23: Cargas generadas en las áreas de techo alineadas hacia el sur más cargas generadas em techos alineados al norte.....	331
Tabla 4.24: Resumen de resultados totales.....	332
Tabla 4.25: Resultados de simulación.....	344
Tabla 4.26: Resultados totales.....	345
Tabla 4.27: Tabla de comparación de los centros escolares de la zona costera del municipio de Jucuarán.....	347
Tabla 4.28: Parámetros de diseño para sistemas autosustentables.....	348
Tabla 4.29: Monto de sistema fotovoltaico independiente y sistema mixto.....	362
Tabla 4.30: Rentabilidad media anual y tasa interna de rentabilidad para periodo de 25 años	365
Tabla 4.31: Flujo de efectivo en el periodo de interés	366
Tabla 4.32: Monto de sistema de recolección de agua pluvial, tratamiento de aguas residuales y tratamiento y disposición final de desechos sólidos.....	368
Tabla 4.33: Inversión por alumno	373
Tabla 4.34: Inversión por habitante	373
Tabla 4.35: Comparación de la inversión por alumno y por habitante con el gasto anual promedio por alumno	373

Índice de gráficos

Capítulo 3

Gráfico 3.1: Porcentaje de la muestra.....	125
Gráfico 3.2: Escuelas con servicio de agua potable.....	126
Gráfico 3.3: Escuelas con tratamiento de aguas residuales.....	126
Gráfico 3.4: Escuelas con sistema de desalojo de agua pluvial.....	127
Gráfico 3.5: Escuelas que cuentan con servicio de energía eléctrica.....	127

Capítulo 4

Gráfico 4.1: Curvas de intensidad-duracion-frecuencia (idf), estación de Santiago de María.....	275
---	-----

INTRODUCCION

En El Salvador la educación siempre ha representado un reto para las autoridades gubernamentales encargadas como el Ministerio de educación (MINED); la cobertura del aprendizaje se ha ido expandiendo con los años pero no en las condiciones adecuadas, en la zona rural del país es común ver escuelas en mal estado en lo que respecta a infraestructura y saneamiento; lo que es fundamental para las instituciones en donde permanecen una considerable cantidad de personas que necesitan desarrollar sus jornadas de trabajo y estudio en condiciones óptimas.

La estructura de un centro escolar debe cumplir ciertas condiciones para que tanto los estudiantes como docentes no se distraigan de sus actividades por causa de desperfectos o problemas que se puedan dar en la institución; por ejemplo el colapso de una fosa séptica, malos olores generados por la acumulación de desechos sólidos, mal estado de salud debido a las condiciones del lugar entre otros factores, lo cual es algo básico para cualquier espacio donde se desarrollan actividades cotidianas.

Según el asesor pedagógico asignado al municipio de Jucuarán, las escuelas de la zona rural no cumplen con las condiciones que debe tener un centro educativo, estas se encuentran funcionando de una manera precaria que por supuesto no es correcta para actividades de enseñanza – aprendizaje; también hace énfasis en la necesidad que tienen las comunidades de este municipio respecto a la infraestructura y salubridad de sus centros escolares.

El proyecto consiste en la propuesta de un conjunto de sistemas que puedan ser adaptados a una escuela para mejorar la eficiencia y las condiciones de funcionamiento, reducir los gastos de energía eléctrica, tratar los residuos sólidos, ahorrar el agua, mejorar el saneamiento del área o zona de ubicación, proveer


bienestar entre los miembros de la comunidad escolar, favorecer la imagen de la escuela y heredar una mejor infraestructura para la educación de futuras generaciones, solucionando el problema presente en los centros educativos del Municipio de Jucuarán.

En el presente trabajo se realiza la descripción de como este problema afecta directamente a los estudiantes y personal docente, centrando el desarrollo del proyecto en la zona costera del Municipio de Jucuarán perteneciente al departamento de Usulután.

Se explica la necesidad e importancia de un proyecto de innovación de este tipo, con el objetivo de dar a entender los beneficios tanto económicos, energéticos y de saneamiento que se podrían obtener, al mismo tiempo sería una contribución al medio ambiente y se contaría con infraestructura adecuada para un centro educativo.

A continuación, se describen las cinco etapas en las que se presentara el proyecto de innovación:

- Capítulo I, Conceptualización del problema. En esta etapa se definen las generalidades que caracterizan el proyecto de innovación, dando claridad en el contexto que este presenta.
- Capítulo II, se proporcionará la información obtenida en las áreas que competen al objetivo planteado y se fundamentara de forma teórica, para adquirir conceptos importantes que ayudaran al desarrollo del proyecto de innovación.
- Capítulo III, Tiene como propósito describir las condiciones generales de la zona de estudio y los problemas actuales que presentan los centros educativos.
- Capítulo IV, consiste en identificar las necesidades físicas de la problemática y presentar la propuesta con la cual se dará solución a la problemática.

A grayscale conceptual image showing a human hand holding a miniature model of a sustainable energy landscape. The model includes two wind turbines, a solar panel, and several trees. The background features a bright sun with rays and a cloudy sky. The text 'CAPITULO I' and 'CONCEPTUALIZACIÓN DEL PROBLEMA' is centered over the scene.

CAPITULO I
CONCEPTUALIZACIÓN DEL PROBLEMA

1.1 Planteamiento del problema

Actualmente las edificaciones dependen de servicios como: energía eléctrica, agua potable, recolección y tratamiento de desechos sólidos, tratamiento de aguas negras y grises. Todos estos necesitan estar conectados a una red ya sea de distribución o captación, que en el caso del suministro de energía eléctrica sirva para abastecer la energía necesaria para que una edificación funcione, y de la recolección de aguas negras y grises se encargue de evacuarlas a determinado lugar, también sin dejar afuera el servicio de agua potable que es indispensable.

Enfocándose en el área de la educación, en este caso escuelas de educación básica, todas estas deben contar con los servicios antes descritos, ya que son cruciales para su buen funcionamiento. Esto no es un problema cuando la ubicación de la estructura está situada en el casco urbano de una ciudad, sin embargo, existen escuelas en zonas rurales que poseen estos beneficios, pero en malas condiciones y sin los tratamientos adecuados, lo cual genera una situación desfavorable para los usuarios.

Según la política de infraestructura educativa del gobierno de El Salvador, para el año 2009 existían 32, 844 aulas destinadas para actividades de enseñanza, el 10% de estas no se utilizaban para impartir clases, el 67% estaban ubicadas en la zona rural y se concentraban en centros escolares pequeños de cinco aulas o menos¹; con base a los datos anteriores podemos afirmar que la infraestructura destinada a la educación está distribuida mayormente en la zona rural.

1 Política de infraestructura educativa de El Salvador, Ministerio de Educación.

Los datos del estado actual y servicios con los que cuentan los centros educativos que posee el Ministerio de Educación, reflejan una tendencia, que de cada cien escuelas que no están conectadas a una red de abastecimiento de agua, setenta y dos de estas están ubicadas en la zona rural, lo cual representa la mayoría de los centros educativos².

El Estado ha hecho esfuerzos a través del MINED por medio del área de infraestructura, para que los centros escolares puedan funcionar en mejores condiciones; de acuerdo con los datos anuales de asignaciones presupuestarias e inversiones realizadas por año de los recursos del Gobierno de El Salvador (GOES) aprobados al MINED, solo se ha destinado un promedio del 0.62 %, orientado, en su mayoría, a la atención de las necesidades emergentes ocasionadas por fenómenos naturales³.

Sin embargo, en los años en que se ha tenido apoyo para atender obras de infraestructura a través de recursos financieros de préstamos con organismos e instituciones internacionales, se consignó un promedio del 1.6 % del presupuesto GOES, esto en concepto de contrapartidas. Con estos recursos, el Ministerio de Educación únicamente ha podido atender obras menores en los centros educativos⁴.

El programa social educativo “Vamos a la escuela” tiene entre sus objetivos el mejoramiento de los ambientes escolares, el programa pretende dotar a las

2 Censo Escolar 2017. Sistema Regular. Datos del Formulario F-1: Centro Educativo. Departamento de estadísticas educativas.

3 Política de infraestructura educativa de El Salvador, Ministerio de Educación.

4 Política de infraestructura educativa de El Salvador, Ministerio de Educación.

escuelas de instalaciones seguras y funcionales para que los usuarios puedan tener una jornada en un ambiente propicio⁵.

Según el ministerio de Educación el Municipio de Jucuarán cuenta con treinta y seis centros educativos, de los cuales dos están ubicados en la zona urbana y treinta y cuatro en la zona rural⁶; los encargados del área de catastro de la municipalidad han hecho saber que las escuelas de la zona se encuentran funcionando en condiciones precarias, además la clasificación de los municipios por nivel de pobreza elaborada por el Fondo de Inversión Social para el Desarrollo Local (FISDL)⁷ ha catalogado al municipio de Jucuarán en la clasificación de pobreza extrema alta, es decir que no cuenta con los recursos que tienen otros municipios para apoyar sus instituciones educativas.

El subdirector del Instituto Nacional de Jucuarán, William Reynaldo Valencia Chavarría hace énfasis en la necesidad que tienen las escuelas de la zona rural de un servicio adecuado de agua potable; el Profesor valencia ha visitado la mayoría de los centros escolares de la zona y hace notar que estos no cuentan con un sistema de disposición final de los desechos sólidos, que en su opinión es un problema que podría afectar la salud de estudiantes y docentes.

Haciendo un análisis de los hechos presentados anteriormente se ha determinado, que los centros escolares ubicados en la zona rural sufren una falta de mantenimiento, esto se debe a la ausencia de recursos y a la cantidad de centros escolares; también la ubicación es un factor que influye en la accesibilidad para dotar a las instituciones con servicios como recolección de basura, energía eléctrica, abastecimiento de agua y depuración de aguas residuales.

5 Política de infraestructura educativa de El Salvador, Ministerio de Educación.

6 Ministerio de Educación, Asesor pedagógico del Municipio de Jucuarán.

7 Indicadores de pobreza por municipio, FISDL.

Con base en lo planteado anteriormente se hace notar el déficit presente en la infraestructura de los centros educativos del municipio de Jucuarán, con el fin de justificar esta investigación se pretende realizar un estudio más a fondo sobre el estado actual realizando visitas de campo y documentando el estado físico en que se encuentran, para dicha acción se tomaran diez escuelas como muestras representativas del mal estado de infraestructura.

1.2 Enunciado del problema

¿Es necesaria la propuesta de un modelo de centro escolar autosustentable para educación básica?

1.3 Justificación

La educación es uno de los pilares más importantes de la sociedad, de ella depende como las generaciones actúan acorde al tiempo y circunstancias para resolver las problemáticas que se presentan, por este motivo es necesario contar con centros educativos dignos para que estudiantes y docentes puedan desarrollar sus actividades de una manera cómoda; el ambiente en el que se desenvuelve el ser humano está directamente relacionado con la psicología, se entiende por este motivo que el correcto diseño del espacio educativo debe favorecer las condiciones para que la actividad de enseñanza – aprendizaje se desarrolle sin perturbaciones, ni molestias, sin daños fisiológicos, sin alterar ni agravar las condiciones normales que se requieren.

El artículo “Radiografía de un sistema educativo en ruinas” publicado por Óscar Luna, coordinador de investigación de la página informativa el Faro, presenta un análisis de 20 indicadores en las 5,136 escuelas públicas del país, donde se concentra un 84 % del alumnado nacional, no deja lugar a dudas: en datos brutos, la infraestructura de algunas escuelas públicas no satisface en muchos casos ni las necesidades más básicas de quienes las habitan, e imposibilita el buen aprendizaje.

Según datos del censo escolar realizado en el año 2016 por el Ministerio de Educación, 18 centros educativos no tienen ninguna forma de abastecimiento de agua, 128 escuelas no tienen ningún tipo de instalación eléctrica y hay cinco que no tienen agua potable y energía eléctrica. El Centro Escolar cantón los Anizales, en Salcoatitán, Sonsonate; el Centro Escolar profesor Alberto Masferrer, en Quezaltepeque y el del cantón El Escalón, en San José Villanueva, ambos del departamento de La Libertad; el Centro Escolar cantón Soledad, en Meanguera, Morazán; y el del caserío Platanares, en el cantón Azacualpa de San Fernando, también de Morazán.

Son casos extremos en un mapa general de limitaciones. Casos como el de la escuela El Barillo, en Zaragoza, con una única letrina para 343 alumnos, es retrato vivo de cómo la precariedad y la pobreza de la mayor parte del país tiene su espejo

en la educación y llena de realidad las cifras: solo 1,077 escuelas públicas tienen sanitarios conectados a alcantarillas y 2,994 tienen baños conectados a una fosa séptica; solo el 21 % de centros educativos tienen biblioteca; solo el 29 % tiene un centro de cómputo o aula de informática. Se da el caso de un centro educativo en Jicalapa que imparte el bachillerato técnico vocacional en desarrollo de software, pero no tiene internet; como el 70 % de escuelas públicas a nivel nacional.

A pesar de los constantes compromisos públicos de respaldo e inversión en educación, el sistema escolar no supera sus problemas estructurales y parece no haber logrado tampoco, en los últimos 20 años, avances sustanciales en calidad. La tasa de escolarización ha aumentado y la educación es obligatoria hasta noveno grado, pero en El Salvador los años promedio de escolaridad no llegan a los 10 que los organismos internacionales consideran necesarios para que alguien pueda salir de la pobreza, y solo el 20% de los maestros tiene una licenciatura.

En palabras de Carolina Rovira, Coordinadora de la Fundación para la Educación Superior (FES) de la ESEN y Coordinadora Académica entre 2012 y 2016 del Informe sobre Desarrollo Humano, quienes van a la escuela en El Salvador “obtienen muy poco” y ésta “no cumple con su promesa de brindar herramientas para la movilidad social y el desarrollo humano”.

Los municipios ubicados en la clasificación de pobreza extrema alta según el FISDL como es el caso del Municipio de Jucuarán⁸, sufren los problemas antes descritos en cuestión de la infraestructura de sus centros escolares. La Licenciada Nancy Beatriz López de Miranda que es la Asesor Pedagógico asignada al municipio de Jucuarán, hace resaltar la necesidad que se tiene en las escuelas de este municipio en las áreas de saneamiento, abastecimiento de agua potable, energía eléctrica y la depuración de aguas residuales.

De los treinta y seis centros educativos pertenecientes al municipio, treinta y cuatro están ubicadas en la zona rural, este número representa el 95% del total.

⁸ Indicadores de pobreza por municipio, FISDL.

Como se ha mencionado, la educación en estas zonas sufre de condiciones precarias para su funcionamiento y la licenciada Beatriz lo confirma, que esta situación se vive en el municipio de Jucuarán.

En base a lo anterior se ha determinado que las condiciones en las cuales la población estudiantil y docente de la zona rural del Municipio de Jucuarán tienen que desempeñar sus actividades no son las adecuadas y se ve la necesidad de plantear una solución al problema de mantener la institución en condiciones funcionales en lo que respecta a infraestructura, saneamiento y abastecimiento de servicios básicos, como agua potable y energía eléctrica; para este caso se pretende desarrollar la propuesta de un modelo de centro escolar que funcione de manera eficiente y que dé cobertura a todos los servicios para el buen funcionamiento, todo esto aprovechando los recursos que se tienen.

Para comprobar la situación que se ha planteado en este capítulo, se pretende realizar un levantamiento de campo a diez escuelas del área rural del municipio, enfocándose en la zona costera que según la licencia Beatriz están ubicadas las escuelas con mayor necesidad, además la radiación solar en esta parte del país oscila entre 4.7 a 6 kilowatios hora, que según el mapa de radiación solar de El Salvador es uno de los índices más altos⁹. La radiación solar de la zona puede ser aprovechada para la eficiencia energética del proyecto.

9 Actualización del mapa de radiación solar de El Salvador.

1.4 Objetivos.

1.4.1 Objetivo General:

- Elaborar una propuesta de modelo de infraestructura de centro escolar autosustentable para educación básica.

1.4.2 Objetivos específicos:

- Realizar un diagnóstico del estado actual de la infraestructura educativa de la zona costera del Municipio de Jucuarán.
- Determinar qué sistemas son necesarios para lograr que un centro escolar sea autosustentable.
- Elaborar un diseño de centro escolar que sea eficiente y autosustentable.
- Determinar la factibilidad del modelo propuesto.

1.5 Alcances

- Tomar como modelo para el diseño de la propuesta un centro escolar de la zona costera del municipio.
- Disminuir en la mayor medida posible la dependencia del sistema eléctrico existente.
- Mejorar el saneamiento en las escuelas de la zona.
- Buscar una alternativa para el adecuado abastecimiento de agua.
- Determinar la factibilidad de la propuesta.

1.6 Limitaciones:

- El acceso a información por causa de negligencia de las autoridades encargadas de algunas instituciones.
- Poco interés por parte de los usuarios de conseguir una mejor eficiencia por medio de nuevas prácticas.
- Falta de antecedentes de los distintos centros escolares de la zona.

1.7 Esquema metodológico

PROPUESTA DE MODELO DE UN CENTRO ESCOLAR AUTOSUSTENTABLE DE EDUCACIÓN BÁSICA PARA LA ZONA COSTERA DEL MUNICIPIO DE JUCUARÁN, DEPARTAMENTO DE USULUTÁN

CAPITULO 1: CONCEPTUALIZACIÓN DEL PROBLEMA

Planteamiento del Problema

Enunciado del Problema

Justificación

Objetivos

Alcances

Limitaciones

Esquema Metodológico

Metodología

CAPITULO 2: MARCO REFERENCIAL

Marco conceptual

Marco histórico

Marco legal

CAPITULO 3: DIAGNOSTICO

Descripción general de los centros escolares de la zona costera del municipio de Jucuarán

Situación actual de los centros escolares

CAPITULO 4: DISEÑO Y PROPUESTA

Criterios de Diseño

Sistema de abastecimiento de agua potable para el Centro Escolar Caserío El Espino

Sistema de tratamiento de aguas residuales para el centro escolar caserío el espino.

Sistema de captación de agua pluvial para el centro escolar caserío el espino.

Manejo sanitario de los desechos sólidos en el centro escolar caserío el espino.

Sistema de paneles fotovoltaicos para el centro escolar caserío el espino.

Presupuesto de la propuesta.

Conclusiones.

Recomendaciones.

Bibliografía.

Anexos.

1.8 Metodología

Para la realización de la propuesta es necesario hacer uso de herramientas que ayuden o faciliten el procedimiento para lograr los objetivos finales.

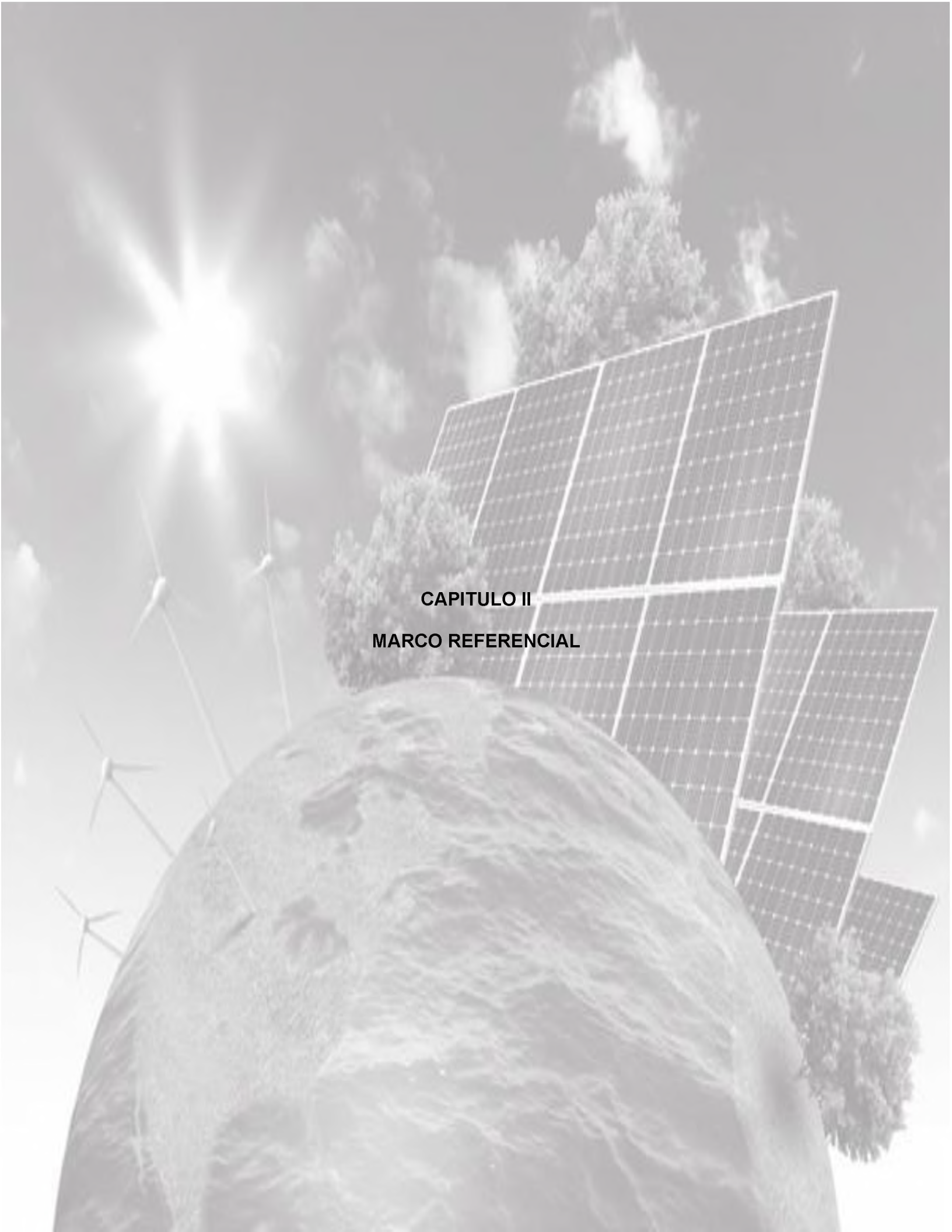
Para desarrollar en forma ordenada y coherente, se determinó un proceso de análisis, el cual permite seguir claramente la secuencia de los capítulos, en la que se divide el documento y describe lo que consiste cada una de ellas.

La Metodología constará en términos generales de cuatro capítulos, que serán las siguientes:

- **Capítulo 1: Conceptualización del problema**, este comprende las características en la situación problemática, constituye el punto de partida para la investigación. consta de las siguientes partes: planteamiento del problema, la justificación, objetivos, alcances, limitaciones, metodología de la investigación y finaliza con el cronograma.
- **Capítulo 2: Marco referencial**, Consiste en proporcionar la información necesaria que muestre la situación actual del área de estudio involucrando y apoyándose en tres aspectos como son el Aspecto Teórico o Conceptual, Aspecto Histórico y Aspecto Legal cada uno rigen a la investigación con normativas y dirigen a una mejor respuesta a la problemática.
- **Capítulo 3: Diagnóstico**, En este capítulo se analiza el estado actual del área de estudio en cuanto a los aspectos físicos y ambientales referentes al problema.

La realización de este capítulo se logrará a través de los siguientes métodos de obtener información:

- Descripción general de los centros escolares de la zona costera del municipio de Jucuarán.
 - Situación Actual de los Centros Escolares.
- **Capítulo 4: Diseño y propuesta**, consiste en identificar las necesidades físicas de la problemática y presentar la propuesta con la cual se dará solución a la problemática.



CAPITULO II
MARCO REFERENCIAL

2.1 MARCO CONCEPTUAL

2.1.1 Generalidades

Escuela sustentable: No existe una definición de escuela sustentable, ya que no se trata de hacer una escuela nueva completamente diferente a la anterior o a las demás de su localidad, si no de modificar poco a poco, y de la forma más sencilla la manera en que los recursos son manejados, de esta forma el desarrollo sea enfocado en alcanzar la sustentabilidad del país y del planeta.

Basado en lo anterior se puede decir que una escuela autosustentable es un lugar donde:

- Se reciclan, se reutilizan y reducen los materiales utilizados.
- Se produce y se ahorra energía.
- Se hace uso del recurso hídrico de forma consciente y sana.
- Se evita contaminar el terreno natural.

Para disfrutar del aprendizaje los alumnos deben desarrollar jornadas en un ambiente propicio como libre de contaminantes, malos olores y un clima agradable. Para lograr obtener lo anterior deben de formularse estrategias o sistemas que ayuden a alcanzar ese objetivo y que no afecte el medio ambiente.

Con el tiempo ha venido surgiendo la necesidad de estructuras independientes y ecológicas que puedan llevar a otro nivel el concepto de infraestructura educativa autosustentable. En este capítulo se describirán los sistemas que se consideran necesarios para alcanzar la autosustentabilidad para un centro educativo de educación media.

2.1.2 Sistema de abastecimiento de agua potable.

Un sistema de abastecimiento de agua potable es un conjunto de obras que permiten que una comunidad pueda obtener el agua para fines de consumo doméstico, servicios públicos, industrial y otros usos. El agua suministrada debe ser en cantidades suficientes y de buena calidad.

Componentes de un sistema de abastecimiento de agua:

1. Fuente de abastecimiento.
2. Captación.
3. Línea de impelencia.
4. Almacenamiento.
5. Red de distribución.

2.1.2.1 Fuentes de abastecimiento

El origen de las fuentes de que se sirve el hombre para su desenvolvimiento cotidiano es el Ciclo Hidrológico, o sea, los pasos del agua circulando durante el transcurso del tiempo a como través de distintos medios. Tomando punto de partida la evaporación del agua en la superficie del océano, el agua en estado gaseoso circula con la atmósfera presentando desplazamientos vertical y horizontal En la atmósfera se condensa y se precipita nuevamente a la superficie: tres cuartas partes al mismo océano y un poco menos de la cuarta parte a la superficie continental.

En el océano y en el continente inicia nuevamente el paso de evaporación y en la superficie continental llena lagos, se infiltra en el terreno y circula dentro de él para aflorar en áreas de menor elevación o hasta volver subterráneamente al mar, se

retiene en la vegetación y finalmente escurre superficialmente y forma cauces desembocando en lagos o vasos de almacenamiento artificiales para su regulación a fin de usarla, o controlar los caudales de escurrimiento para su uso, de la superficie del terreno se produce la evaporación de agua que transporta la atmósfera junto con la que transpiran los organismos animales y vegetales y el resto vuelve al mar.

Así, gracias al ciclo hidrológico, se encuentran disponibles en la naturaleza las siguientes fuentes de abastecimiento.

- a) Agua superficial;
- b) Agua subterránea;
- e) Agua atmosférica y
- d) Agua salada



Imagen 2.1: Esquema del ciclo hidrológico. Fuente: Programa Hidrológico internacional (PHI) UNESCO.

Hay dos grandes fuentes de abastecimiento de agua potable: las aguas superficiales y las aguas subterráneas. Es importante destacar que el abastecimiento de agua potable no depende solamente de qué fuente esté disponible, sino también de la cantidad y calidad del agua.

Las aguas superficiales incluyen ríos, lagos y acuíferos superficiales que no estén confinados. Algunas ventajas obvias de las aguas superficiales son su disponibilidad y que están visibles: son fácilmente alcanzadas para el abastecimiento y su contaminación puede ser removida con relativa facilidad. Generalmente las fuentes superficiales tienen aguas blandas; por estar abiertas a la atmósfera tienen un alto contenido de oxígeno, el cual oxida y remueve el hierro y manganeso en las aguas crudas.

Normalmente las aguas superficiales están libres de sulfuro de hidrógeno, el cual produce un ofensivo olor, similar al de los huevos podridos. Las aguas superficiales pueden sanearse cuando son contaminadas. Por otra parte, las aguas superficiales son variables en cantidad y se contaminan fácilmente por descargas de aguas residuales; su alta actividad biológica puede producir sabor y olor aun cuando el agua haya sido tratada. Las aguas superficiales pueden tener alta turbiedad y color, lo cual requiere un tratamiento adicional; generalmente tienen mucha materia orgánica que forma trihalometanos (conocidos cancerígenos) cuando se usa cloro para la desinfección.

Las fuentes subterráneas están generalmente mejor protegidas de la contaminación que las fuentes superficiales, por lo que su calidad es más uniforme. El color natural y la materia orgánica son más bajos en las aguas subterráneas que en las superficiales de allí que el tratamiento para remoción de color no lo requieren; esto al mismo tiempo significa que los trihalometanos son bajos en las aguas tratadas producidas a partir de aguas subterráneas.

Es menos probable que las aguas subterráneas tengan sabor y olor, contaminación producida por actividad biológica. Las aguas subterráneas no son corrosivas porque el bajo contenido de oxígeno disuelto en ellas reduce la posibilidad de que entre en juego la media reacción química necesaria a la corrosión.

Las desventajas del agua subterránea incluyen la comparativa inaccesibilidad de estas fuentes; las concentraciones de sulfuro de hidrógeno son producidas en un ambiente de bajo oxígeno y estas son las condiciones típicas encontradas en las aguas subterráneas.

Las características reductoras de estas aguas solubilizan al hierro y manganeso, los cuales, al entrar en contacto con el oxígeno durante el consumo del agua, forman precipitados que tienden a manchar la superficie de los muebles sanitarios.

2.1.2.2 Captación

Las obras de captación son las obras civiles y equipos electromecánicos que se utilizan para reunir y disponer adecuadamente del agua superficial o subterránea de la fuente de abastecimiento. Dichas obras varían de acuerdo con la naturaleza de la fuente de abastecimiento, su localización y magnitud. El diseño de la obra de captación debe ser tal que se prevean las posibilidades de contaminación del agua, para evitarlas. Es necesario desglosar al término general de "obras de captación" en el dispositivo de captación propiamente dicho y las estructuras complementarias que hacen posible su buen funcionamiento.

Un dique toma, por ejemplo, es una estructura complementaria, ya que su función es represar las aguas de un río, a fin de asegurar una carga hidráulica suficiente para la entrada de una cantidad predeterminada de agua en el sistema, a través del dispositivo de captación.

Dicho dispositivo puede consistir en un simple tubo, la pichanca de una bomba, un tanque, un canal, una galería filtrante, etc., y representa aquella parte vital de las obras de toma, que asegura bajo cualquier condición de régimen la captación de las aguas en la cantidad y calidad previstas.

Mientras los requisitos primordiales del dique son la estabilidad y durabilidad, el mérito principal de los dispositivos de captación radica en su buen funcionamiento hidráulico.

Las obras de captación son las que se construyen para reunir adecuadamente aguas aprovechables. Dichas obras varían de acuerdo con la naturaleza de la fuente de abastecimiento, su localización y su magnitud.

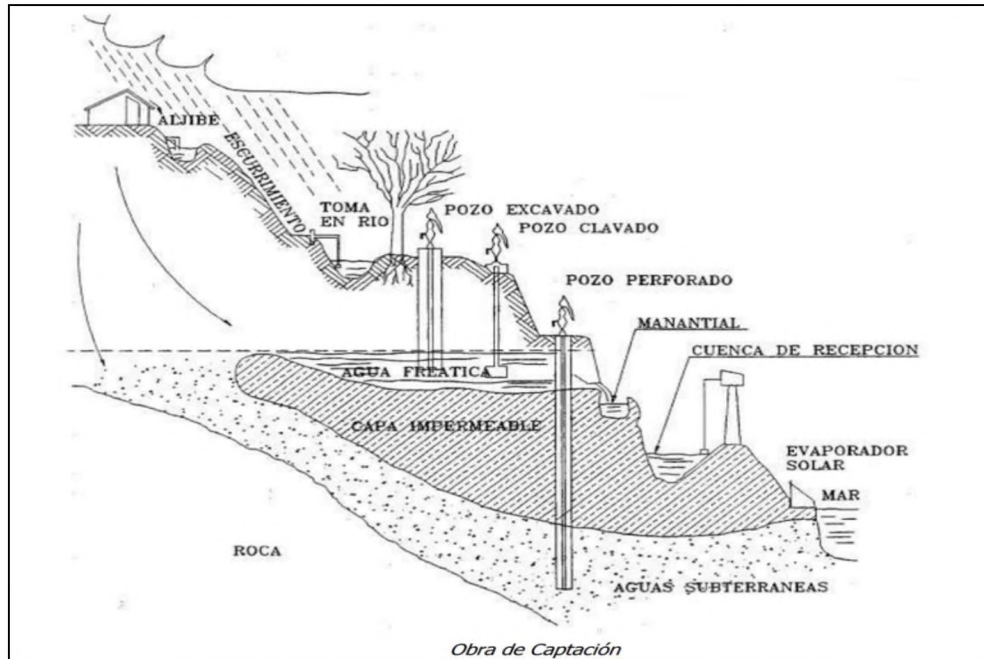


Imagen 2.2: Fuentes de captación. Fuente: Obras de captación y sistemas de agua potable.

2.1.2.3 Captación de agua subterránea

El agua subterránea existe casi en cualquier parte por debajo de la superficie terrestre, la exploración de esta consiste básicamente en determinar en dónde se encuentra bajo las condiciones que le permitan llegar rápidamente a los pozos a fin de poder ser utilizada en forma económica. La manera práctica de hacer lo anterior incluye la aplicación de conocimientos técnicos, experiencia en la perforación y sentido común.

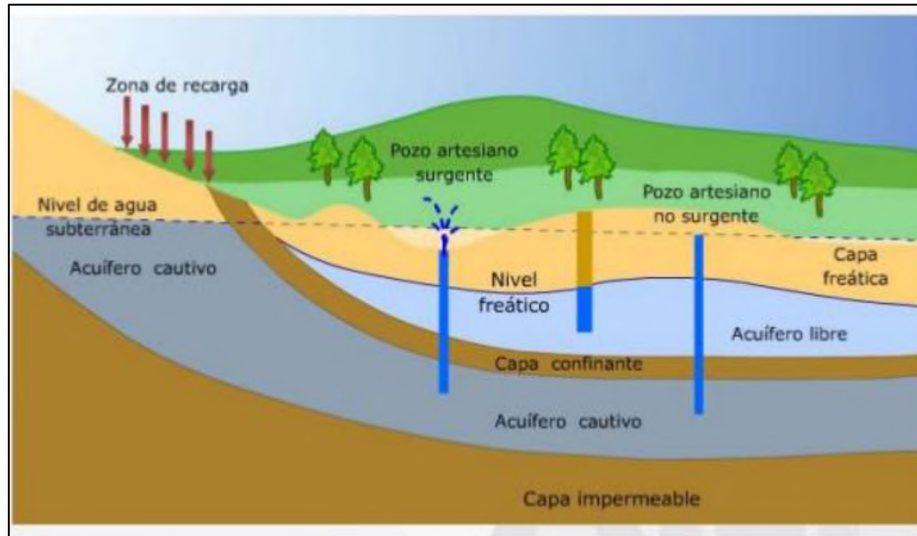


Imagen 2.3: *Diagrama de agua subterránea*. Fuente: La hidrósfera, Biología y Geología, 1º de E.S.O

A continuación, se describe un enfoque para realizar una exploración del agua subterránea. Ciertos indicios útiles en la localización de abastecimientos de agua subterránea son por ejemplo, que ésta probablemente se encuentra en mayores cantidades bajo los valles que en las partes altas; en las zonas áridas cierto tipo de plantas; nos indican que el agua que las nutre se encuentra a poca profundidad; asimismo en las áreas en donde el agua aparece superficialmente como son manantiales, pantanos y lagos, también debe existir agua subterránea aunque no necesariamente en grandes cantidades o de buena calidad; sin embargo, los indicios más valiosos son las rocas, ya que los hidrólogos y los geólogos las agrupan sin importar que sean consolidadas como las areniscas, calizas, granitos y basaltos; o no consolidadas como las gravas, arenas y arcillas.

La grava, la arena y las calizas, son las mejores conductoras del agua, sin embargo, solo constituyen una parte de las rocas que forman la corteza terrestre y no todas ellas aportan la misma cantidad de agua.

La mayor parte de las rocas constituidas de arcilla, lutitas y rocas cristalinas son en general pobres productoras, pero pueden aportar agua suficiente para usos domésticos en las áreas en donde no se encuentran buenos acuíferos.

2.1.2.4 Pozos someros.

Los pozos someros o artesanales a cielo abierto son aquellos que permiten la explotación del agua freática. Se construyen con picos y palas; tienen diámetros mínimos de 1.5 m. y no más de 30 m. de profundidad.

Para permitir el paso del agua a través de las paredes de los pozos someros se dejan perforaciones de 25mm de diámetro con espaciamiento entre 15 y 25 cm, centro a centro.

Si las paredes del pozo son de mampostería de piedra o tabique, se dejan espacios sin juntar en el estrato permeable para permitir el paso del agua.

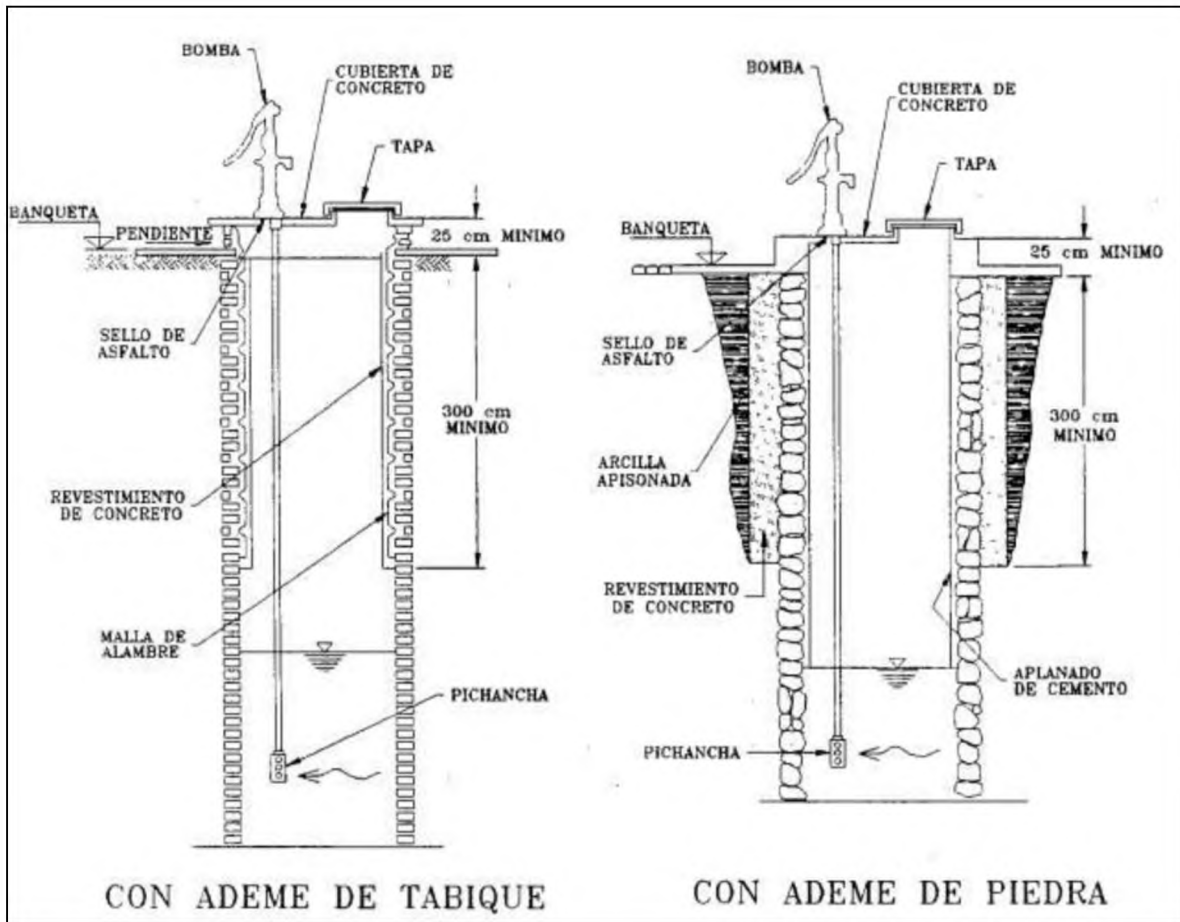


Imagen 2.4: *Perfiles de pozos someros o artesanales.* Fuente: Obras de captación y sistemas de agua potable.

2.1.2.5 Líneas de conducción

Se llama " Línea de conducción " al conjunto integrado por tuberías, estaciones de bombeo y accesorios cuyo objetivo es transportar el agua, procedente de la fuente de abastecimiento, a partir de la obra de captación, hasta el sitio donde se localiza el tanque de regularización, planta potabilizadora o directamente a la red de distribución.

Esta conducción, se puede efectuar de dos maneras, dependiendo de la ubicación de la fuente de abastecimiento con respecto a las obras de regularización.

Si la fuente de abastecimiento se encuentra en un nivel topográfico arriba del tanque de almacenamiento, la conducción se realizará por gravedad, ya sea trabajando como canal (sin presión), o como tubo (a presión), siendo este último el más común en las obras de abastecimiento de agua potable.

Si la fuente de abastecimiento se encuentra a un nivel topográfico abajo del tanque de regularización, la conducción se realiza por bombeo.

Podemos Clasificar las líneas de conducción en los siguientes grupos:

1. Por gravedad
2. Por Bombeo
3. Una combinación de ambas (mixta)

Línea de Conducción por Bombeo.

Cuando las condiciones del terreno o el gasto necesario del suministro de agua no permiten el diseño de la línea de conducción por gravedad, se utiliza el bombeo, teniendo dos variantes.

La primera es utilización de bombas, más el almacenado de cierta cantidad de agua. En general, cuando se emplea este método, el exceso de agua se almacena en un tanque elevado durante los periodos de bajo consumo. Durante los periodos de alto consumo el agua almacenada se utiliza para aumentar la suministrada por la bomba.

Este sistema permite obtener un rendimiento uniforme en las bombas y, por lo tanto, es económico, ya que se puede hacer trabajar a las bombas en condiciones óptimas.

Por otra parte, como el agua almacenada proporciona una reserva que puede utilizarse en los casos de incendio y cuando se producen averías en las bombas, este método de operación proporciona una amplia seguridad.

La segunda opción es la de la utilización de bombas sin almacenamiento, en este caso las bombas introducen el agua directamente en la tubería sin otra salida que la del agua realmente consumida. Es el sistema menos deseable, ya que una avería en la fuente de energía ocasionaría una interrupción completa en el suministro de agua. Al variar el consumo, la presión en las tuberías fluctuara fácilmente. Si las bombas se accionan eléctricamente, su punta de consumo es fácil que coincida con la de la demanda general, lo que incrementa el costo de energía.

2.1.2.6 Almacenamiento

Tanque de almacenamiento

Es la parte del sistema de abastecimiento que permite enviar un gasto constante desde la fuente de abastecimiento y satisfacer las demandas de agua que son variables en la población.

Estos tanques se construyen con el objeto de no suspender el servicio por alguna reparación o algún imprevisto como un incendio, ya que se acumula el agua cuando la demanda es menor que el gasto de llegada y dicha agua es utilizado cuando la demanda es mayor en la red de distribución.

Tanques Elevados.

Los tanques elevados se emplean cuando no es posible construir un tanque superficial ya que la elevación natural no es la adecuada.

El tanque elevado se refiere a la estructura integral que consiste en el tanque, la torre y la tubería elevadora.

2.1.2.7 Distribución

Después de la regularización o del tanque de almacenamiento, el agua en el sistema pasa a los propios consumidores, un sistema de distribución proporciona un amplio suministro de agua potable, cuándo y dónde se requiera dentro de la zona de servicio.

El sistema debe mantener las presiones adecuadas para los usos residenciales, comerciales e industriales normales, al igual que proporcionar el abastecimiento necesario para la protección contra incendio.

A veces se requieren bombeos auxiliares para poder servir a las zonas más elevadas o a los consumidores más remotos.

El sistema de distribución incluye bombas, tuberías, válvulas de regulación, acometidas domiciliarias, líneas principales y medidores. Todas estas partes son colocadas de acuerdo con el tipo de sistema que se esté empleando en una zona.

2.1.2.8 Diseño de una red de abastecimiento de agua potable.

Método de ajustes de gradientes hidráulicos

El método de Ajustes de Gradiente Hidráulico orienta de inmediato al Ingeniero para seguir el camino respetando los gastos locales, de tal manera de balancear la red, escogiendo los diámetros más apropiados, tomando simultáneamente en consideración las condiciones topográficas y por ende las alturas piezométricas.

Construir gráficamente cada circuito cerrado con su diagrama de flujo, proponiendo diámetros de tubería que satisfagan los consumos o gastos locales. Se asume que los gastos son proporcionales a las longitudes de los tramos, pero en general puede ser cualquier distribución. Debe respetarse la condición $\Sigma Q = 0$, en cada nodo, sin embargo, la libertad de escoger los caminos está restringido por el factor económico, que en este caso señalaría la conveniencia de aprovechar los mayores gradientes del terreno, para conducir la mayor cantidad de agua, sin dejar de lado la satisfacción de gastos locales.

El paso siguiente consiste en dibujar los perfiles del terreno de cada uno de los circuitos cerrados para lo cual se utilizan las elevaciones de este que corresponden a los nudos.

A partir de un punto de entronque y conociendo la presión de trabajo y el caudal de alimentación, se extiende el equilibrio en todos los circuitos, trabajándolos uno por uno, para ello se utiliza la fórmula de Hazen Williams:

$$h_f = \frac{1747.632Q^{1.85}L}{C^{1.85}D^{4.87}}$$

Donde:

D = Diámetro en m.

Q = Caudal de aducción, en m³ / s

C = Coeficiente de Hazen Williams.

Sf = Perdidas de carga unitaria en m/m.

Finalmente se revisa que tanto las presiones y las velocidades, que estén dentro de los parámetros establecidos en las normas técnicas de ANDA.

2.1.2.9 Uso eficiente del agua potable.

El uso eficiente del agua implica, comprender los hábitos de consumo para emprender acciones que permitan generar un cambio en el comportamiento del uso hacia la eficiencia, esto significa modificar prácticas y comportamientos de los usuarios, para maximizar el uso de la infraestructura existente y favorecer la sustentabilidad de los ecosistemas vitales, ahorrando agua y minimizando la contaminación.

Las estrategias de uso eficiente y ahorro de agua se encuentran en función de las prácticas de ingeniería y las prácticas de conducta o comportamiento social. En este sentido los centros educativos representan espacios importantes para la formación de nuevos usuarios conscientes de la necesidad de usar de manera eficiente el recurso hídrico.

Se hace necesario identificar los usuarios del agua y sus hábitos de consumo, con el fin de generar procesos de comprensión y herramientas de gestión en torno al uso del agua, que conduzcan a la reducción o prevención de fugas en la red de distribución al igual que un cambio en la actitud de la población frente al consumo responsable.

El uso eficiente del agua es uno de los objetivos de la gestión de la demanda, incluye cualquier medida, ya sea preventiva o correctiva, que reduzca la cantidad de agua que se utiliza por cada actividad y que favorezca el mantenimiento o mejoramiento de la calidad del agua, al igual que cualquier reducción o prevención de pérdida de agua que sea de beneficio para la sociedad en su conjunto. Contiene tres aspectos importantes: el uso, la eficiencia y el agua. El uso significa que es susceptible a la intervención humana, a través de alguna actividad que puede ser productiva,

recreativa o para su salud y bienestar. La eficiencia tiene implícito el principio de escasez, pues el agua dulce es un recurso escaso, finito y limitado, que debe ser bien manejado, de manera equitativa, considerando aspectos socioeconómicos y de género (Sánchez, L y Sánchez, A, 2.004).

2.1.2.10 Demanda de agua en centros educativos.

Las pérdidas de agua en un sistema de distribución se clasifican en pérdidas técnicas y perdidas aparentes. Las primeras tratan de las pérdidas reales del recurso, pérdidas físicas que se presentan en los distintos componentes del sistema (sistemas de almacenamiento, conducciones, redes de distribución y acometidas), En cuanto a las perdidas aparentes, estas se derivan de los errores y la ausencia de micro medición (De la Vega, H y Espinoza, J, 1.991).

En cuanto al uso o demanda de agua, pueden clasificarse en usos consuntivos o usos no consuntivos. Los primeros son aquellos en donde el agua es empleada en diversas operaciones, pero no es descargada a los sistemas de drenaje o alcantarillado; los usos no consuntivos, es el agua empleada en operaciones rutinarias, la cual, ya utilizada, se descarga a la red de alcantarillado sanitario o se entrega para ser reutilizada en otros procesos (Víctor J. Bourguett, O. et al, 2.003).

La gestión del agua en instituciones o centros educativos implica un control eficiente y eficaz tanto en los sistemas de distribución, como en los consumidores de agua. Según Jorgensen et al, (2.009) es esencial reconocer las variables que influyen en el uso del recurso, por lo tanto, se requiere establecer los hábitos de consumo que implica comprender como el agua es utilizada, en qué cantidad (volúmenes de consumo) y en qué actividades (puntos de consumo estratégicos) con el fin de generar metodologías y herramientas que contribuyan a lograr la eficiencia en el consumo de agua.

2.1.3 Tratamiento de aguas residuales

Las aguas residuales son generadas por residencias, instituciones y locales comerciales e industriales. Estas pueden ser tratadas dentro del sitio en el cual son generadas (por ejemplo: tanques sépticos u otros medios de depuración) o bien pueden ser recogidas y llevadas mediante una red de tuberías y eventualmente bombas a una planta de tratamiento municipal. Los esfuerzos para recolectar y tratar las aguas residuales domésticas de la descarga están típicamente sujetas a regulaciones y estándares locales, estatales y federales (regulaciones y controles). A menudo ciertos contaminantes de origen industrial presentes en las aguas residuales requieren procesos de tratamiento especializado.

Residuos que pueden causar problemas de salud incluyen los excrementos de seres humanos y animales, residuos sólidos, aguas residuales domésticas (aguas negras o aguas grises) y desechos industriales y agrícolas. Se pueden hacer formas higiénicas de prevención con soluciones de ingeniería (por ejemplo, alcantarillados Sanitarios, depuración de aguas residuales, manejo de escorrentía, manejo de residuos sólidos y manejo de excrementos) y con tecnologías sencillas (por ejemplo, letrinas de hoyo, baños secos, baños secos que desvían orinas, fosas sépticas), o simplemente con cambios en el comportamiento de las personas como mejor higiene de manos.

Aportar saneamiento a la gente requiere un abordaje sistémico, frente a uno que sólo se concentre en el inodoro o en el tratamiento de aguas residuales. Hace falta la consideración rigurosa de la experiencia del usuario, de los excrementos, de los métodos de recogida de aguas residuales, del transporte de residuos y del tratamiento, reutilización o eliminación de excrementos.

2.1.3.1 Sistema de aguas residuales sin recolección en red de tuberías

Existen sistemas que pueden ser construidos por los usuarios sin mayores dificultades técnicas, y otros donde se incluyen equipos fabricados por empresas privadas, para este proyecto el sistema utilizado es el siguiente:

Biodigestor clarificador: Este sistema usa un biodigestor prefabricado y una zanja de infiltración para el tratamiento de las aguas residuales producidas. Las aguas negras generadas (con excretas) son conducidas a un biodigestor prefabricado y posteriormente transferidas a una zanja de infiltración.

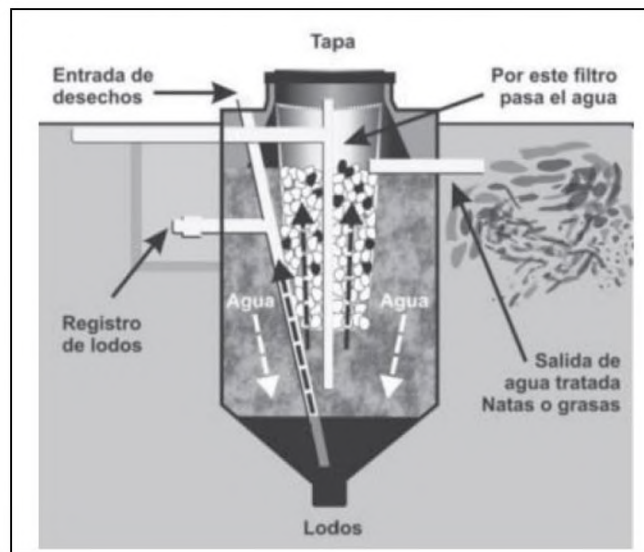


Imagen 2.5: *Biodigestor clarificador prefabricado*. Fuente: Guía de orientación en saneamiento básico.

2.1.3.2 Biojardinera.

Se propone que los sistemas para el tratamiento de las aguas residuales se inicien mejorando los hábitos de consumo de la población y que, al llevar a cabo tratamientos, estos se realicen de acuerdo con cada descarga, origen y contenidos específicos de la misma. En el caso de las aguas grises. Esas aguas contienen diversos contaminantes del tipo orgánico y del tipo nutrientes. Pudiendo entonces

contener bacterias o elementos que con procedimientos sencillos puedan recuperarse y reutilizarse. Por ello, si las aguas grises no son tratadas en forma adecuada para mejorar su calidad se estará produciendo un impacto negativo al ambiente, se producen malos olores y se estará al frente de focos para la posible transmisión de enfermedades.

Las aguas grises, de los lavamanos, duchas, lavandería y cocina, son las que se producen en mayor cantidad (cerca del 80% de todas las aguas domésticas saliendo de una casa) y al mezclarlas con las aguas provenientes de los inodoros, complican en forma significativa sus niveles de contaminación. Lo cual hará que al infiltrarlas o llevarlas a un cauce, potencialmente sean un vehículo de diseminación más rápido de las bacterias que producen enfermedades, al estar entonces directamente vinculadas con las heces.

El agua gris contiene nutrientes como nitrógeno y fósforo (que vienen principalmente de los detergentes y jabones). Las plantas de pantano se pueden “alimentar” de estos nutrientes, por lo que los toman del agua y los aprovechan para su crecimiento. Incorporando el sistema de filtros-jardinera, se puede reutilizar hasta un 70% del agua que ingresa al filtro. El agua sale mucho más limpia que cuando ingresó al filtro y puede ser utilizada para riego de árboles, jardines o plantas de ornato. Del 30% restante, las plantas utilizan una parte para su crecimiento y evaporan otra.

El efluente de las aguas grises saliendo del pretratamiento (trampa de grasas), es posible entonces, pasarlo inmediatamente después a través de una biojardinera; la cual es una excavación rellena con piedras, donde se colocan plantas tropicales, tipo platanillos, heliconias, Aneas, los Juncos, y Césped Común de Caña etc.

De esa manera, se le da un tratamiento físico por filtración horizontal y biológica, por la extracción de materia que hacen las plantas y la inoculación de oxígeno que

simultáneamente se estará llevando a cabo por medio de las raíces. Los efluentes, de mucha mejor calidad, serán útiles para el riego de jardines.

Las plantas en la biojardinera se deberán sembrar, una semana después que el sistema ha comenzado su funcionamiento. Considerando que, durante este período, el nivel de aguas dentro de la biojardinera ha alcanzado el nivel de salida y ya existe desarrollo bacteriano propicio para la alimentación de estas.

El tamaño de una biojardinera o humedal construido depende de la cantidad de efluente que va a entrar y de la cantidad de la Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO) que se necesita reducir. En general, 1 metro cúbico de humedal puede procesar acerca de 135 litros de las aguas grises.

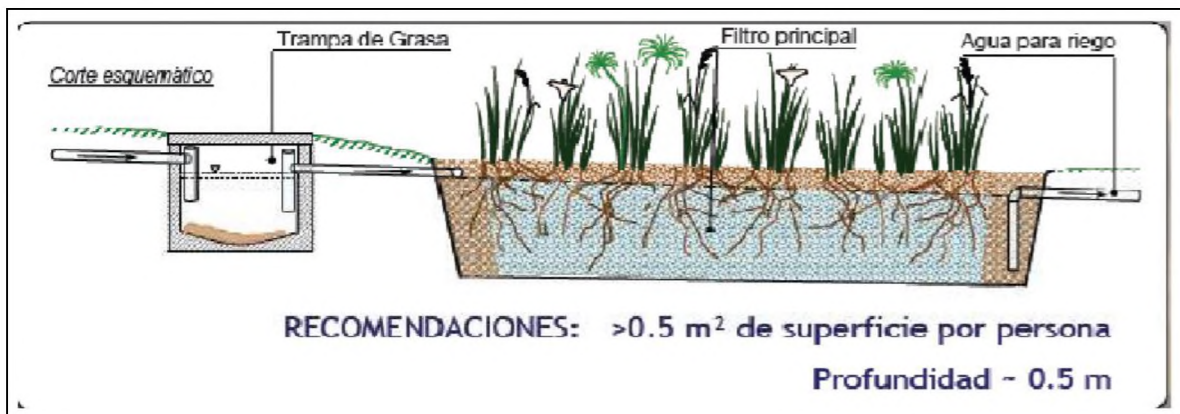


Imagen 2.6: *Biojardinera y sus componentes*. Fuente: Manual de biojardineras, Instituto Nicaragüense de acueductos y alcantarillados.

Ecuaciones

Para determinar el tamaño de la biojardinera, se debe primero determinar la temperatura mínima del ambiente del sitio propuesto, la cantidad de DBO producido actualmente, y el nivel de DBO deseado para el agua del efluente. Así mismo se

puede calcular el tamaño variando la profundidad de 40 a 85 centímetros para encontrar el apropiado. Por ejemplo, si hay restricción en el área de terreno disponible para la biojardinera, una profundidad de 85 cm disminuirá el tamaño del sistema.

Las fórmulas a continuación nos permiten calcular el tamaño de la biojardinera. Estas están basadas en la remoción de materia orgánica utilizando la demanda bioquímica de oxígeno (DBO5 ;5 días y 20°C), como parámetro fundamental.

1. Velocidad de reacción.

Se calcula utilizando la ecuación 2.1 a continuación y un k_{20} igual a 1.19 día^{-1} tomado de "Tratamiento de Aguas Residuales Domésticas e industriales a través de la Tecnología de Biofiltro" 07/08/2001. UNI-CIEMA.

$$K_r = K_{20}(1.06^{(T-20)}), \text{Ec. 2.1}$$

2. Tiempo de retención.

Es el tiempo en días necesarios para reducir el DBO entrante al DBO meta en la salida.

$$t = \frac{-\ln\left(\frac{C}{C_0}\right)}{K_r}, \text{Ec. 2.2}$$

Dónde:

- C_0 es la concentración del DBO del agua que entra el sistema ($\text{mg/L} = \text{g/m}^3$)
- C es la concentración de DBO deseada del agua ($\text{mg/L} = \text{g/m}^3$) que sale del sistema, o la meta.
- K_r es la velocidad de reacción.

Los valores de DBO razonable están entre 10 y 20 mg/L; un humedal construido puede disminuir los niveles de DBO, pero no los puede eliminar. Para nuestro caso el período de detención varía entre 2 y 4 días.

3. Tasa de carga orgánica.

Con esta ecuación se calculará la masa de DBO por área por día que el sistema recibirá (g DBO /m²-día). En general, esta tasa no debe exceder 11.2 g DBO /m²-día.

$$L_{org} = \frac{(C)(d_w)(n)}{t}, Ec. 2.3$$

Donde:

- C es el nivel de DBO (mg/L = g/m³) del agua influyente.
- dw (m) es la profundidad de la biojardinera, que puede ser típicamente de 0.4 m a 0.85 m.

Entre más profundo se encuentre el sustrato, mayor será la carga que el sistema puede procesar, pero si el sustrato es demasiado profundo, las condiciones en el fondo llegan a ser anaeróbicas y pueden suceder que la eliminación del DBO y nutrientes se vea reducida.

La porosidad efectiva del sustrato, η es definida como la proporción del volumen no sólido al volumen total de la materia, sin dimensión, y puede ser determinado de la siguiente tabla según el tamaño de grava escogido.

Tabla 2.1: Porosidad efectiva del sustrato n.

Sustrato	Tamaño efectivo d_{10}^* , mm	Porosidad efectiva, n
Arena (media)	1	0.3
Arena (Grueso)	2	0.32
Arena con grava	8	0.35
Grava (media)	32	0.4
Grava (Grueso)	128	0.45

Fuente: *Manual de biojardineras, Instituto Nicaragüense de acueductos y alcantarillados.*

4. Área del terreno.

Para determinar el área del terreno necesaria para la cama del humedal construido de flujo subterráneo (m²), se utiliza la ecuación a continuación:

$$A_s = \frac{(Q_{ave})(t)}{(n)(d_w)}, \text{ Ec. 2.4}$$

Dónde:

Qave es el flujo diario medio por el humedal (m³/día).

t es el tiempo de detención calculado arriba en día.

dw es la profundidad del medio (m). Utilice el mismo valor para η determinado en la ecuación anterior.

Y finalmente, para calcular las dimensiones de la biojardinera (m), utilice las expresiones siguientes:

5. Ancho de la biojardinera.

$$W = \left(\frac{A_s}{R_A}\right)^{1/2}, Ec. 2.5$$

Dónde:

w igual al ancho (m),

As es el área del humedal (m²),

RA es la proporción, como longitud/ancho.

Para humedales construidos de flujo subterráneos, los autores Crites and Tchobanoglous (1998) recomiendan que la proporción esté entre 2:1 y 4:1, pero Salte et al. (1998) no encontró una diferencia significativa de la reducción de nutrientes ni DBO en tres humedales construidos de 25m² tratando efluente doméstico con proporciones de aspecto que recorren de 4:1, 10:1, y 30:1 sobre un período de dos años (Dallas 2005).

6. Longitud de la biojardinera.

La longitud, L, de la biojardinera construida (m) puede ser calculado por la expresión:

$$i = \frac{A_s}{w}, Ec. 2.6$$

2.1.3.3 Trampa de grasas.

El empleo de trampa de grasa es de carácter obligatorio para el acondicionamiento de las descargas de los lavaderos, lavaplatos u otros aparatos sanitarios instalados

en restaurantes, cocinas de hoteles, hospitales y similares, donde exista el peligro de introducir cantidad suficiente de grasa que afecte el buen funcionamiento del sistema de evacuación de las aguas residuales, así como de las descargas de lavanderías de ropa.

Requisitos previos.

- a) Los desechos de los desmenuzadores de desperdicios no se deben descargar a la trampa de grasa.
- b) Las trampas de grasa deberán ubicarse próximas a los aparatos sanitarios que descarguen desechos grasos, y por ningún motivo deberán ingresar aguas residuales provenientes de los servicios higiénicos.
- c) Las trampas de grasa deberán proyectarse de modo que sean fácilmente accesibles para su limpieza y eliminación o extracción de las grasas acumuladas.
- d) Las trampas de grasa deberán ubicarse en lugares cercanos en donde se preparan alimentos.
- e) La capacidad mínima de la trampa de grasa debe ser de 300 litros.
- f) En el caso de grandes instalaciones como hospitales o restaurantes que atiendan a más de 50 personas, deberán considerar la instalación de dos trampas de grasa.

- g) No es obligatorio diseñar trampa de grasa para viviendas unifamiliares.
- h) Las trampas de grasa pueden ser construidas de metal, ladrillos y concreto, de forma rectangular o circular.
- i) Las trampas de grasa se ubicarán en sitios donde puedan ser inspeccionadas y con fácil acceso para limpiarlas. No se permitirá colocar encima o inmediato a ello maquinarias o equipo que pudiera impedir su adecuado mantenimiento.

Diseño de la trampa de grasa.

- a) La determinación del caudal de diseño se ejecutará a partir de las unidades de gasto según lo indicado en la siguiente tabla:

Tabla 2.2: Unidades de gasto de los aparatos sanitarios que descargan a la trampa de grasa.

Aparato sanitario	Tipo	Unidad de gasto
Lavadero de cocina.	Múltiple	2
Lavadero de repostería.	Hotel restaurante	4
Lavadero de ropa.		3

Fuente: Especificaciones técnicas para el diseño de trampa de grasa, Unidad de apoyo técnico para el saneamiento básico del área rural, OPS, CEPIS, UNATSABAR.

- b) El caudal máximo se calculará mediante la siguiente fórmula:

$$Q = 0.3\sqrt{\sum p}, Ec. 2.7$$

Donde:

- Q = Caudal máximo en lt/seg.
- $\sum p$ = Suma de todas las unidades de gasto a ser atendido por la trampa de grasa.

c) El volumen de la trampa de grasa se calculará para un período de retención entre 2,5 a 3,0 minutos.

Características de la trampa de grasas

a) La relación largo/ancho del área superficial de la trampa de grasa deberá estar comprendido entre 2:1 a 3:2.

b) La profundidad no deberá ser menor a 0,80 m.

c) El ingreso a la trampa de grasa se hará por medio de codo de 90° y un diámetro mínimo de 75 mm. La salida será por medio de una tee con un diámetro mínimo de 75 mm.

d) La parte inferior del codo de entrada deberá prolongarse hasta 0,15 m por debajo del nivel de líquido.

- e) La diferencia de nivel entre la tubería de ingreso y de salida deberá de ser no menor a 0,05 m.
- f) La parte superior del dispositivo de salida deberá dejar una luz libre para ventilación de no más de 0,05 m por debajo del nivel de la losa del techo.
- g) La parte inferior de la tubería de salida deberá estar no menos de 0,075 m ni más de 0,15 m del fondo.
- h) El espacio sobre el nivel del líquido y la parte inferior de la tapa deberá ser como mínimo 0,30 m.
- i) La trampa de grasa deberá ser de forma troncocónica o piramidal invertida con la pared del lado de salida vertical. El área horizontal de la base deberá ser de por lo menos 0,25 x 0,25 m por lado o de 0,25 m de diámetro. Y el lado inclinado deberá tener una pendiente entre 45° a 60° con respecto a la horizontal (ver imagen 2.27).
- j) Se podrá aceptar diseños con un depósito adjunto para almacenamiento de grasas, cuando la capacidad total supere los 0,6 m³ o donde el establecimiento trabaje en forma continua por más de 16 horas diarias.
- k) La trampa de grasa y el compartimento de almacenamiento de grasa estarán conectados a través de un vertedor de rebose, el cual deberá estar a 0,05 m por encima del nivel de agua.
El volumen máximo de acumulación de grasa será de por lo menos 1/3 del volumen total de la trampa de grasa (Imagen 2.28).

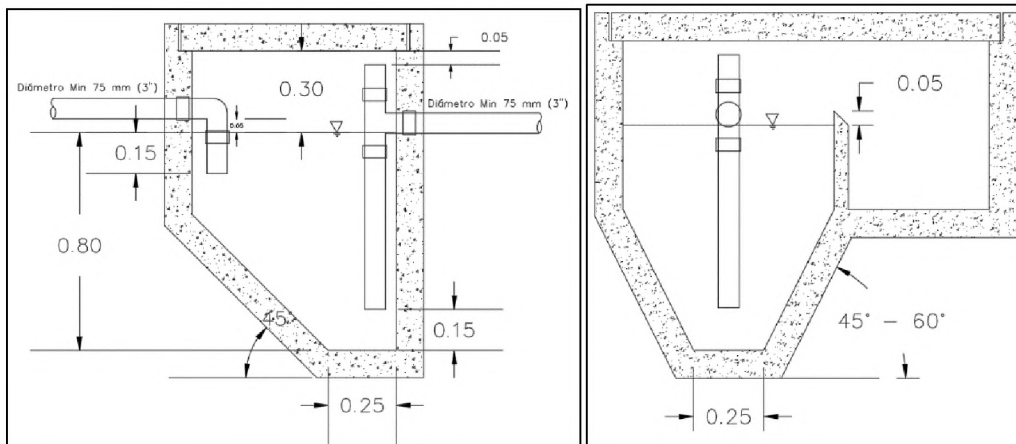


Imagen 2.7: Trampa de grasa simple y con depósito de acumulación de grasa.
 Fuente: Especificaciones técnicas para el diseño de trampa de grasa. Unidad de apoyo técnico para el saneamiento básico del área rural, OPS, CEPIS, UNATSABAR.

2.1.4 Captación de aguas lluvias.

La captación de agua de lluvia es un medio fácil de obtener agua para consumo humano y/o uso agrícola. En muchos lugares del mundo con alta o media precipitación y en donde no se dispone de agua en cantidad y calidad necesaria para consumo humano, se recurre al agua de lluvia como fuente de abastecimiento. Al efecto, el agua de lluvia es interceptada, colectada y almacenada en depósitos para su posterior uso. En la captación del agua de lluvia con fines domésticos se acostumbra a utilizar la superficie del techo como captación, conociéndose a este modelo como **SCAPT** (sistema de captación de agua pluvial en techos). Este modelo tiene un beneficio adicional y es que además de su ubicación minimiza la contaminación del agua. Adicionalmente, los excedentes de agua pueden ser empleados en pequeñas áreas verdes para la producción de algunos alimentos que puedan complementar su dieta.

2.1.4.1 Ventajas y desventajas

La captación de agua de lluvia para consumo humano presenta las siguientes ventajas:

- Alta calidad fisicoquímica del agua de lluvia,
- Sistema independiente y por lo tanto ideal para comunidades dispersas y alejadas,
- Empleo de mano de obra y/o materiales locales,
- No requiere energía para la operación del sistema,
- Fácil de mantener, y
- Comodidad y ahorro de tiempo en la recolección.

A su vez las desventajas de este método de abastecimiento de agua son las siguientes:

- Alto costo inicial que puede impedir su implementación por parte de las familias o instituciones de bajos recursos económicos, y
- La cantidad de agua captada depende de la precipitación del lugar y del área de captación.

2.1.4.2 Componentes

El sistema de captación de agua de lluvia en techos está compuesto de los siguientes elementos:

- a) *captación*: está conformado por el techo de la edificación, el mismo que deberá contar con pendiente y superficie adecuadas para que facilite el escurrimiento del agua de lluvia hacia el sistema de recolección. En el cálculo se debe considerar la proyección horizontal del techo.

Los materiales empleados en la construcción de techos para la captación de agua de lluvia son la plancha metálica ondulada, tejas de arcilla, paja, etc. La plancha metálica es liviana, fácil de instalar y necesita pocos cuidados, pero puede resultar costosa y difícil de encontrar en algunos lugares donde se intente proyectar este sistema.

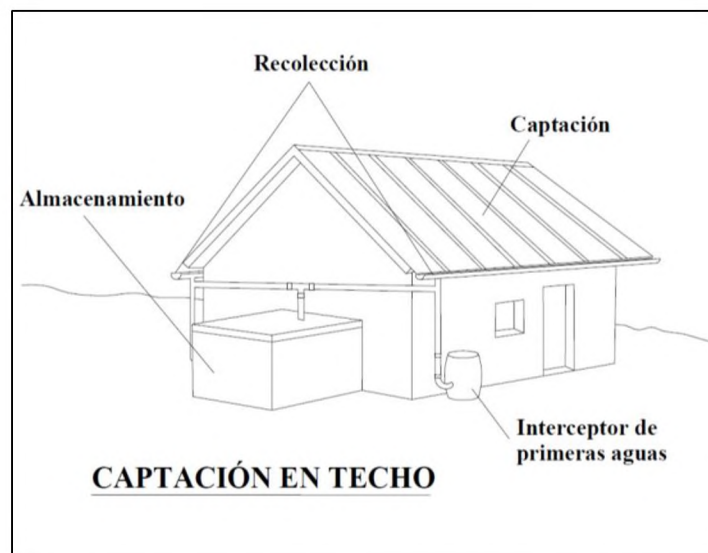


Imagen 2.8. *Captación de agua lluvia en techos*. Fuente: Guía de diseño para captación del agua lluvia, Organización Panamericana de la Salud, Área de desarrollo sostenible y salud ambiental, (2004).

b) *recolección y conducción*: Está conformado por las canaletas que van adosadas en los bordes más bajos del techo, en donde el agua tiende a acumularse antes de caer al suelo.

El material de las canaletas debe ser liviano, resistente al agua y fácil de unir entre sí, a fin de reducir las fugas de agua. Al efecto se puede emplear materiales, como el bambú, madera, metal o PVC.

Para el caso de las primeras aguas es necesario contar con un dispositivo de descarga, pues constituyen una posible fuente de contaminación.

c) *interceptor*: Conocido también como dispositivo de descarga de las primeras aguas provenientes del lavado del techo y que contiene todos los materiales que en él se encuentren en el momento del inicio de la lluvia. Este dispositivo impide que el material indeseable ingrese al tanque de almacenamiento y de este modo minimizar la contaminación del agua almacenada y de la que vaya a almacenarse posteriormente.

En el diseño del dispositivo se debe tener en cuenta el volumen de agua requerido para lavar el techo y que se estima en 1 litro por m² de techo.

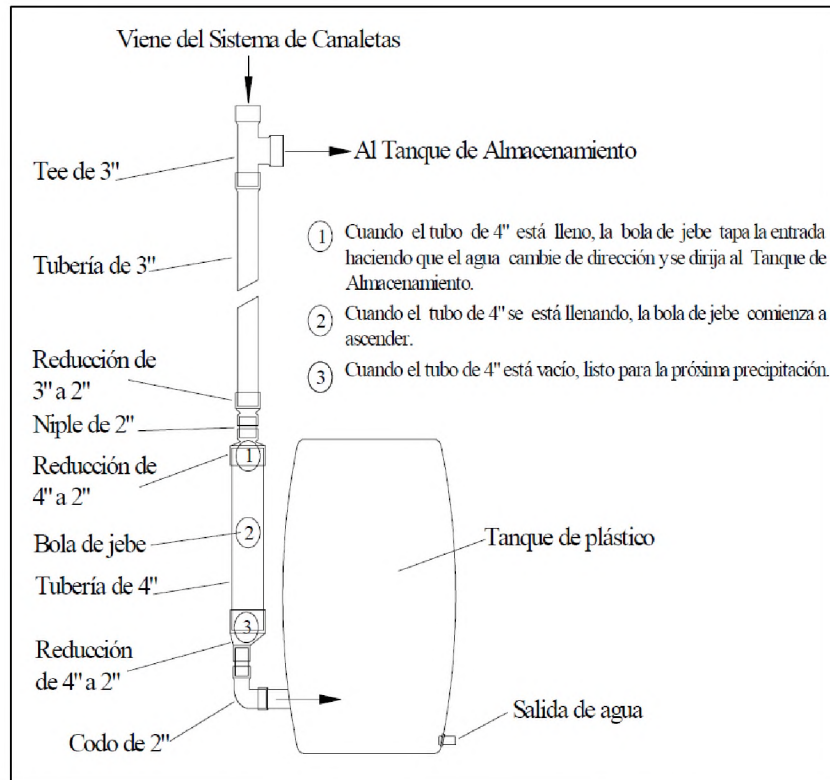


Imagen 2.9. *Interceptor primeras aguas*. Fuente: Guía de diseño para captación del agua lluvia, Organización Panamericana de la Salud, Área de desarrollo sostenible y salud ambiental, (2004).

d) *Almacenamiento*: Es la obra destinada a almacenar el volumen de agua de lluvia necesaria para el consumo diario, en especial durante el período de sequía. La unidad de almacenamiento debe ser duradera y al efecto debe cumplir con las especificaciones siguientes:

- Impermeable para evitar la pérdida de agua por goteo o transpiración,
- De no más de 2 m de altura para minimizar las sobre presiones,
- Con tapa para impedir el ingreso de polvo, insectos y de la luz solar,
- Disponer de una escotilla con tapa sanitaria lo suficientemente grande como para que permita el ingreso de una persona para la limpieza y reparaciones necesarias,

- La entrada y el rebose deben contar con mallas para evitar el ingreso de insectos y animales.
- Dotado de dispositivos para el retiro de agua y el drenaje.

Los tipos de tanques de almacenamiento de agua de lluvia que pueden ser empleados en el medio rural pudieran ser construidos con los materiales siguientes:

- Mampostería para volúmenes menores 100 a 500 L
- Ferro cemento para cualquier volumen.
- Concreto para cualquier volumen.

2.1.4.3 Tratamiento

Es necesaria que el agua retirada y destinada al consumo directo de las personas sea tratada antes de su ingesta. El tratamiento debe estar dirigido a la remoción de las partículas que no fueron retenidas por el dispositivo de intercepción de las primeras aguas, y en segundo lugar al acondicionamiento bacteriológico. El tratamiento puede efectuarse por medio de filtros de mesa de arena seguida de la desinfección con cloro.

2.1.4.4 Criterios de diseño

Este método conocido como: “Cálculo del Volumen del Tanque de Almacenamiento” toma como base de datos la precipitación de los 10 ó 15 últimos años. Mediante este cálculo se determina la cantidad de agua que es capaz de recolectarse por metro cuadrado de superficie de techo y a partir de ella se determina:

- a) El área de techo necesaria y la capacidad del tanque de almacenamiento, o
- b) El volumen de agua y la capacidad del tanque de almacenamiento para una determinada área de techo.

Los datos complementarios para el diseño son:

- Número de usuarios,
- Coeficiente de esorrentía;
 - calamina metálica 0.9
 - tejas de arcilla 0.8 - 0.9
 - madera 0.8 - 0.9
 - paja 0.6 - 0.7
- Demanda de agua.

Los pasos para seguir para el diseño del sistema de captación de agua de lluvia son:

2.1.4.5 Determinación de la precipitación promedio mensual

A partir de los datos promedio mensuales de precipitación de los últimos 10 ó 15 años se obtiene el valor promedio mensual del total de años evaluados. Este valor puede ser expresado en mm/mes, litros/m²/mes, capaz de ser recolectado en la superficie horizontal del techo.

$$P_{pi} = \frac{\sum_{i=1}^{i=n} P_i}{n}, Ec. 2.8$$

n: número de años evaluados

p_i: valor de precipitación mensual del mes "i", (mm)

P_{pi}: precipitación promedio mensual del mes "i" de todos los años evaluados. (mm/mes).

2.1.4.6 Determinación de la demanda

A partir de la dotación asumida por persona se calcula la cantidad de agua necesaria para atender las necesidades de la familia o familias a ser beneficiadas en cada uno de los meses.

$$D_i = \frac{N_u \times N_d \times D_{ot}}{1000}, Ec. 2.9$$

Nu: número de usuarios que se benefician del sistema.

Nd: número de días del mes analizado

Dot: dotación (L/personaxdía)

Di: demanda mensual (m³)

2.1.4.7 Determinación del volumen del tanque de abastecimiento

Teniendo en cuenta los promedios mensuales de precipitaciones de todos los años evaluados, el material del techo y el coeficiente de escorrentía se procede a determinar la cantidad de agua captada para diferentes áreas de techo y por mes.

$$A_i = \frac{P_{pi} \times C_e \times A_c}{1000}, Ec 2.10$$

Ppi: precipitación promedio mensual (litros/m²)

Ce: coeficiente de escorrentía

Ac: área de captación (m²)

Ai: Oferta de agua en el mes "i" (m³)

Teniendo como base los valores obtenidos en la determinación de la demanda mensual de agua y oferta mensual de agua de lluvia, se procede a calcular el acumulado de cada uno de ellos mes a mes encabezado por el mes de mayor

precipitación u oferta de agua. A continuación, se procede a calcular la diferencia de los valores acumulados de oferta y demanda de cada uno de los meses.

Las áreas de techo que conduzcan a diferencias acumulativas negativas en alguno de los meses del año se descartan porque no son capaces de captar la cantidad de agua demandada por los interesados. El área mínima de techo corresponde al análisis que proporciona una diferencia acumulativa próxima a cero (0) y el volumen de almacenamiento corresponde a la mayor diferencia acumulativa. Áreas de techo mayor al mínimo darán mayor seguridad para el abastecimiento de los interesados. El acumulado de la oferta y la demanda en el mes “i” podrá determinarse por:

$$A_{ai} = A_{a(i-1)} + \frac{P_{pi} \times C_e \times A_c}{1000}, Ec 2.11$$

$$D_{ai} = D_{a(i-1)} + \frac{N_u \times N_{d_i} \times D_{ot_i}}{1000}, Ec 2.12$$

A_{ai}: oferta acumulada al mes “i”.

D_{ai}: demanda acumulada al mes “i”.

$$V_i(m^3) = A_i(m^3) - D_i(m^3), Ec 2.13$$

V_i: volumen del tanque de almacenamiento necesario para el mes “i”.

A_i: volumen de agua que se captó en el mes “i”.

D_i: volumen de agua demandada por los usuarios para el mes “i”.

2.1.5 Desechos sólidos.

Los desechos sólidos son conocidos comúnmente como “basura” y representan una amenaza por su producción excesiva e incontrolada, ya que, contribuyen a la contaminación de las aguas, la tierra, el aire, y también afean el paisaje. Además, ponen en peligro la salud humana y la naturaleza en general.

2.1.5.1 Clasificación de los desechos sólidos.

Por su origen.

El origen de los Desechos Sólidos lo determina el tipo de actividades que las personas realizan. Por ejemplo, es evidente que los desechos que se producen en las casas son diferentes a los que resultan del trabajo en las fábricas.

Por su composición y tiempo que tardan en desaparecer:

Los Desechos Sólidos se componen de sustancias orgánicas e inorgánicas y de acuerdo con el tiempo que tardan en desaparecer, pueden ser biodegradables o no biodegradables.

- Desechos Orgánicos o Biodegradables: Los desechos orgánicos siempre han existido, pero antes no eran considerados un problema, ya que tras estar en un lugar por un corto periodo se trasladaban a otra parte, de modo que las personas no sufrían los efectos de olores, insectos, parásitos y animales carroñeros.

Aunque en la actualidad se dice que este tipo de desechos tiene la ventaja de que se descomponen en la tierra en un tiempo menor que los desechos inorgánicos, y hasta puede servir de abono, su manejo inadecuado causa serios problemas de contaminación, que amenazan la salud.

- Desechos Inorgánicos o No Biodegradables: La producción de desechos sólidos inorgánicos es más reciente y se inicia con la producción industrial. Una vez que los seres humanos desarrollaron técnicas para fabricar utensilios y herramientas en materiales duraderos como la arcilla, la piedra, el vidrio y distintos metales, se comenzó también la producción de este tipo de desechos. Debido a que los desechos inorgánicos pueden tardar cientos de años en desintegrarse, y con las pautas de consumo desmedido que tienen las personas en nuestro país, la acumulación de Desechos Sólidos y

sus efectos contaminantes, se han convertido en un problema nacional, que involucra a instituciones gubernamentales, privadas y a comunidades. Ni el agua, ni el suelo, ni el aire pueden absorber la cantidad de basura que es arrojada cada día al planeta.

En condiciones óptimas de descomposición (presencia de oxígeno, luz solar y humedad), los desechos orgánicos e inorgánicos pueden tardar, por ejemplo:

- Cáscaras de frutas y verduras: de 3 semanas a 1 mes.
- Un cuaderno: de 1 a 2 meses.
- Un zapato de cuero natural: de 3 a 5 años.
- Una lata de aluminio: de 350 a 500 años.
- Una botella de vidrio: no se descompone.
- Una bolsa de plástico: alrededor de 500 años.
- Un empaque tetra brick: indefinido.

2.1.5.2 Desechos ordinarios y especiales

- Desechos Ordinarios: Son aquellos que no requieren un tratamiento especial antes de ser dispuestos, entre los que tenemos los desechos domésticos.
- Desechos Especiales: Son aquellos que necesitan un manejo especial y vigilancia desde su generación hasta su disposición final debido a sus características tóxicas, explosivas, corrosivas o radiactivas, como lo serían algunos desechos industriales y los hospitalarios.

2.1.5.3 Problemática con los Desechos Sólidos

Aunque las personas suelen echarle la culpa a los Desechos Sólidos por la contaminación que provocan, son las mismas personas las responsables del problema, debido a sus malos hábitos y el deficiente o nulo tratamiento que le dan a los mismos.

Entre los problemas que representan los desechos sólidos están:

- Problemas con los Desechos Sólidos dentro de las instalaciones (vectores, malos olores, suciedad, enfermedades).
- Problemas con los Desechos Sólidos cerca de las instalaciones (bolsas y recipientes rotos, vectores, malos olores, suciedad, enfermedades).
- Malos hábitos de ciertas personas (tiran los desechos al suelo, no barren el frente de los edificios).
- Excesiva producción de Desechos Sólidos por desconocimiento de las prácticas para reducir la cantidad (reutilización, reciclaje, etc.).
- Falta de un lugar donde disponer los Desechos Sólidos.
- Acumulación de Desechos Sólidos en lotes y terrenos baldíos.
- Acumulación de Desechos Sólidos en ríos y aguas.

2.1.5.4 Contaminación por desechos sólidos.

La degradación de la calidad natural del medio ambiente, como resultado directo o indirecto de la presencia o la gestión y la disposición final inadecuadas de los desechos sólidos. (Reglamento especial sobre el manejo integral de los desechos sólidos y sus anexos, 2000).

2.1.5.5 Disposición final.

Es la operación final controlada y ambientalmente adecuada de los desechos sólidos, según su naturaleza. (Reglamento especial sobre el manejo integral de los desechos sólidos y sus anexos, 2000)

2.1.5.6 Tratamiento de los desechos sólidos.

Proceso de transformación física, química o biológica de los desechos sólidos para modificar sus características o aprovechar su potencial, a partir del cual se puede generar un nuevo desecho sólido con características diferentes. (Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial (ONUDI), 2007)

Compostaje

Proceso de manejo de desechos sólidos, por medio del cual los desechos orgánicos son biológicamente descompuestos, bajo condiciones controladas, hasta el punto en que el producto final puede ser manejado, embodegado y aplicado al suelo, sin que afecte negativamente el medio ambiente. (Reglamento especial sobre el manejo integral de los desechos sólidos y sus anexos, 2000)

Las erres (R's)

Es una propuesta sobre hábitos de consumo, popularizada por la organización ecologista Greenpeace, que pretende desarrollar hábitos como el consumo responsable. Este concepto hace referencia a estrategias para el manejo de desechos que buscan ser más sustentables con el medio ambiente y específicamente dar prioridad a la reducción en el volumen de desechos generados (wikipedia.org, Regla de las tres erres).

Reducir

Reducir o minimizar la cantidad o el tipo de desechos generados que deberán ser evacuados. Esta reducción evita la formación de desechos, mediante la fabricación, diseño, adquisición o bien modificación de los hábitos de consumo, peso y generación de desechos. (Reglamento especial sobre el manejo integral de los desechos sólidos y sus anexos, 2000)

Reciclar

Proceso mediante el cual los materiales segregados de los desechos son reincorporados como materia prima al ciclo productivo. La separación de una materia residual dada del flujo de desechos, procesándola para que pueda ser utilizada de nuevo como una materia útil para productos que pueden o no ser similares al original. (Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial (ONUUDI), 2007)

Reutilizar

Capacidad de un producto o envase para ser usado en más de una ocasión, de la misma forma y para el mismo propósito para el cual fue fabricado. (Reglamento especial sobre el manejo integral de los desechos sólidos y sus anexos, 2000)

Reparar

Restituir a su condición normal y de buen funcionamiento, a cosas materiales malhechas, deterioradas, o rotas (wikipedia.org, Reparación).

2.1.5.7 Contaminación ambiental

Es un cambio perjudicial en las características físicas, químicas o biológicas del aire, la tierra o el agua, que puede afectar nocivamente la vida humana o la de especies beneficiosas, las condiciones de vida del ser humano y puede malgastar y deteriorar los recursos naturales renovables. (de la Orden, 2013).

Educación ambiental

Modificar deliberadamente el comportamiento o el asumir medidas por parte de los ciudadanos, empresas u otras organizaciones para mejorar el ambiente. (LUIS ALONSO BARRERA HERNÁNDEZ, 19 DE OCTUBRE DE 2010).

2.1.6 Energías renovables.

Las energías renovables son fuentes de energías limpias, inagotables y crecientemente competitivas. Se diferencian de los combustibles fósiles principalmente en su diversidad, abundancia y potencial de aprovechamiento en cualquier parte del planeta, pero sobre todo en que no producen gases de efecto invernadero causantes del cambio climático ni emisiones contaminantes.

Además, sus costes evolucionan a la baja de forma sostenida, mientras que la tendencia general de costes de los combustibles fósiles es la opuesta, al margen de su volatilidad coyuntural.

El crecimiento de las energías limpias es imparable, como queda reflejado en las estadísticas aportadas en 2015 por la Agencia Internacional de la Energía (AIE): representan cerca de la mitad de la nueva capacidad de generación eléctrica

instalada en 2014, toda vez que se han constituido en la segunda fuente global de electricidad, sólo superada por el carbón¹⁰.

De acuerdo con la AIE, la demanda mundial de electricidad aumentará un 70% hasta 2040, elevando su participación en el uso de energía final del 18% al 24% en el mismo periodo- espoleada principalmente por regiones emergentes (India, China, África, Oriente Medio y el sureste asiático).

El desarrollo de las energías limpias es imprescindible para combatir el cambio climático y limitar sus efectos más devastadores. El 2014 fue el año más cálido desde que existen registros.

La Tierra ha sufrido un calentamiento de 0,85°C de media desde finales del siglo XIX, apunta National Geographic en su número especial del Cambio Climático de noviembre de 2015.

En paralelo, unos 1.100 millones de habitantes, el 17% de la población mundial, no disponen de acceso a la electricidad. Igualmente, 2.700 millones de personas el 38% de la población global utilizan biomasa tradicional para cocinar, calentarse o iluminar sus viviendas con grave riesgo para su salud.

Por eso, uno de los objetivos establecidos por Naciones Unidas es lograr el acceso universal a la electricidad en 2030, una ambiciosa meta si se considera que, según las estimaciones de la AIE, todavía habrá en esa fecha 800 millones de personas sin acceso al suministro eléctrico, de seguir la tendencia actual¹¹.

10 Business As Unusual, 2015. Acciona. National Geographic. <https://www.acciona.com>

11 Business As Unusual, 2015. Acciona. National Geographic. <https://www.acciona.com>

Las energías renovables han recibido un importante respaldo de la comunidad internacional con el 'Acuerdo de París' suscrito en la Cumbre Mundial del Clima celebrada en diciembre de 2015 en la capital francesa.

El acuerdo, que entrará en vigor en 2020, establece por primera vez en la historia un objetivo global vinculante, por el que los casi 200 países firmantes se comprometen a reducir sus emisiones de forma que la temperatura media del planeta a final del presente siglo quede "muy por debajo" de los dos grados, el límite por encima del cual el cambio climático tiene efectos más catastróficos e incluso a intentar dejarlo en 1,5 grados.

La transición hacia un sistema energético basado en tecnologías renovables tendrá asimismo efectos económicos muy positivos. Según IRENA (Agencia Internacional de Energías Renovables), duplicar la cuota de energías renovables en el mix energético mundial hasta alcanzar el 36% en 2030 supondría un crecimiento adicional a nivel global del 1,1% ese año (equivalente a 1,3 billones de dólares), un incremento del bienestar del 3,7% y el aumento del empleo en el sector hasta más de 24 millones de personas, frente a los 9,2 millones actuales.

2.1.6.1 Energía Solar

Concentración de Energía Solar

Las plantas de energía eléctrica convencionales utilizan combustibles fósiles como recurso de calor para hervir agua cuyo vapor hace girar una turbina para activar el generador que produce la electricidad.

Sin embargo, las plantas de energía eléctrica de nueva generación están utilizando la concentración del calor solar en lugar de combustibles fósiles para obtener vapor de agua.

Existen por ahora principalmente tres tipos de sistemas para concentrar el calor solar: Parabólico, Plano y Torre.

El Sistema Plano utiliza espejos en forma de plato que concentran calor solar dentro de un receptáculo. El calor se transfiere al fluido que se encuentra en la máquina.

El calor solar hace que el fluido se expanda contra un pistón o turbina que produce energía mecánica, la cual es utilizada para activar un generador o alternador que produce electricidad.

Los Sistemas Parabólicos concentran calor solar mediante espejos rectangulares largos y curvos. Estos espejos concentran la luz y el calor solar en la tubería que se encuentra al centro de los espejos.

El calor de los rayos solares calienta el aceite que fluye dentro de la tubería, el cual es utilizado para hacer hervir el agua cuyo vapor activa un generador convencional de vapor para producir electricidad.

El Sistema de Torre utiliza grandes espejos para concentrar calor solar dentro de un receptáculo que contiene sal, instalado en la cima de una torre. El calor solar funde la sal que fluye dentro del receptáculo.

El calor de la sal fundida es utilizado para generar vapor y obtener electricidad mediante un generador convencional de vapor. La sal fundida retiene calor tan efectivamente que es posible almacenarlo durante días antes de ser convertido en electricidad. Esto significa que la electricidad mediante este sistema puede ser producida en días nublados o por las noches.

2.1.6.2 Energía Solar Fotovoltaica.

Se utiliza para producir electricidad directamente de la luz solar. Celdas solares, denominadas fotovoltaicas, convierten la luz solar directamente en electricidad. Este tipo de celdas son utilizadas también para proporcionar energía a calculadoras y relojes.

Están fabricadas de materiales semiconductores, similares a los que se usan en los “chips” de las computadoras. Cuando la luz del sol es absorbida por estos materiales, la energía solar golpea los electrones sueltos en sus átomos, lo cual les permite fluir a través de los materiales semiconductores para producir electricidad. A este proceso de convertir luz solar (fotones) en electricidad (voltaje) se le denomina Efecto Fotovoltaico. La combinación de celdas solares consiste normalmente en diez módulos planos conteniendo alrededor de 40 celdas solares cada uno.

Estos módulos pueden medir varios metros por cada lado, y son instalados, ya sea fijos en ángulo hacia el sol, o sobre dispositivos móviles giratorios que persiguen la luz solar durante todo el día. Varios módulos interconectados pueden ser utilizados cuando se requiere gran cantidad de electricidad. En las películas delgadas de celdas solares, se utilizan capas de materiales semiconductores con espesor de sólo algunas micras. La tecnología de película delgada ha hecho posible duplicar la cantidad de celdas solares en un mismo espacio. Las celdas pueden ser utilizadas en la construcción de techos. Algunas celdas solares son diseñadas para operar mediante concentraciones altas de luz solar.

Estas celdas solares son construidas en colectores concentradores que usan lentes para enfocar y capturar más luz del sol en las celdas. Este sistema que consiste en aprovechar tanta luz solar como sea posible, tiene ventajas y desventajas. La ventaja del sistema es que usa poco material semiconductor que es costoso. La desventaja es que los lentes sólo funcionan bien en regiones con mucho sol.

El desempeño de las celdas solares es medido en términos de eficiencia para transformar la luz solar en electricidad. Únicamente una parte de la luz solar puede transformarse en electricidad, la otra parte es reflejada o absorbida por el material del que están fabricadas las celdas solares. Debido a esto, una típica celda solar comercial tiene una eficiencia del 15% aproximadamente. Es decir, una sexta parte de la luz solar que llega a la celda genera electricidad. De tal manera la baja eficiencia hace necesaria una mayor cantidad de celdas solares, lo cual incrementa el costo de la electricidad. Gran parte de las investigaciones han estado centradas en mejorar la eficiencia de las celdas solares. Cabe señalar que, las primeras celdas solares fueron construidas en 1950, y tenían una eficiencia menor al 4%.

2.1.6.3 Cantidad de paneles para sistemas fotovoltaicos.

Para calcular la energía generada por un panel solar durante un día (E_{panel}), debemos usar la siguiente ecuación:

$$E_{panel} = I_{panel} \cdot V_{panel} \cdot HSP \cdot 0.9 \text{ (Whd)}, \quad Ec. 2.14$$

Siendo, E_{panel} y V_{panel} la corriente y tensión máximas del panel, HSP son las horas sol pico, y 0.9 sería el coeficiente del rendimiento del panel (típicamente 85-90% al descontar ya las pérdidas). La energía resultante estaría expresada en Whd.

Esa sería la energía generada por un solo módulo solar, pero si por ejemplo queremos es saber cuánta energía va a generar una instalación de autoconsumo fotovoltaico con varias placas solares, simplemente habría que aplicar la fórmula siguiente:

$$E_{generador-fotovoltaico} = I_{generador-fotovoltaico} \cdot V_{generador-fotovoltaico} \cdot HSP \cdot CR, \quad Ec. 2.15$$

$$I_{generador-fotovoltaico} = (\text{Corriente máxima de cada panel}) \cdot (\text{número de ramas en paralelo}), Ec. 2.16$$

$$V_{generador-fotovoltaico} = (\text{Tensión máxima de cada panel}) \cdot (\text{número de paneles en serie en cada rama}), Ec 2.17$$

La corriente, en este caso, sería la máxima resultante de la asociación de los módulos fotovoltaicos conectados en paralelo de cada rama, y la tensión sería la resultante de la suma de tensiones de cada rama conectados en serie. El símbolo eléctrico que se suele utilizar para representar gráficamente un panel fotovoltaico es el siguiente:

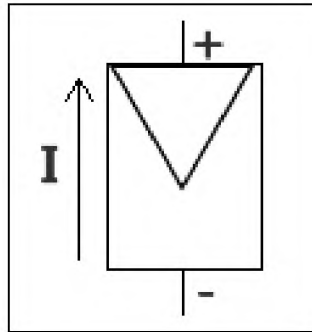


Imagen 2.10: *Símbolo eléctrico de panel fotovoltaico.* Fuente: Manual de cálculo de sistemas fotovoltaicos aislados.

Conexión en serie y paralelo:

En la mayoría de los proyectos fotovoltaicos, sobre todo de las instalaciones solares aisladas y dependiendo de la potencia de la instalación, será necesario asociar varias placas en serie o paralelo para obtener los niveles de tensión y corriente deseados.

Para la conexión de placas solares fotovoltaicas, hay tres opciones posibles:

Conexión de placas solares en Paralelo: se conectan todos los módulos por sus polos positivos y, por separado, por todos los polos negativos.

Con esto, lo que conseguimos es aumentar la corriente generada en la rama (suma de las corrientes de cada panel) pero se mantiene la misma tensión que la de uno de los paneles que componen la rama.

En otras palabras, si conectamos los paneles en paralelo, a la salida de la rama tendremos la suma de las corrientes de cada “sub-rama” y la tensión de salida de cada “sub-rama”.

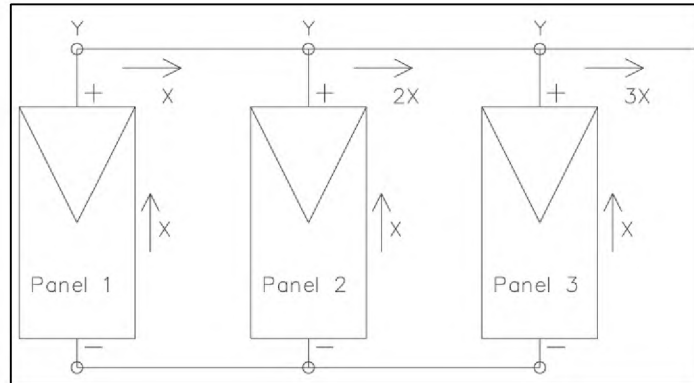


Imagen 2.11: *Conexión de placas solares en paralelo.* Fuente: Manual de cálculo de sistemas fotovoltaicos aislados.

Como podemos ver en el esquema, a la derecha tenemos los valores de salida del sistema de generación fotovoltaico, donde la tensión de salida que tendremos sería Y (pues los paneles están conectados en paralelo) y la corriente $3X$ (pues al estar en paralelo se suma la corriente de cada rama a, b y c).

Conexión de módulos fotovoltaicos en Serie: para este tipo de configuración se conecta el polo positivo de un módulo, con el polo negativo del siguiente, así sucesivamente con cuantos paneles sean necesarios. Con esto se consigue aumentar la tensión y mantener el mismo valor de corriente generada. La tensión generada será igual a la suma de cada una de las tensiones de cada panel que compone la rama o, dicho de otro modo, multiplicamos la tensión unitaria por el número de paneles de la rama, pues siempre debemos conectar paneles de las mismas características unos con otros.

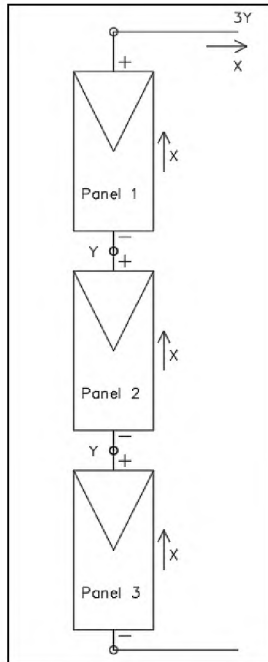


Imagen 2.12: *Conexión de placas solares en serie.* Fuente: Manual de cálculo de sistemas fotovoltaicos aislados.

Como podemos ver indicado en la imagen 2.13, a la salida de la rama, tendremos la tensión resultante de la suma de cada una de las tensiones de cada panel que componen la rama en serie ($3Y$) y la corriente será la misma que la de uno de los paneles (X).

Conexión mixta de placas solares: sería la última opción de configuración de las que nos podemos encontrar, en este caso sería una configuración donde encontramos ramas con paneles conectados en serie y a su vez, estas ramas, conectadas en paralelo. Esta configuración se usa cuando debemos lograr unas corrientes y tensiones de salida muy determinadas, y entonces “jugamos” con las opciones que nos dan los distintos tipos de conexionado.

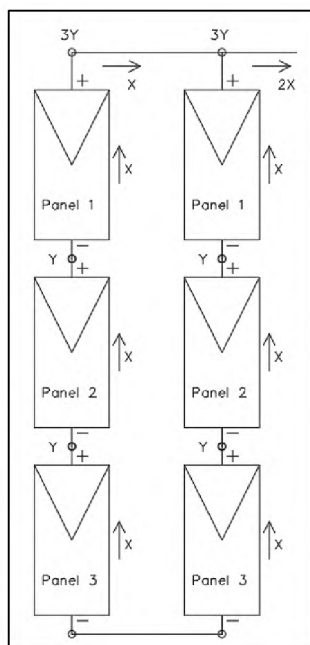


Imagen 2.13: *Conexión mixta de placas solares*. Fuente: Manual de cálculo de sistemas fotovoltaicos aislados.

Como podemos ver en el esquema eléctrico, en el nodo de la primera rama tenemos la suma de tensiones de los paneles y la corriente unitaria, en el nodo de la segunda rama, que es la salida del sistema, tendremos la misma tensión de salida de cada una de las ramas, pero como corriente de salida será la suma de la corriente de salida de cada una de las ramas, al encontrarse las dos ramas conectadas en paralelo.

2.1.6.4 Cálculo de la capacidad y cantidad de baterías para sistema fotovoltaico.

Para determinar la cantidad y capacidad de las baterías para el sistema fotovoltaico se requieren los siguientes datos:

- Voltaje nominal con el que se diseñara.
- Eficiencia de disminución.
- Eficiencia para convertir.
- Eficiencia del inversor.
- Número de celdas.
- Capacidad nominal de la batería.
- Material de la batería.
- Demanda en Watts.
- Días de autonomía.

Las ecuaciones que serán utilizadas son las siguientes:

$$C_{nom-banco} = \frac{E_{carga-total}(D_{aut})}{V_{nom}P_{Dmax}N_{BD}N_{inv}}, \quad Ec. 2.18$$

Donde:

$C_{nom-banco}$: Capacidad nominal del banco.

$E_{carga-total}$: Energía de carga total.

D_{aut} : Días de autonomía.

V_{nom} : Voltaje nominal.

P_{Dmax} : Eficiencia de profundidad de descarga.

N_{BD} : Eficiencia de convertir energía química a energía eléctrica.

N_{inv} : Eficiencia del inversor.

$$N_{BT} = \frac{V_{nom}C_{nom\ banco}}{V_{nom\ bateria}C_{nom\ bateria}}, \quad Ec. 2.19$$

2.2 MARCO HISTORICO

2.2.1 Historia del Municipio de Jucuarán.

Jucuarán es un municipio del departamento de Usulután, ubicado a 127 Km al sureste de la capital y a 37 Km de la cabecera departamental (Usulután); según el censo oficial de 2007 tiene una población de 13,424 habitantes. El municipio tiene un área de 239.69 km², y la cabecera una altitud de 670 msnm.

Jucuarán está limitado al norte, por los municipios de San Miguel y El Tránsito (ambos del departamento de San Miguel); al este, por el municipio de Chirilagua (departamento de San Miguel); al sur por el Océano Pacífico y al oeste, por los municipios de Usulután, Concepción Batres y El Tránsito (este último del departamento de San Miguel).

En la zona urbana Jucuarán se divide en los barrios El Calvario y La Parroquia; en la zona rural posee los cantones El Zapote, El Llano, El Jícara, Samuria, El Jutal, El Progreso y La Cruz.

Orígenes y etimología

Jucuarán es población de origen precolombino y a la llegada de los españoles constituía un núcleo aislado de indios ulúas o taulepa-uluas. Su nombre vernáculo, en el idioma de sus fundadores y pobladores, significa "cerro de las hormigas guerreadoras", pues tal toponímico proviene de las raíces jucu, xúcul, hormiga guerreadora, y aran, aféresis de caran, cerro.

Sitio Ramsar

La reserva de la biosfera de la Bahía de Jiquilisco forma parte del sistema de paisaje “Llanura costera central” de El Salvador. El 31 de octubre del 2005 se declaró como “Sitio Ramsar”, en el marco del convenio internacional sobre humedales, debido a su singularidad y fragilidad, por cuanto es el hábitat de la mayoría de las aves marinocosteras del país. Es el único lugar de anidación para algunas de ellas, así como el lugar de destino o paso (alimentación, cambio de plumaje o descanso) de ochenta y siete aves migratorias de relevancia internacional.

Este sitio es el hábitat de una gran diversidad de especies terrestres vinculadas a los cuerpos acuáticos y aguas costeras. Es de hacer notar que se ha corroborado que cuatro de las siete especies de tortugas marinas conocidas mundialmente, visitan la Bahía de Jiquilisco para su anidación. Las especies referidas son: La Tortuga Prieta, Tortuga Carey, Tortuga Golfina y Tortuga Baule. Estas se encuentran en la lista de especies en peligro de extinción de El Salvador, en la lista roja de la Unión Mundial para la Conservación (UICN) y en la lista de especies en peligro de extinción de CITES.

En la actualidad Jucuarán se encuentra en pleno desarrollo; posee muchas casas de adobe y bahareque, otras de sistema mixto; sus calles son adoquinadas o de cemento, con varias pendientes.

En su plaza central poseen un bello parque, a un lado se encuentra la Alcaldía Municipal y al fondo su imponente Iglesia Parroquial. Las fiestas patronales se celebran del 26 de enero al 3 de febrero en honor a la Santísima Virgen de Candelaria. Al momento se encuentran finalizando la pintura de su Parroquia, en la cual fue sacerdote Monseñor Oscar Arnulfo Romero en 1952.

La ciudad de Jucuarán se comunica a través de carretera pavimentada con la Carretera del Litoral (CA-2), que la une con los municipios de El Tránsito (departamento de San Miguel), Concepción Batres, Ereguayquín, Santa María y

Usulután. Además, existe un tramo de carretera pavimentada que conduce de Jucuarán hacia la playa El Espino, ubicada en el cantón El Júcaro. Cantones y caseríos se enlazan por medio de caminos vecinales a la cabecera municipal.

La Playa El Espino es considerada una de las mejores playas del país, se encuentra a 21 kilómetros de la carretera litoral, con aproximadamente 35 minutos para llegar si se conduce en vehículo particular y 45 minutos en transporte colectivo; se caracteriza por su ancha playa con extensa planicie, arena blanca y variadas mareas. Otras zonas de turismo son los cerros El Vigía y El Faro y las islas El Arco y Samuria.

Para llegar debe desplazarse de la carretera del litoral hacia la Playa El Espino, antes de llegar a la playa debe tomar un desvío que lo lleva en ascenso hacia esta ciudad, en una carretera con muchas curvas, asfaltada en muy buenas condiciones y puede llegar en vehículo liviano, se sugiere revisar bien su sistema de frenos. Visite Jucuarán en el departamento de Usulután, conozca sus playas, su gente, comparta sus tradiciones y su historia.

2.2.2 Zona costera del Municipio.

La zona Costera del Municipio de Jucuarán está ubicada al sur del casco urbano, está compuesta por los siguientes cantones y caseríos:

- Cantón el Zapote.
Caseríos: El Tempiscal, El Carrizal, Huateras, Agua Fría.
- Cantón El Júcaro.
Caseríos: El Espino, Arcos Del Espino, La Bocanita, Puerto Caballo, La Ringlera.
- Cantón El Llano.
Caseríos: Salamar.

Los pobladores de esta zona tienen en común sus medios para sobrevivir, entre ellos están los oficios de la pesca y la agricultura.

La juventud pasa sus días en distintas labores, por las mañanas trabajan en la pesca o en el campo y en el turno de la tarde asisten a la escuela los que están optando por un estudio, en sus momentos de ocio se dedican al fútbol.

La población de la zona está conectada con caminos rurales que en su mayoría se encuentran en mal estado lo cual dificulta el acceso a determinados vehículos, mayormente los que pueden transitar por estos caminos son vehículos altos de doble tracción y motocicletas.

Los habitantes de la zona tienen también otra manera de ganarse la vida la cual es por medio del turismo. Los caseríos El Espino, Arcos del Espino, Agua Fría y El Carrizal son visitados constantemente por turistas tanto extranjeros como nacionales, la playa El Espino tiene fama a nivel nacional al igual que la playa el cuco que está cerca de la zona y las playas ubicadas en los caseríos Agua Fría y El Carrizal tienen cierto atractivo a los turistas por las olas que se generan, en esta zona se practica bastante el deporte del surf, esto dicho por los propietarios de algunos negocios.

Las costas de este municipio tienen mucho potencial para la industria del turismo, y algunos empresarios de esa rama del mercado lo saben, ya que han construido sus hoteles en la zona, esto ha tenido un impacto positivo hacia la comunidad ya que se han generado empleos para los lugareños y mayor atracción a los turistas, cabe mencionar que el Instituto Nacional de Jucuarán cuenta con el bachillerato en hostelería y turismo.



Imagen 2.14: *Iglesia católica del casco urbano*. Fuente: Página digital Jucuarán al día.



Imagen 2.15: *Parque municipal frente a iglesia católica*. Fuente: Página digital Jucuarán al día.



Imagen 2.16: *Pecadores de la zona entre Caserío El Espino y Agua Fría.* Fuente: Página digital Jucuarán al día.



Imagen 2.17: *Ubicación de los diez centros escolares de la zona costera del Municipio de Jucuarán.* Fuente: Google Earth.

2.2.3 La educación en El Salvador.

La historia temprana de nuestro país no ha abundado en esfuerzos por mejorar la educación. De hecho, varios documentos coinciden en afirmar que, durante la etapa colonial, El Salvador carecía de escuelas adecuadas para formar indígenas en el habla española.

Antes de 1770

Según el testimonio del Arzobispo Monseñor Pedro Cortez y Larras, en San Salvador no había escuela alguna para enseñar gramática, ni aún a leer, ni a escribir, ni la doctrina cristiana a los niños (Cortez y Larras en Herodier, 1997).

En el resto del país, la estructura educativa era administrada por sacerdotes. El fracaso de este sistema, según los representantes de la Iglesia, era provocado por el defecto del maestro, o porque los muchachos que nos asisten, o no pagan se huyen a otras partes (Cortez y Larras en Aguilar Avilés, 1995).

1808

Los datos sobre educación son decepcionantes: 86 escuelas y 88 profesores en un país de 165.278 habitantes, es decir, un promedio de 1.982 personas por aula. Tómese en cuenta que la mayoría de la población era indígena y necesitaba aprender el idioma de la corona.

1824

La Constitución Federal de Centroamérica establece que el servicio educativo es potestad del Poder Legislativo. No existe una instancia autónoma encargada de este rubro en particular y no se tiene registro de algún avance significativo durante esta época.

1832

El primer intento serio por reformar la educación en El Salvador se remonta al 8 de octubre de 1832: de conformidad con el Primer Reglamento de Enseñanza Primaria, todos los pueblos del país tenían que contar con una escuela administrada por una junta departamental con representación de la comunidad.

15 de febrero: Fundación de la Universidad de El Salvador y del Colegio La Asunción. Sin embargo, debido al rezago educativo del país, los únicos requisitos para entrar al Colegio son saber leer, escribir y ciertas capacidades en aritmética y ciencias.

1841

15 de marzo: Se crea la figura del Inspector General de Primeras Letras y también la Junta de Instrucción Pública, que dependen del Ministerio de Gobernación. Esta es una de las primeras expresiones de la voluntad del Estado por ordenar la educación en el país.

Este año se decretó que todos los pueblos y valles que tuvieran más de 150 habitantes tenían que instalar una escuela. Sin embargo, la medida no fructificó por la resistencia de los padres: ellos preferían que sus hijos trabajaran a que estudiaran.

Durante el gobierno del Gral. Gerardo Barrios se abren las primeras tres escuelas normales.

1861

Se decreta un nuevo Reglamento de Instrucción Pública que establece que toda población de más de 500 habitantes debe tener una escuela.

1873

Nuevo Reglamento en el que, por obra del subsecretario de Instrucción Pública, se establece que la educación debe integrar la formación del conocimiento, del alma, de los sentidos y de la fuerza del cuerpo.

1887

Una misión colombiana establece el sistema de grados progresivos con un maestro por cada grado, la enseñanza oral, la dotación de pupitres y la incorporación de más asignaturas (ej.: lectura, gramática, escritura, caligrafía, aritmética, historia sagrada, etc.). Estadísticas: 800 escuelas públicas y 141 privadas, matrícula total de 30 mil alumnos.

1894 – 1898

Las reformas de Francisco Gavidia: Este notable personaje propone la aplicación de correlaciones, que consistía en aprender a leer mediante textos de historia, ciencias, matemáticas, entre otros (una especie de lectura funcional).

1906

Se complementa el trabajo de Gavidia con el plan propuesto por el maestro colombiano Francisco A. Gamboa, con lo que se clasifican las escuelas primarias en elementales, medias y superiores según el número de grados. Desde este año hasta 1929, los cambios en educación consisten en meras modificaciones arbitrarias al currículo de las escuelas.

Antes de 1939, las atribuciones del ramo de educación le correspondían al Ministerio de Relaciones Exteriores, Justicia e Institución Pública. Con la reforma Educativa que inicia el 8 de diciembre de 1939 empieza la autonomía del Ministerio de Educación.

1940

Durante la administración de Maximiliano Hernández Martínez se produce la primera Reforma Educativa oficial de El Salvador. Se introdujeron nuevos planes y programas de estudios divididos en diez jornalizaciones por año, cada una con su propio objetivo. Se potenció el manejo de las correlaciones y se desarrolló un proceso acelerado de capacitación docente. Al igual que en esta administración esta reforma puso énfasis en el componente de calidad.

1945

Durante la administración del General Salvador Castaneda Castro, se crea el Plan Básico, que comprende los tres primeros años de la educación secundaria. A esto le seguían otros dos años de bachillerato.

1948-1950

Se distribuyeron una serie de publicaciones con información referente a los programas de estudio y con sugerencias metodológicas. Además, se introduce el sistema de escuelas experimentales donde se aplicaban metodologías didácticas modernas. También se fortaleció el sistema de formación docente en escuelas normales.

Reforma Educativa de 1968

Durante el gobierno del Gral. Fidel Sánchez Hernández, el Ministro de Educación, Walter Béneke, estableció el concepto de Educación Básica dividida en tres ciclos, lo cual implicó el impulso de la educación en el área rural. Además, se incrementó un año al bachillerato y se diversificó la oferta. Quizás uno de los componentes más destacables de esta reforma fue la creación de la Televisión Cultural Educativa.

A la par de este proceso, se desarrollaron importantes modificaciones en el área de Bienestar Magisterial, modernización administrativa, infraestructura escolar y formación docente (se abolieron todas las normales del país y se creó una sola Ciudad Normal Alberto Masferrer).

Reformas de los 80's

Precedidos por un modesto esfuerzo por desconcentrar algunos servicios educativos en él, se produjeron cambios en el ordenamiento territorial de los centros educativos del país. A raíz de esta medida, se abrieron seis oficinas subregionales que agrupaban núcleos de escuelas dirigidos por un director. Estos esfuerzos tuvieron cierto efecto positivo en las relaciones escuela-comunidad de entonces.

1989-1994

El énfasis del trabajo gubernamental se colocó en la ampliación de la cobertura educativa. La inversión priorizó la atención en la Educación Inicial, Parvularia y Básica, sobre todo en la zona rural del país.

1990

Nace el Programa Educación con Participación de la Comunidad (EDUCO), que convierte en cogestores del servicio educativo a la comunidad misma. Adicionalmente, se promovió el sistema de educación de adultos y de educación a distancia y se dieron los primeros pasos para mejorar la formación docente mediante capacitaciones, la calidad del currículo, la dotación de materiales educativos, la introducción de tecnología como herramienta para la enseñanza (nace Radio Interactiva) y las políticas de supervisión y evaluación de la educación.

Entre 1994 y 1999

Se impulsa el último proyecto de Reforma Educativa del país, bajo la administración del Dr. Armando Calderón Sol. 1995 se dedica a una extensa consulta ciudadana guiada por la Comisión de Educación, Ciencia y Desarrollo. Como resultado, se elabora el Plan Decenal de la Reforma Educativa 1995-2005 cuyo contenido se organiza en cuatro ejes: Cobertura, Calidad, Formación en Valores y Modernización Institucional.

1995

Se logra la aprobación de la Ley de Educación Superior y en 1996 la Ley de la Carrera Docente y la Ley General de Educación también son aprobadas.

1999-2001

Durante la presente administración se ha puesto énfasis en la necesidad de sostener los cambios generados en el sistema educativo mediante el impulso de reformas de segunda generación orientadas a mejorar sensiblemente la calidad de la educación. Por ello, el Ministerio de Educación ha puesto gran énfasis en las acciones de apoyo pedagógico para el docente (creación del asesor pedagógico), en la capacitación docente (creación del Sistema de Desarrollo Profesional Docente), en el fortalecimiento del recurso tecnológico en la educación (modernización de los institutos Tecnológicos y creación de los Centros de Recursos de Aprendizaje para Educación Básica y Media) y en la reforma institucional profunda de las direcciones y departamentos del Ministerio.

2001 – 2004

Luego de los terremotos de enero y febrero de 2001, el Ministerio de Educación enfocó sus energías a la reconstrucción de los centros educativos afectados y a buscar estrategias para evitar la deserción escolar.

Esta gestión realizó un énfasis en la mejora de infraestructura, dotación de material didáctico, laboratorios, libros y computadoras, por medio de bonos.

Se consolidó un sistema de desarrollo profesional basado en la figura del Asesor Pedagógico.

El Programa Escuela 10 propuso un sistema de fortalecimiento a la gestión institucional, pedagógica, la evaluación y el liderazgo en centros educativos de excelencia.

2004 - 2009

Plan 2021

Al terminar el ciclo presentado en el Plan Decenal de 1995, el Ministerio de Educación realizó una serie de consultas a nivel nacional y con hermanos lejanos, superando las expectativas de participación y aportes que fueron recogidos en las mesas y consolidado por una Comisión Presidencial de personas con alto nivel de compromiso social, quienes fueron artífices del documento Educar para el País que Queremos, el cual sirvió de base para el planteamiento de las líneas estratégicas del Plan 2021, que podemos resumir de la forma siguiente:

1. Compite: Programa de competencias de inglés.
2. Comprendo: Competencias de lectura y matemática para primer ciclo de Educación Básica.
3. Conéctate: Oportunidad de acceso a la tecnología.
4. Edifica: Mejora de la infraestructura escolar.
5. Edúcame: Acceso de educación de educación media a la población.
6. Juega Leyendo: proceso de apoyo a la educación inicial y Parvularia.
7. Megatec: educación técnica y tecnológica en áreas de desarrollo.
8. Poder: promoción integral de la juventud salvadoreña.
9. Redes Escolares Efectivas: apoyo educativo a los 100 municipios más pobres del país.
10. Todos iguales: Programa de atención a la diversidad.

2.3 MARCO LEGAL

En EL Salvador existen normativas y reglamentos los cuales dirigen y supervisan la elaboración y ejecución de los proyectos en la construcción, a continuación, se hace mención de los que rigen a este caso en particular sobre el Proyecto” PROPUESTA DE MODELO DE UN CENTRO ESCOLAR AUTOSUSTENTABLE DE EDUCACIÓN BASICA PARA LA ZONA COSTERA DEL MUNICIPIO DE JUCUARÁN, DEPARTAMENTO DE USULUTÁN”.

2.3.1 Ley de urbanismo y construcción

Art. 8.- Todo proyecto de construcción de edificios que se desee llevar a efecto, ya sea por particulares, entidades oficiales, edilicias o autónomas, deberá ser elaborado por un Arquitecto o Ingeniero Civil autorizado legalmente para el ejercicio de la profesión en la República, debiendo además, figurar su firma y sello en los correspondientes planos que presente al Viceministerio de Vivienda y Desarrollo Urbano o a la respectiva Municipalidad, según el caso; y la realización de las respectivas obras de construcción deberán ser ejecutadas o supervisadas, también por Arquitecto o Ingeniero Civil legalmente autorizado e inscrito en el Registro referido.¹

2.3.2 Ley de medio ambiente

Conceptos y definiciones básicas

Art. 5.- Para los efectos de esta ley y su reglamento, se entenderá por:

CONTAMINACIÓN: La presencia o introducción al ambiente de elementos nocivos a la vida, la flora o la fauna, o que degraden la calidad de la atmósfera, del agua,

del suelo o de los bienes y recursos naturales en general, conforme lo establece la ley.

DESECHOS: Material o energía resultante de la ineficiencia de los procesos y actividades, que no tienen uso directo y es descartado permanentemente.

NIVELES PERMISIBLES DE EXPOSICIÓN: Valores de un parámetro físico, químico o biológico, que indican el máximo o mínimo grado de concentración, o los períodos de tiempos de exposición a determinados elementos, compuestos, sustancias, derivados químicos o biológicos, energías, radiaciones, vibraciones, ruidos o combinación de ellos, cuya presencia en un elemento ambiental puede causar daños o constituir riesgo para la salud humana.

NORMAS TÉCNICAS DE CALIDAD AMBIENTAL: Aquellas que establecen los valores límite de concentración y períodos, máximos o mínimos permisibles de elementos, compuestos, derivados químicos o biológicos, radiaciones, vibraciones, ruidos, olores o combinaciones de ellos, cuya presencia o carencia en el ambiente pueden constituir un riesgo para la salud o el bienestar humano, la vida y conservación de la naturaleza.

SUSTANCIAS PELIGROSAS: Todo material con características corrosivas, reactivas, radioactivas, explosivas, tóxicas, inflamables o con actividad biológica.

Actividades, obras o proyectos que requerirán de un estudio de impacto ambiental

Art. 21.- Toda persona natural o jurídica deberá presentar el correspondiente Estudio de Impacto Ambiental para ejecutar las siguientes actividades, obras o proyectos:

- a) Obras viales, puentes para tráfico mecanizado, vías férreas y aeropuertos;
- b) Puertos marítimos, embarcaderos, astilleros, terminales de descarga o trasvase de hidrocarburos o productos químicos
- c) Oleoductos, gaseoductos, poliductos, carboconductos, otras tuberías que transporten productos sólidos, líquidos o gases, y redes de alcantarillado;
- d) Sistemas de tratamiento, confinamiento y eliminación, instalaciones de almacenamiento y disposición final de residuos sólidos y desechos peligrosos;
- e) Exploración, explotación y procesamiento industrial de minerales y combustibles fósiles;
- f) Centrales de generación eléctrica a partir de energía nuclear, térmica, geotérmica e hidráulica, eólica y mareomotriz;
- g) Líneas de transmisión de energía eléctrica;
- h) Presas, embalses, y sistemas hidráulicos para riego y drenaje;

- i) Obras para explotación industrial o con fines comerciales y regulación física de recursos hídricos;
- j) Plantas o complejos pesqueros, industriales, agroindustriales, turísticos o parques recreativos;
- k) Las situadas en áreas frágiles protegidas o en sus zonas de amortiguamiento y humedales;
- l) Proyectos urbanísticos, construcciones, lotificaciones u obras que puedan causar impacto ambiental negativo;
- m) Proyectos del sector agrícola, desarrollo rural integrado, acuicultura y manejo de bosques localizados en áreas frágiles; excepto los proyectos forestales y de acuicultura que cuenten con planes de desarrollo, los cuales deberán registrarse en el Ministerio a partir de la vigencia de la presente ley, dentro del plazo que se establezca para la adecuación ambiental;
- n) Actividades consideradas como altamente riesgosas, en virtud de las características corrosivas, explosivas, radioactivas, reactivas, tóxicas, inflamables o biológico–infecciosas para la salud y bienestar humano y el medio ambiente, las que deberán de adicionar un Estudio de Riesgo y Manejo Ambiental;
- o) Proyectos o industrias de biotecnología, o que impliquen el manejo genético o producción de organismos modificados genéticamente;
- p) Cualquier otra que pueda tener impactos considerables o irreversibles en el ambiente, la salud y el bienestar humano o los ecosistemas.

Contaminación y disposición final de desechos sólidos

Art. 52.- El Ministerio promoverá, en coordinación con el Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, Gobiernos Municipales y otras organizaciones de la sociedad y el sector empresarial el reglamento y programas de reducción en la fuente, reciclaje, reutilización y adecuada disposición final de los desechos sólidos. Para lo anterior se formulará y aprobará un programa nacional para el manejo Integral de los desechos sólidos, el cual incorporará los criterios de selección de los sitios para su disposición final.

2.3.3 Reglamento especial de aguas residuales

Capítulo I

Art. 3.- Para los efectos del entendimiento y aplicación adecuados de este Reglamento, se establece el siguiente glosario:

Sistema de Tratamiento: conjunto de procesos físicos, químicos o biológicos, que se aplican al agua residual con el fin de mejorar su calidad.

Capítulo II

Sistemas de tratamiento

Tratamiento de aguas residuales

Art. 7.-Toda persona natural o jurídica, pública o privada, titular de una obra, proyecto o actividad responsable de producir o administrar aguas residuales y de su vertido en un medio receptor, en lo sucesivo denominada el titular, deberá instalar y operar sistemas de tratamiento para que sus aguas residuales cumplan con las disposiciones de la legislación pertinente y este Reglamento.

2.3.4 Ley de equiparación de oportunidades para las personas con discapacidad.

Capítulo I

Objetivo de la ley, derechos y concientización social

Art. 2.-La persona con discapacidad tiene derecho: 3- A facilidades Arquitectónicas de movilidad vial y acceso a los establecimientos públicos y privados con afluencia de público.

Art. 4.- La atención integral de la persona con discapacidad se hará efectiva con la participación y colaboración de su familia, organismos públicos y privados de salud,

educación, cultura, deporte y recreación, de apoyo jurídico, de bienestar social y de trabajo, previsión social, y todas las demás entidades que dadas sus atribuciones tengan participación en la atención integral.

Art. 13.- Los establecimientos públicos o privados, deben contar por lo menos, con un tres por ciento de espacios destinados expresamente para estacionar vehículos conducidos o que transporten personas con discapacidad; estos espacios deben estar ubicados cerca de los accesos de las edificaciones.

2.3.5 Código de salud.

Sección diez

Basura y otros desechos

Art. 74.- Corresponde al Ministerio la autorización de la ubicación de los botaderos públicos de basura y su reglamentación.

Art. 75.- Todo edificio o local de uso público debe mantenerse limpio conforme a las instrucciones que dicte la autoridad de salud correspondiente.

Art. 77.- Los establecimientos que produzcan desechos que por su naturaleza o peligrosidad no deben entregarse al servicio público de aseo deberán establecer un sistema de tratamiento o autorizado por el Ministerio.

Art. 78.- El Ministerio, directamente o por medio de los organismos competentes tomará las medidas que sean necesarias para proteger a la población de

contaminantes tales como: humo, ruidos, vibraciones; olores desagradables, gases tóxicos; pólvora u otros atmosféricos.

Sección catorce

Edificaciones

Art. 97.- Para construir total o parcialmente toda clase de edificaciones, públicas o privadas, ya sea en lugares urbanizados o áreas sub-urbanas, el interesado deberá solicitar por escrito al Ministerio o a sus delegados correspondientes en los departamentos, la aprobación del plano del proyecto y la licencia indispensable para ponerla en ejecución.

Art. 98.- Ninguna edificación construida o reconstruida, podrá habitarse, darse en alquiler o destinarse a cualquier otro uso, sino hasta después que el Ministerio o sus delegados declaren que se han cumplido los requisitos que expresan las disposiciones de este Código y de los Reglamentos complementarios.

Art. 99.- Antes de iniciar una construcción, se saneará el terreno respectivo cuando fuere necesario, y se instalarán servicios sanitarios adecuados y suficientes para los trabajadores de la construcción.

Art. 101.- Los edificios destinados al servicio público, como mercados, supermercados, hoteles, moteles, mesones, casas de huéspedes, dormitorios públicos, escuelas, salones de espectáculos, fábricas; industrias, oficinas públicas

o privadas, comercios, establecimientos de salud y centros de reunión, no podrán abrirse, habitarse ni funcionar o ponerse en explotación, sin el permiso escrito de la autoridad de salud correspondiente. Dicho permiso será concedido después de comprobarse que se han satisfecho los requisitos que determinen este Código y sus Reglamentos.

Art. 102.- Todo edificio o terreno urbano queda sujeto a la inspección o vigilancia de las autoridades de salud, quienes podrán practicar las visitas que juzguen convenientes y ordenar la ejecución de las obras que estime necesarias para poner el predio y todas sus dependencias en condiciones higiénicas según el uso a que se destine. Cuando un predio edificado se divida por partición, venta, cesión u otro concepto, deberá obtener el permiso de la autoridad de salud correspondiente, quien calificará la división de los espacios descubiertos correspondientes de manera que no se afecten la iluminación y la ventilación natural, el suministro de agua, los drenajes o servidumbres de las respectivas edificaciones o predios repartidos ni de sus anexos.

Art. 103.- Ningún área destinada a dar iluminación o ventilación a los locales de un edificio, debe cubrirse sin la autorización de la autoridad de salud respectiva.

Art. 104.- En ninguna edificación destinada para vivienda individual o colectiva o para servicio público, podrá almacenarse sustancias combustibles, explosivas y tóxicas.

Art. 105.- No podrá abrirse al público ferias, mercados, supermercados, aparatos mecánicos de diversión, peluquerías, salones de belleza, saunas y masajes, piscinas, templos, teatros, escuelas, colegios, salas de espectáculos; instalaciones

deportivas, hoteles, moteles, pensiones; restaurantes; bares, confiterías y otros establecimientos análogos, sin la autorización de la oficina de Salud Pública correspondiente; que la dará mediante el pago de los respectivos derechos y la comprobación de que están satisfechas todas las prescripciones de este Código y sus Reglamentos.

2.3.6 Reglamento de la oficina de planificación del área metropolitana de san salvador (opamss).

Jucuarán, no cuenta con un plan de desarrollo local, se sujetará al reglamento de la OPAMSS. Nos dirigimos a la Parte Sexta de este Reglamento (OPAMSS) que tiene por objeto establecer las normas mínimas de seguridad e integridad física y social, de las edificaciones que se realicen en el AMSS. Y se registrarán por éste parte todas las construcciones que se realicen dentro de los municipios.

Capitulo IV- Instalaciones

Art. VI. 21 instalaciones Generales

Todo tipo de edificación, según sus características deberá contar con las instalaciones necesarias para su funcionamiento, higiene y calidad ambiental adecuada, con los correspondientes artefactos, canalizaciones y dispositivos complementarios de los servicios de acueductos de agua potable, alcantarillados de aguas negras y aguas lluvias, electricidad, calefacción, ventilación mecánica, refrigeración, gas industrial y cualquier otro que se requiera.

Dichas instalaciones deberán ser diseñadas por profesionales autorizados y cumplir con todos los requisitos exigidos por los reglamentos que para tal efecto dicten las instituciones encargadas de la dotación de servicios públicos, así como también el

Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social y el Ministerio de Trabajo y Previsión Social.

Art. VI. 28 servicios Sanitarios

La dotación de edificaciones de servicios sanitarios se hará en función de los índices que se muestran en el cuadro siguiente:

Tabla 2.3: *Servicios sanitarios. Fuente: OPAMSS Art. VI 28.*

	Artefactos sanitarios	Urinario	Lavado	Inodoro
Centro de educación superior	Hombres	150 alumnos Fracción 50	150 alumnos Fracción 25	150 alumnos Fracción 25
	Mujeres		150 alumnos Fracción 25	150 alumnos Fracción 25

En Centros Educativos.

1 bebedero por cada 65 alumnos o fracción mayor de 30, localizados fuera de los cuartos de servicios sanitarios.

En todos los edificios para equipamiento social, administración pública o destinada a congregar personas, deberá contar al menos con uno de sus servicios sanitarios para el uso de personas con impedimentos físicos, con las siguientes características:

- a) El cubículo para el inodoro tendrá un ancho mínimo de noventa centímetros (90 cms.) y un largo mínimo de un metro setenta centímetros (1.70 Mts.); la puerta abrirá hacia afuera del cubículo. El inodoro se ubicará en la pared de fondo, al centro del ancho del cubículo; contará además con barras asideras laterales a ambos lados del aparato con una longitud mínima de noventa centímetros (90 cms.), a noventa centímetros (90 cms.) de separación máxima entre ellas y a una altura de noventa centímetros (90 cms.) del piso, empotradas con una resistencia mínima de doscientas libras (200 lbs.) de peso cada una.

- b) El lavamanos tendrá una altura libre del piso a su parte inferior de setenta y cinco centímetros (75 cms.) y una altura del piso a la parte superior de ochenta centímetros (80 cms.) y una profundidad hasta el grifo de cuarenta centímetros (40 cms.). El desagüe y los asbestos deberán ser a la pared.

art. vi. 29 Evacuación de aguas negras y residuales.

Las aguas servidas de carácter doméstico de las fábricas, establecimientos industriales, locales de trabajo y habitaciones anexas así como los residuos o relaves industriales o las aguas contaminadas resultantes de procesos químicos de otra naturaleza, en ningún caso podrán incorporarse en los subsuelos o arrojarse en los canales de regadío, acueductos, ríos esteros, quebradas, lagunas, lagos o embalses en mares o en cursos de agua en general sin estar previamente sometidas a los tratamientos de neutralización o depuración que prescriben en cada caso los Reglamentos sanitarios vigentes o que se dicten en el futuro.

No podrán conducirse a los servicios de alcantarillados públicos, los desperdicios de cocina, cenizas, sustancias inflamables o explosivos, escapes de vapor y en general, ninguna sustancia o residuo industrial susceptible de ocasionar perjuicios

u obstrucciones, dañar las canalizaciones o dar origen a un peligro o molestia para la salubridad pública.

Todos los proyectos de Hospitales, Unidades de Salud, Clínicas de todo tipo, etc., deberán contar con un lugar especial para incinerar los desperdicios allí originados, con la finalidad de evitar la propagación de enfermedades y epidemias.

Art.VI.30 Fosa Séptica.

Cuando no sea posible el drenaje público correspondiente, de acuerdo a las regulaciones de la ANDA y de la Dirección General de Salud, será obligatorio descargar las aguas negras a una fosa séptica de capacidad y diseño adecuado. La fosa séptica y pozo resumidero estarán a dos metros (2.00 Mts.) como mínimo de las colindancias.

Art.VI.31 Drenajes Pluviales de Salientes.

Los techos, balcones, voladizos, marquesinas y en general cualquier saliente, deberá drenarse de manera que se evite la caída libre de agua lluvia en forma copiosa y directa sobre la acera, a excepción de los toldos de entrada a los edificios, pero en ninguno de los casos se permitirán hacia los predios vecinos.

2.3.7 Normas técnicas para abastecimiento de agua potable y alcantarillados de aguas negras

5. CONSUMO DE AGUA

D= dotación doméstica urbana 80 a 350 l/p/d

La dotación total incluirá además de la dotación doméstica el consumo comercial, público, etc. y un 20% para fugas y desperdicios.

Escuelas

Externos ----- 40 l/alumno/d

Internados ----- 200 l/p/d

Personas no residentes ----- 50 l/p/d

6. VARIACIONES DE CONSUMO

Los diferentes elementos del Sistema se diseñarán considerando los siguientes coeficientes de variación de consumo de agua: Consumo máximo diario: 1.2 a 1.5 consumo medio diario Consumo máximo horario: 1.8 a 2.4 consumo medio diario Coeficiente de variación diaria $K_1 = 1.2$ a 1.5 Coeficiente de variación horaria $K_2 = 1.8$ a 2.4 Coeficiente de variación mínima horaria $K_3 = 0.1$ a 0.3 consumo medio diario.

8. FUENTE

Las aguas superficiales y/o aguas subterráneas, que alimentarán el sistema, deberán satisfacer las siguientes condiciones:

- a. Caudal Aprovechable El caudal aprovechable será igual o mayor a la demanda máxima diaria de agua a final de período. El caudal disponible de la fuente deberá comprobarse con un “Estudio Base” fundamentado en Balances Hidrológicos, investigaciones hidrogeológicas y/o coeficientes hidráulicos de acuíferos y pozos. En el caso de pozos el caudal aprovechable será igual o mayor que la demanda máxima diaria suministrada en un período no mayor de 20 horas de bombeo. En caso de que el caudal aprovechable sea menor a Q_{mxD} , se podrán construir reservorios para compensar la demanda máxima horaria.

15 ALMACENAMIENTO

a. Volúmenes de Almacenamiento

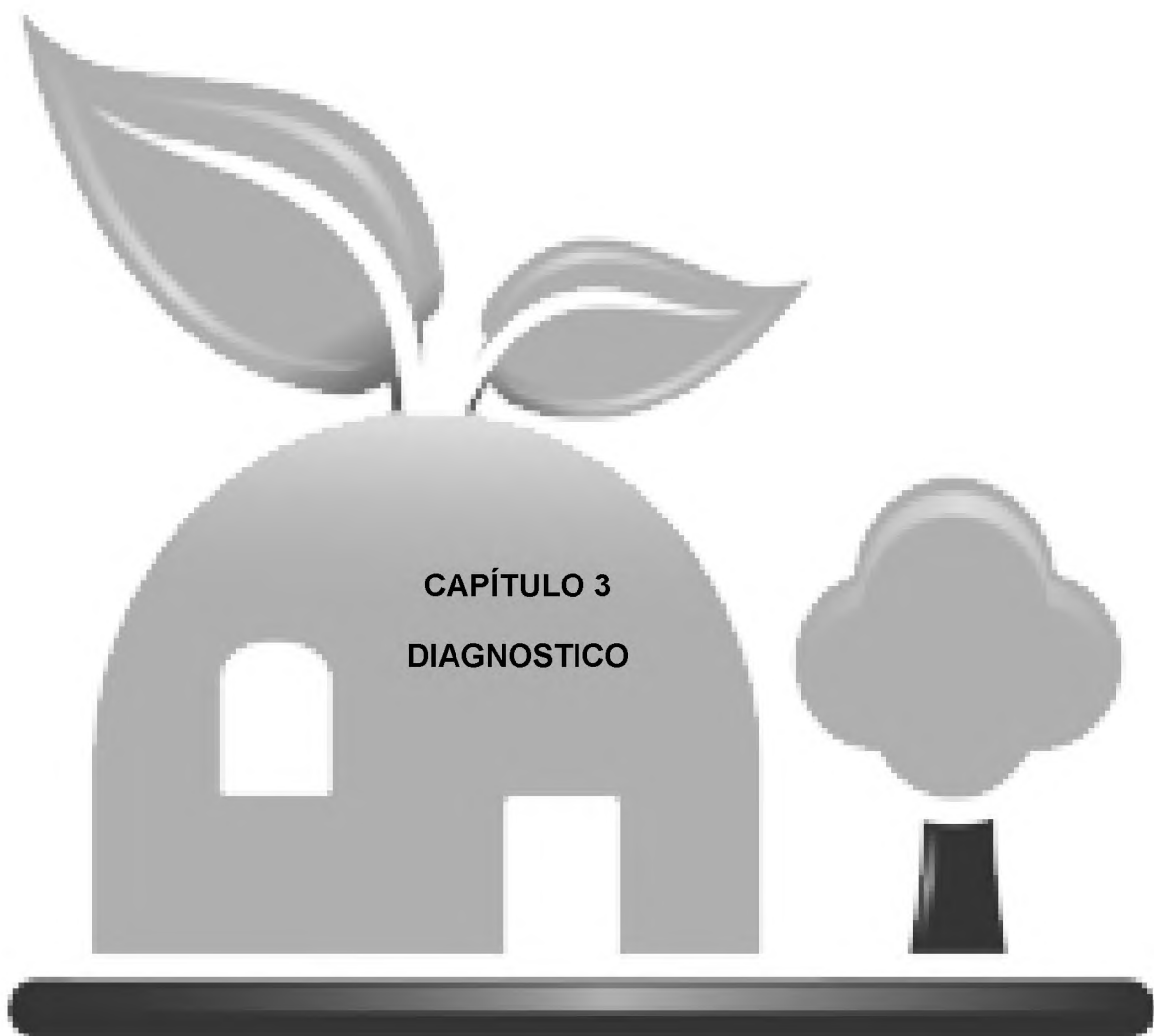
Considerando las probabilidades de ocurrencia y la prioridad en las demandas, un diseño económico se alcanzará comparando el volumen necesario para atender las variaciones de consumo con la suma de los volúmenes de incendios y reparaciones o cortes de energía, para luego optar por la condición de mayor volumen.

Para incendio se considera un volumen de 90 m³ por sistema; para reparaciones se estimará el volumen aducido/hora durante un mínimo de 2 horas.

b. Volumen de variaciones horarias

Los tanques se diseñarán de acuerdo a la integración de la variación horaria senoidal del día de mayor consumo y los valores de K1 y K2 consecuentemente se adaptarán los volúmenes mínimos siguientes:

- 24 h/día de aducción 20% del consumo medio diario
- 20 h/día de aducción 30% del consumo medio diario
- 18 h/día de aducción 42% del consumo medio diario
- 16 h/día de aducción 48% del consumo medio diario



CAPÍTULO 3
DIAGNOSTICO

3.1 Centros escolares del Municipio de Jucuarán, Departamento de Usulután.

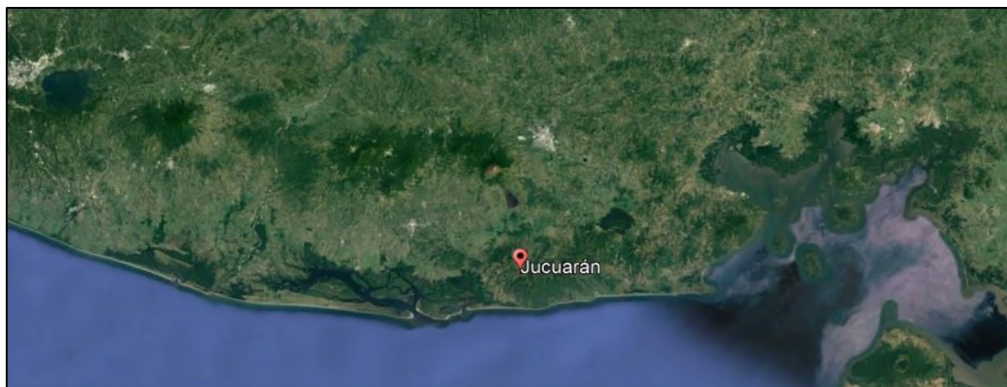


Imagen 3.1. *Ubicación de la zona costera del municipio de Jucuarán.* Fuente: Google Earth.

Para la elaboración de este capítulo se inició identificando todos los centros escolares pertenecientes a la jurisdicción del municipio de Jucuarán (ver tabla 3.1), para dicho proceso se obtuvo la ayuda del asesor pedagógico asignado por el Ministerio de Educación (MINED) a la zona.

Por medio de una convocatoria para todos los directores de los distintos centros escolares del municipio, el grupo de tesis pudo recopilar información del estado actual de las escuelas, esto por medio de un formato de recolección de datos (ver anexo 5) que fue entregado a los directores con el fin de aligerar y facilitar el proceso.

Teniendo la información del total de centros escolares se pudo hacer un diagnóstico general del estado actual de infraestructura y recursos que posee cada escuela para así tener más claridad sobre las necesidades que tienen las instituciones educativas en el municipio.

Luego de este proceso se inició el levantamiento topográfico y de datos técnicos de los centros escolares de la zona costera del municipio, como se mencionó en el capítulo uno, estos fueron elegidos por los motivos de ser los que funcionan en

condiciones más precarias y por su ubicación favorece la propuesta de energía solar.

A continuación, se muestra una tabla proporcionada por el MINED que contiene el listado de todos los centros escolares de esta jurisdicción según su base de datos.

Tabla 3.1

Listado de centros escolares del Municipio de Jucuarán.

CENTRO ESCOLAR	DIRECCIÓN	# DE ALUMNOS	AREA	ZONA
C. E. Cas. El Majague. C/ El Zapote	Caserío El Majague, Cantón El Zapote	185	Rural	Sur -Oriente
C. E. Cas. El Guaycume. C/ El Alambre	Caserío El Guaycume, Cantón El Alambre	23	Rural	Sur -Oriente
C. E. C/ El Alambre	Caserío El Alambre, Cantón El Jicaro	138	Rural	Sur -Oriente
C. E. Cas. El Tempiscal. C/ El Zapote	Caserío El Tempiscal, Cantón El Zapote	28	Rural	Sur -Oriente
C. E. Cas. El Bajío. C/ El Zapote	Caserío El Bajío, Cantón El Zapote	75	Rural	Sur -Oriente
C. E. Cas. El Carrizal. C/ El Zapote	Caserío El Carrizal, Cantón El Zapote	82	Rural	Sur -Oriente
C E Cas Huateras,C/ El Zapote	Caserío Huateras, Cantón El Zapote	64	Rural	Sur -Oriente
C. E. Cas. Agua Fría. C/ El Zapote	Caserío Agua Fría, Cantón El Zapote	51	Rural	Sur -Oriente
C. E. "Dr Enrique Magaña Menéndez	Casco Urbano de Jucuarán, Usuluán	455	Urbana	Centro
C. E. Cas. El Tiangué	Caserío El Tiangué, Cantón EL Progreso	23	Rural	Norte
C. E. Cas. El Portillo	Caserío El Portillo, Cantón EL Jutal	10	Rural	Norte
C. E. Cas. El Encantado	Caserío El Encantado, Cantón EL Jutal	18	Rural	Norte
C. E. C/ El Almendro.	Caserío El Almendro, Cantón El Jutal	187	Rural	Norte
C. E. C/ La Cabaña	Caserío La Cabaña, Cantón Jutal	127	Rural	Norte
C. E. Cas. El Plantel	Caserío El Plantel, Cantón Jutal	29	Rural	Norte
C. E. Cas. El Cacao C/ El Almendro	Caserío El Cacao, Cantón El Jutal	30	Rural	Norte
C. E. C/ Los Llanitos	Caserío Los Llanitos, Cantón El Progreso	210	Rural	Norte
Instituto Nacional de Jucuarán	Casco Urbano de Jucuarán, Usuluán	132	Urbana	Centro
C. E. C/ El Espino	Caserío El Espino, Cantón El Jicaro	409	Rural	Sur
C. E. Cas. El Salamar C/ El Llano	Caserío El Salamar, Cantón El Llano	32	Rural	Sur
C. E. Cas. El Guiro C/ El Jicaro	Caserío El Guiro, Cantón El Jicaro	28	Rural	Sur
C. E. Cas. La Ringuera C/ El Jicaro	Caserío La Ringuera, Cantón El Jicaro	56	Rural	Sur

C. E. Colonia La Ringleira. C/ El Jícaro	Caserío La Ringleira, Cantón El Jícaro	45	Rural	Sur
C. E. Cas. Puerto Caballo. C/ El Jícaro	Caserío Puerto Caballo, Cantón El Jícaro	180	Rural	Sur
C. E. Cas. La Bocanita. C/ El Jícaro	Caserío La Bocanita, Cantón El Jícaro	40	Rural	Sur
C. E. Cas. Arcos del Espino C/ El Jícaro	Caserío Arcos del Espino, Cantón El Jícaro	163	Rural	Sur
Complejo Educativo C/ Samuria	Cantón Samuría, Jucuarán, Usulután	213	Semi-Rural	Sur
C. E. Cas. El Escondido C/ Samuria	Caserío El Escondido, Cantón Samuría	16	Rural	Sur
C. E. Cantón El Llano	Cantón El Llano, Jucuarán, Usulután	20	Rural	Sur
C. E. Cas. Santa Lucía. C/ El Llano	Caserío Santa Lucía, Cantón El Llano	14	Rural	Sur
C. E. Cas. El Coyol. C/ El Llano	Caserío El Coyol, Cantón El Llano	18	Rural	Sur
C. E. Cas. El Planón C/ Samuria	Caserío El Planon, Cantón Samuría	57	Rural	Sur
C. E. Cas. Los Conventos/ Samuria	Caserío Los Conventos, Cantón Samuría	79	Rural	Sur
C. E. Cas. Valle Seco C/ Samuria	Caserío Valle Seco, Cantón Samuría	16	Rural	Sur
C. E. Cas. Las Flores. C/ Samuria	Caserío Las Flores, Cantón Samuría	22	Rural	Sur
C. E. Cas. El Quebracho. C/ Samuria	Caserío El Quebracho, Cantón Samuría	19	Rural	Sur

Fuente: MINED, departamental de oriente.

Para realizar un diagnóstico general del total de centros escolares de la jurisdicción del municipio, se elaboró un formato que fue entregado a cada uno de los directores que se hicieron presentes a una capacitación organizada por el asesor pedagógico. A la capacitación solo se hicieron presentes 25 directores.

La información que se obtuvo en la reunión con el personal administrativo de los centros escolares muestra el estado actual de veinticinco escuelas de las treinta y seis del municipio (Ver anexo 6), por el motivo que once de los directores de la zona se ausentaron durante la reunión donde se obtuvieron los datos. A continuación, se presenta un resumen de la información obtenida.

Tabla 3.2

Porcentaje de la muestra. Fuente: Grupo de investigación.

Descripción	Cantidad	Porcentaje
Total de escuelas del municipio	36	100.00%
Total de escuelas sin información	11	31.56 %
Total de escuelas en estudio	25	69.44 %

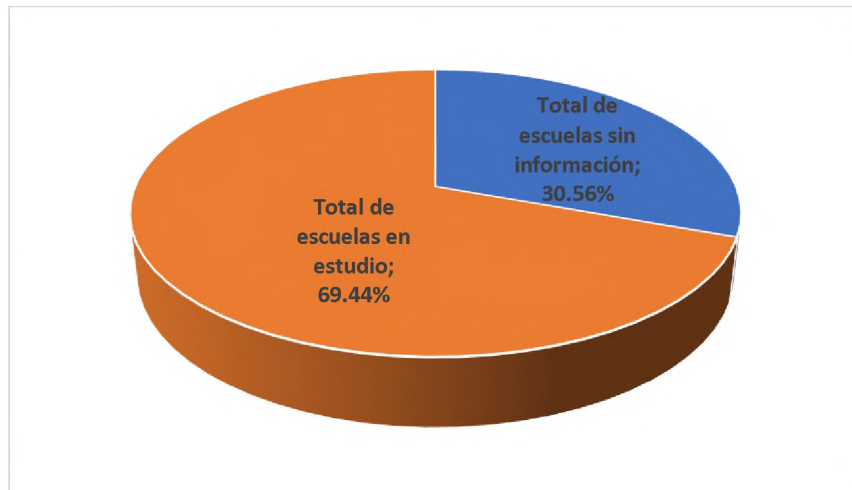


Gráfico 3.1: Porcentaje de la muestra.

Para esta investigación nuestro universo serán las veinticinco escuelas de las que se obtuvo información, es decir el 69.44 % del total de centros escolares.

A continuación, se presenta un resumen con tablas y gráficos de los datos obtenidos (Anexo 6).

Tabla 3.3:

Resumen de recolección de datos: Fuente: Grupo de investigación.

Descripción	Cantidad	Porcentaje de escuelas con el servicio	Porcentaje de escuelas sin el servicio
Escuelas con servicio de agua potable	25	100.00%	0.00%
Escuelas con tratamiento de aguas residuales	24	96.00%	4.00%
Escuelas con sistema de desalojo de agua pluvial	22	88.00%	12.00%
Escuelas que cuentan con servicio de energía eléctrica	22	88.00%	12.00%

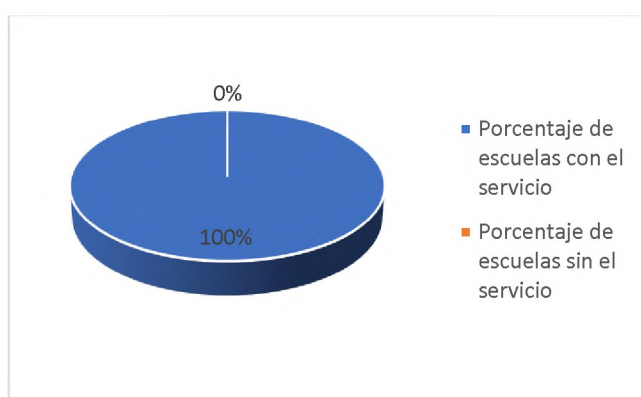


Gráfico 3.2: Escuelas con servicio de agua potable.

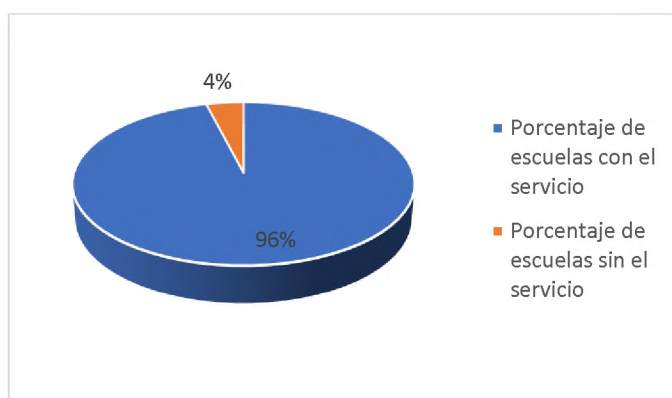


Gráfico 3.3: Escuelas con tratamiento de aguas residuales.

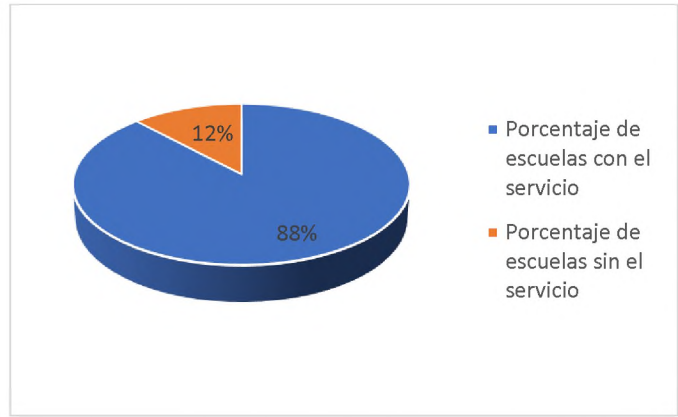


Gráfico 3.4: Escuelas con sistema de desalojo de agua pluvial.

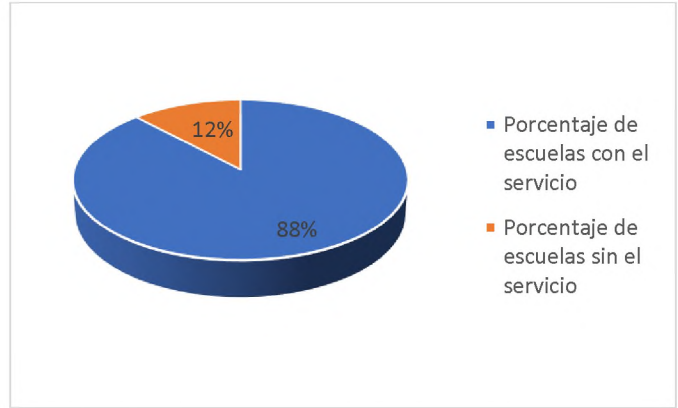


Gráfico 3.5: Escuelas que cuentan con servicio de energía eléctrica.

De las veinticinco escuelas de las que se obtuvo información, todas cuentan con el servicio de agua potable, en el caso del tratamiento de aguas residuales el 96 % cuenta con un sistema y el 88 % tiene un sistema para el desalojo de agua pluvial y servicio de energía eléctrica.

A continuación, se muestra por medio de tablas cuáles son los sistemas que poseen los centros escolares del municipio.

Tabla 3.4

Sistemas de abastecimiento de agua utilizados.

RESUMEN DE DATOS SOBRE AGUA POTABLE	
Descripción de sistema	Cantidad
Red de ANDA	1
Pozo industrial	1
Red administrada por ADESCO	9
Red administrada por Cooperativa	5
Pozo Artesanal	3
Conexión no autorizada	8
Más de un sistema	2

Tabla 3.5

Sistemas de desalojo de aguas residuales.

RESUMEN DE DATOS SOBRE DESALOJO DE AGUAS RESIDUALES	
Descripción de sistema	Cantidad
Fosa séptica	9
Alcantarillado sanitario	1
Letrina de hoyo seco	7
Más de un sistema	3

Tabla 3.6

Sistemas de drenaje pluvial utilizados.

RESUMEN DE DATOS SOBRE RECOLECCIÓN, CONDUCCIÓN Y DRENAJE PLUVIAL	
Descripción	Cantidad
Canaletas (para captación, transporte y bajada)	8
Cunetas	11
Tragantes	2
Tub. Subterránea	2
Canales naturales	1

Según los datos anteriores el sistema más común para el abastecimiento de agua es una red administrada por la ADESCO de la comunidad, para la depuración de aguas residuales el más común es la letrina de hoyo seco y en el caso del desalojo de agua pluvial el sistema con mayor frecuencia es el uso de cunetas. Algunos de los centros escolares cuentan con más de un sistema para sus recursos.

3.2 Estado actual de los diez centros escolares pertenecientes a la zona costera del Municipio de Jucuarán.

El universo de la investigación son 25 escuelas del municipio de las cuales se obtuvo información general. Como muestra se eligieron los 10 centros escolares que se ubican en la zona costera que son los siguientes:

- Centro Escolar Caserío El Espino, Cantón El Júcaro.
- Centro Escolar Caserío Arcos Del Espino, Cantón El Júcaro.
- Centro Escolar Caserío La Ringlera, Cantón El Júcaro.
- Centro Escolar Caserío Puerto Caballo, Cantón El Júcaro.
- Centro Escolar Caserío La Bocanita, Cantón El Júcaro.
- Centro Escolar Caserío Salamar, Cantón El Llano.
- Centro Escolar Caserío Agua Fría, Cantón El Zapote.
- Centro Escolar Caserío El Carrizal, Cantón El Zapote.
- Centro Escolar Caserío Huateras, Cantón El Zapote.
- Centro Escolar Caserío El Tempiscal, Cantón El Zapote.

Estas escuelas son señaladas por el asesor pedagógico designado al municipio como las de mayor necesidad, esto las convierte en muestras significativas para demostrar la seriedad del problema planteado en el capítulo 1. Lo anterior se justifica con un diagnóstico realizado a cada uno de los centros educativos listados anteriormente.

3.2.1 CENTRO ESCOLAR CASERÍO EL ESPINO, COD: 12619.



Imagen 3.2: *Rótulo de bienvenida al centro educativo.* Fuente: Grupo de investigación.

Ubicación: El centro escolar pertenece al cantón El Jícaro, está ubicado al Poniente de la carretera principal que dirige al casco urbano de Jucuarán, exactamente en el desvío que conduce al Caserío Arcos del Espino.



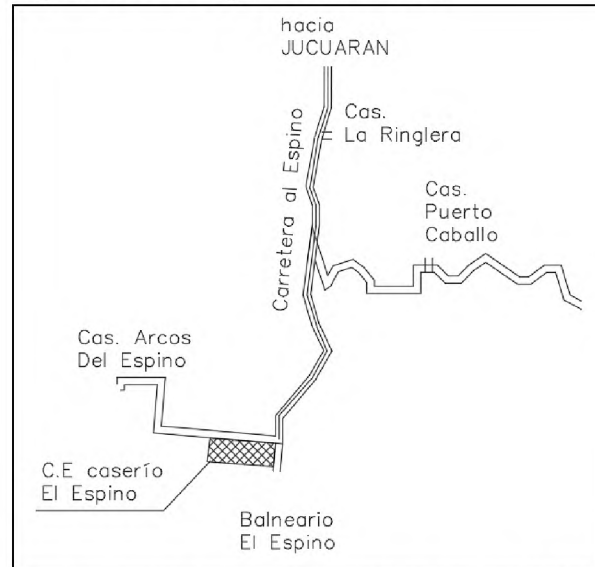
Imagen 3.3: *Ubicación satelital del centro escolar.* Fuente: Google Earth.

Población: La institución cuenta con 409 estudiantes activos.

Horarios de clases: de 7 am a 11:45 am y de 12:45 pm a 5:15 pm.

Topografía: Su extensión territorial se desglosa de la siguiente manera:

- Norte: 46.29 Mts
- Sur: 50.27 Mts
- Este: 50.78 Mts
- Oeste: 41.19 Mts



El terreno posee un área de 2,192.52 metros cuadrados y un perímetro de 188.54 metros lineales. La topografía del terreno es regular, hay pocas variaciones en los niveles. En ciertas áreas el suelo está combinado con arena de mar.

El área construida es de 45.45%, que comprende seis módulos de aulas, corredores, una oficina, dos estructuras de baños lavables y una de hoyo seco, una fosa, un tanque de almacenamiento de agua y área de reuniones. La infraestructura del centro educativo se encuentra en mal estado y se considera que su distribución no es adecuada.

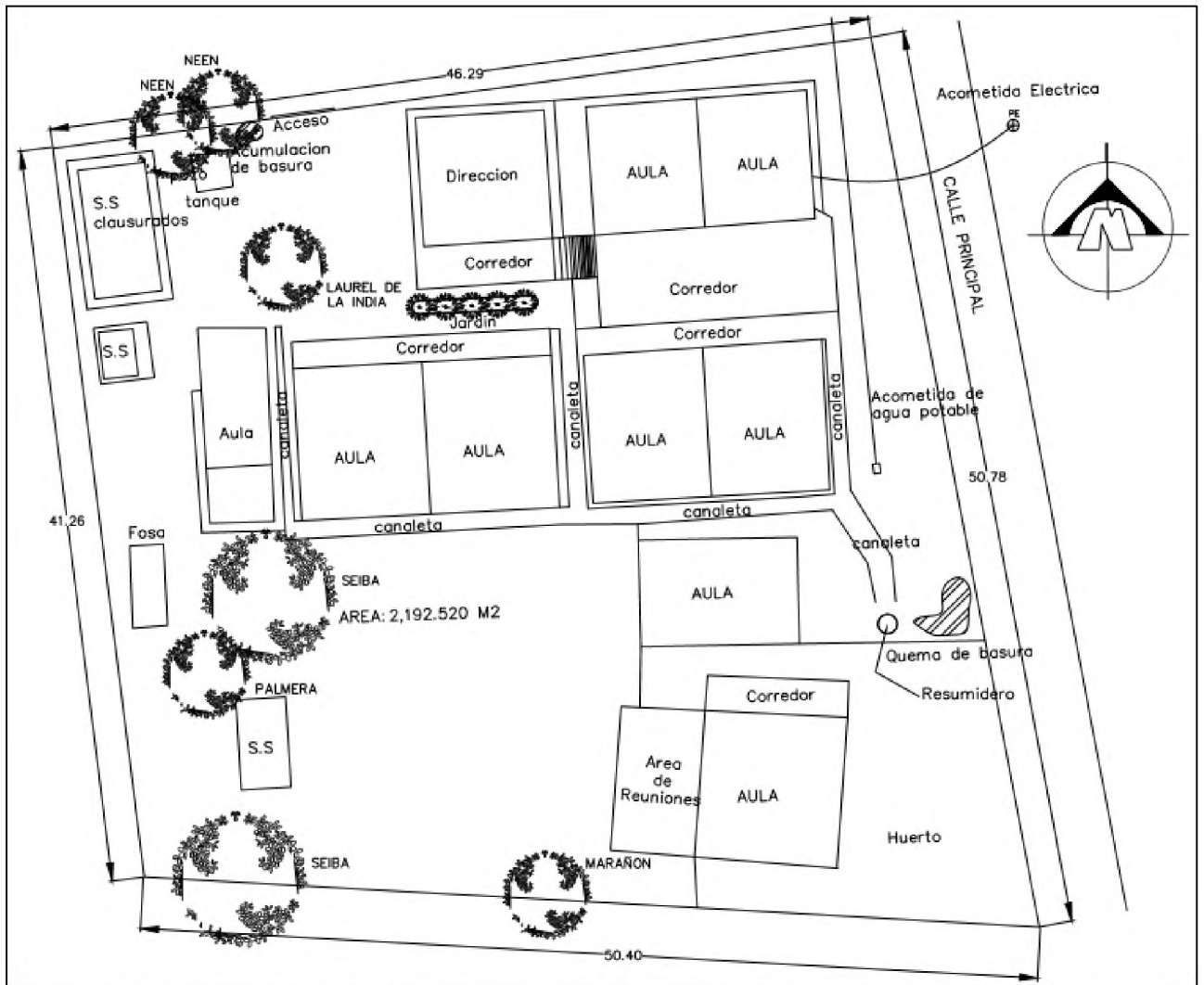


Imagen 3.4: Esquema general del centro educativo. Fuente: Levantamiento realizado por grupo de investigación.

Actualmente el centro educativo cuenta con los siguientes recursos básicos según la visita de campo:

- Agua potable: Esta es proporcionada por una red administrada por la ADESCO de la comunidad la cual no ha incorporado contador al centro educativo, también posee un pozo artesanal de donde se extrae agua para almacenarla en un tanque elevado, la acometida de la red de ADESCO esta ubica al costado Este del terreno.

La norma técnica de ANDA establece una dotación para centros escolares de 40 L/Alumno/D más 20% por fugas y desperdicios, basándose en la población actual del centro escolar, la demanda base debe ser de 19.63 m³/día.



Imagen 3.5: *Agua potable proporcionada por ADESCO y extracción de agua al pozo artesanal.* Fuente: Grupo de investigación.

Las imágenes anteriores muestran la acometida de agua potable proveniente de la red de la ADESCO que está adaptada a un único grifo ubicado en una pila de concreto y el equipo de bombeo existente sobre el pozo perforado, así mismo puede observarse que el tanque de almacenamiento está ubicado exactamente sobre el pozo.

- Drenaje Pluvial: algunos de los módulos cuentan con canales para la recolección, transporte y bajada de aguas lluvias que se encargan de conducir el agua hacia las canaletas perimetrales, para luego ser evacuadas al costado Sureste del terreno a un resumidero con un diámetro aproximado de 50 centímetros y con profundidad de 20 centímetros.



Imagen 3.6: *Drenaje pluvial en algunos módulos.* Fuente: Grupo de investigación.

Como se puede observar el drenaje terrestre de aguas lluvias se encuentra en un estado de deterioro que podría ser causado por el tiempo y la intemperie. Los canales perimetrales sobre los techos se encuentran en buen estado, pero no todos los módulos cuentan con este tipo de drenaje, en el caso de los techos sin canales para la recolección de agua lluvia, esta cae directamente sobre el drenaje terrestre que rodea las instalaciones.



Imagen 3.7: *Resumidero donde se captan aguas grises y pluviales.* Fuente: Grupo de investigación.

Es evidente que el punto donde se captan las aguas lluvias y aguas grises es un problema preocupante, como se puede notar en las imágenes este es un foco de proliferación de enfermedades como dengue, sica o chikungunya sin mencionar los malos olores que se generan por el agua acumulada.

- Desalojo de aguas residuales: Se cuenta con dos módulos de servicios sanitarios clausurados debido al colapso de la fosa existente, como alternativa a la necesidad se están utilizando servicios sanitarios de hoyo seco con fosa compartida (imagen 3.10), sin tratar adecuadamente.



Imagen 3.8: *baños de hoyo seco en uso y Baños lavables clausurados*. Fuente: Grupo de investigación.



Imagen 3.9: *Estado actual de los baños de hoyo seco*. Fuente: Grupo de investigación.

El estado actual de los baños de letrina de hoyo seco se encuentra en condiciones insalubres y con una estructura dañada, los usuarios se ven prácticamente obligados hacer uso de ellos sin importar las condiciones ya que son los únicos en funcionamiento.

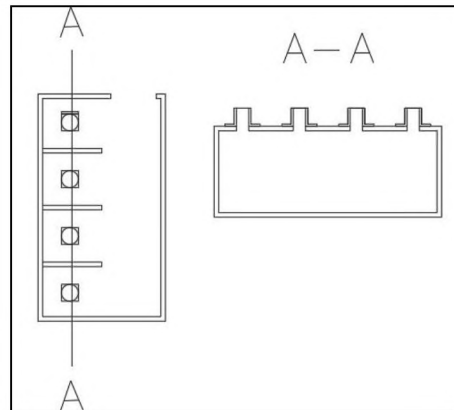


Imagen 3.10: *Vista de planta y perfil de los servicios sanitarios de hoyo seco.* Fuente: Grupo de investigación.

- Desechos sólidos: Estos se acumulan en el costado norte del centro educativo al lado del acceso principal, son retirados por el servicio de recolección de basura municipal, este servicio eventualmente falla y en estos casos la basura es quemada o simplemente se acumula.



Imagen 3.11: *Disposición final de los desechos sólidos.* Fuente: Grupo de investigación.

Como se puede observar en las imágenes la acumulación de basura en el centro escolar llega a puntos críticos, cuando esto sucede el personal de mantenimiento opta por quemar los desechos lo cual no es una técnica correcta y puede generar incomodidad a los usuarios, esta práctica también genera un impacto negativo en el medio ambiente.

- Instalaciones eléctricas: El centro educativo cuenta con este recurso, la acometida eléctrica está ubicada al otro lado de la calle principal al costado oriente del terreno, su contador se encuentra ubicado en la esquina NorOcidente en una de las paredes de un módulo y el tablero principal se encuentra en la dirección.



Imagen 3.12: *Contador eléctrico del Centro Escolar.* Fuente: Grupo de investigación.



Imagen 3.13: *Tablero ubicado en la dirección.* Fuente: Grupo de investigación.

El tablero general del centro educativo está ubicado en la oficina del director o más comúnmente conocida como *dirección*, este presenta cierto deterioro debido al tiempo.



Imagen 3.14: *Transformador que abastece al centro educativo, capacidad de 25 KVA.*
Fuente: Grupo de investigación.

Las instalaciones eléctricas existentes se detallan en el siguiente diagrama unifilar:

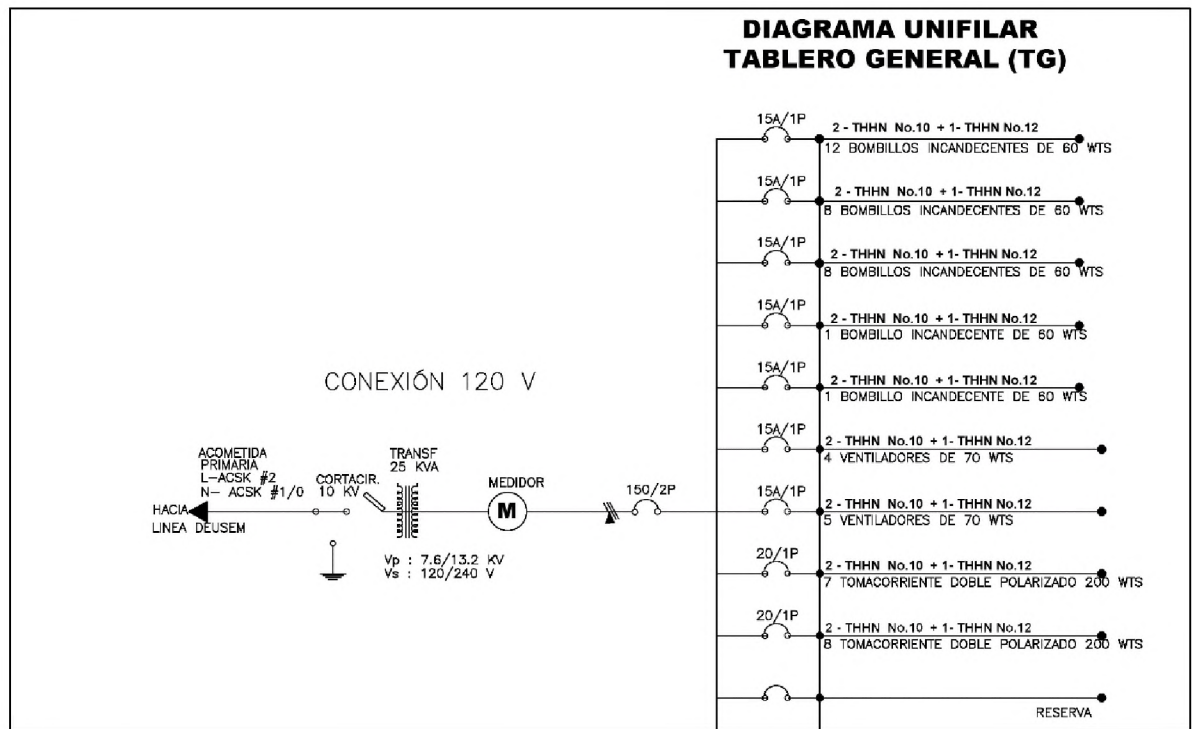


Imagen 3.15: Diagrama unifilar eléctrico del Centro Escolar Caserío El Espino. Fuente: Grupo de investigación.

En el diagrama anterior se ilustra la distribución de las instalaciones eléctrica existentes del centro escolar, estas se componen de nueve circuitos con una protección de 150 A y posee una conexión de 120 V.

Estructura y distribución de techos

- Cubierta de módulos: Los tipos de cubierta de techo en los módulos son los siguientes:
 - Lámina gris estándar de fibrocemento.
 - Lámina acanalada de aluminio.
 - Lámina galvanizada canal corriente.



Imagen 3.16: *Cubierta de fibrocemento y lámina galvanizada canal corriente.* Fuente: Grupo de investigación.

- Estructura de techos: Está compuesta de la siguiente manera:
 - Polín C de 4"x2".
 - Viga macomber con tubo cuadrado de 4".
 - Viga de madera.
 - Costaneras.
 - Polín C de 4"x4".

Las cubiertas de los módulos en su mayoría se encuentran en buen estado, pero, la estructura de las aulas más pequeños es débil y está compuesta de madera no apta para sostener demasiado peso.



Imagen 3.17: *Estructura de techo de las aulas más pequeñas.* Fuente: Grupo de investigación.

Las imágenes anteriores muestran el deplorable estado de la estructura de techo que poseen algunos de los módulos, además de no ser una estructura estable también puede representar un peligro para los usuarios.



Imagen 3.18: *Estructura de techo de madera*. Fuente: Grupo de investigación.

Para el caso de la imagen 3.18, la estructura es de madera, pero su distribución, las dimensiones de los elementos y el tipo de cubierta que no es pesada generan una mayor estabilidad y seguridad.

3.2.2 CENTRO ESCOLAR CASERÍO ARCOS DEL ESPINO, COD: 80080.



Imagen 3.19: *Vista frontal del pabellón principal.* Fuente: Grupo de investigación.

Ubicación: El centro escolar pertenece al cantón El Jícaro, está ubicado a 1.7 kilómetros al Poniente de la carretera principal que dirige al casco urbano de Jucuarán.



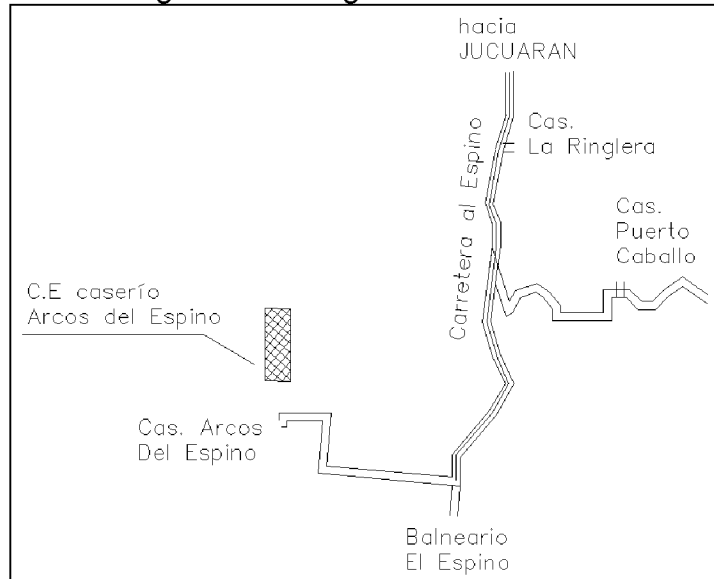
Imagen 3.20: *Ubicación satelital del centro escolar.* Fuente: Google earth.

Población: La institución cuenta con 163 estudiantes activos.

Horarios de clases: de 7:30 am a 11:45 am y de 12:30 pm a 4:45 pm.

Topografía: Su extensión territorial se desglosa de la siguiente manera:

- Norte: 64.42 Mts
- Sur: 64.26 Mts
- Este: 41.04 Mts
- Oeste: 41.35 Mts



El terreno posee un área de 2,650.35 metros cuadrados y un perímetro de 211.07 metros lineales. La topografía del terreno es regular, no hay variaciones de terreno significativas. En el lugar se puede encontrar arena de mar.

El área construida es de 21.34%, que comprende un pabellón de aulas, un corredor de ladrillo, una bodega, una pequeña cocina, un área de reuniones o recreo, un tanque elevado y área de baños.

Se desaloja el agua lluvia por medio de canaletas rectangulares que rodean el pabellón, la cocina, el área de reuniones y bodega. Las condiciones de las estructuras son variables, el pabellón principal en su mayoría se encuentra en buen estado, no es el caso para los servicios sanitarios, tanque de almacenamiento, equipo de bombeo, bodega y cocina.

Dentro del área del centro educativo hay acumulación de desechos sólidos, lo cual representa un problema para la salud de los usuarios.

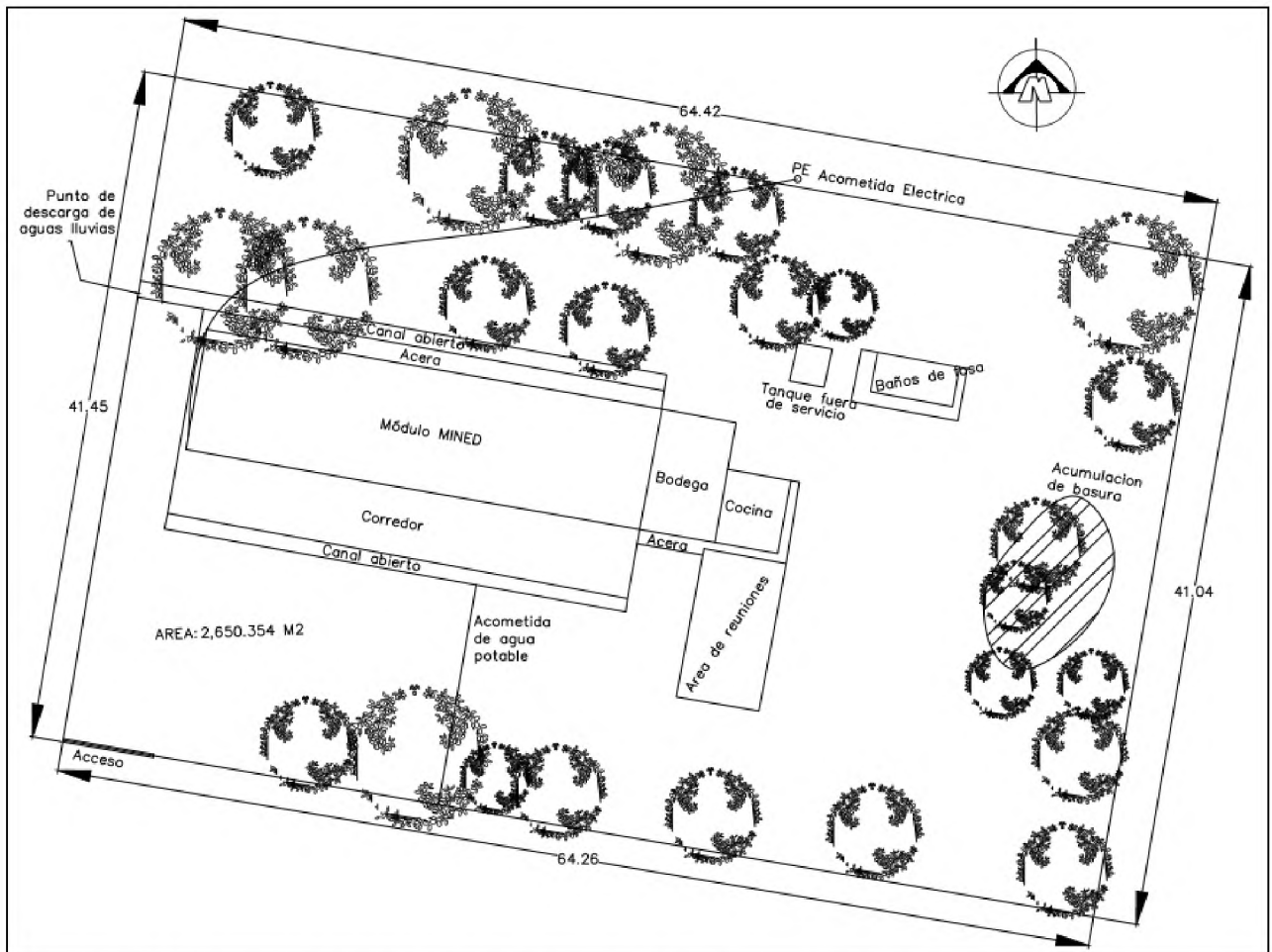


Imagen 3.21: *Esquema general del centro educativo.* Fuente: Levantamiento realizado por grupo de investigación.

Actualmente el centro educativo cuenta con los siguientes recursos básicos según la visita de campo:

- Agua potable: Esta es proporcionada por la ADESCO de la comunidad y no se ha implementado un contador, su acometida está ubicada al costado Sur del terreno, también existe un pozo artesanal pero el equipo de bombeo está obsoleto y el tanque de almacenamiento se encuentra y mal estado.

La norma técnica de ANDA establece una dotación para centros escolares de 40 L/Alumno/D más 20% por fugas y desperdicios, basándose en la población actual del centro escolar, la demanda base debe ser de 7.82m³/día.



Imagen 3.22: *Estado actual del tanque de almacenamiento y equipo de bombeo.* Fuente: Grupo de investigación.

Como se ha observado, del equipo de bombeo y el tanque de almacenamiento de esta escuela solo han quedado las ruinas, además la cantidad de agua que se obtiene de la red de ADESCO no es un flujo continuo y tampoco abundante como para almacenar un volumen de agua significativo.

- Drenaje Pluvial: El pabellón principal al cual están unidos la cocina y bodega solo cuentan con cunetas, el techo no posee canaletas para el bajado del agua lluvia hacia el terreno natural, estas aguas son conducidas hacia el costado Oeste del terreno donde se encuentra el punto de descarga.



Imagen 3.23: *Drenaje pluvial que rodea las estructuras principales del centro escolar.*
Fuente: Grupo de investigación.

El canal superficial que se puede notar en la imagen anterior es el único drenaje pluvial con el que cuenta el centro educativo.

- Desalojo de aguas residuales: Se cuenta con una estructura que posee baños lavables que están conectados a una fosa séptica. El estado de los baños es deplorable y no se encuentran en uso.



Imagen 3.24: *Servicios sanitarios del centro escolar.* Fuente: Grupo de investigación.



Imagen 3.25: *Estado actual de los servicios sanitarios del centro escolar.* Fuente: Grupo de investigación.

Los servicios sanitarios del centro escolar se encuentran prácticamente en un estado de abandono completo, el interior de las instalaciones está lleno de basura, los tanques de los inodoros no son abastecidos con agua para realizar bien sus funciones.

- Desechos sólidos: El centro escolar no cuenta con un servicio de recolección de basura de modo que esta es acumulada al costado Este del terreno donde eventualmente es quemada.



Imagen 3.26: *Disposición final de los desechos sólidos.* Fuente: Grupo de investigación.

La acumulación de desechos sólidos en el centro escolar es algo preocupante, como se muestra en las imágenes, esta se acumula muy cerca de las aulas donde los niños reciben clases lo que significa que diariamente están expuestos a enfermedades por diversos tipos de contaminantes.

- Instalaciones eléctricas: El centro educativo cuenta con este recurso, la acometida eléctrica se ubicada al costado Norte del terreno, su contador se encuentra en la esquina NorPoniente del pabellón y el tablero principal se encuentra en la dirección.



Imagen 3.27: *Contador eléctrico del Centro Escolar.* Fuente: Grupo de investigación.



Imagen 3.28: *Tablero principal ubicado en la dirección.* Fuente: Grupo de investigación.

Las instalaciones eléctricas del centro escolar fueron renovadas recientemente, los equipos como luminarias, tomacorrientes, interruptores, tablero principal y cableado no presentan ningún deterioro.



Imagen 3.29: Transformador que abastece al centro educativo, capacidad de 25 KVA.
Fuente: Grupo de investigación.

Las instalaciones eléctricas existentes se detallan en el siguiente diagrama unifilar.

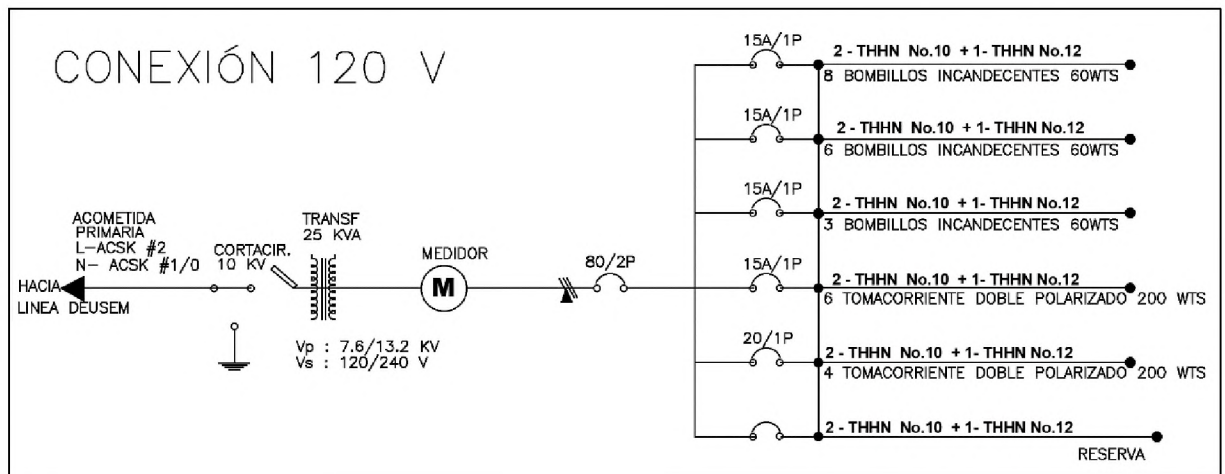


Imagen 3.30: Diagrama unifilar eléctrico del Centro Escolar Caserío Arcos Del Espino.
Fuente: Grupo de investigación.

En el diagrama anterior se ilustra la distribución de las instalaciones eléctrica existentes del centro escolar, estas se componen de seis circuitos con una protección de 80 A y posee una conexión de 120 V.

Estructura y distribución de techos

- Cubierta: Los tipos de cubierta de techo en los módulos son los siguientes:
 - Cubierta de lámina de aluminio en todos los módulos de la escuela.



Imagen 3.31: *Cubierta de lámina de aluminio acanalada sobre área de cocina y bodega.*
Fuente: Grupo de investigación.



Imagen 3.32: *Cubierta de lámina de aluminio acanalada sobre área de reuniones.* Fuente:
Grupo de investigación.

- Estructura: Está compuesta de la siguiente manera:
 - Perfil de acero cuadrado de 4”.
 - Viga macomber con polín espacial.
 - Polín C de 4”x2”.
 - Viga de madera.
 - Costaneras.
 - Polín espacial.

Las cubiertas de los módulos se encuentran en buen estado al igual que su estructura metálica, en el caso de la cocina y la bodega, su estructura está formada de madera, también se encuentra en buenas condiciones y es la adecuada para resistir el peso al que se somete.



Imagen 3.33: *Estructura de techo sobre pabellón principal.* Fuente: Grupo de investigación.

3.2.3 CENTRO ESCOLAR CASERÍO LA RINGLERA, COD: 80077.



Imagen 3.34: *Rótulo del centro educativo.* Fuente: Grupo de investigación.

Ubicación: El centro escolar pertenece al cantón El Jícaro, está ubicado en el Caserío La Ringlera al Este de la carretera que dirige a la playa El Espino, dicha escuela se encuentra a una distancia de 3.47 kilómetros de la costa.

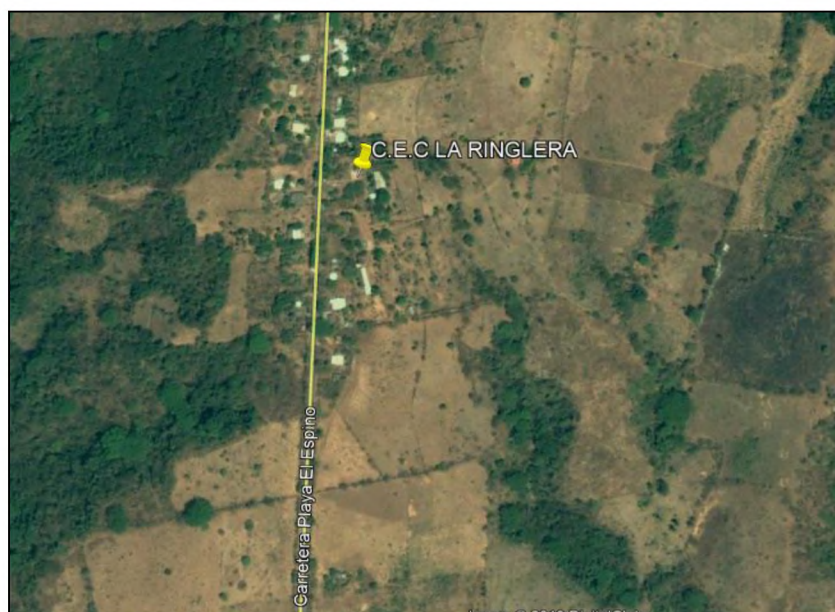


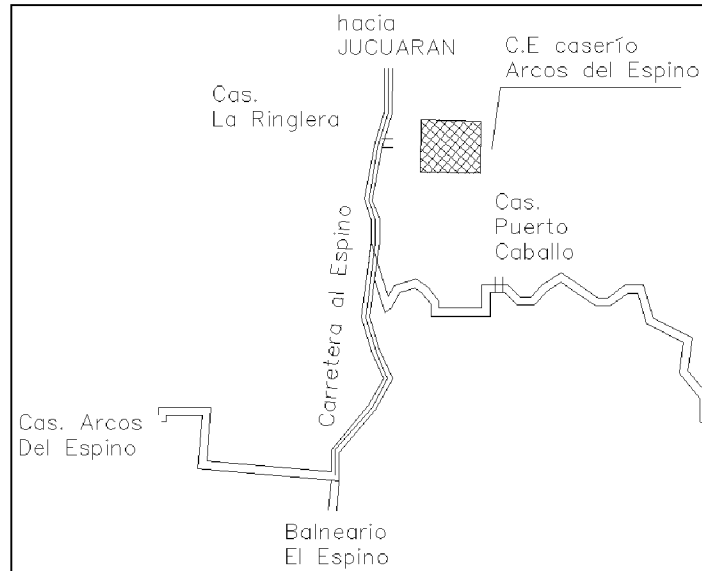
Imagen 3.35: *Ubicación satelital del centro escolar.* Fuente: Google Earth.

Población: La institución cuenta con 45 estudiantes activos.

Horarios de clases: de 7 am a 11:45 am y de 12:45 pm a 5:15 pm.

Topografía: Su extensión territorial se desglosa de la siguiente manera:

- Norte: 67.60 Mts
- Sur: 43.61 Mts
- Este: 57.21 Mts
- Oeste: 100.70 Mts



El terreno posee un área de 3,547.16 metros cuadrados y un perímetro de 269.18 metros lineales. Su topografía es irregular en algunas áreas, mayormente en su costado Este donde tiende a bajar el nivel.

El área construida es de 25%, que comprende un pabellón de aulas, una cancha, área de juegos, tres pequeñas estructuras inhabilitadas por malas condiciones, un área de reuniones, una bodega y área de baños.

Las estructuras existentes se encuentran en buen estado, a excepción de 3 módulos que están deshabilitados.



Imagen 3.36: Esquema general del centro educativo. Fuente: Levantamiento realizado por grupo de investigación.

Actualmente el centro educativo cuenta con los siguientes recursos básicos según la visita de campo:

- Agua potable: Este recurso es proporcionado por la ADESCO de la comunidad, la acometida está ubicada en el costado NorPoniente del terreno sobre el acceso principal, la caja está enterrada y no posee contador.

La norma técnica de ANDA establece una dotación para centros escolares de 40 L/Alumno/D más 20% por fugas y desperdicios, basándose en la población actual del centro escolar, la demanda base debe ser de 2.16m³/día.



Imagen 3.37: *Agua potable proporcionada por ADESCO.* Fuente: Grupo de investigación.

Al igual que los dos centros escolares anteriores, el centro escolar del caserío La Ringlera posee un único grifo del cual todos los usuarios hacen uso para distintas actividades.

- Drenaje Pluvial: Se desaloja el agua lluvia por medio de canaletas rectangulares que rodean el pabellón, la cancha, el área de reuniones y bodega, el techo del módulo principal cuenta con canaletas para hacer el bajado del agua al drenaje terrestre, hay dos puntos de descarga ubicados en la esquina NorOste y SurOste del módulo principal.



Imagen 3.38: *Drenaje pluvial*. Fuente: Grupo de investigación.



Imagen 3.39: *Drenaje pluvial*. Fuente: Grupo de investigación.

Como se ha observado el drenaje para aguas lluvias se encuentra en buen estado, los canales terrestres cuentan con las pendientes indicadas para el transporte del agua, esto evita que se acumule agua en zonas no deseadas.

- Desalojo de aguas residuales: Se cuenta con una estructura que posee baños lavables que están conectados a una fosa séptica, el estado de las instalaciones sanitarias no son las adecuadas y carecen de salubridad.



Imagen 3.40: *Estado de los servicios sanitarios.* Fuente: Grupo de investigación.

Tanto el urinal como los inodoros carecen de higiene y mantenimiento, esto podría deberse a la dificultad de acarrear agua desde el único punto de abastecimiento hasta los servicios sanitarios, aunque no es un motivo de fuerza mayor.

- Desechos sólidos: En el centro educativo no hay acumulación de desechos sólidos, ya que se cuenta con el servicio de recolección de basura.
- Instalaciones eléctricas: El centro educativo cuenta con el recurso eléctrico, la acometida está ubicada en la esquina NorPoniente del terreno, su contador se encuentra en el costado Norte del módulo principal al igual que el tablero del otro lado de la pared.



Imagen 3.41: *Contador eléctrico del Centro Escolar.* Fuente: Grupo de investigación.



Imagen 3.42: *Tablero principal ubicado en la dirección.* Fuente: Grupo de investigación.



Imagen 3.43: Transformador que abastece al centro educativo, capacidad de 25 KVA.
Fuente: Grupo de investigación.

Al igual que el centro escolar anterior, este cuenta con instalaciones eléctricas recientes y en buen estado que a simple vista se puede decir que inician su tiempo de utilidad.

Las instalaciones eléctricas existentes se detallan en el siguiente diagrama unifilar.

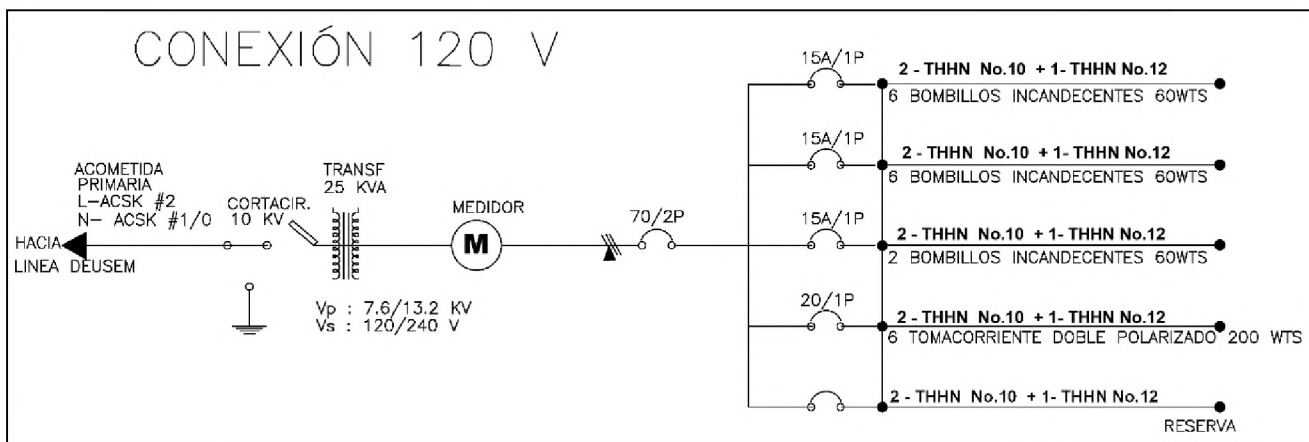


Imagen 3.44: Diagrama unifilar eléctrico del Centro Escolar Caserío El Espino. Fuente:
Grupo de investigación.

En el diagrama anterior se ilustra la distribución de las instalaciones eléctricas existentes del centro escolar, estas se componen de cinco circuitos con una protección de 70 A y posee una conexión de 120 V.

Estructura y distribución de techos

- Cubierta: Los tipos de cubierta de techo en los módulos son los siguientes:
 - Lámina de aluminio acanalada.
 - Lámina gris estándar de fibrocemento.



Imagen 3.45: *Cubierta de techo de lámina de aluminio acanalada.* Fuente: Grupo de investigación.



Imagen 3.46: *Cubierta de lámina gris estándar de fibrocemento.* Fuente: Grupo de investigación.

- Estructura: Está compuesta de la siguiente manera:
 - Perfil de acero cuadrado de 4”.
 - Viga macomber con polín espacial.
 - Polín C de 4”x2”.
 - Tubo estructural de 4”.
 - Polín espacial.

Las cubiertas de lámina de aluminio se encuentran en buen estado, a diferencia de las cubiertas de fibrocemento que presentan daños. Las estructuras de los techos en general se encuentran en buen estado en las áreas donde se imparten las clases.



Imagen 3.47: *Estructura de techo del área de reuniones.* Fuente: Grupo de investigación.



Imagen 3.48: *Estructura de techo en las aulas en buen estado.* Fuente: Grupo de investigación.

3.2.4 CENTRO ESCOLAR CASERÍO PUERTO CABALLO, COD: 80079.



Imagen 3.49: *Rótulo del centro educativo.* Fuente: Grupo de investigación.

Ubicación: El centro escolar pertenece al cantón El Jícaro, está ubicado a 1.69 kilómetros al Oriente de la carretera principal que dirige al casco urbano de Jucuarán, sobre la calle rural que dirige a dicho caserío y a los caseríos de La Bocana y Salamar.



Imagen 3.50: *Ubicación satelital del centro escolar.* Fuente: Grupo de investigación.

Población: La institución cuenta con 180 estudiantes activos.

Horarios de clases: de 7:15 am a 11:30 am y de 12:30 pm a 5:00 pm.

Topografía: Su extensión territorial se desglosa de la siguiente manera:

- Norte: 56.56 Mts
- Sur: 57.11 Mts
- Este: 57.02 Mts
- Oeste: 61.53 Mts



El terreno posee un área de 3,368.27 metros cuadrados y un perímetro de 232.16 metros lineales. La topografía del terreno es regular, hay pocas variaciones en los niveles.

El área construida es de 12.83%, comprende un pabellón de aulas, una cafetería, un aula provisional construida con lamina, una fosa séptica, un tanque de almacenamiento elevado y baños lavables. La infraestructura del centro educativo se encuentra en buen estado.

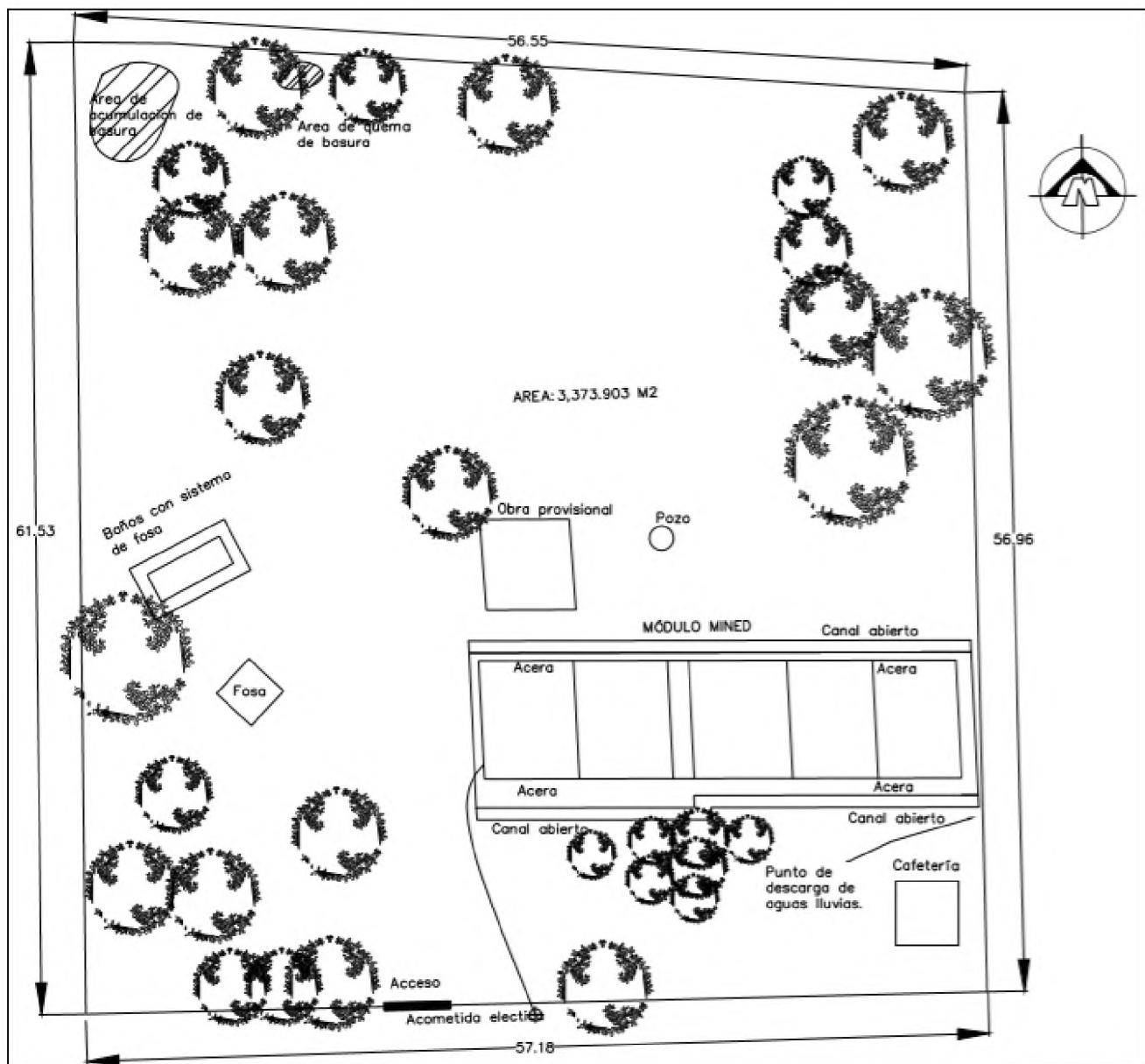


Imagen 3.51: Esquema general del centro educativo. Fuente: Levantamiento realizado por grupo de investigación.

Actualmente el centro educativo cuenta con los siguientes recursos básicos según la visita de campo:

- Agua potable: El centro escolar cuenta con un pozo artesanal con equipo de bombeo y un tanque de almacenamiento de donde se abastecen de agua tanto para consumo humano como para actividades de limpieza, tanques de los inodoros y lavamanos entre otros usos, el director asegura que se le da tratamiento al menos dos veces al año. El contorno del pozo no cuenta con ningún tipo de revestimiento. El pozo y el tanque están ubicados frente al costado norte del módulo.

La norma técnica de ANDA establece una dotación para centros escolares de 40 L/Alumno/D más 20% por fugas y desperdicios, basándose en la población actual del centro escolar, la demanda base debe ser de 8.64 m³/día.



Imagen 3.52: *Tanque de almacenamiento y pozo artesanal.* Fuente: Grupo de investigación.

La estructura metálica que sostiene el tanque de almacenamiento se encuentra en buen estado, el armado y los espesores de hierro que la conforman parecen ser los indicados para soportar el peso al que es sometido.

- Drenaje Pluvial: Solo se cuenta con cunetas, el techo no posee canales para el bajado del agua lluvia hacia el terreno natural, el agua captada es dirigida al punto de descarga que se ubica en la esquina SurOriente del módulo.



Imagen 3.53: *Drenaje pluvial que rodea el pabellón principal del centro escolar.* Fuente: Grupo de investigación.

El drenaje terrestre se encuentra en buen estado, las dimensiones y pendientes que posee son las necesarias para transportar el volumen de agua de manera adecuada hacia el punto de descarga.

- Desalojo de aguas residuales: Los servicios sanitarios de la institución están conectados a una fosa séptica, ambos sistemas se encuentran en funcionamiento y no se detectaron malos olores en la zona, la salubridad y estado de las instalaciones sanitarias no son adecuadas.



Imagen 3.54: *Estado de los servicios sanitarios del centro escolar.* Fuente: Grupo de investigación.

Los lavamanos de los servicios sanitarios se encuentran en mal estado y fuera de funcionamiento, en el interior de las instalaciones se puede observar basura tirada fuera de los contenedores y los inodoros cubiertos de suciedad.

- Desechos sólidos: El centro escolar no cuenta con el servicio de recolección de basura, por esta razón los desechos sólidos son acumulados y posteriormente quemados. Todos los desechos son acumulados en dos zonas que están ubicadas en la esquina NorPoniente del terreno. Según el director del centro educativo la generación de basura no es significativa, ya que en el cafetín se limitan a vender alimentos no procesados como frutas, pupusas, sándwich, entre otros.



Imagen 3.55: *Disposición final de los desechos sólidos.* Fuente: Grupo de investigación.

- Instalaciones eléctricas: El centro Escolar cuenta con el servicio de energía eléctrica, la acometida se ubicada al costado Sur del terreno al lado derecho del acceso principal y el contador está ubicado en el poste de la acometida.



Imagen 3.56: *Contador eléctrico del Centro Escolar.* Fuente: Grupo de investigación.

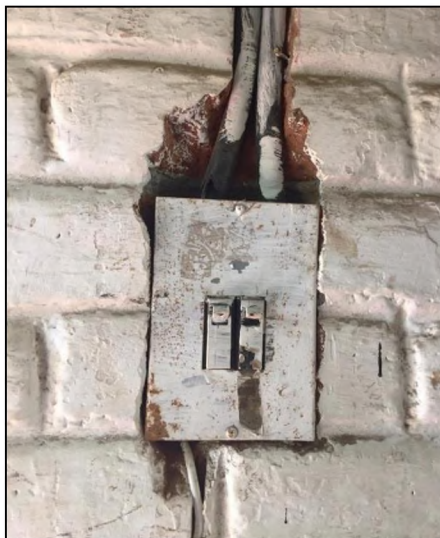


Imagen 3.57: *Tablero ubicado en la dirección.* Fuente: Grupo de investigación.

El sistema eléctrico del centro educativo es sencillo, no cuenta con mucha variedad de instalaciones, como se puede observar en la imagen anterior el tablero general solo cuenta con dos termicos, además se puede notar el deterioro que este ha sufrido con el tiempo.

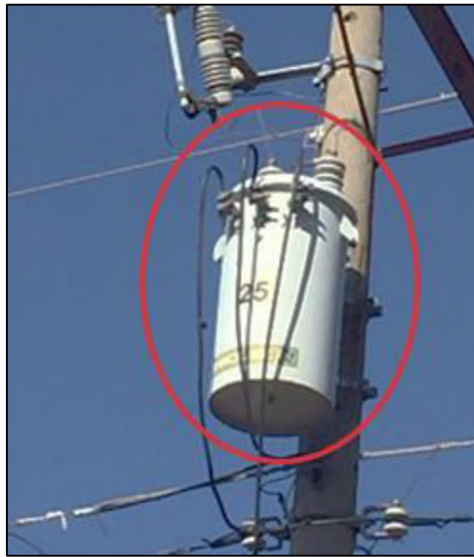


Imagen 3.58: Transformador que abastece al centro educativo, capacidad de 25 KVA.
Fuente: Grupo de investigación.

Las instalaciones eléctricas existentes se detallan en el siguiente diagrama unifilar.

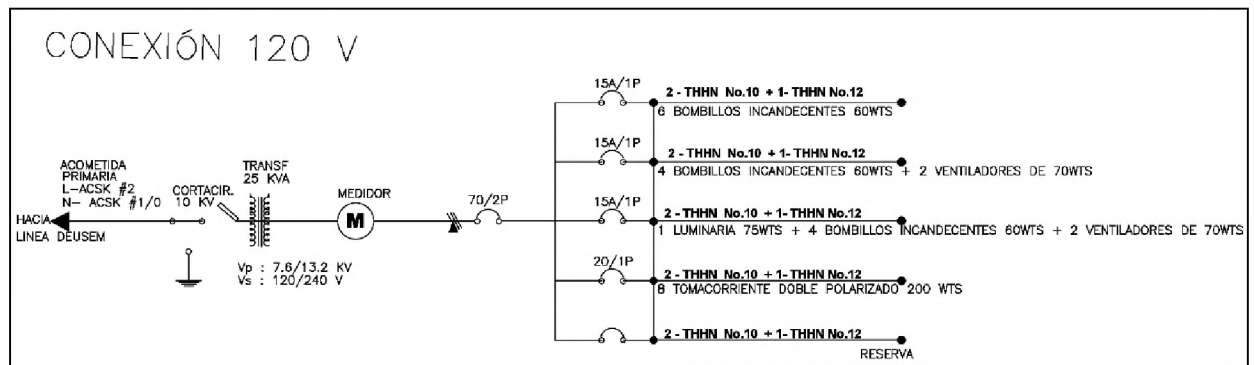


Imagen 3.59: Diagrama unifilar eléctrico del Centro Escolar Caserío Puerto Caballo.
Fuente: Grupo de investigación.

En el diagrama anterior se presentan las instalaciones eléctricas existentes del centro escolar, estas se componen de cuatro circuitos con una protección de 70 A y posee una conexión de 120 V. Las instalaciones de la escuela se encuentran en mal estado, se encuentran deterioradas por el tiempo.

Estructura y distribución de techos

- Cubierta: Los tipos de cubierta de techo en los módulos son los siguientes:
 - Lámina de aluminio acanalada.



Imagen 3.60: *Cubierta de lámina de aluminio en aulas.* Fuente: Grupo de investigación.



Imagen 3.61: *Cubierta de lámina de aluminio en servicios sanitarios.* Fuente: Grupo de investigación.

- Estructura: Está compuesta de la siguiente manera:
 - Polín espacial.
 - Viga macomber de polín espacial.

Las condiciones actuales de las cubiertas de techo y sus estructuras en general se encuentran en un buen estado. Los elementos que componen la

estructura son resistentes para el peso al que están sometidos y su distribución es adecuada.



Imagen 3.62: *Estructura de techo de servicios sanitarios.* Fuente: Grupo de investigación.



Imagen 3.63: *Estructura de techo de aula provisional.* Fuente: Grupo de investigación.



Imagen 3.64: *Estructura de techo de pabellón principal.* Fuente: Grupo de investigación.

3.2.5 CENTRO ESCOLAR CASERÍO LA BOCANITA, COD: 80078.



Imagen 3.65: *Rótulo del Centro Escolar.* Fuente: Grupo de investigación.

Ubicación: El centro escolar pertenece al cantón El Jícaro, está ubicado a 5.49 kilómetros al Oriente de la carretera principal que dirige al casco urbano de Jucuarán, sobre la calle rural que dirige a dicho caserío y al Caserío Salamar.

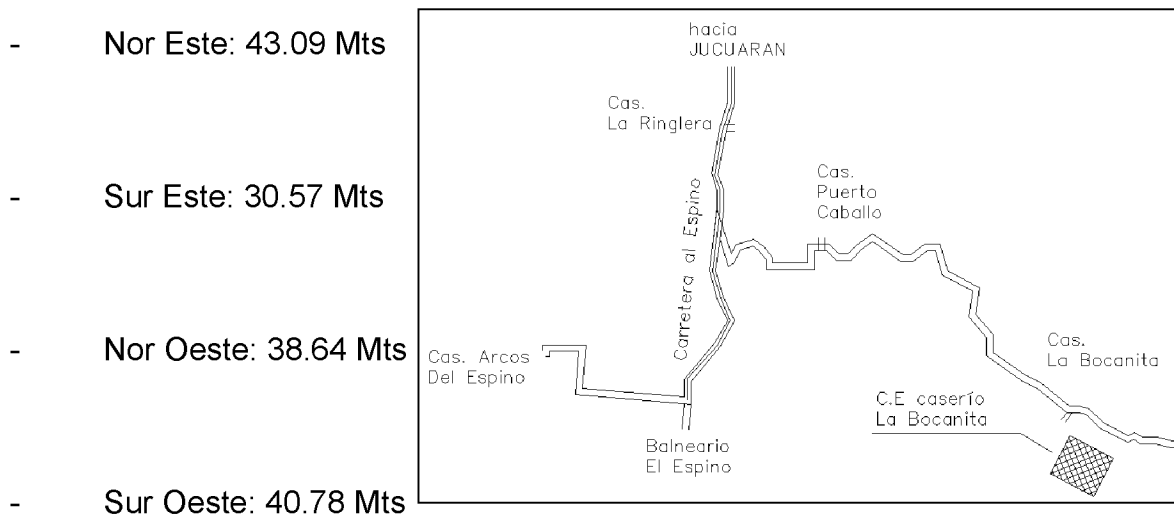


Imagen 3.66: *Ubicación satelital del centro escolar.* Fuente: Google Earth.

Población: La institución cuenta con 40 estudiantes activos.

Horarios de clases: de 7:30 am a 11:45 am.

Topografía: Su extensión territorial se desglosa de la siguiente manera:



El terreno posee un área de 1,459.32 metros cuadrados y un perímetro de 153.03 metros lineales. La topografía del terreno es regular, hay pocas variaciones en los niveles.

El área construida es de 14.73 %, comprende un pabellón, un espacio para reuniones provisional, baños de hoyo seco y dos pozos artesanales, uno de ellos con equipo de bombeo y el otro está fuera de uso. La infraestructura del centro educativo se encuentra en buen estado.

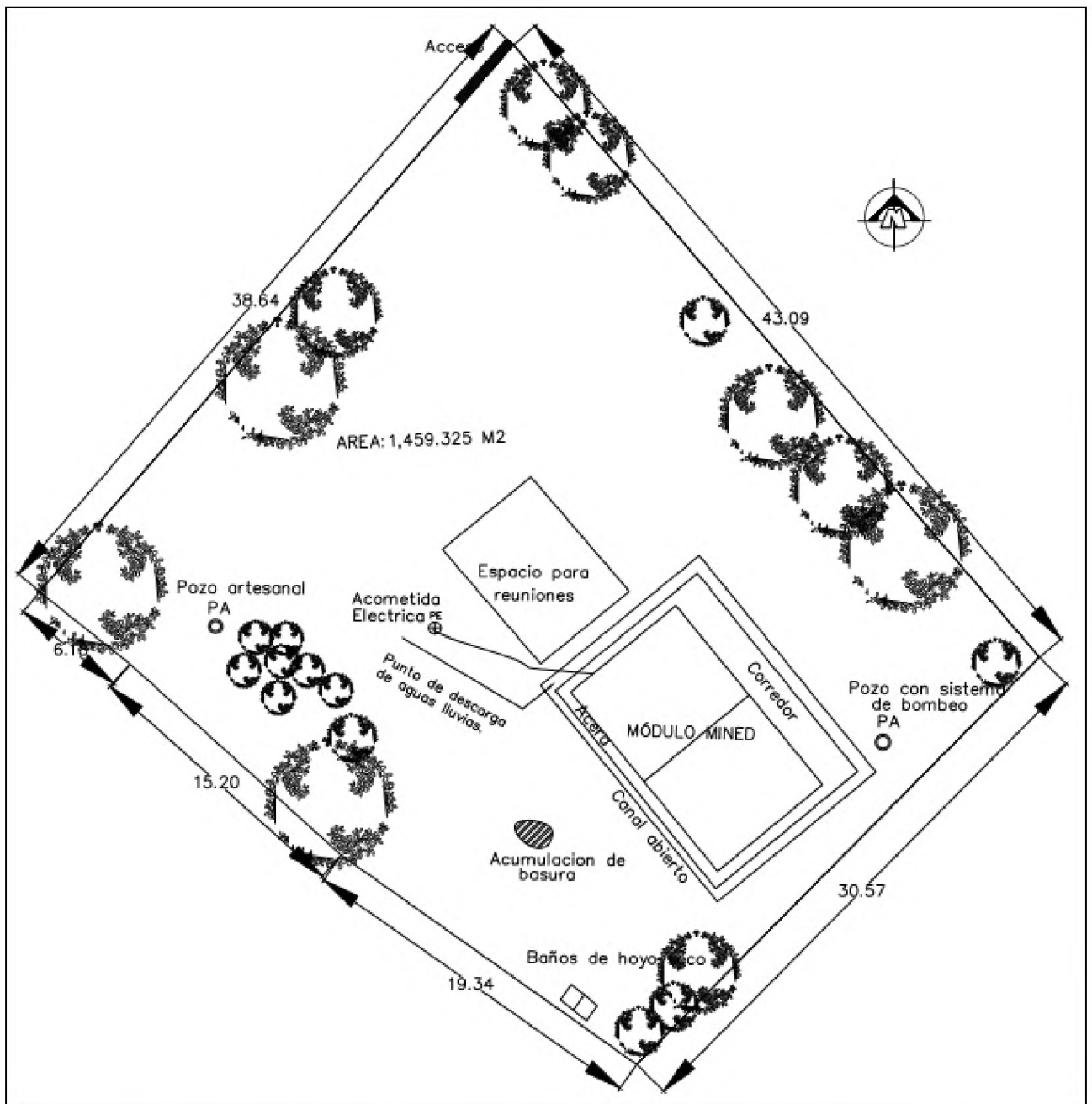


Imagen 3.67: *Esquema general del centro educativo.* Fuente: Levantamiento realizado por grupo de investigación.

Actualmente el centro educativo cuenta con los siguientes recursos básicos según la visita de campo:

- Agua potable: El centro escolar extrae el agua tanto para consumo humano como para otras actividades de uno de los pozos artesanales que posee, el cual sería el que cuenta con equipo de bombeo.

La norma técnica de ANDA establece una dotación para centros escolares de 40 L/Alumno/D más 20% por fugas y desperdicios, basándose en la población actual del centro escolar, la demanda base debe ser de 1.92m³/día.



Imagen 3.68: *Pozo artesanal fuera de uso y pozo artesanal con equipo de bombeo que abastece la institución.* Fuente: Grupo de investigación.

El pozo que está hecho en su contorno con ladrillo de obra cocido tiene un diámetro de 40 centímetros, este espacio es bastante reducido y limita la extracción de agua por medio de recipientes como un balde, se puede notar que el proceso constructivo para dicho pozo no fue el adecuado. El pozo donde está ubicado el equipo de bombeo tiene un diámetro de 80 centímetros, este cuenta con un revestimiento de concreto de 5 centímetros en todo su entorno.

- Drenaje Pluvial: El perímetro del pabellón es rodeado por una cuneta, esta no está en buenas condiciones y se puede observar que el proceso constructivo no fue el adecuado, esta es la única estructura de drenaje pluvial que posee la escuela. El punto de descarga se ubica en la esquina Oeste del módulo del módulo principal, las aguas son evacuadas dentro del terreno.



Imagen 3.69: *Drenaje pluvial que rodea la estructura de la escuela.* Fuente: Grupo de investigación.

- Desalojo de aguas residuales: La escuela no cuenta con un sistema para desalojar aguas residuales, los servicios sanitarios son de hoyo seco y se encuentran en buenas condiciones.



Imagen 3.70: Estado de los servicios sanitarios del centro escolar. Fuente: Grupo de investigación.

La letrina de hoyo seco se mantiene limpia y en buen estado, los usuarios utilizan ceniza después de hacer sus necesidades, esta práctica evita malos olores y ayuda a que la letrina funcione de manera adecuada.

- Desechos sólidos: El centro escolar no cuenta con el servicio de recolección de basura, esto tiene como consecuencia que esta sea acumulada y quemada en un punto ubicado frente al costado oeste del módulo de la escuela.



Imagen 3.71: *Disposición final de los desechos sólidos.* Fuente: Grupo de investigación.

La falta de un sistema para la depuración de los desechos sólidos genera consecuencias como las que se pueden observar en las imágenes anteriores, la zona que se muestra es parte del patio donde los niños en los recreos realizan diferentes actividades.

- Instalaciones eléctricas: El centro educativo tiene el recurso eléctrico, la acometida se ubicada en la zona central del terreno a un costado del espacio para reuniones, su contador está ubicado en la esquina Oeste del módulo.



Imagen 3.72: Contador eléctrico del Centro Escolar. Fuente: Grupo de investigación.



Imagen 3.73: *Tablero principal ubicado en una de las aulas.* Fuente: Grupo de investigación.

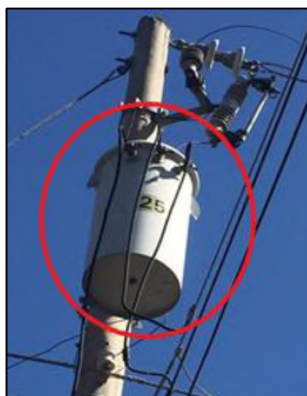


Imagen 3.74: *Transformador que abastece al centro educativo, capacidad de 25 KVA.* Fuente: Grupo de investigación.

Las instalaciones eléctricas del centro escolar se encuentran en buen estado, estas fueron renovadas recientemente y no presentan daños causados por el tiempo y uso.

Las instalaciones eléctricas existentes se detallan en el siguiente diagrama unifilar.

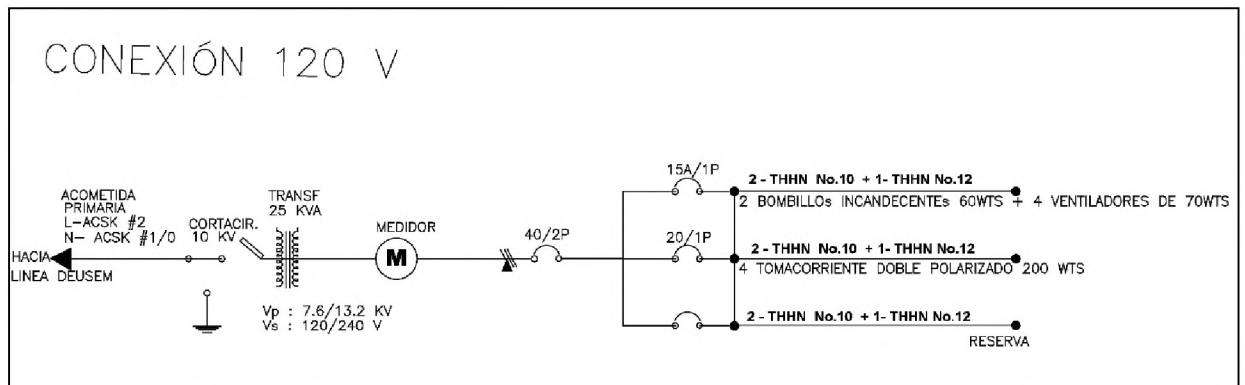


Imagen 3.75: Diagrama unifilar eléctrico del Centro Escolar Caserío Puerto Caballo.
Fuente: Grupo de investigación.

En el diagrama anterior se presentan las instalaciones eléctricas existentes del centro escolar, estas se componen de dos circuitos con una protección de 40 A y posee una conexión de 120 V.

Estructura y distribución de techos

- Cubierta: Los tipos de cubierta de techo en los módulos son los siguientes:
 - Lámina de aluminio acanalada.
 - Lámina de aluminio de canal corriente.



Imagen 3.76: Cubierta de lámina de aluminio de canal corriente en espacio para reuniones.
Fuente: Grupo de investigación.



Imagen 3.77: Cubierta de lámina de aluminio acanalada en aulas. Fuente: Grupo de investigación.

La cubierta del módulo donde están distribuidas dos aulas está cubierta por lamina de aluminio acanalada, esta se encuentra en buen estado, a diferencia de la cubierta del espacio de reuniones, que tiene una cubierta de lámina de aluminio de canal corriente, esta se encuentra dañada mayormente por la exposición a la intemperie.

- Estructura: Está compuesta de la siguiente manera:
 - Polín espacial.
 - Viga macomber con polines espaciales.
 - Estructura de madera variada.

La cubierta y estructura de techo que cubre las dos aulas del centro educativo se encuentran en buen estado, en cambio en el área que es utilizada para reuniones la cubierta se encuentra en mal estado, presenta corrosión y la estructura no es la adecuada.



Imagen 3.78: *Polín espacial en estructura de techo de las aulas.* Fuente: Grupo de investigación.



Imagen 3.79: Estructura de techo de madera. Fuente: Grupo de investigación.

3.2.6 CENTRO ESCOLAR CASERÍO SALAMAR, COD: 12612.



Imagen 3.80: *Rótulo del Centro Escolar*. Fuente: Grupo de investigación.

Ubicación: El centro escolar pertenece al cantón El Llano, está ubicado a 8.10 kilómetros al Oriente de la carretera principal que dirige al casco urbano de Jucuarán, sobre la calle rural que dirige a dicho caserío.



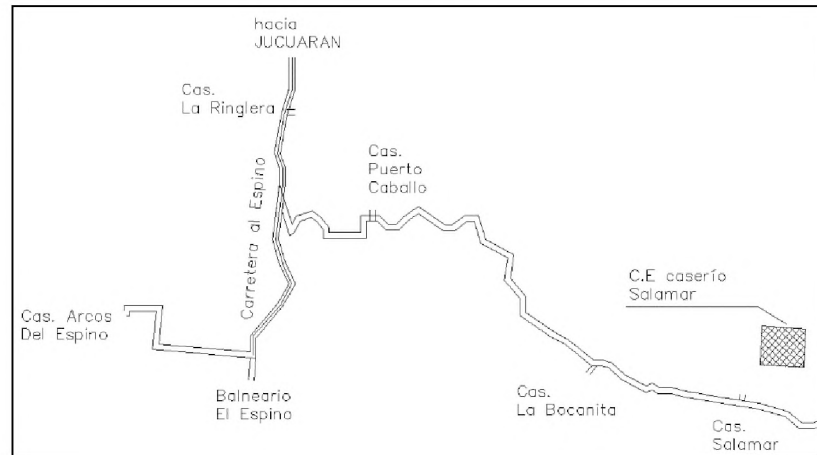
Imagen 3.81: Ubicación satelital del centro escolar. Fuente: Google Earth.

Población: La institución cuenta con 32 estudiantes activos.

Horarios de clases: de 7:30 am a 11:45 am y de 12:30 pm a 4:45 pm.

Topografía: Su extensión territorial se desglosa de la siguiente manera:

- Norte: 31.96 Mts
- Sur: 34.31 Mts
- Este: 43.73 Mts
- Oeste: 41.12 Mts



El terreno posee un área de 1,399.25 metros cuadrados y un perímetro de 151.06 metros lineales. La topografía del terreno es regular, hay pocas variaciones en los niveles.

El área construida es de 26.34 %, comprende dos pabellones, área de reuniones, una estructura de servicio sanitario en uso y otra deshabilitada, aceras, Lavamanos y un canal abierto. La infraestructura del centro educativo se encuentra en buen estado.

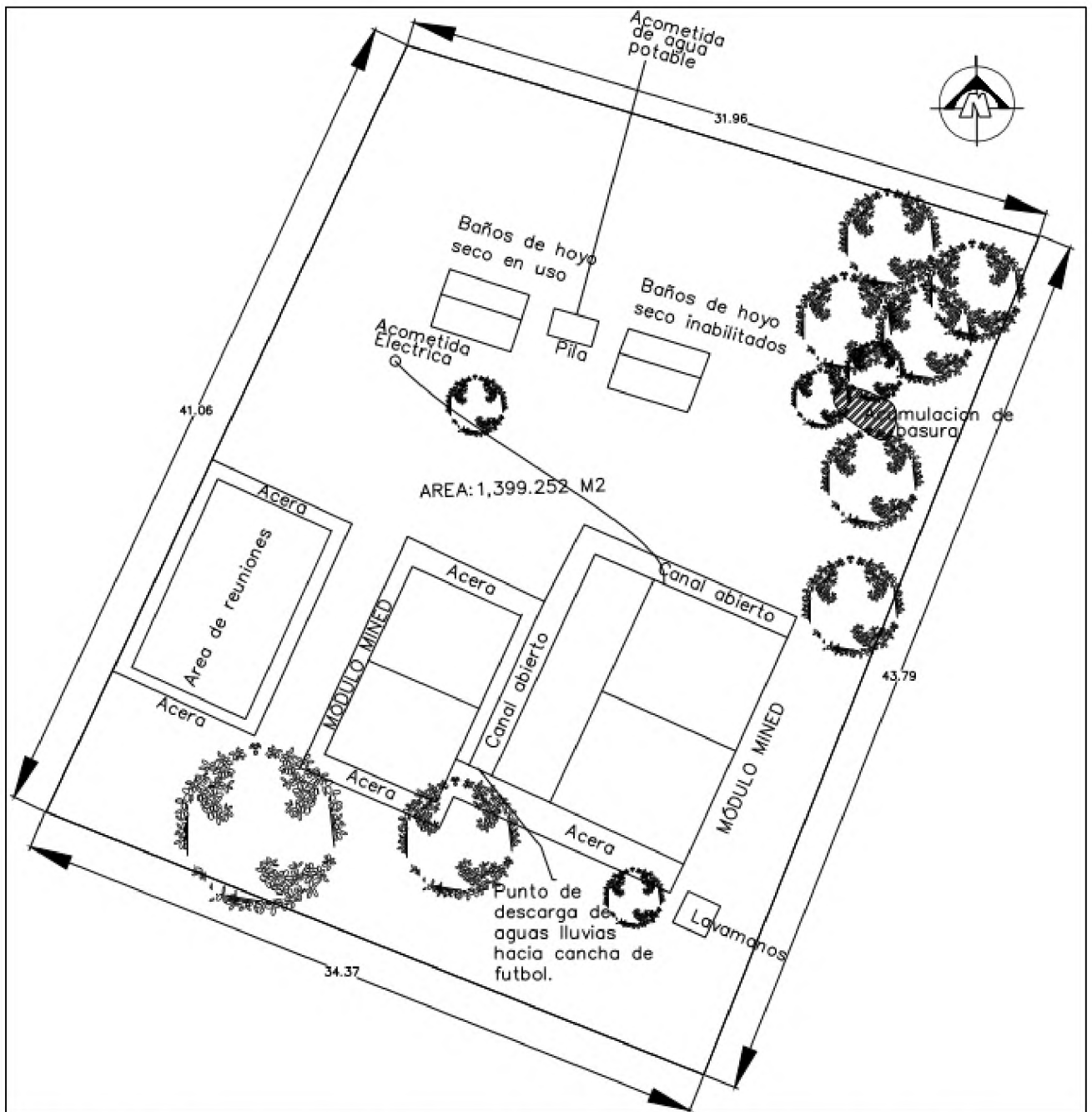


Imagen 3.82: Esquema general del centro educativo. Fuente: Levantamiento realizado por grupo de investigación.

Actualmente el centro educativo cuenta con los siguientes recursos básicos según la visita de campo:

- Agua potable: La institución obtiene el agua potable por medio de un proyecto administrado por la ADESCO de la comunidad, el uso del agua es para consumo humano y para realizar actividades de limpieza, la acometida de agua potable está ubicada al costado Norte del terreno en medio de las dos estructuras de servicios sanitarios de hoyo seco existentes, se encuentra enterrada y no tiene contador.

La norma técnica de ANDA establece una dotación para centros escolares de 40 L/Alumno/D más 20% por fugas y desperdicios, basándose en la población actual del centro escolar, la demanda base debe ser de 1.54 m³/día.

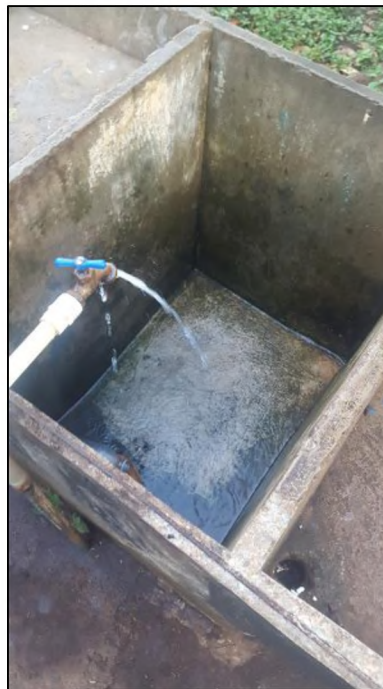


Imagen 3.83: *Único grifo existente conectado directamente a la acometida de agua potable.* Fuente: Grupo de investigación.

- Drenaje Pluvial: Para el desalojo del agua lluvia se cuenta únicamente con un canal natural revestido con cemento, este capta el agua que cae por el techo y la dirige hacia el costado Sur del terreno donde se ubica el punto de descarga.



Imagen 3.84: *Drenaje pluvial que rodea la estructura principal del centro escolar.* Fuente: Grupo de investigación.

El canal superficial que puede observarse en la imagen anterior es el sistema de drenaje que posee el centro escolar, este cuenta con pendientes transversales y la pendiente longitudinal, la superficie es un revestimiento de concreto de aproximadamente 3 cms sobre emplantillado de piedra.

- Desalojo de aguas residuales: La escuela no cuenta con un sistema para desalojar aguas residuales, los servicios sanitarios son de hoyo seco y de las dos estructuras existentes, solo una se encuentra en funcionamiento la otra llevo a su capacidad máxima y se ha clausurada.



Imagen 3.85: *Servicios sanitarios de hoyo seco en uso.* Fuente: Grupo de investigación.



Imagen 3.86: *Servicios sanitarios de hoyo seco clausurados.* Fuente: Grupo de investigación.

La estructura de los servicios sanitarios se encuentra en buen estado y se mantienen limpios, únicamente las puertas presentan daños.

- Desechos sólidos: El centro escolar no cuenta con un servicio de recolección de basura, por este motivo los desechos sólidos son acumulados y quemados en una zona ubicada al costado NorOcidente del terreno.



Imagen 3.87: *Disposición final de los desechos sólidos.* Fuente: Grupo de investigación.

Por la ubicación del centro escolar no es posible tener acceso al servicio de recolección de basura municipal, por este motivo los usuarios optan por quemar la basura acumulada como la opción más práctica para ellos.

- Instalaciones eléctricas: El centro escolar cuenta con el recurso, la acometida eléctrica se ubicada al costado NorPoniente del terreno, su contador se encuentra en la pared Norte del módulo principal y el tablero se encuentra en la misma pared adentro del módulo.



Imagen 3.88: *Contador eléctrico del Centro Escolar.* Fuente: Grupo de investigación.

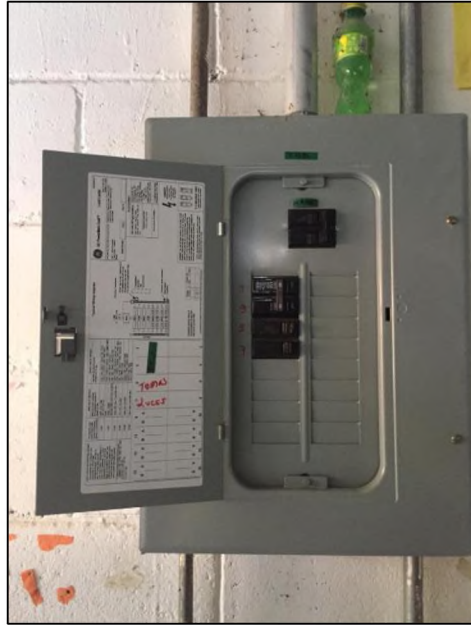


Imagen 3.89: *Tablero principal ubicado en una de las aulas.* Fuente: Grupo de investigación.



Imagen 3.90: *Transformador que abastece al centro educativo, capacidad de 15 KVA.* Fuente: Grupo de investigación.

Las instalaciones eléctricas de la escuela fueron renovadas recientemente, están se encuentran en buen estado y según usuarios no experimentan fallas.

Las instalaciones eléctricas existentes se detallan en el siguiente diagrama unifilar.

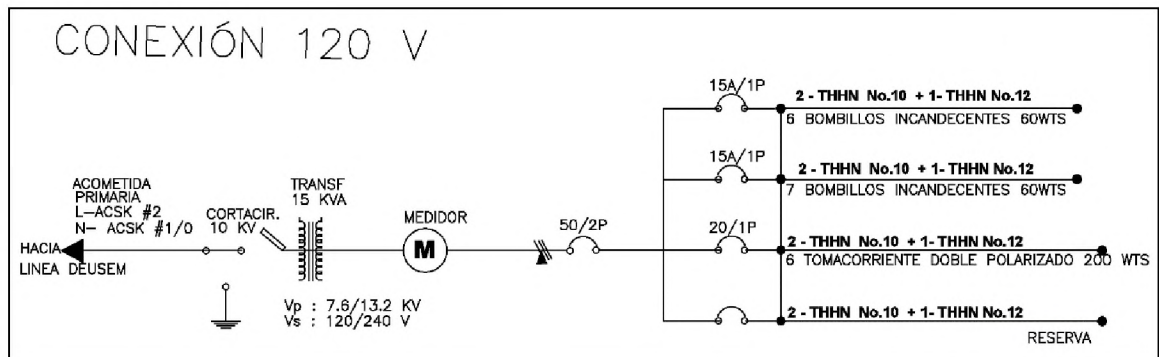


Imagen 3.91: *Diagrama unifilar eléctrico del Centro Escolar Caserío Salamar.* Fuente: Grupo de investigación.

En el diagrama anterior se presentan las instalaciones eléctricas existentes del centro escolar, estas se componen de tres circuitos con una protección de 50 A y posee una conexión de 120 V.

Estructura y distribución de techos

- Cubierta: Los tipos de cubierta de techo en los módulos son los siguientes:
 - Lámina de aluminio acanalada.
 - Lámina gris estándar de fibrocemento.



Imagen 3.92: *Cubierta de módulos con lámina de aluminio acanalada.* Fuente: Grupo de investigación.



Imagen 3.93: *Cubierta de lámina gris estándar de fibrocemento para los servicios sanitarios.* Fuente: Grupo de investigación.

- Estructura: Está compuesta de la siguiente manera:
 - Polín C de 4" x 2".
 - Perfil metálico de 4".
 - Costanera.
 - Viga de madera.

Las cubiertas de techos de lámina de aluminio y las de fibrocemento se encuentran en buen estado al igual que su estructura, la estructura de manera para el techo del área de reuniones es la adecuada y se encuentra en buen estado.



Imagen 3.94: *Perfiles cuadrados de 4" y polín c de 4"x2"*. Fuente: Grupo de investigación.



Imagen 3.95: Estructura de techo de área de reuniones. Fuente: Grupo de investigación.

3.2.7 CENTRO ESCOLAR CASERÍO AGUA FRÍA. COD: 80180



Imagen 3.96: Rótulo del centro educativo. Fuente: Grupo de investigación.

Ubicación: El centro escolar pertenece al cantón El Zapote, está ubicado 11.5 kilómetros al Oeste sobre el camino rural que conecta el caserío con calle principal que conduce a la playa El Cuco.



Imagen 3.97: Ubicación satelital del centro escolar. Fuente: Google Earth.

Población: La institución cuenta con 51 estudiantes activos.

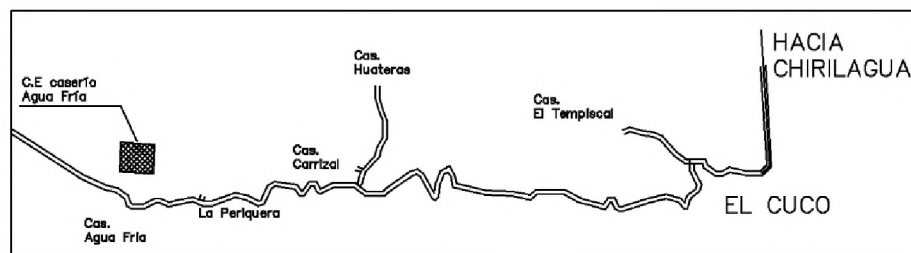
Horarios de clases: de 7 am a 11:45 am

Topografía: Su extensión territorial se desglosa de la siguiente manera:

- Norte: 30.33 Mts

- Sur: 32.36 Mts

- Este: 55.45 Mts



- Oeste: 50.48 Mts

El terreno posee un área de 1,644.87 metros cuadrados y un perímetro de 168.62 metros lineales. La topografía del terreno es irregular, la mayor variación en los niveles se encuentra en el costado norte del terreno, en esa área se encuentra el punto más alto y luego empieza a descender de Norte a Sur.

El área construida es de 32.41 %, comprende un pabellón, un aula fuera del pabellón, bodega, cocina, servicios sanitarios, un tanque de almacenamiento de agua elevado y un corredor de concreto. La infraestructura del centro educativo se encuentra en buen estado. En el lugar hay acumulación de desechos sólidos, no se cuenta con ningún método para su disposición final.

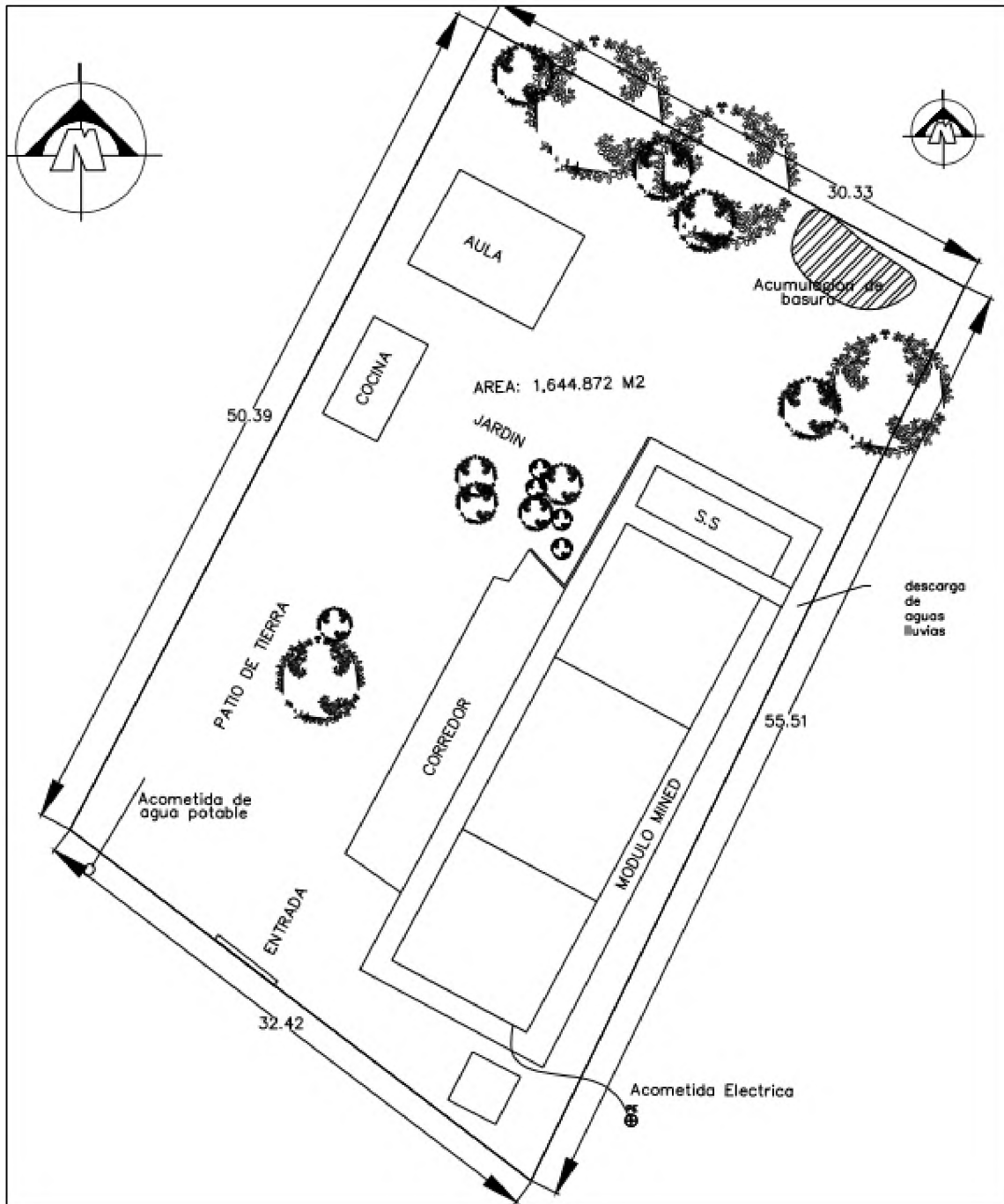


Imagen 3.98: Esquema general del centro educativo. Fuente: Levantamiento realizado por grupo de investigación.

Actualmente el centro educativo cuenta con los siguientes recursos básicos según información proporcionada por el director del Centro educativo:

- Agua potable: La escuela no cuenta con un sistema de abastecimiento de agua potable, afuera del terreno está ubicado un tanque de almacenamiento que no está en funcionamiento. El agua es proporcionada por las viviendas de los alrededores del terreno y esta proviene de un proyecto manejado por la ADESCO de la comunidad.

La norma técnica de ANDA establece una dotación para centros escolares de 40 L/Alumno/D más 20% por fugas y desperdicios, basándose en la población actual del centro escolar, la demanda base debe ser de 2.45 m³/día.



Imagen 3.99: Agua potable proporcionada por ADESCO. Fuente: Grupo de investigación.

El contador que se observa en la imagen pertenece a la acometida de agua potable del proyecto de abastecimiento de la ADESCO, durante un tiempo el centro escolar gozaba del recurso, pero según testimonio de la directora por fallas del equipo de bombeo y el tanque de almacenamiento ya no fue factible abastecerse de la red, y optaron por abastecerse por medio de una vivienda aledaña al centro educativo.

- Drenaje Pluvial: Se cuenta únicamente con cunetas que rodean el pabellón principal de la escuela y descargan al costado Este del terreno.



Imagen 3.100: Drenaje pluvial. Fuente: Grupo de investigación.

Los techos de las aulas no poseen canales para la recolección, transporte y bajada del agua lluvia hacia el drenaje terrestre, por lo tanto, el agua producto de las precipitaciones cae directamente del techo hacia el canal que se observa en la imagen para luego ser dirigido al punto de descarga descrito anteriormente.

- Desalojo de aguas residuales: Los servicios sanitarios son lavables y estos están conectados a una fosa, hay presencia de malos olores cerca de esta área. Las instalaciones sanitarias se encuentran en buen estado, pero en condiciones insalubres.



Imagen 3.101: Servicios Sanitarios. Fuente: Grupo de investigación.

- Desechos sólidos: estos son acumulados en el costado Norte del terreno del centro educativo, ya que en la zona no hay servicio de recolección de basura esta es quemada cuando alcanza un volumen acumulado considerable.



Imagen 3.102: Disposición final de los desechos sólidos. Fuente: Grupo de investigación.

- Instalaciones eléctricas: El centro educativo cuenta con este recurso, la acometida eléctrica está ubicada al costado Sur Este del terreno, su contador y el tablero principal se encuentran ubicado en la esquina Sur Oeste en una de las paredes de un módulo.

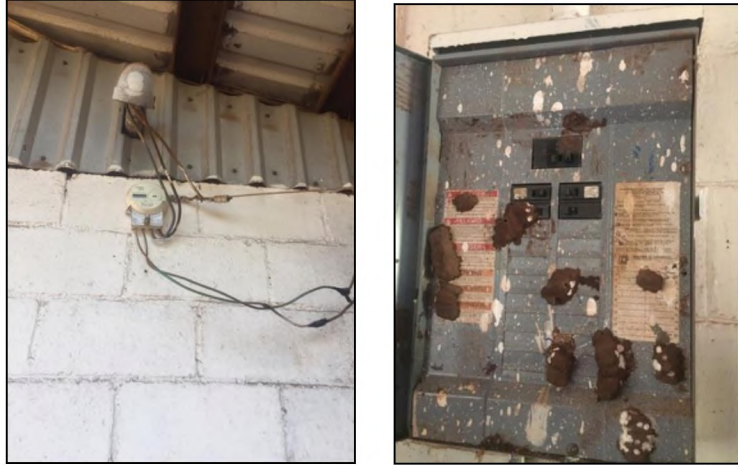


Imagen 3.103: *Contador eléctrico y tablero principal del Centro Escolar.* Fuente: Grupo de investigación.



Imagen 3.104: *Transformador que abastece al centro educativo, capacidad de 15 KVA.* Fuente: Grupo de investigación.

El estado de las instalaciones eléctricas es bastante crítico, estas se encuentran en mal estado y a simple vista se puede notar la falta de mantenimiento.

Las instalaciones eléctricas existentes se detallan en el siguiente diagrama unifilar.

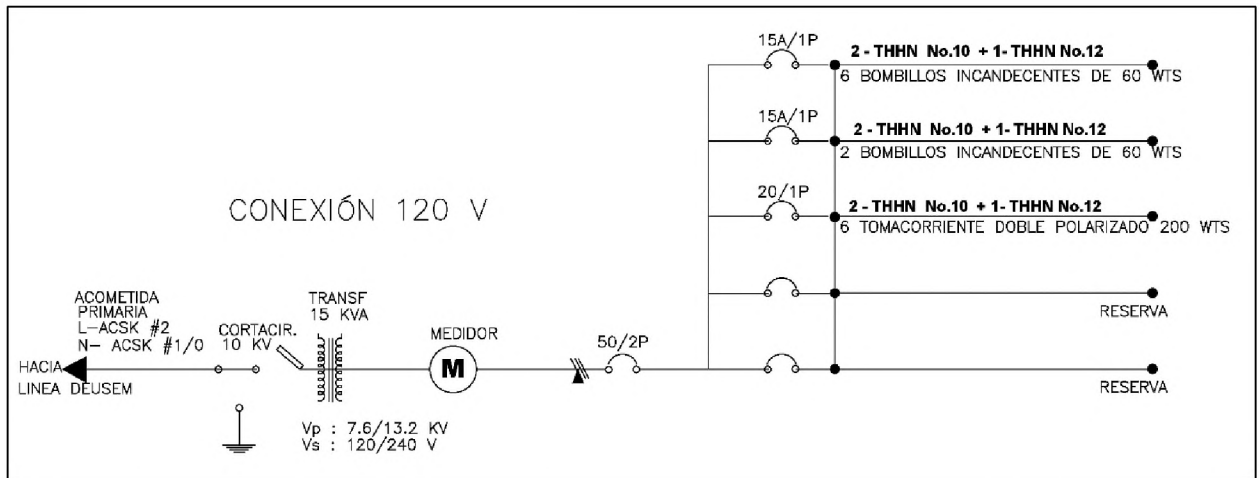


Imagen 3.105: *Diagrama unifilar eléctrico del Centro Escolar Caserío Agua Fría.* Fuente: Grupo de investigación.

En el diagrama anterior se presentan las instalaciones eléctricas existentes del centro escolar, estas se componen de tres circuitos con una protección de 50 A y posee una conexión de 120 V.

Estructura y distribución de techos

- Cubierta: Los tipos de cubierta de techo en los módulos son los siguientes:
 - Lámina de aluminio de canal corriente.



Imagen 3.106: *Cubierta de lámina de aluminio acanalada.* Fuente: Grupo de investigación.

- Estructura: Está compuesta de la siguiente manera:
 - Polín C de 4" x 2".
 - Perfil metálico cuadrado de 4".
 - Perfil metálico de 4"x2".

Las cubiertas de lámina que forman los techos de los módulos se encuentran en buen estado y de igual manera las estructuras no presentan daños significativos.

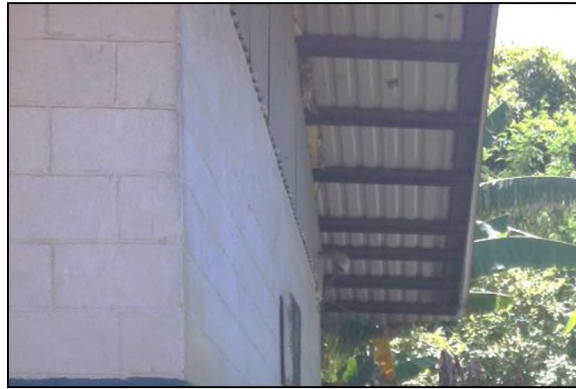


Imagen 3.107: *Estructura de techo de las aulas del pabellón principal.* Fuente: Grupo de investigación.



Imagen 3.108: *Estructura de techo de aula independiente de módulo principal.* Fuente: Grupo de investigación.

3.2.8 CENTRO ESCOLAR CASERÍO EL CARRIZAL, COD 80088



Imagen 3.109: *Rótulo del centro educativo.* Fuente: Grupo de investigación.

Ubicación: El centro escolar pertenece al cantón El Zapote, está ubicado a 9.4 km al Oeste sobre camino rural que conecta el caserío con la calle principal que conduce a la playa El Cuco.



Imagen 3.110: *Ubicación satelital del centro escolar.* Fuente Google Earth.

Población: La institución cuenta con 82 estudiantes activos.

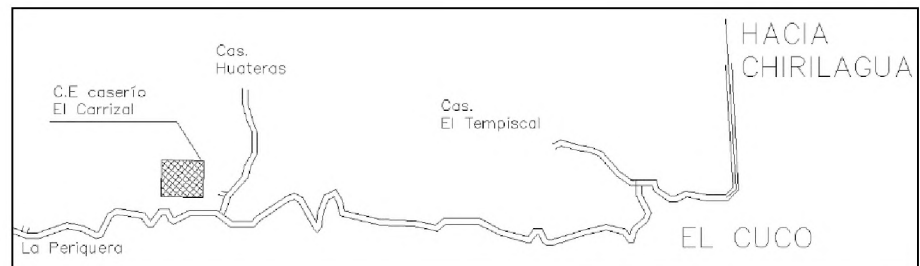
Horarios de clases: de 7 am a 11:45 am

Topografía: Su extensión territorial se desglosa de la siguiente manera:

- Norte: 74.27 Mts

- Sur: 80.29 Mts

- Este: 57.06 Mts



- Oeste: 61.35 Mts

El terreno posee un área de 4,405.07 metros cuadrados y un perímetro de 273.17 metros lineales. La topografía del terreno es variante, hay cambios de nivel significativos en la dirección Suroeste.

El área construida es de 22.64 %, comprende un pabellón, un aula fuera del pabellón, área de reuniones, cocina, servicios sanitarios y una cancha de fútbol. La infraestructura del centro educativo se encuentra en buen estado. El centro escolar no cuenta con un método de disposición final para los desechos sólidos, estos simplemente son acumulados en un extremo del terreno.

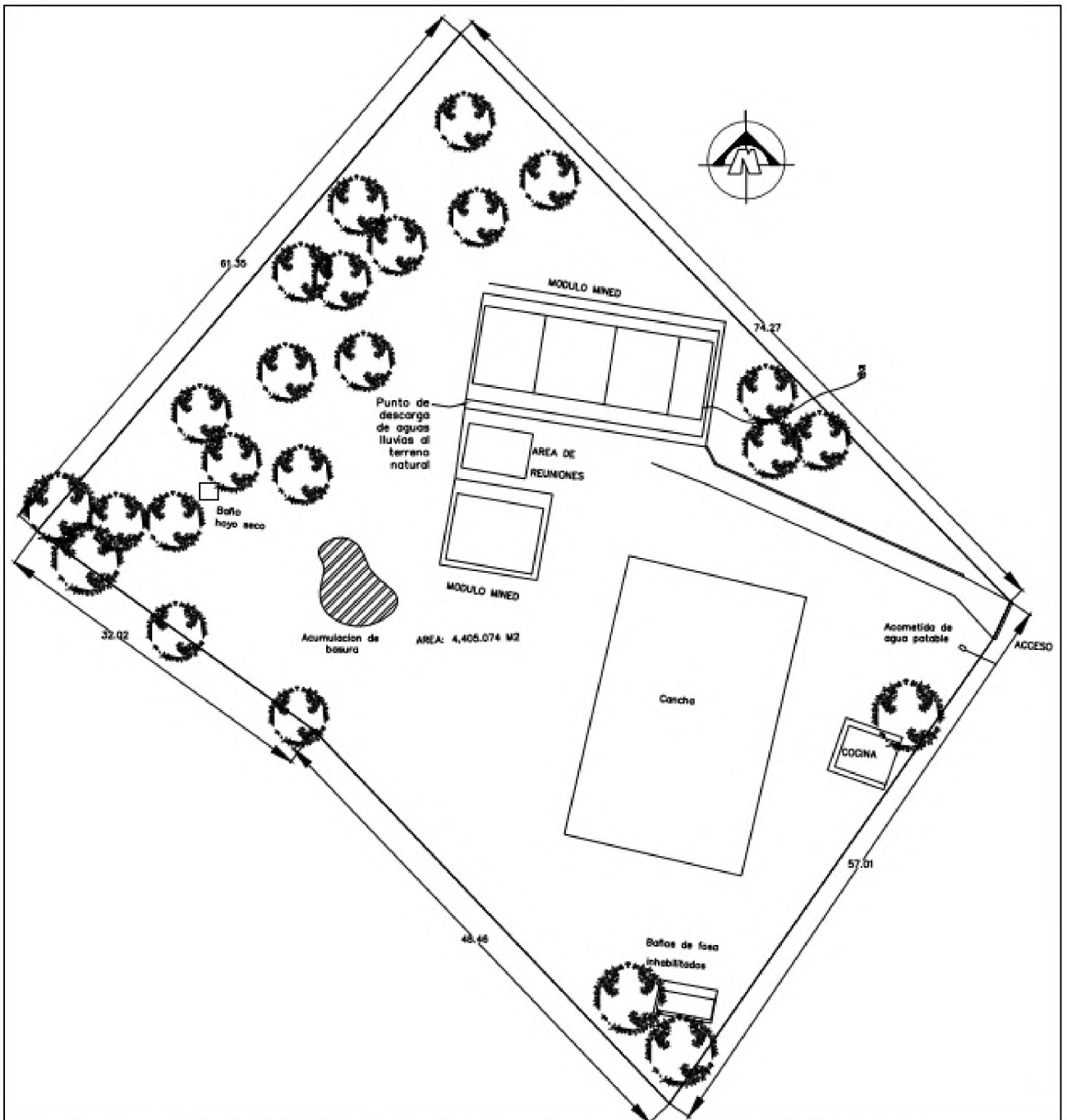


Imagen 3.111: *Esquema general del centro educativo.* Fuente: Levantamiento realizado por grupo de investigación.

Actualmente el centro educativo cuenta con los siguientes recursos básicos según información proporcionada por el director del Centro educativo:

- Agua potable: Esta es obtenida por medio de un proyecto de abastecimiento de agua administrado por una ADESCO, la acometida que provee de agua al centro escolar está ubicada al costado Este al lado del acceso principal.

La norma técnica de ANDA establece una dotación para centros escolares de 40 L/Alumno/D más 20% por fugas y desperdicios, basándose en la población actual del centro escolar, la demanda base debe ser de 3.94 m³/día.



Imagen 3.112: *Agua potable proporcionada por ADESCO.* Fuente: Grupo de investigación.

- Drenaje Pluvial: Las estructuras cuentan con cunetas que recogen el agua pluvial para ser vertidas al costado Oeste de la escuela. Los techos no poseen canales para la recolección y bajado del agua, esta simplemente cae sobre el drenaje terrestre.



Imagen 3.113: *Drenaje pluvial*. Fuente: Grupo de investigación.

Las estructuras de drenaje que rodean ambos módulos de aulas se encuentran en buen estado y según usuarios de las instalaciones educativas estas desarrollan correctamente su función.

- Desalojo de aguas residuales: El centro escolar cuenta con dos sistemas, baños lavables conectados a una fosa y un baño provisional de hoyo seco. Los baños lavables no están en uso y las instalaciones se encuentran en mal estado, en lo que respecta al servicio sanitario de hoyo seco está en pésimas condiciones las cuales no son adecuadas para el uso de las personas.



Imagen 3.114: *Servicios sanitarios fuera de servicio*. Fuente: Grupo de investigación.

Como se puede observar en las imágenes, el estado en que se encuentran los baños lavables carece de salubridad, estos se mantienen cerrados y los usuarios utilizan un baño provisional con sistema de hoyo seco.



Imagen 3.115: *Sanitario de hoyo seco en muy malas condiciones.* Fuente: Grupo de investigación.

Las imágenes anteriores muestran las condiciones en las que los estudiantes de este centro educativo deben de hacer sus necesidades.

El problema de la depuración de aguas residuales y salubridad en este centro educativo es crítico.

- Desechos sólidos: Se acumulan en el costado Oeste del terreno del centro educativo, al lado de una de las aulas, estos desechos no son retirados por el servicio de recolección de basura municipal, la basura es quemada o simplemente se acumula.



Imagen 3.116: *Disposición final de los desechos sólidos.* Fuente: Grupo de investigación.

La acumulación de desechos son otro problema grave que enfrenta este centro escolar, como se puede observar el volumen es considerable y sin duda en determinado momento puede afectar la salud de los estudiantes que es tiempo de recreo desarrollan sus actividades en los alrededores de esta zona.

- Instalaciones eléctricas: El centro educativo cuenta con este recurso, la acometida eléctrica está ubicada al costado Este en poste en terreno privado, su contador y el tablero principal se encuentran ubicado en la esquina Este en una de las paredes de un módulo.

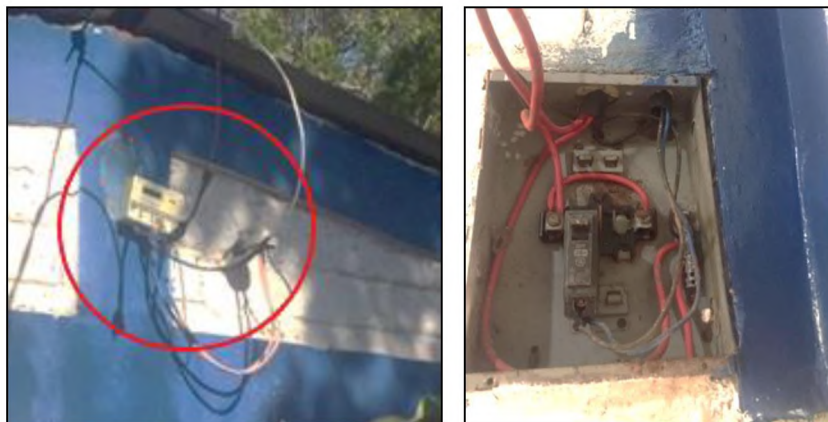


Imagen 3.117: *Contador eléctrico y tablero principal del Centro Escolar.* Fuente: Grupo de investigación.

Las instalaciones eléctricas del centro escolar se encuentran en mal estado, como se puede observar el tablero general posee un único térmico, también esta muestra daños y no cuenta con la debida protección.



Imagen 3.118: Transformador que abastece al centro educativo, capacidad de 15 KVA.
Fuente: Grupo de investigación.

Las instalaciones eléctricas existentes se detallan en el siguiente diagrama unifilar.

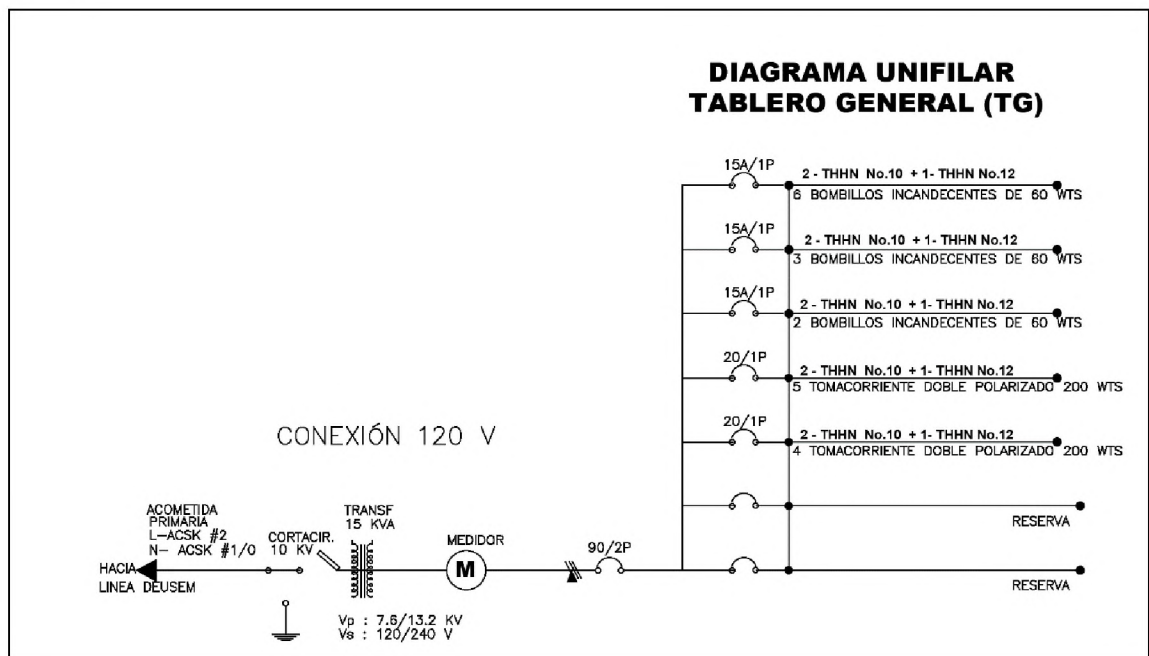


Imagen 3.119: Diagrama unifilar eléctrico del Centro Escolar Carrizal. Fuente: Grupo de investigación.

En el diagrama anterior se presentan las instalaciones eléctricas existentes del centro escolar, estas se componen de cinco circuitos con una protección de 90 A y posee una conexión de 120 V.

Estructura y distribución de techos

- Cubierta: Los tipos de cubierta de techo en los módulos son los siguientes:
 - Lámina acanalada de aluminio.
 - Lámina galvanizada canal corriente.



Imagen 3.120: *Cubierta de lámina galvanizada canal corriente.* Fuente: Grupo de investigación.

- Estructura: Está compuesta de la siguiente manera:
 - Polín C de 4"x2".
 - Polín C de 4"x4".
 - Viga macomber
 - Polín espacial.



Imagen 3.121: *Estructuras de techo con polín espacial y lamina de aluminio.* Fuente: Grupo de investigación.



Imagen 3.122: *Estructura de techo de lámina de aluminio y polín espacial.* Fuente: Grupo de investigación.

Las cubiertas de los módulos en su mayoría se encuentran en buen estado, las estructuras que sostienen las cubiertas son las adecuadas para el peso al que son sometidas y demuestran capacidad para mayor peso.

3.2.9 CENTRO ESCOLAR CASERÍO HUATERAS, COD: 12602.



Imagen 3.123: *Rótulo del Centro Escolar.* Fuente: Grupo de investigación.

Ubicación: El centro escolar pertenece al cantón El Zapote, está ubicado al Norte del camino rural que conecta el caserío con la playa El Cuco.

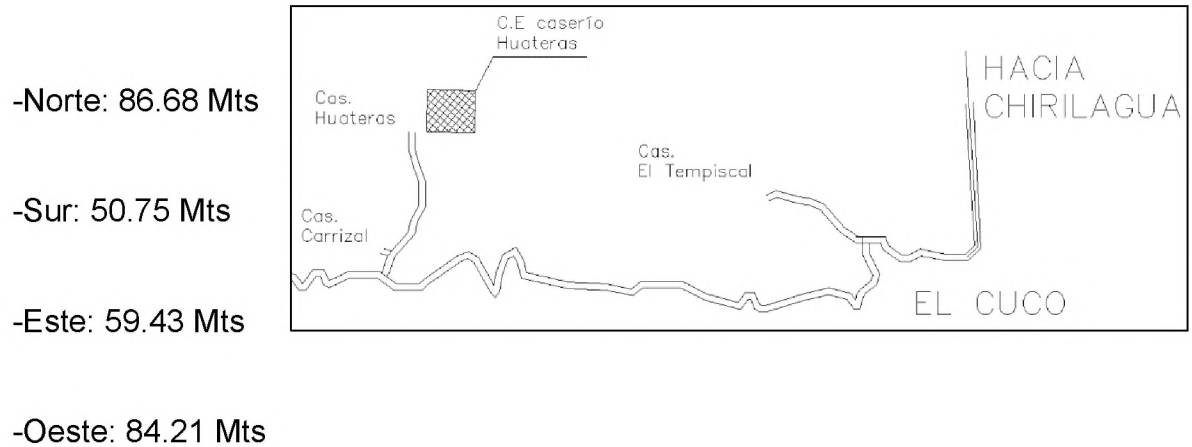


Imagen 3.124: *Ubicación satelital del centro escolar.* Fuente: Google Earth.

Población: La institución cuenta con 64 estudiantes activos.

Horarios de clases: de 7:30 am a 11:45 am y de 12:30 pm a 5:15 pm.

Topografía: Su extensión territorial se desglosa de la siguiente manera:



El terreno posee un área de 4,476.28 metros cuadrados y un perímetro de 281.08 metros lineales. La topografía del terreno no es muy variante, los cambios de nivel no son abruptos.

El área construida es de 13.15 %, comprende dos pabellones, un área de reuniones, una oficina, servicios sanitarios con sistema de fosa, servicios sanitarios de hoyo seco, un pozo artesanal, un tanque de almacenamiento elevado, una pequeña caseta para el equipo de bombeo y dos canales abiertos para desalojo de agua pluvial. La infraestructura del centro educativo se encuentra en buen estado.

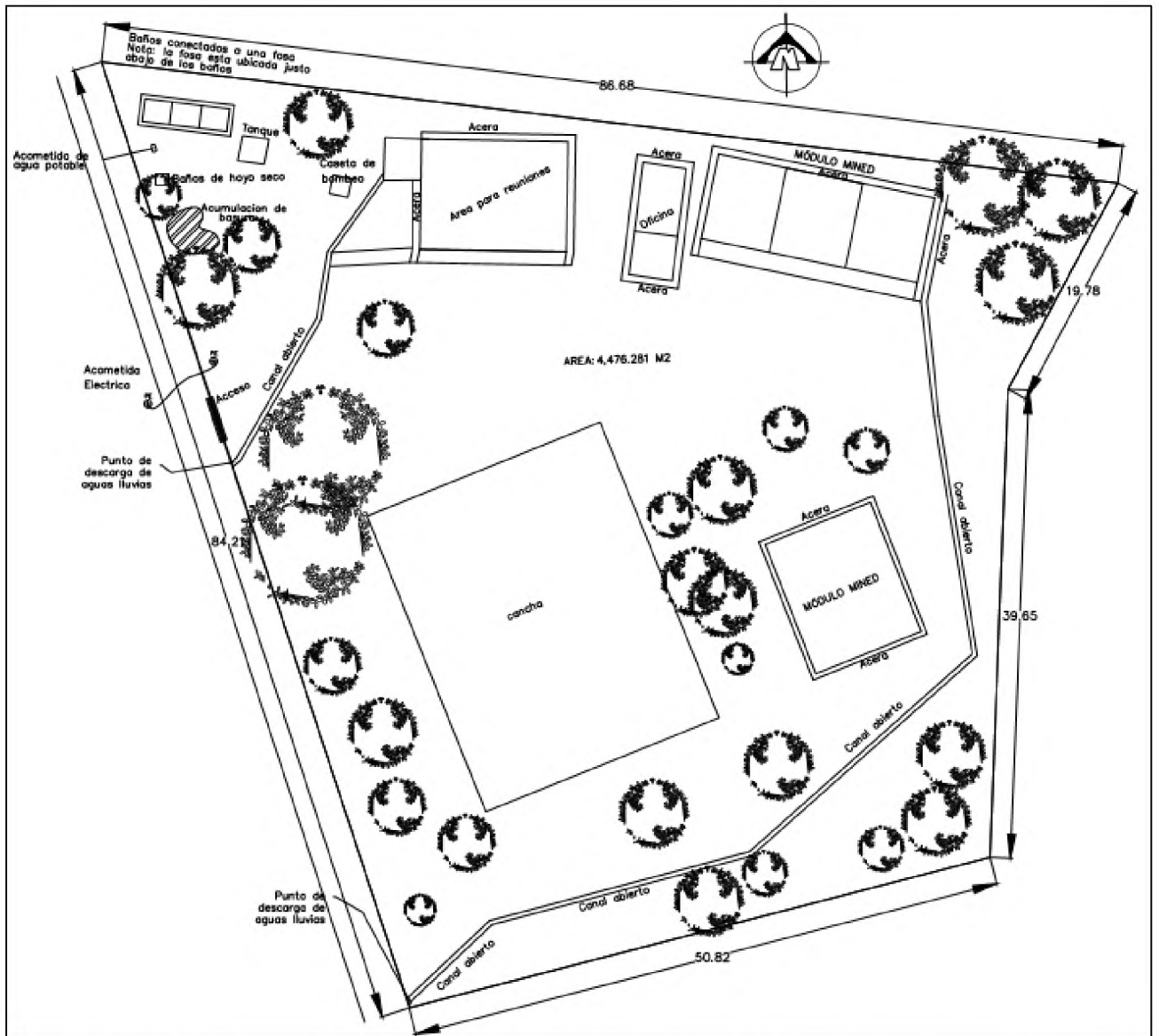


Imagen 3.125: Esquema general del centro educativo. Fuente: Levantamiento realizado por grupo de investigación.

Actualmente el centro educativo cuenta con los siguientes recursos básicos según la visita de campo:

- Agua potable: El agua potable es obtenida por medio de un proyecto de abastecimiento de agua administrado por una cooperativa. El centro escolar contaba con un pozo artesanal que según la administración se secó, por este motivo el tanque de almacenamiento y el equipo de bombeo no están en uso, la acometida se encuentra ubicada en la esquina NorPoniente del terreno junto con su contador.

La norma técnica de ANDA establece una dotación para centros escolares de 40 L/Alumno/D más 20% por fugas y desperdicios, basándose en la población actual del centro escolar, la demanda base debe ser de 3.07m³/día.



Imagen 3.126: *Tanque de almacenamiento y pozo artesanal con protección.* Fuente: Grupo de investigación.

El tanque de almacenamiento y el equipo de bombeo se encuentran en buen estado, pero como se mencionó anterior estos no son utilizados por falta del recurso hídrico.



Imagen 3.127: *Acometida de agua con su contador.* Fuente: Grupo de investigación

- Drenaje Pluvial: Las estructuras no cuentan con canaletas de techo, el drenaje pluvial se compone de cunetas que se encargan de captar el agua y dirigirla a los canales abiertos para que estos la evacuen a la calle. Los puntos de descarga se ubican al costado NorPoniente del terreno a un lado del acceso principal y el otro en la esquina SurPoniente del terreno.



Imagen 3.128: *Canal abierto para drenaje pluvial.* Fuente: Grupo de investigación.

- Desalojo de aguas residuales: En el centro escolar hay dos sistemas, baños lavables que están conectados a una fosa y letrina de hoyo seco. Los baños lavables se encuentran en buen estado, pero no son utilizados por la escasa cantidad de agua que la escuela recibe.



Imagen 3.129: *Servicios sanitarios lavables y de hoyo seco.* Fuente: Grupo de investigación.



Imagen 3.130: *Estado de los inodoros.* Fuente: Grupo de investigación.

Ambos sistemas sanitarios se encuentran en buenas condiciones, aunque los baños lavables no sean utilizados estos se mantienen limpios y sin daños. La letrina de hoyo seco no presenta daños y presencia de malos olores.

- Desechos sólidos: El centro escolar del Caserío Huateras no cuenta con un servicio de recolección de basura, se opta por acumular la basura y quemarla, el punto donde se lleva a cabo esta acción se ubica al costado NorOeste del terreno.



Imagen 3.131: *Disposición final de los desechos sólidos.* Fuente: Grupo de investigación.

La generación y acumulación de basura en el centro escolar no llegan a niveles preocupantes ya que en los cafetines no se permite que se vendan productos artificiales o que estén empacados o embotellados, esta norma impuestas por la directora ayuda en gran medida a disminuir el problema de no contar con un servicio o sistema para el tratamiento de desechos sólidos, sin embargo el volumen que se genera es quemado lo cual no es una práctica correcta para el tratamiento y disposición final de los desechos.

- Instalaciones eléctricas: El centro educativo cuenta con el recurso, la acometida eléctrica se ubicada al costado NorOeste del terreno, su contador se encuentra en el poste de la acometida y el tablero principal se encuentra en la dirección. El cableado de todo el sistema eléctrico de la escuela fue cambiado recientemente y es subterráneo.



Imagen 3.132: *Contador eléctrico del Centro Escolar.* Fuente: Grupo de investigación.



Imagen 3.133: *Tablero principal ubicado en la dirección.* Fuente: Grupo de investigación.

Absolutamente todas las instalaciones eléctricas que incluyen el cableado están en buenas condiciones ya que fueron renovadas hace poco tiempo.



Imagen 3.134: *Transformador que abastece al centro educativo, capacidad de 25 KVA.*
Fuente: Grupo de investigación.

Las instalaciones eléctricas existentes se detallan en el siguiente diagrama unifilar.

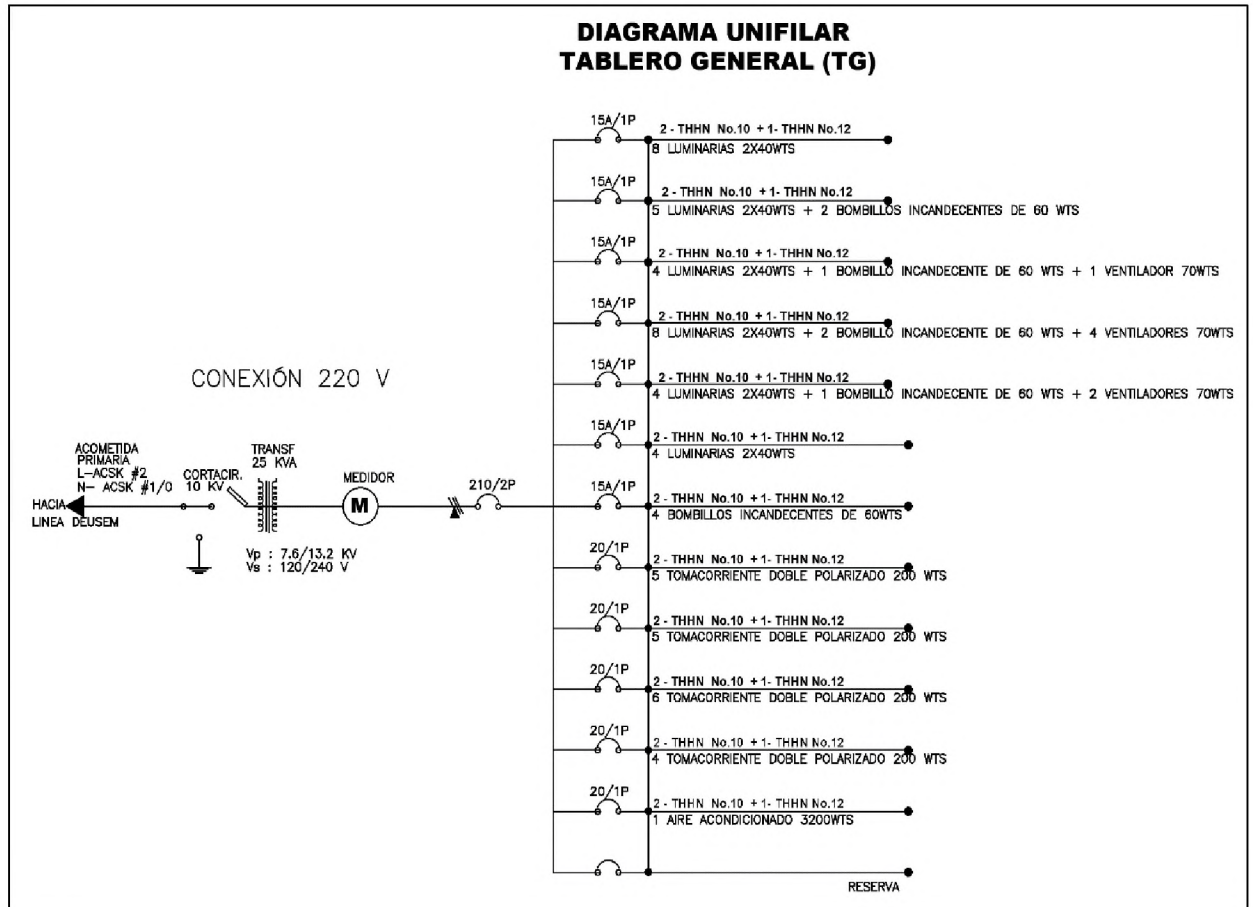


Imagen 3.135: Diagrama unifilar eléctrico del Centro Escolar Caserío Huateras. Fuente: Grupo de investigación.

En el diagrama anterior se presentan las instalaciones eléctricas existentes del centro escolar, estas se componen de doce circuitos con una protección de 210 A y posee una conexión de 220 V.

Estructura y distribución de techos

- Cubierta: Los tipos de cubierta de techo en los módulos son los siguientes:
 - Lámina gris estándar de fibrocemento.
 - Lámina acanalada de aluminio.
 - Lámina galvanizada canal corriente.



Imagen 3.136: *Cubierta de fibrocemento y lámina galvanizada canal corriente.* Fuente: Grupo de investigación.

- Estructura: Está compuesta de la siguiente manera:
 - Polín C de 4"x2".
 - Viga macomber
 - Polín espacial.



Imagen 3.137: *Estructuras de techo con polín espacial y lamina de aluminio.* Fuente: Grupo de investigación.



Imagen 3.138: Estructura de techo de lámina de aluminio y pólin espacial. Fuente: Grupo de investigación.

Las cubiertas de techos de todos los módulos se encuentran en buen estado, los elementos que componen las estructuras también están en buenas condiciones y a simple vista se puede determinar que puede soportar mayor peso.

3.2.10 CENTRO ESCOLAR CASERÍO EL TEMPISCAL, COD: 80085



Imagen 3.139: *Rótulo de bienvenida al centro educativo.* Fuente: Grupo de investigación.

Ubicación: El centro escolar pertenece al cantón El Zapote, está ubicado a 2.7 km al poniente sobre camino rural que conecta el caserío con la calle principal que conduce a la playa El Cuco.

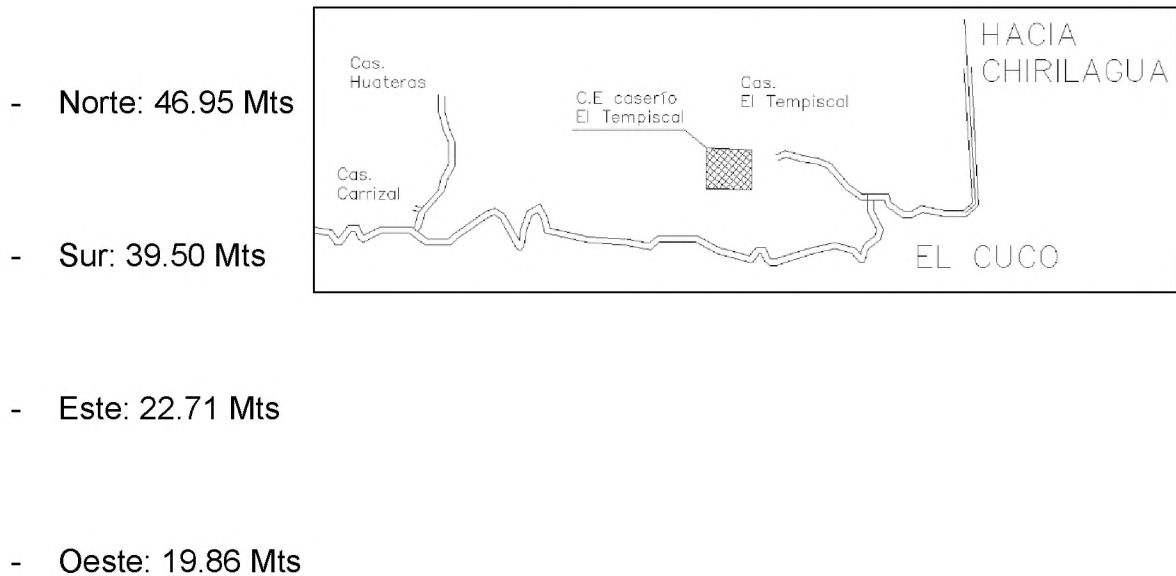


Imagen 3.140: *Ubicación satelital del centro escolar.* Fuente: Google Earth.

Población: La institución cuenta con 28 estudiantes activos.

Horarios de clases: de 7 am a 11:45 am

Topografía: Su extensión territorial se desglosa de la siguiente manera:



El terreno posee un área de 903.77 metros cuadrados y un perímetro de 129.03 metros lineales. La topografía del terreno es regular, los cambios de nivel no varían significativamente.

El área construida es de 67.16 %, comprende dos pabellones, una oficina, una bodega, una cafetería, servicios sanitarios con sistemas de hoyo seco, servicios sanitarios con sistema de letrinas aboneras, un tanque de almacenamiento elevado y un badén. El centro escolar no cuenta con un método de disposición final para los desechos sólidos, estos se acumulan fuera del terreno a un costado de la quebrada que se ubica al lado Este de la escuela.

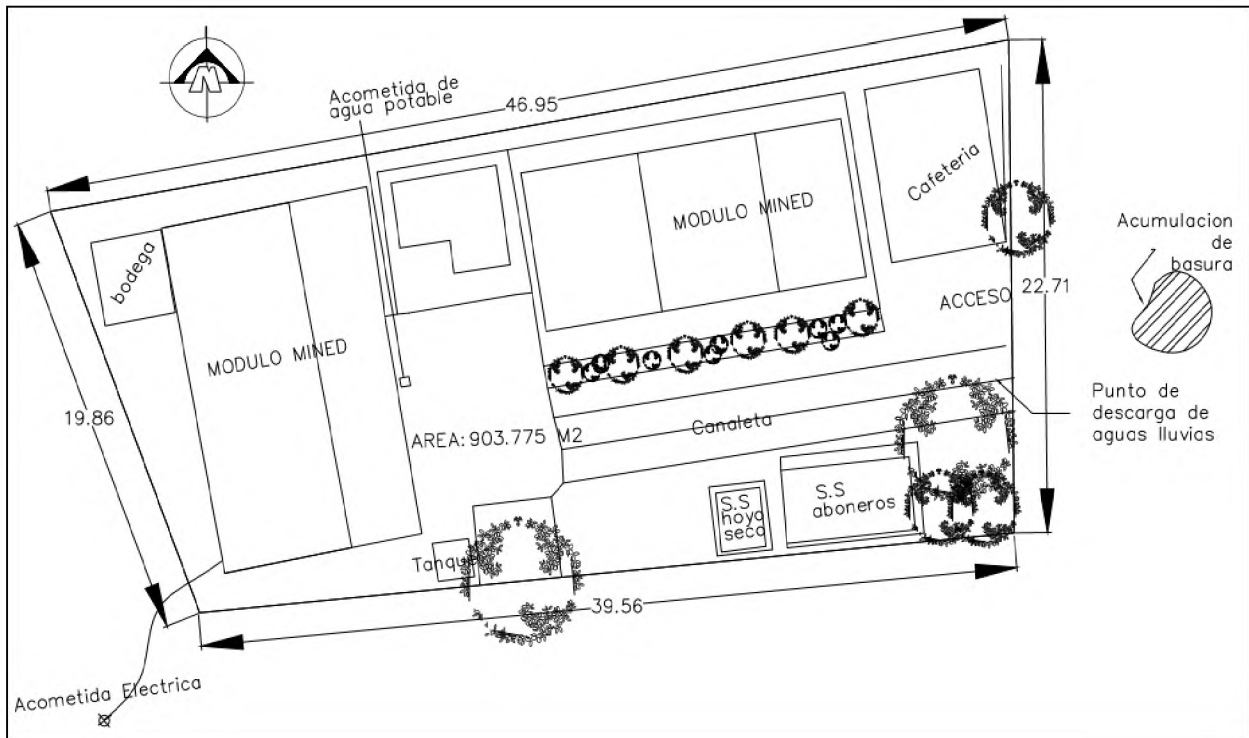


Imagen 3.141: *Esquema general del centro educativo.* Fuente: Levantamiento realizado por grupo de investigación.

Actualmente el centro educativo cuenta con los siguientes recursos básicos según información proporcionada por el director del Centro educativo:

- Agua potable: El centro educativo tiene dos fuentes de abastecimiento, por medio de la red de ANDA, de la cual se desconoce ubicación de la acometida y contador y de la red que es administrada por la ADESCO de la zona, la acometida de esta se ubica al norte del terreno.

La norma técnica de ANDA establece una dotación para centros escolares de 40 L/Alumno/D más 20% por fugas y desperdicios, basándose en la población actual del centro escolar, la demanda base debe ser de 1.34 m³/día.



Imagen 3.142: *Agua potable proporcionada por ADESCO*. Fuente: Grupo de investigación.

La acometida proporcionada por la red de ADESCO no posee contador, el centro escolar goza del recurso sin costo alguno.

- Drenaje Pluvial: Las estructuras cuentan con cunetas que recogen el agua pluvial para ser captadas en un badén y luego dirigirlas a la calle al costado este de la escuela.



Imagen 3.143: *Drenaje pluvial (canaleta hacia la calle)*. Fuente: Grupo de investigación.

- Desalojo de aguas residuales: La escuela posee dos tipos de sistemas para el tratamiento de aguas negras, sistema de hoyo seco, el cual se encuentra en muy mal estado y letrinas aboneras, ambos están en funcionamiento.



Imagen 3.144: *Sistema de hoyo seco*. Fuente: Grupo de investigación.

Como se puede observar la letrina de hoyo seco no cuenta con las condiciones ideales para su uso, esta carece de salubridad y su ubicación no es indicada ya que está muy cerca de las aulas.



Imagen 3.145: *Sistema de letrinas aboneras*. Fuente: Grupo de investigación.

- Desechos sólidos: Se acumulan en el costado este fuera del terreno del centro educativo, frente al acceso principal cruzando la calle de acceso, estos desechos no son retirados por el servicio de recolección de basura municipal, la basura es quemada o simplemente se acumula.



Imagen 3.146: *Disposición final de los desechos sólidos.* Fuente: Grupo de investigación.

Los desechos sólidos no se acumulan dentro del terreno del centro educativo, pero si es generado un considerable volumen que es acumulado al costado de una quebrada, lo cual es una acción grave hacia el medio ambiente.

- Instalaciones eléctricas: El centro educativo cuenta con este recurso, la acometida eléctrica está ubicada al costado Sur Oeste del terreno, su contador y el tablero principal se encuentran ubicado en la esquina Sur Oeste en una de las paredes de un módulo.

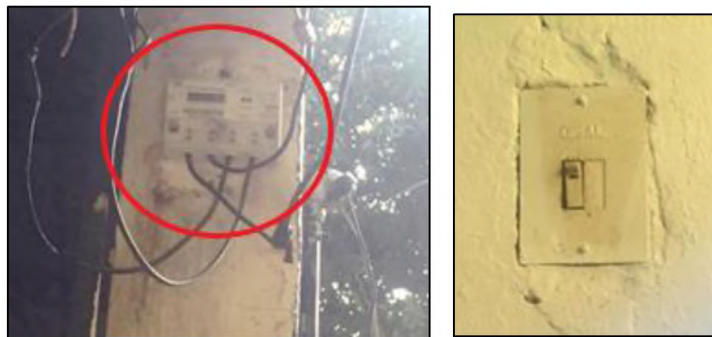


Imagen 3.147: *Contador eléctrico y tablero principal del Centro Escolar.* Fuente: Grupo de investigación.

Las instalaciones eléctricas del centro escolar son pocas, su estado actual se puede clasificar como malo, presentan deterioro y falta de mantenimiento.

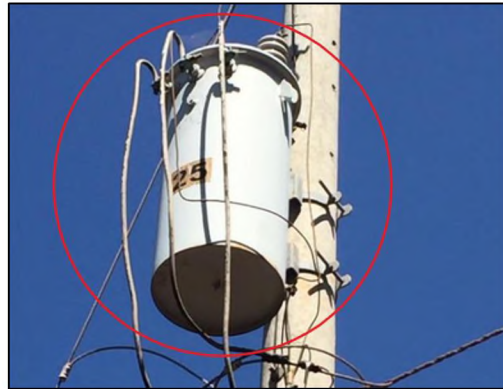


Imagen 3.148: Transformador que abastece al centro educativo, capacidad de 25 KVA.
Fuente: Grupo de investigación.

Las instalaciones eléctricas existentes se detallan en el siguiente diagrama unifilar.

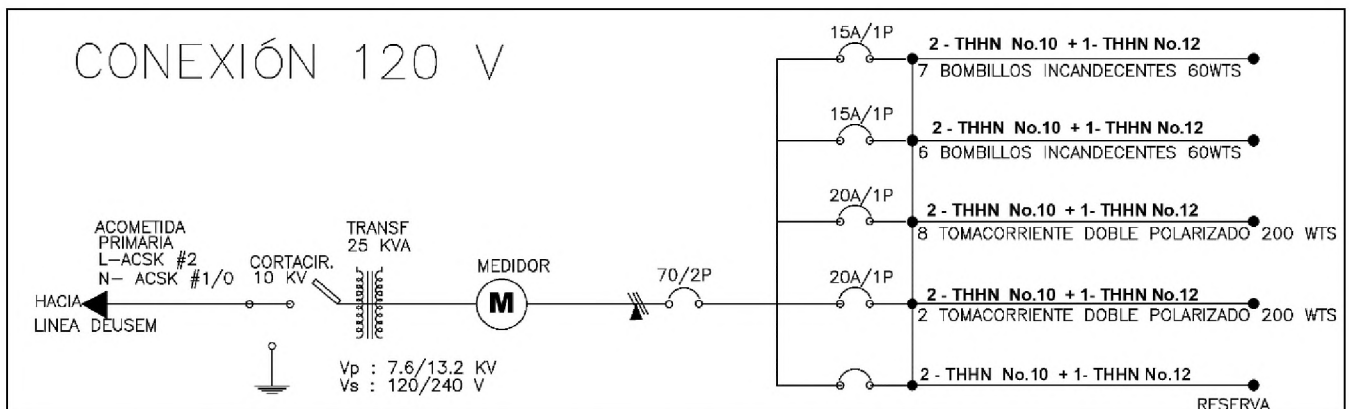


Imagen 3.149: Diagrama unifilar eléctrico del Centro Escolar Caserío Tempiscal. Fuente: Grupo de investigación.

En el diagrama anterior se presentan las instalaciones eléctricas existentes del centro escolar, estas se componen de cuatro circuitos con una protección de 70 A y posee una conexión de 120 V.

Estructura y distribución de techos

- Cubierta: Los tipos de cubierta de techo en los módulos son los siguientes:
 - Lámina gris estándar de fibrocemento.
 - Lámina acanalada de aluminio.
 - Lámina galvanizada canal corriente.



Imagen 3.150: *Cubierta de fibrocemento y lámina galvanizada canal corriente.* Fuente: Grupo de investigación.

- Estructura: Está compuesta de la siguiente manera:
 - Polín C de 4"x2"
 - Polín espacial.

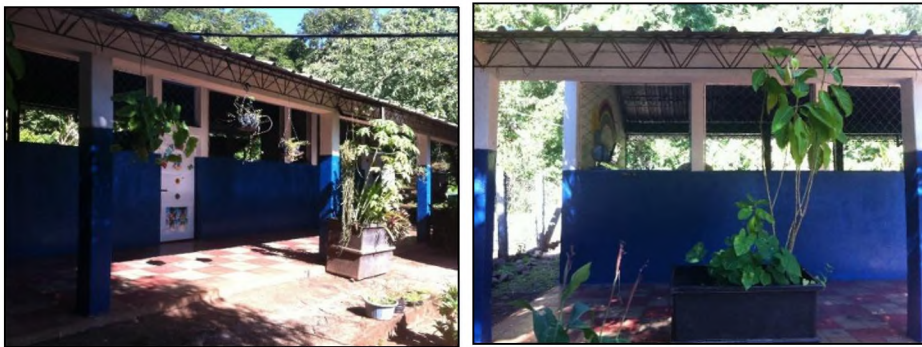


Imagen 3.151: *Estructuras de techo con polín espacial y lamina de aluminio.* Fuente: Grupo de investigación.



Imagen 3.152: *Estructura de techo de lámina de aluminio y polín c.* Fuente: Grupo de investigación.

Las cubiertas de los módulos se encuentran en buen estado al igual que las estructuras que las sostienen.

3.3 Análisis de diagnóstico.

Los centros escolares de la zona costera del municipio de Jucuarán cuentan con todos los recursos básicos para su funcionamiento, pero los sistemas que poseen no se encuentran en buen estado, se ha podido observar en las visitas técnicas realizadas a los centros escolares de interés que tanto alumnos como maestros no desarrollan su jornada dentro de un entorno adecuado. El deterioro de los servicios sanitarios de estas instituciones refleja una falta de mantenimiento además de que en algunos de estos casos ya han cumplido su tiempo de vida útil y eso ha generado el colapso del sistema. Problemas de este tipo provocan insalubridad en la zona.

Otro problema con respecto a la salubridad es la acumulación de desechos sólidos dentro del centro escolar, en ninguna de las escuelas de la zona costera cuentan con un sistema o una forma adecuada para la disposición final de los desechos sólidos. En lo que respecta al acceso al agua, los diez centros educativos poseen una manera de abastecer las instalaciones, en algunas de manera limitada y no se tiene certeza si la calidad del agua suministrada sea adecuada.

A conceptual image featuring a lightbulb with a landscape scene inside, set against a background of wind turbines. The lightbulb is the central focus, with its glass part reflecting a scene of a tree in a field under a cloudy sky. The background shows a row of wind turbines receding into the distance, symbolizing clean energy and sustainable design.

CAPITULO IV
DISEÑO Y PROPUESTA

4.1 Consideraciones.

En esta etapa se hace la presentación de los diseños de cada sistema propuesto necesarios para que el centro escolar pueda alcanzar la autosustentabilidad en cuestión de su funcionamiento.

Para esto se tomará como modelo El Centro Escolar Caserío El Espino, por el motivo de ser una de las escuelas con mayor población e infraestructura entre todas, estas características resultan importantes para el diseño, ya que se ha considerado que entre mayores proporciones y población los diseños de las propuestas serán más extensos y representativos.

Como grupo de investigación sostenemos que al diseñar sistemas para este centro educativo estos deberán de ser aplicables a los demás centros escolares que son de menores proporciones y tienen una menor población, ya que los métodos utilizados son los mismos que se aplicarían al diseñar para los diez centros escolares.

4.2 Criterios de diseño.

Desde el inicio de este documento se ha venido hablando del estado actual de la infraestructura educativa en la zona costera del Municipio de Jucuarán y la importancia de que las escuelas de dicho sector funcionen en condiciones que sean agradables tanto al entorno como al usuario.

Para conseguir tal resultado se han planteado propuestas de sistemas independientes y de sencillo funcionamiento que puedan favorecer en gran medida a los usuarios de los centros educativos de la zona costera de Jucuarán, sin causar impactos negativos en el medio ambiente.

En este apartado se describirá el proceso de diseño de cada uno de los sistemas que serán presentados en la propuesta tomando como modelo el “*Centro Escolar Caserío El Espino, Cantón El Jícaro*”, Por la razón que es la escuela con mayor población.

4.2.1 Sistema de abastecimiento de agua potable.

El centro escolar cuenta con un pozo artesanal (excavado a mano) que se proyectará como fuente de abastecimiento, también será proyectado un tanque de almacenamiento exactamente arriba de la ubicación del pozo. Para el diseño de este sistema se tomará apoyo de la “*Norma técnica de ANDA*”. Inicialmente se procederá a estimar la población de diseño, para este caso no será necesaria una proyección de la población actual, ya que el diseño se establecerá para la capacidad máxima de estudiantes y personal que puede albergar la institución.

Para el cálculo de la población se iniciará determinando el máximo de estudiantes por cada aula apoyándose de los criterios establecidos en la tesis “*Diseño prototipo para una escuela de educación de tiempo pleno a implementarse en la ciudad de Sonsonate, UES*”. Al tener la cantidad de estudiantes por aula estos totales serán sumados junto con un aproximado de la cantidad de personal de la escuela.

Teniendo la capacidad total del centro educativo se continuará con el cálculo de la demanda. Para este proceso se tomará la dotación diaria que establece la Norma técnica de ANDA para centros escolares, del mismo documento se hará uso de las ecuaciones para la estimación del *Consumo medio diario, consumo máximo diario, consumo máximo horario y consumo mínimo horario*.

Luego de calcular las cantidades anteriores se va a determinar el caudal de bombeo para después proceder al dimensionamiento del tanque de almacenamiento. Al determinar las dimensiones del tanque se calculará el volumen para elegir un tanque prefabricado por los motivos de economía y fácil instalación.

Al tener definido las dimensiones y el volumen del tanque de almacenamiento se va a determinar el diámetro de la línea de impelencia y la potencia requerida del equipo de bombeo, para este último se hace la propuesta de un sistema fotovoltaico independiente para su funcionamiento. Finalmente se hará una comparación del costo del equipo de bombeo propuesto con el costo de operación de una bomba convencional conectada a la red eléctrica.

4.2.2 Sistema de tratamiento de aguas residuales.

Para el sistema de tratamiento de aguas residuales también nos apoyaremos de la *Norma Técnica de ANDA*, en el apartado donde se establece que las aguas residuales serán el 80% de la dotación media diaria. Para este sistema se hace la propuesta de un biodigestor autolimpiable, el dómelo se elegirá acorde al volumen de aguas negras que se generen en el centro educativo. Las aguas grises serán separadas y tratadas por medio de una biojardinera.

El volumen de aguas negras será calculado por medio de la descarga de los inodoros, para nuestro diseño se proponen inodoros de baja descarga que contribuyen al uso eficiente del recurso hídrico. Teniendo el volumen de aguas negras se procede a elegir el modelo y capacidad del biodigestor. Seguidamente las dimensiones de la biojardinera se determinarán de acuerdo con los parámetros que se establecen en el *“Manual de biojardinera”* elaborado por el *“Instituto Nicaragüense de acueductos y alcantarillados INAA”* y por el volumen de aguas grises al que será sometido tal sistema.

4.2.3 Sistema de captación de agua pluvial.

Para el diseño de este sistema se hará uso del método “*Hidro – Meteorológico*” ya que este se ajusta mejor a las exigencias y condiciones aplicables para áreas de drenaje menores a 100 hectáreas. El objetivo de este sistema es aprovechar en la mayor cantidad posible el agua lluvia, para este objetivo requiere el cálculo de un tanque de almacenamiento basándose en el volumen mensual de agua que puede ser captada.

Se calculará el caudal de diseño tomando como base los datos tomados por la estación meteorológica de Santiago de María por ser la más cercana al Municipio de Jucuarán. El diseño consistirá en el cálculo de milímetros de agua que puede ser captado por el área de techos disponible en el centro escolar.

Para esto se utilizarán tablas de coeficientes de escorrentía, de rugosidad de materiales, también de precipitación por zonas, intensidad de lluvia y curvas idf. También se calculará el diámetro de tubería para la bajada de aguas lluvias por medio de la igualación de la fórmula de Manning y la ecuación de continuidad, y se comprobará los resultados en el programa H canales.

Para el cálculo del volumen del tanque se estimará la oferta de agua mensual en base a la precipitación media por región. De la oferta obtenida se proyecta la dotación por persona, para luego calcular la demanda mensual. Para finalizar se calcula la diferencia del acumulado entre la oferta y la demanda para determinar el volumen del tanque de almacenamiento. En este caso sería el mayor volumen acumulado.

4.2.4 Tratamiento y disposición final de desechos sólidos.

Para dar solución al problema de acumulación de desechos en el centro escolar se inicia definiendo los efectos que esto tiene en el medio ambiente y en la salud para los seres humanos, se hace énfasis en la importancia de dar adecuado tratamiento a los desechos sólidos. Para esta propuesta nos apoyaremos de la “*Guía técnica para el manejo sanitario de los desechos sólidos en la vivienda*” elaborada por el ministerio de salud de El Salvador.

En este caso no se propone el diseño de un sistema de depuración, en lugar de eso se elaborará un manual donde se den a conocer conceptos básicos del adecuado tratamiento de desechos sólidos, donde se dará a conocer el procedimiento para el compostaje. También para los desechos no biodegradables se proponen técnicas para disminuir la acumulación de estos, así mismo se propone la técnica de las 3R’s, que consiste en “*Reducir, Reutilizar y reciclar*”.

4.2.5 Sistema de paneles fotovoltaicos.

Para el diseño de este sistema se comenzará definiendo las instalaciones eléctricas existentes para luego hacer una proyección en cuestión de mejoras. Teniendo las instalaciones proyectadas se va a determinar la demanda eléctrica mensual en Kilowatts. El diseño consiste en determinar la cantidad de paneles fotovoltaicos necesarios para generar la energía eléctrica que requiere el centro educativo para poder funcionar de manera adecuada, para esto se definirán las áreas de techo efectivas donde se determinara cuantos paneles caben en cada una de ellas, luego se procederá al cálculo de la energía que se genera en cada área en un periodo de 7 horas que son las Horas Sol Pico. Al definir las áreas efectivas y la cantidad de paneles requeridos para cumplir con la demanda, se determinará la cantidad de baterías para energía de reserva necesarias, para este caso se propone almacenar energía para que el sistema completo funcione un día sin que los paneles absorban la radiación solar.

***PROPUESTA PARA EL
ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE
DEL CENTRO ESCOLAR CASERÍO EL
ESPINO***

4.3 Sistema de abastecimiento de agua potable para el Centro Escolar Caserío El Espino.

El centro escolar cuenta con el recurso hídrico, como se mencionó en el capítulo 3 existe un pozo artesanal dentro del terreno. El objetivo para esta etapa del diseño es calcular la potencia de la bomba requerida para extraer agua del pozo y almacenarla en un tanque elevado. La bomba que se proponga será de tipo solar para así no perder el enfoque de la autosustentabilidad del sistema.

Para esta etapa nos apoyaremos de las *“Normas técnicas para abastecimiento de agua potable y alcantarillados de aguas negras, de ANDA”*.

4.3.1 Cálculo de la población de diseño

Para este caso no se hará una proyección de la población actual, en lugar de eso se calculará la cantidad máxima de estudiantes que puede albergar el centro educativo ya que este es un número constante para el cual será diseñado el sistema. El resultado será comparado con la matrícula 2018, de estos dos datos se tomará como población de diseño el número mayor.

Para determinar la cantidad máxima de estudiantes por cada aula nos apoyaremos de la tesis *“Diseño prototipo para una escuela de educación de tiempo pleno a implementarse en la ciudad de Sonsonate, UES”*. Del documento antes mencionado se tomaron los siguientes datos:

- Área para módulo o pupitre: 1.2m x 1.2m
- Ancho de circulación frontal: 2.40m.

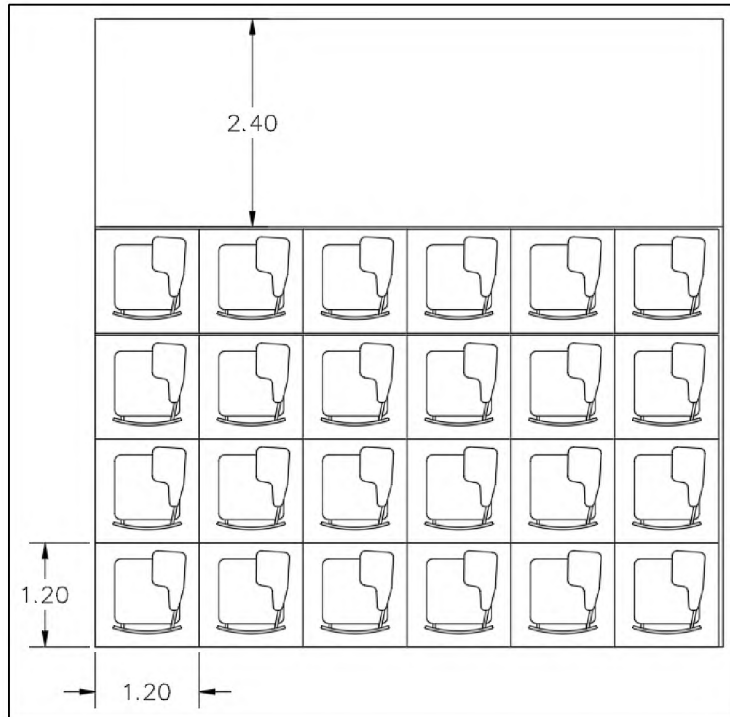


Imagen 4.1: *Ilustración de espacios propuestos por el MINED.* Fuente: Norma técnica salvadoreña para la accesibilidad al medio físico. Urbanismo y arquitectura.

Se iniciará calculando la cantidad máxima de estudiantes por cada aula para luego determinar el total de la escuela, para esto se tomará el área total de cada aula y se le restará el área de circulación frontal.

$$\text{Area efectiva} = \text{Area del aula} - \text{Area de circulación}, \quad \text{Ec. 4.1}$$

$$\text{Area efectiva Aula 1} = 44.82\text{m}^2 - (2.4 \times 7.23)\text{m}^2 = 27.47\text{m}^2$$

$$\text{Area efectiva Aula 2} = 44.82\text{m}^2 - (2.4 \times 7.23)\text{m}^2 = 27.47\text{m}^2$$

$$\text{Area efectiva Aula 3} = 56.29\text{m}^2 - (2.4 \times 8.38)\text{m}^2 = 36.18\text{m}^2$$

$$\text{Area efectiva Aula 4} = 55.70\text{m}^2 - (2.4 \times 8.38)\text{m}^2 = 35.59\text{m}^2$$

$$\text{Area efectiva Aula 5} = 61.97\text{m}^2 - (2.4 \times 8.55)\text{m}^2 = 41.45\text{m}^2$$

$$\text{Area efectiva Aula 6} = 61.93m^2 - (2.4 \times 8.55)m^2 = 41.41m^2$$

$$\text{Area efectiva Aula 7} = 29.2m^2 - (2.4 \times 3.70)m^2 = 20.32m^2$$

$$\text{Area efectiva Aula 8} = 53.25m^2 - (2.4 \times 6)m^2 = 38.85m^2$$

$$\text{Area efectiva Aula 9} = 66.92m^2 - (2.4 \times 8.23)m^2 = 47.17m^2$$

Ahora conociendo el área para pupitres de cada aula se pasará a calcular la cantidad de estudiantes para cada una de estas.

$$\text{Cantidad de estudiantes} = \frac{\text{Area de pupitres}}{\text{Area para módulo o pupitre}}, \quad \text{Ec. 4.2}$$

$$\text{Cantidad de estudiantes Aula 1} = \frac{27.47m^2}{1.44m^2} = 19.08 \approx 20 \text{ estudiantes}$$

$$\text{Cantidad de estudiantes Aula 2} = \frac{27.47m^2}{1.44m^2} = 19.08 \approx 20 \text{ estudiantes}$$

$$\text{Cantidad de estudiantes Aula 3} = \frac{36.18m^2}{1.44m^2} = 25.125 \approx 26 \text{ estudiantes}$$

$$\text{Cantidad de estudiantes Aula 4} = \frac{35.59m^2}{1.44m^2} = 24.71 \approx 25 \text{ estudiantes}$$

$$\text{Cantidad de estudiantes Aula 5} = \frac{41.45m^2}{1.44m^2} = 28.78 \approx 29 \text{ estudiantes}$$

$$\text{Cantidad de estudiantes Aula 6} = \frac{41.41m^2}{1.44m^2} = 28.76 \approx 29 \text{ estudiantes}$$

$$\text{Cantidad de estudiantes Aula 7} = \frac{20.32m^2}{1.44m^2} = 14.11 \approx 15 \text{ estudiantes}$$

$$\text{Cantidad de estudiantes Aula 8} = \frac{38.85m^2}{1.44m^2} = 26.98 \approx 27 \text{ estudiantes}$$

$$\text{Cantidad de estudiantes Aula 9} = \frac{47.17m^2}{1.44m^2} = 32.76 \approx 33 \text{ estudiantes}$$

Total de estudiantes = 224, distribuidos en el espacio propicio para su comodidad.

Al número anterior se le sumará once personas, asumiendo un personal docente de primero a noveno grado y un director/a de la institución. La cantidad total será multiplicada por dos, ya que en el centro escolar hay actividades en dos turnos, y el sistema recibirá carga en ambos tiempos.

$$\text{Cantidad total de usuarios} = (224 + 11) \times 2 = \mathbf{470}$$

La matrícula del año 2018 para el Centro Escolar Caserío El Espino fue de 409 estudiantes (Tabla 3.1). Para efectos de diseño se tomará como población el resultado anterior de 470 usuarios.

4.3.2 Cálculo de la demanda

En este apartado se definen los caudales de diseño a partir de la demanda, esta será calculada por medio de los parámetros establecidos en la *Norma técnica de ANDA*, pagina 3, tabla de consumos específicos.

$$\text{Dotación} = \text{Dotación para escuelas} + 20\% \text{ para fugas y desperdicios, Ec. 4.3}$$

$$\text{Dotación} = 50 \text{ L/p/d} + 0.2 (50 \text{ L/p/d})$$

$$\text{Dotación} = 60 \text{ L/p/d}$$

El siguiente paso es determinar el *Consumo medio diario*:

$$\text{Consumo medio diario (QMD)} = \frac{\text{Población} \times \text{dotación}}{86,400}, \quad \text{Ec. 4.4}$$

$$\text{Consumo medio diario (QMD)} = \frac{470 \times 60}{86,400}$$

$$\text{Consumo medio diario (QMD)} = \mathbf{0.33 \text{ L/s}}$$

Partiendo del Consumo medio diario se determinarán los distintos tipos de consumo que requiere el diseño:

$$\text{Consumo Máximo diario (Qmaxd)} = 1.5 \text{ QMD} = 1.5 (0.33) = 0.49 \text{ L/s}, \quad \text{Ec. 4.5}$$

$$\text{Consumo Máximo horario (Qmaxh)} = 2.4 \text{ QMD} = 2.4 (0.33) = 0.79 \text{ L/s}, \quad \text{Ec. 4.6}$$

$$\text{Consumo Mínimo horario (Qminh)} = 0.3 \text{ QMD} = 0.3 (0.33) = 0.01 \text{ L/s}, \quad \text{Ec. 4.7}$$

Los factores anteriores se tomaron de la *Norma técnica de ANDA, pagina 4, Variaciones de consumo*.

4.3.3 Caudal de bombeo

$$\text{Caudal de bombeo (Qb)} = \frac{24}{n} \times \text{Qmaxd}, \quad \text{Ec. 4.8}$$

n: Horas de bombeo

$$\text{Caudal de bombeo (Qb)} = \frac{24}{10} \times \left(0.49 \frac{\text{l}}{\text{s}}\right) = \mathbf{1.18 \text{ l/s}}$$

4.3.4 Tanque de almacenamiento

Volumen de variación horaria (V1) M3

$$V1 = 30\% \times QMD \times 86,400, \quad Ec. 4.9$$

$$V1 = 0.3 \times 0.33 \frac{l}{s} \times 86,400 s = 8,553.6 l = 8.55 m^3$$

Volumen por reparaciones o costos de energía (V3) M3

$$V3 = Qb \times 2h, \quad Ec. 4.10$$

$$V3 = 1.18 \frac{l}{s} \times (2 \times 3600 s) = 8,496 l = 8.50 M3$$

Volumen por reparaciones (V3) ≥ Volumen de variación horaria (V1)

$$8.50 m^3 \geq 8.55 m^3$$

Se elegirá la cantidad mayor: **8.55 m³**

Se necesita un tanque con una capacidad de almacenamiento igual o mayor a 8.55 m3, que equivalen a 8,550 Litros. Se propone utilizar un tanque bicapa, las capacidades en que está disponible son 6,000 y 10,000 litros, para nuestro caso se necesita la segunda opción. A continuación, se presenta una descripción del tanque:

4.3.5 Tanque de almacenamiento bicapa.

Para almacenamiento de agua, en mayor cantidad y descargar por gravedad. Fabricados con polietileno de baja densidad. Capa externa negra y capa interna blanca.

- Conexión de 1 ½" en placa #1.
- Perforación de ¾" para el llenado.
- Filtro estándar.

Capacidades disponibles: 6000, 10000 LTS.



Imagen 4.2: *Tanque de almacenamiento de 10,000 litros.* Fuente: Catalogo comercial del producto.

4.3.6 Diseño de línea de impelencia

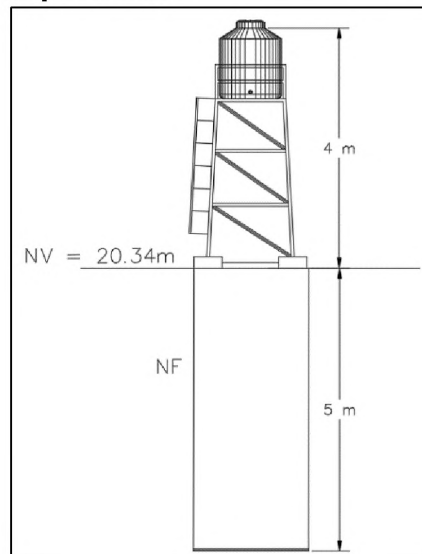


Imagen 4.3: *Altura del tanque de almacenamiento con respecto al punto de captación.*
Fuente: Grupo de investigación.

Datos:

Caudal de bombeo: $0.00118 \frac{m^3}{s}$.

Longitud de línea de impelencia: 9 m.

Material a utilizar: PVC (C = 150).

Horas de bombeo: 10 h. (Tiempo en el que se realizan actividades en el centro educativo).

Cálculo de diámetro de línea de impelencia

$$D = 1.3 \left(\frac{\# \text{ de horas de bombeo}}{24} \right)^{\frac{1}{4}} (\sqrt{Q_b}), \text{ Ec. 4.11}$$

$$D = 1.3 \left(\frac{10}{24} \right)^{\frac{1}{4}} (\sqrt{0.00118}) = 0.0359 \text{ m} = 3.59 \text{ cm} = 1.41''$$

Se aumentará el diámetro a $1\frac{1}{2}''$, ya que no hay diámetro comercial de 1.41".

Cálculo de las pérdidas de carga estática y de fricción.

Ec. 4.12

Carga estática = Altura del punto de almacenamiento – altura del punto de aducción

$$\text{Carga estática} = (20.34 + 4)m - (20.34 - 5)m$$

$$\text{Carga estática} = 9 \text{ m}$$

Pérdidas por fricción

$$h_f = \frac{1747.632Q^{1.85}L}{C^{1.85}D^{4.87}}, \quad \text{Ec. 4.13}$$

$$h_{f1} = \frac{1747.632(1.18)^{1.85}(9)}{(150)^{1.85}(1.25)^{4.87}} = 0.68 \text{ m}$$

$$\text{Carga dinámica total} = \text{Carga estática} + \text{Carga por fricción}, \quad \text{Ec. 4.14}$$

$$\text{Carga dinámica total} \left(1\frac{1}{2}''\right) = 9 \text{ m} + 0.68 \text{ m} = 9.68 \text{ m}$$

4.3.7 Cálculo de potencias efectivas requeridas

$$Hp = \frac{Q \times H}{76 \times e}, \quad \text{Ec. 4.15}$$

$$Hp_{1.5''} = \frac{(1.18) \times (9.68)}{76 \times (0.8)} = 0.19$$

4.3.8 Costo de mano de obra a utilizar

$$\text{Costo unitario total} = \text{Costo de terracería} + \text{Colocación de tubería}, \quad \text{Ec. 4.16}$$

$$\text{Costo unitario total} \left(1\frac{1}{2}''\right) = \$4.07 + \$1.50 = \$5.57$$

4.3.9 Monto de inversión inicial de capital en materiales y mano de obra

Costo unitario total = Costo unitario de material + Costo unitario de mano de obra,
Ec. 4.17

Costo unitario total (1 $\frac{1}{2}$ ") = Tubo PVC de 160 PSI + Costo unitario de mano de obra

Costo unitario total (1 $\frac{1}{2}$ ") = \$5.60 + \$5.57 = \$11.17

Costo total = Costo unitario total x unidades para linea de impelencia, Ec. 4.18

de tubos = $\frac{9\ m}{6\ \frac{m}{Unid}} = 1.5 \approx 2\ Unidades$

Costo total (1 $\frac{1}{2}$ ") = (\$11.17) x (2) = \$22.34

4.3.10 Monto de inversión inicial de capital en materiales, mano de obra y equipo de bombeo

Determinar costo de quipo de bombeo:

Según los cálculos la potencia requerida para la bomba es de 0.19 HP, pero comercialmente no se encuentran bombas de tal capacidad, por este motivo se elegirá una bomba de $\frac{1}{2}$ HP marca EPC Regional con un sistema solar fotovoltaico aislado a la red. A continuación, se muestra el costo del equipo de bombeo:

Tabla 4.1: Sistema de bomba solar. Fuente: Cotización EPC Regional.

ITEM	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO UNITARIO	SUB TOTAL
1	Panel solar 310 W policristalino	2	U	\$275.00	\$550.00
2	Bomba de 1/2 HP marca EPC REGIONAL + inversor/controlador de carga	1	U	\$950.00	\$950.00
3	Accesorios de instalación: Obras civiles auxiliares, modificaciones del sistema eléctrico, conexiones, equipo de protección eléctrica, red de tierra, equipo de sugestión.	1	S/G	\$750.00	\$750.00
4	Instalación, diseño y logística, sistema de selección de potencia solar/red.	1	S/G	\$400.00	\$400.00
				SUB-TOTAL	\$2,650.00
				I.V.A	\$344.50
				TOTAL	\$2,994.50

El sistema de bombeo propuesto es de mínimo mantenimiento lo cual comprendería una limpieza periódica de ambos paneles.

4.3.11 Resumen de resultados

<i>Población de diseño</i>	470	Estudiantes
<i>Dotación</i>	60	L/P/D
<i>Volumen de tanque de almacenamiento</i>	8550	Litros
<i>Volumen comercial del tanque</i>	10000	Litros
<i>Longitud de línea de impelencia</i>	9	m
<i>Material a utilizar para línea de impelencia</i>	PVC	(C = 150)
<i>Horas de bombeo</i>	10	horas
<i>Diámetro de línea de impelencia</i>	1.41	Pulg
<i>Diámetro comercial de línea de impelencia</i>	1.5	Pulg
<i>Potencia efectiva de la bomba</i>	0.19	Hp
<i>Potencia comercial de la bomba</i>	0.5	Hp
<i>Costo de equipo de bombeo y línea de impelencia</i>	3,016.84	\$
<i>Filtro para salida de tanque con capacidad para sedimentos de 5 micras</i>	39.95	\$

***PROPUESTA PARA EL TRATAMIENTO
DE AGUAS RESIDUALES EN EL CENTRO
ESCOLAR CASERÍO EL ESPINO***

4.4 Sistema de tratamiento de aguas residuales para el centro escolar caserío el espino.

Para dar tratamiento a las aguas residuales generadas en este centro educativo, se hace la propuesta de la implementación de un sistema de biodigestor prefabricado. Para este diseño se calculará el caudal de aguas residuales apoyándose de la dotación de agua potable que se especifica en el diseño anterior, de dicho caudal serán separadas las aguas negras de las aguas grises, con el objetivo que el biodigestor reciba únicamente el caudal generado por los inodoros, las aguas grises serán desviadas a una biojardinera pasando antes por una trampa de grasas. El agua trata por el biodigestor será infiltrada en el terreno natural por medio de cámaras de infiltración, estas forman parte del sistema del biodigestor.

4.4.1 Cálculo de volúmenes de aguas residuales

La capacidad y cantidad de biodigestores depende de la población que usa las instalaciones donde se pretenden ubicar, para tal caso se usara la población de diseño que se fue calculado en el diseño del sistema de abastecimiento de agua.

Población de diseño: 470 estudiantes.

Dotación de agua potable: 60 L/P/d

4.4.2 Volumen de aguas residuales:

$$V_{AR} = \text{Dotación de agua potable} \times \text{población de diseño} \times 80\%, \quad \text{Ec. 4.20}$$

Nota: La norma Técnica de ANDA establece que el volumen de aguas residuales será igual al 80% de la dotación de agua potable.

$$V_{AR} = (60 \text{ L/P/d}) \times (470 \text{ P}) \times (0.8)$$

$$V_{AR} = 22,560 \frac{L}{d} = 22.56 m^3$$

4.4.3 Volumen de aguas negras (Descarga de inodoros al día)

Para nuestro diseño se han proyectado inodoros de bajo consumo, la descarga de estos inodoros es de aproximadamente 6 litros y se asumirá que un niño hace uso de este dos veces en su jornada de estudio o turno:

$$V_{AN}(\text{Vol. aguas negras}) = \left(6 \frac{\text{Litros}}{\text{Descarga}}\right) \times \left(2 \frac{\text{Descargas}}{\text{Alumno}}\right) \times (470 \text{ Alumnos}),$$

Ec. 4.21

$$V_{AN}(\text{Vol. aguas negras}) = 5,640 \text{ Litros} = 5.64 m^3$$

Teniendo el volumen diario de aguas negras se procede a elegir el tipo y cantidad de biodigestores.

Tabla 4.2: Capacidades de biodigestor. Fuente: Ficha técnica de biodigestor auto-limpiable Rotoplas.

CAPACIDAD	RP-600	RP-1300	RP-3000	RP-7000
	600 L	1300 L	3000 L	7000 L
N° de usuarios zona rural (aportación diaria 130 L/usuario)	5	10	25	60
N° de usuarios zona urbana (aportación diaria 260 L/usuario)	2	5	10	23
N° de usuarios oficina (aportación diaria 30 L/usuario)	20	43	100	233



Imagen 4.4: *Biodigestor autolimpiable.*
Fuente: Ficha técnica de biodigestor auto-limpiable.

El volumen diario de aguas negras producido en el centro escolar es de 5,640 Litros, para dar tratamiento a este volumen se implementarán un biodigestor autolimpiable de 7000 Litros, lo que deja 1,360 Litros como reserva para una posible ampliación en el futuro.

El biodigestor contara con una cámara de registro de lodos de 1800 Litros como se estable en el *“Manual de instalación y mantenimiento de biodigestores autolimpiables Rotoplas”*.

Finalmente, el agua tratada por el biodigestor pasara a las cámaras de infiltración que forman parte del sistema. Para establecer al área para las cámaras de infiltración es necesario determinar la tasa de infiltración por medio de un estudio de suelos.



Imagen 4.5: Cámara de infiltración.
Fuente: Ficha técnica de biodigestor auto-limpiable.

Nota: Para una tasa de infiltración menor a $37 \frac{Lts}{m^2}$ no se recomienda el empleo de Zanjas o pozos de infiltración para la disposición de efluentes de los tanques sépticos, debiéndose proyectar otro sistema de tratamiento o disposición final. (Fuente: “Especificaciones técnicas para el diseño de zanjas y pozos de infiltración”, Centro Panamericano de ingeniería Sanitaria y ciencias del Ambiente).

En caso de que el terreno natural del centro educativo no sea apto para filtrar el volumen de agua proveniente del biodigestor esta será descargada a la biojardinera para lo cual se rediseñaran sus dimensiones de acuerdo con el volumen de agua al cual será sometida.

4.4.4 Diseño de biojardinera para el tratamiento de aguas grises

Volumen de aguas grises

$$V_{AG} = V_{AR} - V_{AN}, \quad \text{Ec. 4.22}$$

$$V_{AG} = 22.56 \text{ m}^3 - 5.64 \text{ m}^3$$

$$V_{AG} = 16.92 \text{ m}^3$$

Para dicho diseño se necesita el cálculo de la velocidad de reacción (K_r), el tiempo de detención del fluido (t) y la tasa de carga orgánica para lo cual nos apoyaremos de los parámetros establecidos en las siguientes tablas:

4.4.5 Parámetros de diseño

Tabla 4.3: Parámetros generales. *Fuente:* Instituto Nicaragüense de acueductos y alcantarillados, INAA (2008). *Manual de biojardineras*. Managua, Nicaragua.

PARÁMETROS GENERALES PARA EL DISEÑO DE HUMEDALES DE FLUJO SUB-SUPERFICIAL		
Parámetro	Unidad	Rango
Tiempo de retención hidráulica	dia	2 - 15
Profundidad del humedal	m	0.3 - 0.9
Carga hidráulica	$m^3/(m^2 \times dia)$	0.014 - 0.046
Superficie específica	$Ha/(10^3 m^3/dia)$	7.1 - 2.15
Pendiente	-	<5%

Tabla 4.4: Parámetros del material filtrante. *Fuente:* Instituto Nicaragüense de acueductos y alcantarillados, INAA (2008). *Manual de biojardineras*. Managua, Nicaragua.

CARACTERÍSTICAS TÍPICAS DE LOS MEDIOS FILTRANTES EN HUMEDALES DE FLUJO SUB-SUPERFICIAL			
MATERIAL	TAMAÑO EFECTIVO, D_{10} (mm)	POROSIDAD (n)	CONDUCTIVIDAD HIDRÁULICA (k) $m^3/(m^2 \times día)$
Arena gruesa	2	28 - 32 0.3	100 - 1000 550
Arena gravosa	8	30 - 35 0.325	500 - 5000 2750
Grava fina	16	35 - 38 0.365	1000 - 10000 5500
Grava media	32	36 - 40 0.38	10000 - 50000 25000
Grava gruesa	128	38 - 45 0.415	50000 - 250000 150000

Tabla 4.5: Parámetros de especies vegetales. *Fuente:* Instituto Nicaragüense de acueductos y alcantarillados, INAA (2008). *Manual de biojardineras*. Managua, Nicaragua.

CARACTERÍSTICAS DE ESPECIES VEGETALES PARA HUMEDALES DE FLUJO SUB-SUPERFICIAL			
ESPECIE VEGETAL		PROFUNDIDAD DE LA RAÍZ (cm)	
Juncos		30	
Eneas		60	
Phragmites (carrizo)		>75	

Tabla 4.6: Parámetros de composición típica del agua residual doméstica. *Fuente:* Instituto Nicaragüense de acueductos y alcantarillados, INAA (2008). *Manual de biojardineras*. Managua, Nicaragua.

COMPOSICIÓN DEL AGUA RESIDUAL DOMÉSTICA			
PARÁMETRO	UNIDAD	DIFERENTES AUTORES	PARÁMETROS UTILIZADOS
PARÁMETROS FÍSICO-QUÍMICOS			
Temperatura	°C	-	19,13 – 30,43
pH	-	7 - 10	7,15 – 7,73
Sólidos disueltos	mg/l	50 - 1000	121,28 – 472,83
Sólidos totales	mg/l	200 - 1200	349,33 – 961,33
Sólidos en suspensión	mg/l	50 - 350	57,60 – 185,83
Nitrógeno total	mg/l	20 - 90	50,73 – 89,01
Nitrógeno de nitrato	mg/l	1 - 5	1,95 – 4,13
Nitrógeno de nitrito	mg/l	0.1 - 1	0,18 – 0,76
Fósforo total	mg/l	1 - 10	5,31 – 8,29
Alcalinidad	mg/l	50 - 500	126,17 – 489,16
Carbono orgánico total	mg/l	100 - 300	116,06 – 205,73
Grasas	mg/l	40 - 150	49,80 – 78,80
DBO5	mg/l	100 - 400	147,08 – 334,67
DQO	mg/l	200 - 1000	306,80 – 752,33
Boro	mg/l	0.1 - 2	0,75 – 1,27
PARÁMETROS BACTEREOLÓGICOS			
Coliformes totales	ufc/100mlt	1E+06 - 1E+09	4,87E+07 – 3,35E+08
Coliformes fecales	ufc/100mlt	-	2,83E+07 – 9,00E+07
Echerichia coli	ufc/100mlt	-	2,92E+07 – 8,35E+07

Tabla 4.7: Parámetros límites para descargas a un cuerpo de agua dulce. *Fuente:* Instituto Nicaragüense de acueductos y alcantarillados, INAA (2008). *Manual de biojardíneras*. Managua, Nicaragua.

LÍMITES DE DESCARGA A UN CUERPO DE AGUA DULCE		
PARÁMETRO	UNIDAD	LÍMITE MÁXIMO PERMISIBLE
PARÁMETROS FÍSICO-QUÍMICOS		
pH	-	5 – 9
Sólidos totales	mg/l	1600
Sólidos en suspensión	mg/l	100
Nitrógeno total	mg/l	15
Fósforo total	mg/l	10
Grasas	mg/l	0,3
DBO5	mg/l	100
DQO	mg/l	250
Boro	mg/l	2,0
PARÁMETROS BACTEREOLÓGICOS		
Coliformes fecales	ufc/100ml	Remoción > al 99,9%

4.4.6 Velocidad de reacción

$$K_r = K_{20}(1.06^{(T-20)}), \quad \text{Ec. 4.23}$$

Donde:

K_r : Velocidad de reacción.

K_{20} : Constante de nitrificación = $1.19 \frac{1}{\text{día}}$, este dato es establecido en el “*Manual de biojardíneras*”, del Instituto Nicaragüense de acueductos y alcantarillados, INAA Ente regulador.

T: Temperatura = 19 °C, dato tomado de la tabla 4.6, parámetros físico – químicos.

$$K_r = (1.19)(1.06^{(19-20)})$$

$$K_r = 1.12$$

4.4.7 Tiempo de retención

$$t = \frac{-\ln\left(\frac{C}{C_0}\right)}{K_r}, \quad \text{Ec. 4.24}$$

Donde:

C_0 : es la concentración del DBO del agua que entra el sistema ($\text{mg/L} = \text{g/m}^3$) = 400 ml/ltr.

C : es la concentración de DBO deseada del agua ($\text{mg/L} = \text{g/m}^3$) que sale del sistema, o la meta. = 20 ml/ltr.

K_r : Velocidad de reacción calculada anteriormente.

Los valores de C_0 y C serán tomados de las tablas "x" y "x".

$$t = \frac{-\ln\left(\frac{20}{400}\right)}{1.12} = 2.67 \approx 3 \text{ Días}$$

4.4.8 Tasa de carga orgánica

$$L_{org} = \frac{(C)(d_w)(n)}{t}, \quad \text{Ec. 4.25}$$

Donde:

C: Es el nivel de DBO (mg/L = g/m³) del agua influyente = 20 mg/lt

d_w (m): Es la profundidad de la biojardinera = 0.9 m

n: La porosidad efectiva del sustrato = 0.325

t: Tiempo de detención calculado anteriormente = 3 días

$$L_{org} = \frac{(20)(0.9)(0.325)}{3} = 1.95 \frac{g}{m^2} - \text{día, Cumple.}$$

4.4.9 Área de terreno para cama de biojardinera

$$A_s = \frac{(Q_{AVE})(t)}{(n)(d_w)}, \quad \text{Ec. 4.26}$$

Dónde:

Q_{AVE}: Es el flujo diario medio por el humedal (m³/día).

T: Es el tiempo de detención calculado arriba en día.

d_w: Es la profundidad del medio (m).

Utilice el mismo valor para η determinado en la ecuación anterior.

$$A_s = \frac{(16.92)(3)}{(0.325)(0.9)} = 173.54 \text{ m}^2$$

4.4.10 Ancho de la biojardinera

$$W = \left(\frac{A_s}{R_A} \right)^{1/2}, \quad \text{Ec. 4.27}$$

Dónde:

W: Es igual al ancho (m),

As: Es el área del humedal (m²),

RA: Es la proporción, como longitud/ancho.

$$W = \left(\frac{173.54}{2} \right)^{1/2} = 9.31 \text{ m}$$

4.4.11 Longitud de biojardinera

$$L = \frac{A_s}{W} = \frac{173.54}{9.31} = 18.64 \text{ m}, \quad \text{Ec. 4.28}$$

4.4.12 Dimensiones de diseño de biojardinera

ANCHO (M)	LARGO (M)	AREA (M2)
9.40	18.70	175.78

Nota: Debido a las limitaciones de espacio que tiene el centro educativo las dimensiones de la biojardinera serán adaptadas a los espacios existentes respetando el área de 175.78 m².

Nota: Al igual que las cámaras de infiltración del biodigestor, si el área donde ubique la biojardinera tiene una tasa de infiltración menor a $37 \frac{\text{Lts}}{\text{m}^2}$ no sería apto para la disposición de efluentes, debiéndose proyectar otro sistema de tratamiento o disposición final. (Fuente: “Especificaciones técnicas para el diseño de zanjas y pozos de infiltración”, Centro Panamericano de ingeniería Sanitaria y ciencias del Ambiente).

El tipo de planta que será utilizado para la biojardinera será “**carrizo**”. Es una planta perenne, con un rizoma rastrero con capacidad para crecer en la superficie buscando agua. Puede alcanzar los 4 m de altura y 2 cm de diámetro, presentando una gran inflorescencia al final del tallo.

Suele habitar suelos húmedos y orillas de cursos de agua y lagunas. En ríos se encuentran fundamentalmente en los tramos más bajos, en los que la velocidad del curso de agua les permite enraizar. Puede soportar bastante bien niveles moderados de salinidad en el agua y en el suelo, necesitando suelos encharcados hasta profundidades de 5 dm, por lo que es posible encontrarlo en las proximidades de marismas y zonas más salobres.

4.4.13 Diseño de trampa de grasas para biojardinera.

Basándose en las “Especificaciones técnicas para el diseño de trampa de grasa” desarrolladas por la “Unidad de apoyo técnico para el saneamiento básico del área rural” de la “Organización Panamericana de la Salud” y el “Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente”, se procederá a dimensionar la trampa de grasa para nuestro proyecto:

Caudal máximo diario: $16.92 \frac{\text{m}^3}{\text{día}}$

Caudal máximo por segundo: $0.20 \frac{Lts}{Seg}$

Según la norma el tiempo de retención de la trampa de grasas oscila entre 2.5 a 3 minutos, para nuestro diseño se tomará como 3 minutos. El caudal que almacenará la trampa durante tres minutos será el siguiente:

$$\text{Volumen retenido} = \left(0.20 \frac{Lts}{Seg}\right) \times (3 \text{ min}) \times \left(\frac{60 \text{ seg}}{1 \text{ min}}\right) = 36 \text{ Lits} = 0.036 \text{ m}^3$$

Volumen de trampa de grasa = Área transversal Efectiva x Ancho, *Ec. 4.29*

$$\text{Volumen de trampa de grasa} = (0.501 \text{ m}^2) \times (0.75 \text{ m}) = 0.38 \text{ m}^3$$

La trampa de grasa se diseñó cumpliendo las siguientes características especificadas en el documento “Especificaciones técnicas para el diseño de trampa de grasa”.

4.4.14 Características de la trampa de grasa

- a. La relación largo:ancho del área superficial de la trampa de grasa deberá estar comprendido entre 2:1 a 3:2.
- b. La profundidad no deberá ser menor a 0,80 m.
- c. El ingreso a la trampa de grasa se hará por medio de codo de 90° y un diámetro mínimo de 75 mm. La salida será por medio de una tee con un diámetro mínimo de 75 mm.

- d. La parte inferior del codo de entrada deberá prolongarse hasta 0,15 m por debajo del nivel de líquido.
- e. La diferencia de nivel entre la tubería de ingreso y de salida deberá de ser no menor a 0,05 m.
- f. La parte superior del dispositivo de salida deberá dejar una luz libre para ventilación de no más de 0,05 m por debajo del nivel de la losa del techo.
- g. La parte inferior de la tubería de salida deberá estar no menos de 0,075 m ni más de 0.15 m del fondo.
- h. El espacio sobre el nivel del líquido y la parte inferior de la tapa deberá ser como mínimo 0,30 m.
- i. La trampa de grasa deberá ser de forma troncocónica o piramidal invertida con la pared del lado de salida vertical. El área horizontal de la base deberá ser de por lo menos 0,25 x 0,25 m por lado o de 0,25 m de diámetro.

Y el lado inclinado deberá tener una pendiente entre 45° a 60° con respecto a la horizontal.

- j. Se podrá aceptar diseños con un depósito adjunto para almacenamiento de grasas, cuando la capacidad total supere los 0,6 m³ o donde el establecimiento trabaje en forma continua por más de 16 horas diarias.
- k. La trampa de grasa y el compartimento de almacenamiento de grasa estarán conectados a través de un vertedor de rebose, el cual deberá estar a 0,05 m por encima del nivel de agua.

El volumen máximo de acumulación de grasa será de por lo menos 1/3 del volumen total de la trampa de grasa.

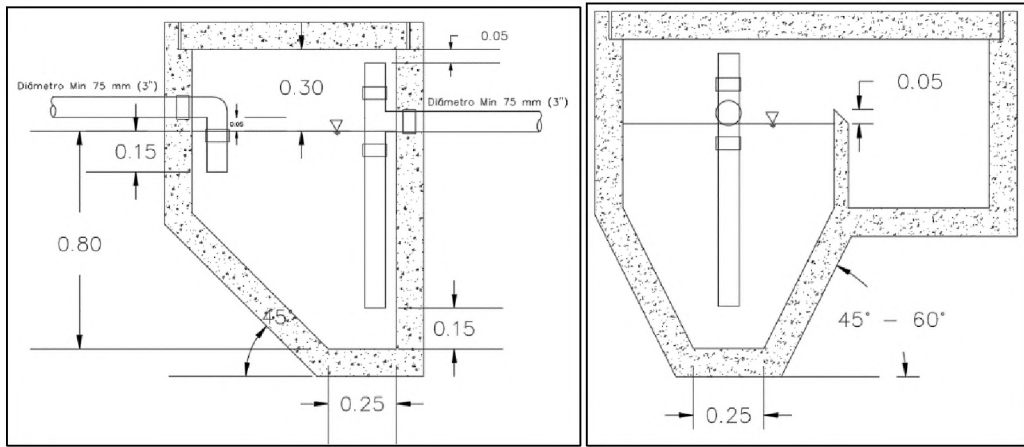


Imagen 4.6: *Trampa de grasa simple y con depósito de acumulación de grasa.* Fuente: Especificaciones técnicas para el diseño de trampa de grasa. Unidad de apoyo técnico para el saneamiento básico del área rural, OPS, CEPIS, UNATSABAR.

***PROPUESTA PARA CAPTACIÓN DE
AGUA PLUVIAL DEL CENTRO ESCOLAR
CASERÍO EL ESPINO***

4.5 Sistema de captación de agua pluvial para el centro escolar caserío el espino.

El presente estudio hidrológico y diseño hidráulico ha sido desarrollado para dar una solución al desalojo de aguas lluvias al proyecto: "PROPUESTA DE MODELO DE UN CENTRO ESCOLAR AUTOSUSTENTABLE DE EDUCACIÓN BASICA PARA LA ZONA COSTERA DEL MUNICIPIO DE JUCUARÁN, DEPARTAMENTO DE USULUTÁN".

Ya que es necesario desarrollar las obras necesarias para drenar y encauzar las aguas producto de las precipitaciones que se dan en el área de influencia del proyecto en cuestión.

4.5.1 Generalidades

Para que un análisis del drenaje de aguas lluvias corresponda realmente a los objetivos que se pretenden, como es una correcta evacuación de las aguas lluvias en las zonas de influencia de precipitación, es necesario que el estudio considere todos los elementos que afectan a los sistemas de drenaje pluvial, teniendo en cuenta sus repercusiones en los recursos naturales. Ello solo es posible con el uso adecuado de la información disponible de la zona a estudiar.

4.5.2 Datos específicos del proyecto

Antes de realizar el estudio hidrológico e hidráulico, se harán ciertas consideraciones generales, con el objeto de entender de mejor forma, los criterios evaluados.

Dirección del proyecto:

Caserío el espino, municipio de Jucuarán, Departamento de Usulután.

Descripción del proyecto:

Adecuación de las instalaciones escolares para mejorar la eficiencia y auto sustentabilidad, el cálculo hidráulico y diseño de obras de drenaje se presentan en este estudio hidrológico y diseño hidráulico.

4.5.3 Consideraciones de diseño:

El método de diseño y de análisis será el hidro-meteorológico y se define por la formula Racional, que se ajusta mejor a las exigencias y condiciones aplicables para áreas de drenaje menores a 100 hectáreas.

Su ecuación es: $Q = 16.66C i A/(1000)$ Unidades (lts/sg)

Para todo estudio hidrológico es necesario tener la información pluviométrica de las estaciones meteorológicas ubicadas en las distintas zonas de nuestro país, con el fin de elaborar el estudio con los datos del área de influencia climática, para el caso se usarán los datos de precipitación obtenidos por la estación meteorológica más cercana que se encuentra en el municipio de Santiago de María, ubicada en la región 1 en el departamento de Usulután

Debido a la topografía del terreno, este no sufre afectación de aguas de terrenos aledaños, por lo tanto, para la delimitación del área de influencia (microcuenca), se usará el plano de perímetro y curvas de nivel generado a partir del levantamiento topográfico, cuya área total es de 2192.52 m². (ver plano topográfico)

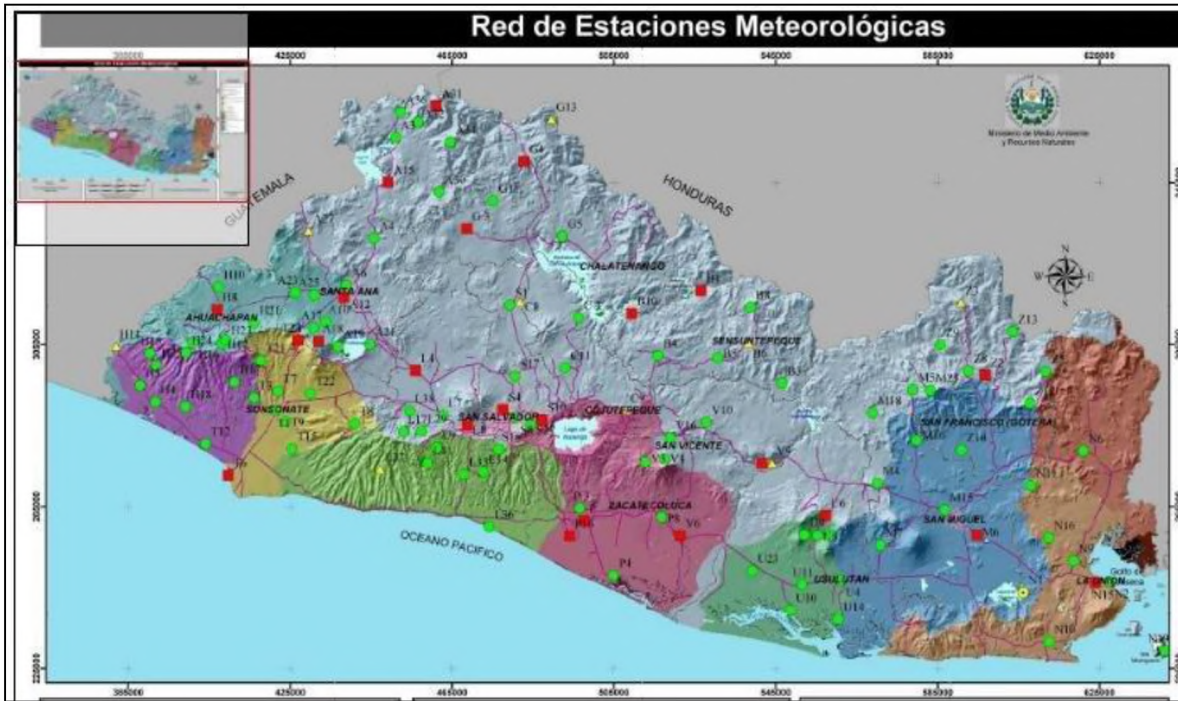


Imagen 4.7: Ubicación de estaciones meteorológicas y regiones en el país. Fuente: MARN.

La intensidad máxima crítica, se evaluó en función de las curvas idf (intensidad, frecuencia, duración) proporcionadas por el snet, en base a datos de la estación meteorológica más cercana ubicada en Santiago de María.

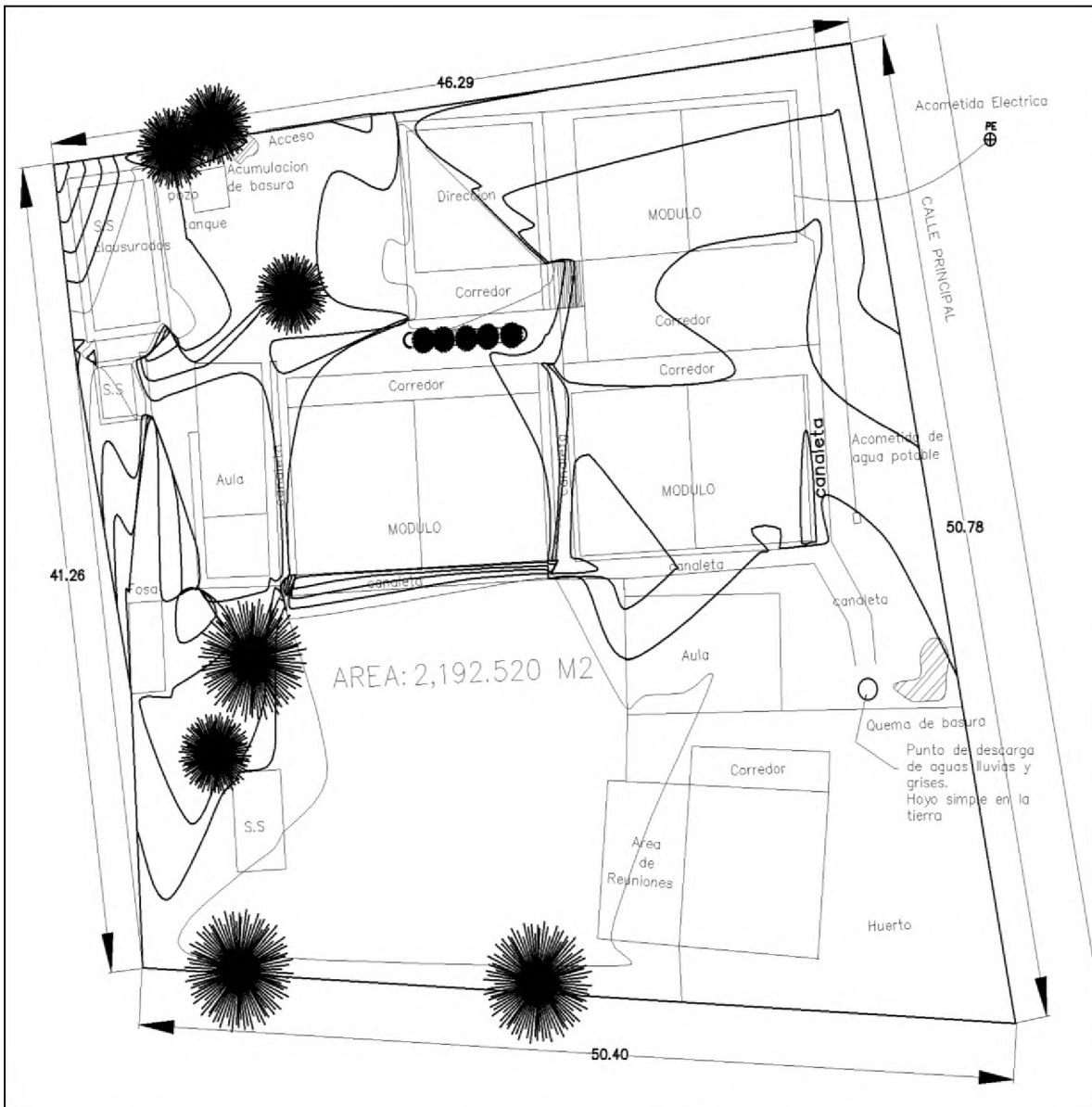


Imagen 4.8: *Plano topográfico*. Fuente: Levantamiento topográfico realizado por grupo de investigación.

4.5.4 Coeficiente de escorrentía.

El coeficiente de escorrentía está en función del uso del suelo en las cuencas (cobertura vegetal), la geología misma (tipo de suelos), así como la pendiente media de la cuenca.

Uso del suelo en la zona de influencia (sin cobertura): para la zona de estudio se observa arboles desde pequeños a grandes, arbustos desde pequeños a grandes.

Geología: Estratos de San Salvador (Holoceno hasta Pleistoceno) Se encuentran en la cadena volcánica joven que atraviesa la parte Sur del país y están compuestos por productos extrusivos de los volcanes individuales. Estos productos son: corrientes de lava, cúpulas de lava, tobas fundidas, tobas, pómez, escoria y cenizas volcánicas, que se encuentran a veces con intercalaciones de sedimentos lacustres. El espesor de los estratos y la sucesión varía de volcán a volcán. También se encuentran suelos fósiles color café y negro.

Pendiente media: La pendiente media es una de las características físicas más importantes de la cuenca, ya que rige el drenaje. La pendiente está relacionada con los procesos de infiltración, escorrentía, humedad del suelo, alimentación de cursos de agua, etc.

Tabla 4.8: Valores de n según la superficie del canal. Fuente: MARN.

Tipo de paso de Agua	Rugosidad del corrugado	Valor “n” de Manning
Tubo de Concreto	Liso	0.010 – 0.011
Cajón de Concreto	Liso	0.012 – 0.015
Tubo de Metal de Costilla Espiral	Liso	0.012 – 0.013
Tubo de Metal Corrugado, Caja y Arco del tubo (Corrugación Anular y Helicoidal – ver la figura B-3, página 130, el valor “n” de Manning varia con el tamaño del cuerpo del tubo)	68 x 13 mm Anular	0.022 – 0.027
	68 x 13 mm Helicoidal	0.011 – 0.023
	150 x 25 mm Helicoidal	0.022 – 0.025
	125 x 25 mm	0.025 – 0.026
	75 x 25 mm	0.027 – 0.028
	150 x 50 mm Placa Estructural	0.033 – 0.035
Polietileno corrugado	Liso	0.009 – 0.015
	Corrugado	0.018 – 0.025

Se pretende diseñar canales de PVC, para lo cual se usará valor de $n = 0.011$ según norma de ANDA (página 21 apartado 5 coeficientes de rugosidad).

Tabla 4.9: coeficientes de escorrentía. Fuente: MARN

COBERTURA VEGETAL	TIPO DE SUELO	PENDIENTE DEL TERRENO				
		Fuerte	Alta 50%	Media 20%	Suave 5%	Despreciable
Sin vegetación	I - Impermeable	0.80	0.75	0.70	0.65	0.60
	SP - Semi Impermeable	0.70	0.65	0.60	0.55	0.50
	P - Permeable	0.60	0.45	0.40	0.35	0.30
Cultivos	I - Impermeable	0.70	0.65	0.60	0.55	0.50
	SP - Semi Impermeable	0.60	0.55	0.50	0.45	0.40
	P - Permeable	0.40	0.35	0.30	0.25	0.20
Vegetación Ligera, Pastos	I - impermeable	0.65	0.60	0.55	0.50	0.45
	SP - Semi Impermeable	0.56	0.50	0.45	0.40	0.35
	P - Permeable	0.35	0.30	0.25	0.10	0.15
Hierba Corta o Grama	I - Impermeable	0.60	0.55	0.50	0.45	0.40
	SP - Semi Impermeable	0.50	0.45	0.40	0.35	0.30
	P - Permeable	0.30	0.25	0.20	0.12	0.10
Vegetación densa, Bosques	I - impermeable	0.55	0.50	0.45	0.40	0.35
	SP - Semi Impermeable	0.45	0.40	0.35	0.30	0.25
	P - Permeable	0.25	0.20	0.15	0.10	0.05

Ref.: "Hidrología y Recursos Hídricos" de Rafael Eras

Siendo la pendiente del terreno de 0.57 % (suave según tabla), para terreno sin vegetación semi impermeable se tomará de la tabla un valor de 0.55.

Tabla 4.10: Datos de precipitación de estación de Santiago de María. *Fuente: MARN.*

INTENSIDAD DE PRECIPITACION MAXIMA ANUAL (ABSOLUTA) En mm/minuto
 ESTACION: SANTIAGO DE MARIA INDICE: U- 6
 LATITUD: 13° 29.1'
 LONGITUD: 88° 28.3'
 ELEVACION: 920 m.s.n.m.

AÑO	5	10	15	20	30	45	60	90	120	150	180	240	360
1957	2.02	1.65	1.65	1.56	1.24	0.86	0.66	0.48	0.37	0.31	0.27	0.21	0.14
1958	2.54	2.23	2.05	2.01	1.78	1.30	1.10	0.80	0.69	0.53	0.48	0.38	0.24
1959	2.46	2.35	2.05	1.69	1.29	1.00	0.92	0.64	0.48	0.39	0.33	0.26	0.18
1960	2.58	2.06	2.00	1.70	1.30	1.00	0.91	0.73	0.56	0.46	0.34	0.30	
1961	3.28	2.27	1.87	1.75	1.25	0.89	0.67	0.44	0.31	0.22	0.22	0.17	0.18
1962	2.56	2.00	1.62	1.30	0.93	0.81	0.63	0.44	0.39	0.32	0.21	0.18	
1963	2.00	1.60	1.41	1.33	1.06	0.73	0.56	0.40	0.31	0.25	0.21	0.14	
1964	2.52	1.96	1.66	1.49	1.43	1.08	0.67	0.38	0.30	0.24	0.20	0.10	
1965	2.76	2.36	1.99	1.72	1.26	1.14	1.07	0.90	0.79	0.71	0.62	0.52	
1966	2.10	2.05	1.94	1.88	1.75	1.41	0.77	0.56	0.44	0.37	0.31	0.23	0.08
1967	2.06	1.77	1.56	1.34	0.96	0.68	0.51	0.41	0.34	0.29	0.26	0.20	
1968	4.40	3.32	2.61	2.11	1.57	1.36	1.12	0.84	0.64	0.51	0.27	0.21	0.03
1969	2.50	1.96	1.77	1.60	1.37	1.45	1.20	0.70	0.58	0.47	0.41	0.18	0.09
1970	4.00	2.79	2.20	1.88	1.51	1.05	0.97	0.68	0.55	0.29	0.24	0.19	0.14
1971	3.88	2.54	1.95	1.56	1.29	1.06	0.91	0.74	0.58	0.47	0.40	0.31	
1972	2.76	2.36	1.81	1.62	1.39	1.07	0.84	0.57	0.43	0.30	0.25	0.20	
1973	1.96	1.96	1.96	1.74	1.41	1.05	0.84	0.59	0.54	0.34	0.31	0.17	
1974	1.78	1.64	1.35	1.19	0.93	0.71	0.62	0.45	0.38	0.34	0.31	0.30	0.24
1975	2.68	2.02	1.75	1.54	1.39	1.07	0.84	0.59	0.45	0.37	0.34	0.28	0.23
1976	3.84	3.52	2.88	2.41	1.86	1.43	1.15	0.78	0.59	0.47	0.39	0.29	0.25
1977	2.44	1.67	1.53	1.56	1.18	1.07	0.98	0.68	0.52	0.45	0.39	0.30	0.25
1978	3.88	2.73	2.22	1.79	1.42	1.27	1.00	0.68	0.52	0.42	0.35	0.26	0.18
1979	3.94	2.74	2.15	1.90	1.58	1.51	1.09	0.89	0.75	0.75	0.76	0.59	0.41
1980	3.54	2.37	1.89	1.50	1.21	0.97	0.78	0.54	0.41	0.33	0.28	0.20	0.10
1981	5.62	2.59	1.93	1.84	1.50	1.10	1.03	0.93	0.75	0.62	0.53	0.40	0.28
1982	3.08	2.31	2.04	1.86	1.50	1.19	0.95	0.66	0.50	0.47	0.38	0.29	0.22
1983	2.94	2.22	1.81	1.61	1.35	1.02	0.78	0.54	0.41	0.33	0.27	0.21	0.05

Tabla 4.11: Datos de intensidad de estación de Santiago de María. *Fuente: MARN.*

ESTACION: SANTIAGO DE MARIA							INDICE: U-6
Posición	Intensidades						$f = (m/n + 1) \times 100$
	30 min	45 min	60 min	90 min	120 min	150 min	
1	0.93	0.68	0.51	0.38	0.30	0.22	3.57
2	0.93	0.71	0.56	0.40	0.31	0.24	7.14
3	0.96	0.73	0.62	0.41	0.31	0.25	10.71
4	1.06	0.81	0.63	0.44	0.34	0.29	14.29
5	1.18	0.86	0.66	0.44	0.37	0.29	17.86
6	1.21	0.89	0.67	0.45	0.38	0.30	21.43
7	1.24	0.97	0.67	0.48	0.39	0.31	25.00
8	1.25	1.00	0.77	0.54	0.41	0.32	28.57
9	1.26	1.00	0.78	0.54	0.41	0.33	32.14
10	1.29	1.02	0.78	0.56	0.43	0.33	35.71
11	1.29	1.05	0.84	0.57	0.44	0.34	39.29
12	1.30	1.05	0.84	0.59	0.45	0.34	42.86
13	1.35	1.06	0.84	0.59	0.48	0.37	46.43
14	1.37	1.07	0.91	0.64	0.50	0.37	50.00
15	1.39	1.07	0.91	0.66	0.52	0.39	53.57
16	1.39	1.07	0.92	0.68	0.52	0.42	57.14
17	1.41	1.08	0.95	0.68	0.54	0.45	60.71
18	1.42	1.10	0.97	0.68	0.55	0.46	64.29
19	1.43	1.14	0.98	0.70	0.56	0.47	67.86
20	1.50	1.19	1.00	0.73	0.58	0.47	71.43
21	1.50	1.27	1.03	0.74	0.58	0.47	75.00
22	1.51	1.30	1.07	0.78	0.59	0.47	78.57
23	1.57	1.36	1.09	0.80	0.64	0.51	82.14
24	1.58	1.41	1.10	0.84	0.69	0.53	85.71
25	1.75	1.43	1.12	0.89	0.75	0.62	89.29
26	1.78	1.45	1.15	0.90	0.75	0.71	92.86
27	1.86	1.51	1.20	0.93	0.79	0.75	96.43

Tabla 4.12: Datos de periodos de retorno de estación de Santiago de María.
 Fuente: MARN.

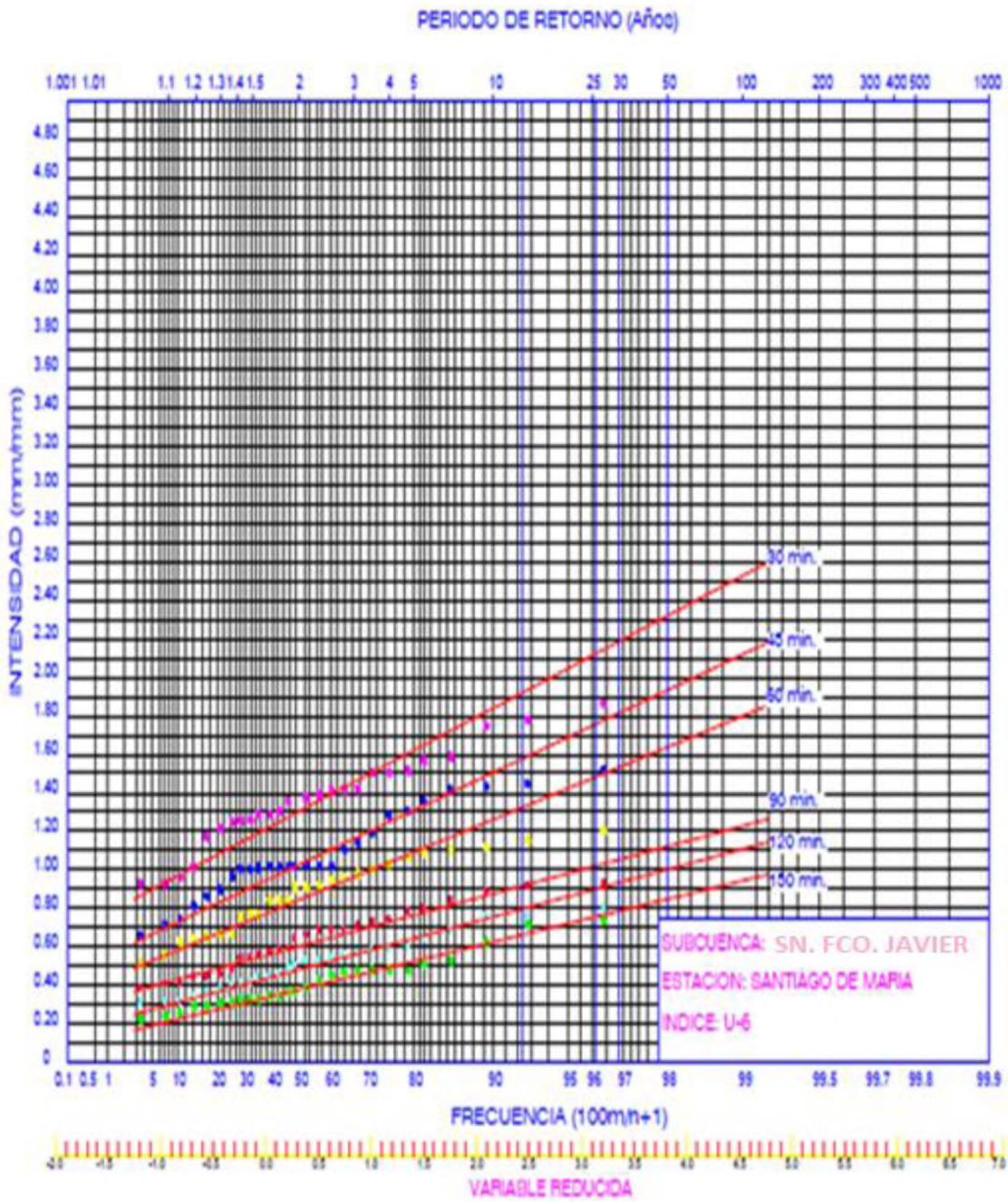
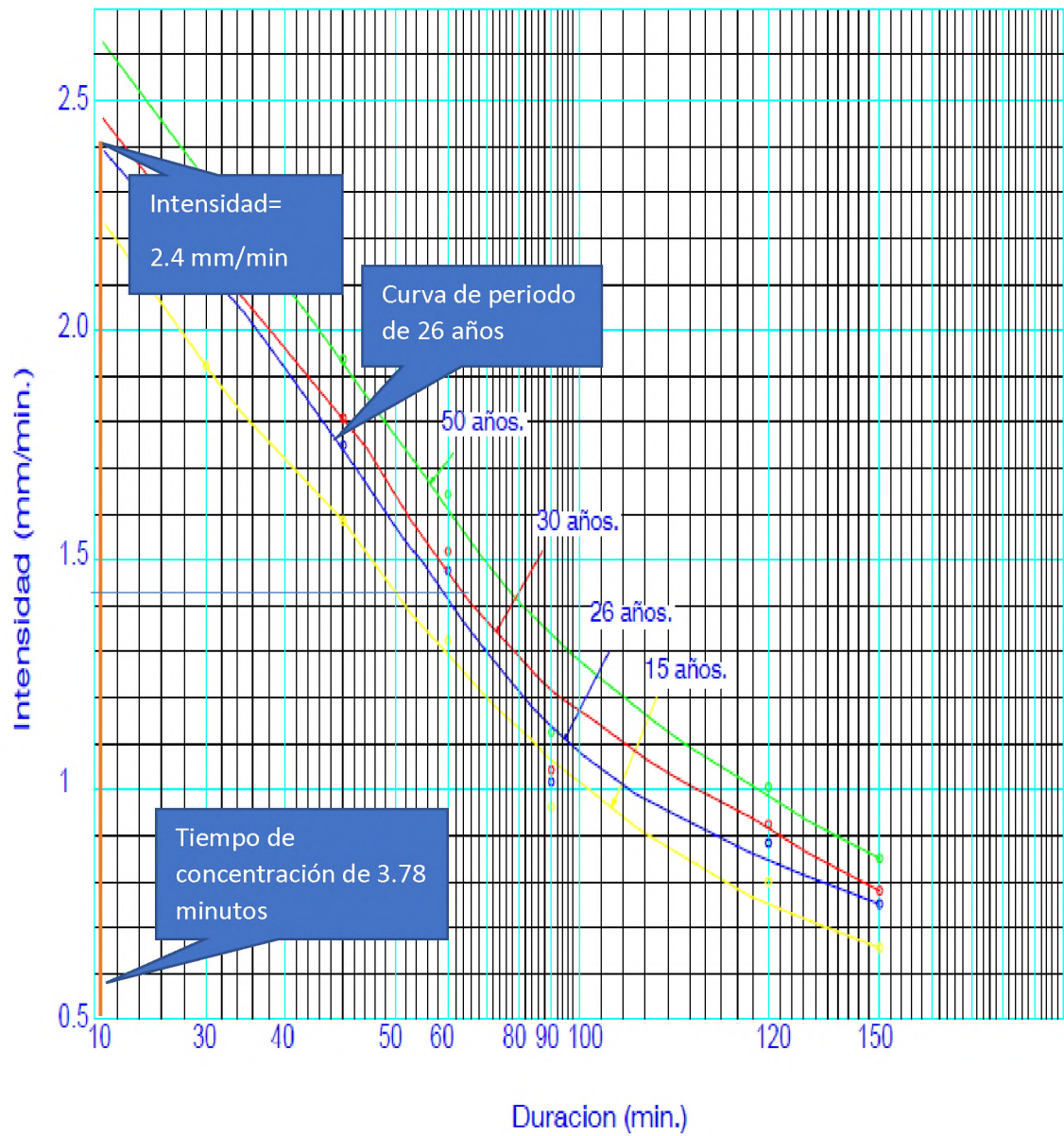


Gráfico 4.1: Curvas de intensidad-duracion-frecuencia (idf), estación de Santiago de María. Fuente: MARN.



4.5.5 Cálculos hidrológicos

Cálculo de caudal con datos de cuenca y precipitación.

Datos del proyecto:

Altura máxima del terreno (h_1): 20.40 Mts

Altura mínima de terreno (h_2): 20.00 Mts

Longitud de terreno (L_c): 70.48 Mts

Área de terreno (A): 2,192.52 M^2

Pendiente Media:

$$S = \frac{h_1 - h_2}{L_c}, \quad Ex. 4.30$$

$$S = 0.0057$$

$$S = 0.57\%$$

Tiempo de concentración:

$$T_c = \frac{0.000325 L_c^{(0.77)}}{S^{(0.385)}}, \quad Ex. 4.31$$

$$T_c = 0.0630 \text{ Horas}$$

$$T_c = 3.78 \text{ Minutos}$$

Nota: Para un periodo de retorno de 26 años y un tiempo de concentración de 3.78 minutos y haciendo uso de las curvas IDF, tenemos una intensidad de 2.400 mm/min.

Caudal de diseño en el punto de interés.

Datos:

Coefficiente de escorrentía (c): 0.550

Intensidad máxima (I): 2.40 mm/min.

$$Q = \frac{16.66 C I A}{1 \exp 6}, \quad \text{Ec. 4.32}$$

$$Q = 0.048 M^3/seg$$

Con el caudal obtenido se harán los siguientes cálculos hidráulicos:

- Diseño de sección de tubo PVC de bajada y descarga de aguas lluvias

4.5.6 Cálculo hidráulico

Consideraciones:

- Tubería propuesta = tubería pvc, de 4" de diámetro
- Velocidad máxima permitida (normas ANDA página 22) para tubería de pvc = 5.00 mts/sg.
- Pendiente del tramo tubería diseñado= 1.00 %

Diámetro nominal: Este valor depende de la pendiente, coeficiente de rugosidad y caudal de diseño, y se considera a tubo lleno.

Igualando la fórmula de Manning y la ecuación de continuidad.

$$V = \frac{R^{2/3} S^{1/2}}{n}, \quad R = \frac{D}{4}, \quad \text{Ec. 4.33}$$

$$Q = A \times V, \quad \text{Ec. 4.34}$$

$$\frac{Q}{A} = \frac{\left(\frac{D}{4}\right)^{2/3} \times S^{1/2}}{n}, \quad \text{Ec. 4.35}$$

Sustituyendo los valores en la formula se tiene

Para un área de techo de 163.41 m² se tiene un caudal de 0.004 m³/s

$$D = (10.0793684 \times 0.011 \times 0.004 / \pi \times 0.01^{1/2})^{3/8}$$

$$D = 0.085 \text{ m} = 3.35 \text{ plg.}$$

Se puede observar que el diámetro calculado es de 3.35 pulgadas, pero para efectos de diseño el diámetro nominal a usar es el de 4 pulgadas (0.1016 mt). Se utilizó el área de techo del módulo con mayor dimensión, para uniformizar este diámetro debería aplicar para los demás módulos con áreas similares menores.

Cálculo de velocidad a tubo lleno

$$V = \frac{4 \times Q}{\pi \times D^2}, \quad \text{Ec. 4.35}$$

Sustituyendo valores:

$$V = (4 \times 0.004) / \pi \times 0.1016^2$$

$$V = 0.49 \text{ mts/seg} < 5.00 \text{ mts/sg. Ok !!!}$$

Comprobando con H canales, con un diámetro de 4 pulgadas = 0.1016 mt.

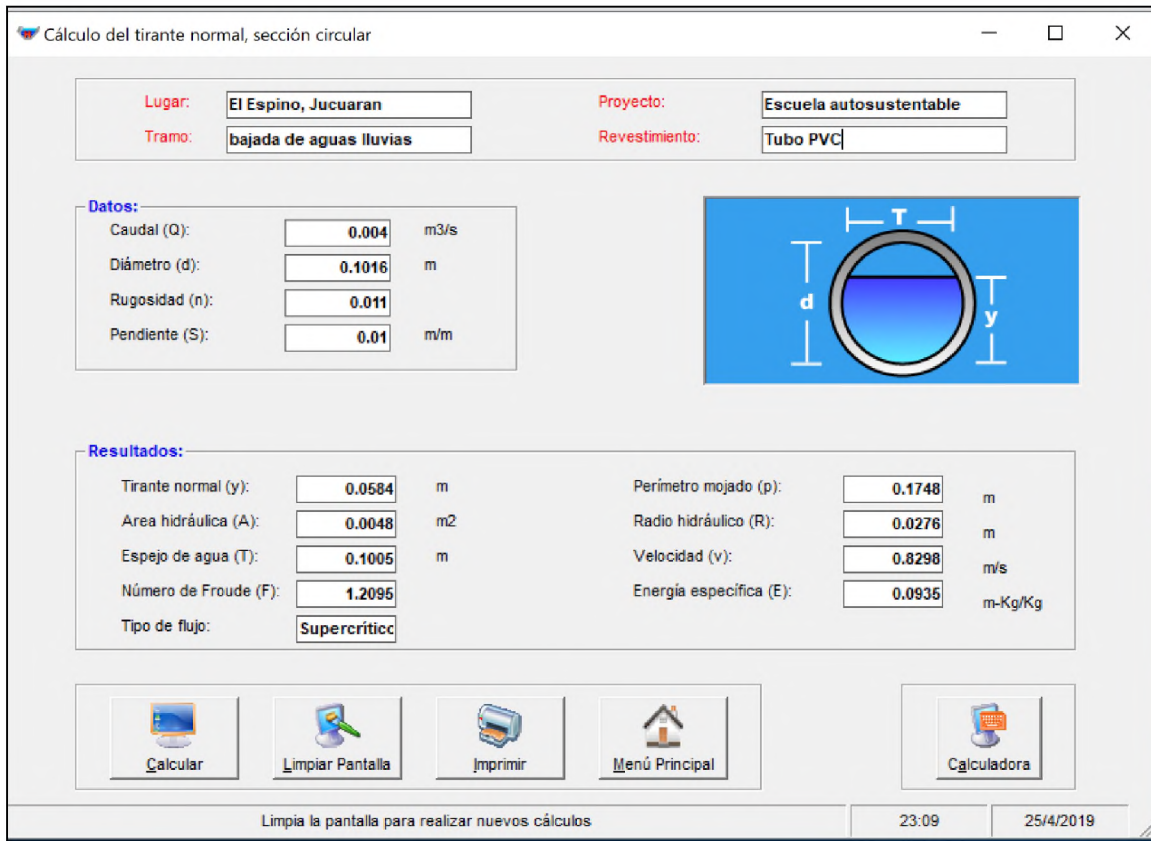


Imagen 4.9: Captura de pantalla de H canales. Fuente: Grupo de investigación.

Se puede observar que con el caudal de diseño y con un diámetro de 4 pulgadas no se rebasa la velocidad máxima para tubería PVC que es de 5.00 mt/segundo, y que el diámetro propuesto de 4 pulgadas es el adecuado ya que está por encima del calculado que es de 3.35 pulgadas, se recomienda hacer las bajadas de agua lluvia y su conducción hacia tanque de almacenamiento con tubería PVC de 4" para drenaje.

4.5.7 Determinación de la dotación de agua y del volumen del tanque de almacenamiento para un área de techo definida.

Para este caso, se tiene un área total de techo aprovechable para la captación de agua lluvia de 793.51 m².

La determinación de la oferta de agua para el techo de 793.51 m² se calcula de acuerdo con la fórmula de la oferta tomada de la guía de diseño para captación de aguas lluvias de la organización panamericana de la salud.

$$A_i = \frac{P_{pi} \times C_e \times A_c}{1000}, Ec. 2.10$$

P_{pi}: precipitación promedio mensual (litros/m²)

C_e: coeficiente de escorrentía

A_c: área de captación (m²)

A_i: Oferta de agua en el mes “i” (m³)

Utilizaremos los datos de precipitación media por región según El Servicio Nacional de Estudios Territoriales (SNET). Para este caso tomaremos como parámetro la región de la bahía de Jiquilisco, la cual sería la más cercana a nuestra región de estudio.

Tabla 4.13: Precipitación media por región hidrográfica en El Salvador. Fuente: ESNET.

REGION	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DIEMBRE	ANUAL
LEMPA	7.53	5.84	20.83	69.34	213.22	344.45	249.66	304.60	346.48	205.76	48.90	13.32	1829.92
COATEPEQUE	6.14	4.45	16.87	53.32	179.92	343.40	327.99	340.14	327.73	165.84	38.77	10.05	1814.63
PAZ	2.47	1.28	9.12	32.80	135.16	272.15	210.64	252.10	279.90	141.24	29.17	7.59	1373.63
CARA SUCIA_SAN PEDRO	2.99	1.52	12.96	48.80	201.36	330.49	249.71	301.95	398.00	232.67	57.16	7.53	1845.15
GRANDE DE SONSONATE_BANDERAS	4.67	2.72	16.64	47.74	192.70	340.76	303.27	337.47	381.47	197.91	58.01	8.90	1892.26
MANDINGA_COMALAPA	4.32	1.09	13.90	39.54	174.63	334.16	307.61	325.12	395.62	239.21	65.37	7.51	1908.08
JIBOA	4.18	1.15	13.89	40.90	177.16	313.31	279.98	322.73	373.73	210.34	62.35	7.82	1807.53
ESTERO DE JALTEPEQUE	1.62	1.35	9.83	44.01	189.84	326.85	254.51	329.42	395.78	226.49	62.21	10.24	1852.15
BAHIA DE JIQUILISCO	1.55	1.76	4.25	37.97	183.38	324.41	218.49	297.85	406.03	249.20	49.23	7.50	1781.61
GRANDE DE SAN MIGUEL	1.07	1.46	5.89	41.62	202.97	296.11	202.37	275.67	366.37	240.72	49.46	7.52	1691.22
GOASCORAN	3.49	4.50	16.61	57.38	246.33	330.12	190.47	278.39	390.49	260.29	47.75	9.57	1835.39
SIRAMA	1.00	1.00	5.78	33.82	195.95	290.17	181.09	242.36	372.64	238.29	42.67	7.50	1612.28
Cuerpos de Agua o Islas	1.00	1.00	3.77	32.95	200.02	265.35	183.90	210.34	388.35	242.11	45.01	7.50	1581.31
TOTAL PAIS	5.38	4.15	16.42	57.66	203.28	329.27	239.81	296.48	354.35	211.88	48.77	11.08	1778.51

Tabla 4.14: Con la ecuación 2.10 se calcula el abastecimiento parcial para el área de techo definida dando como resultado la siguiente tabla. *Fuente:* Grupo de investigación.

MES	precipitación (mm)	días	Abastecimiento (m3)	
			Parcial	Acumulado
septiembre	406.03	31	289.97	289.97
octubre	249.2	31	177.97	467.94
noviembre	49.23	31	35.16	503.10
diciembre	7.5	31	5.36	508.45
enero	1.55	31	1.11	509.56
febrero	1.76	28	1.26	510.82
marzo	4.25	31	3.04	513.85
abril	37.97	31	27.12	540.97
mayo	183.38	31	130.96	671.93
junio	324.41	31	231.68	903.61
julio	218.49	31	156.04	1059.65
agosto	297.85	31	212.71	1272.36

Del cuadro se puede observar que la oferta de agua que brinda el techo de 793.51 m² a lo largo del año es de 1272.36 m³.

Considerando una reserva de 1 m³ de agua, se tiene que la dotación diaria de agua para cada una de las personas que frecuentan el Centro Escolar es:

$$Dotacion = \frac{(volumen - reserva) \times \left(\frac{1000 \text{ lts}}{m^3}\right)}{365 \text{ dias} \times \# \text{ personas}}, \quad Ec. 4.36$$

$$Dotacion = \frac{(1272.36 \text{ m}^3 - 1.0 \text{ m}^3) \times \left(\frac{1000 \text{ lts}}{m^3}\right)}{365 \text{ dias} \times 470} = 7.41 \frac{\text{lts}}{\text{hab} \times \text{dia}}$$

A partir de la dotación diaria establecida en 7.41 litros/hab-día se calcula la Demanda de agua y se determina la oferta de agua de lluvia.

Determinación de la demanda:

$$Di = \frac{Nu \times Nd \times Dot}{1000}, \quad Ec. 2.12$$

Nu: número de usuarios que se benefician del sistema.

Nd: número de días del mes analizado

Dot: dotación (L/personaxdía)

Di: demanda mensual (m3)

Tabla 4.15: Con la ecuación 2.12 se calcula la demanda parcial dando como resultado la siguiente tabla. Fuente: Grupo de investigación.

MES	Precipitación (mm)	días	Abastecimiento (m3)		demanda (m3)		diferencia (m3)
			Parcial	Acumulado	parcial	acumulado	
septiembre	406.03	31	289.97	289.97	107.98	107.98	181.99
Octubre	249.2	31	177.97	467.94	107.98	215.96	251.98
noviembre	49.23	31	35.16	503.10	107.98	323.94	179.16
diciembre	7.5	31	5.36	508.45	107.98	431.91	76.54
Enero	1.55	31	1.11	509.56	107.98	539.89	-30.33
Febrero	1.76	28	1.26	510.82	97.53	637.42	-126.61
Marzo	4.25	31	3.04	513.85	107.98	745.40	-231.55
Abril	37.97	31	27.12	540.97	107.98	853.38	-312.41
Mayo	183.38	31	130.96	671.93	107.98	961.36	-289.43
Junio	324.41	31	231.68	903.61	107.98	1069.34	-165.72
Julio	218.49	31	156.04	1059.65	107.98	1177.31	-117.67
Agosto	297.85	31	212.71	1272.36	107.98	1285.29	-12.93

A partir de estos datos se halla el volumen del tanque de almacenamiento que es de 251.98 m³, con una reserva de 1.0 m³.

Según diseño de abastecimiento de agua potable se necesita un volumen de agua de 256.5 m³ para abastecer durante un mes a la institución, por lo tanto la recolección de aguas lluvias tomando en cuenta la totalidad del techo disponible para esta acción no sería suficiente para cubrir la demanda para cada mes, teniendo que el volumen máximo recolectado sería de 251.98 m³ en un mes y disminuyendo gradualmente en los próximos meses que solo son 1/3 del año, y los 2/3 restantes del tiempo se tendría un volumen acumulado negativo lo que indica que no existiría recolección de agua. También para cubrir este volumen de almacenamiento se necesitaría de un tanque o cisterna de 251.98 m³ lo cual implicaría una gran inversión, y que en este caso no cubriría en si las necesidades del centro escolar.

Por lo cual no sería factible utilizar este método como medio de abastecimiento, sin embargo, se propone utilizar una alternativa de recolección como medida de reserva para casos especiales o de emergencia, pudiendo almacenar un volumen de agua durante algunas lluvias en tanques prefabricados.

Tabla 4.16: Para este caso se tomará un área de 58 m² que corresponde a una de las caídas de techos, basándonos en el mismo método para calcular, tenemos la siguiente tabla. *Fuente: Grupo de investigación.*

MES	precipitación (mm)	días	Abastecimiento (m ³)		demanda (m ³)		diferencia (m ³)
			Parcial	Acumulado	parcial	acumulado	
septiembre	406.03	31	21.19	21.19	7.81	7.81	13.38
Octubre	249.2	31	13.01	34.20	7.81	15.63	18.58
noviembre	49.23	31	2.57	36.77	7.81	23.44	13.33
diciembre	7.5	31	0.39	37.16	7.81	31.25	5.91
Enero	1.55	31	0.08	37.25	7.81	39.07	-1.82
Febrero	1.76	28	0.09	37.34	7.06	46.13	-8.79
Marzo	4.25	31	0.22	37.56	7.81	53.94	-16.38
Abril	37.97	31	1.98	39.54	7.81	61.75	-22.21
Mayo	183.38	31	9.57	49.11	7.81	69.57	-20.45
Junio	324.41	31	16.93	66.05	7.81	77.38	-11.33
Julio	218.49	31	11.41	77.45	7.81	85.20	-7.74
Agosto	297.85	31	15.55	93.00	7.81	93.01	-0.01

A partir de estos datos se halla el volumen del tanque de almacenamiento que es de 18.58 m³, con una reserva de 1.0 m³.

A continuación, se presentan las especificaciones de sistemas de captación de agua pluvial rural, según el catálogo comercial del producto.

4.5.8 Sistema de Captación Pluvial Rural

Diseñado para proveer agua para consumo familiar de uso doméstico, destacando el aprovechamiento integral del agua de lluvia a través de la captación, almacenamiento y uso.

Brinda acceso a agua en zonas con rezago al tener disponibilidad para ser usada en la preparación de alimentos, beber, higiene personal, lavado de ropa y aseo de la vivienda.

- Resuelve la necesidad de abastecimiento y almacenamiento de agua potable a nivel vivienda en comunidades con rezago.
- Es una alternativa viable que provee agua para el consumo humano.
- Contribuye a la sostenibilidad y protección del medio ambiente al aprovechar el recurso natural de agua de lluvia dentro de su ciclo regular.
- Su diseño y tecnología son amigables con el entorno lo que facilita su instalación, adopción y mantenimiento.
- El Tanque de Almacenamiento cuenta con cuerpo reforzado para ser instalado en cualquier tipo de suelo (exterior).
- Sin gasto adicional por consumo de energía eléctrica gracias a su Bomba de agua manual.
- Eleva la calidad de vida de los beneficiarios al tener agua disponible y de buena calidad. Representa una estrategia en el uso racional del agua según el fao.
- Ofrece la posibilidad de tener agua lista para beber conectando hacia el Sistema de Purificación de agua de lluvia.

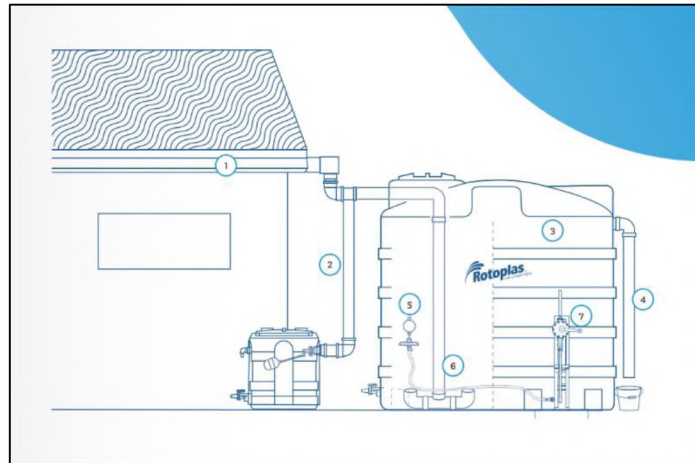


Imagen 4.10: Sistema de captación de agua pluvial. Fuente: Catalogo de Rotoplas.

Componentes

1. Canaletas y bajantes.
2. Sistema de separación de primeras lluvias con Tanque colector (automático / manual) con Filtro de hojas.
3. Tanque de Almacenamiento.
4. Salida de excedencias y desagüe.
5. Pichancha flotante.
6. Reductor de turbulencia.
7. Bomba de agua manual.



Imagen 4.11: Vista 3D de sistema de captación. Fuente: Catalogo de Rotoplas.

Tabla 4.17: Capacidad del tanque de almacenamiento. *Fuente: Catalogo de Rotoplas.*

Capacidad (L)	Diámetro (m)	Altura (m)	Registro de inspección (cm)	Ubicación de registro
5 000	2.38	1.36	60	Excéntrico
10 000	2.38	2.44	60	Excéntrico

En base a la oferta y demanda de los tanques de almacenamiento se propone utilizar dos tanques para una capacidad de 10 000 litros (10 m³), esto cubriría los 18.58 m³ de almacenamiento necesarios para este diseño.

El sistema de captación de agua lluvia en techos funcionara por medio de tanques de almacenamiento prefabricados que serán utilizados únicamente para cubrir la demanda de usos varios y no para consumo humano, debido a que esta agua no será potabilizada, no obstante, se recomienda la posibilidad a futuro de plantear métodos de filtración para su posible consumo. Esta agua ira dirigida a los servicios sanitarios, lavamanos y limpieza en general siempre y cuando esté disponible este recurso. Esto dependerá de la cantidad de lluvia y de los meses de invierno. Se hará con la intención de disminuir la demanda en el pozo de extracción de agua potable para consumo en actividades que no requieran de la potabilización de esta. La conexión de este sistema será mediante un bypass de tubería que permita el desvío y suministro del agua necesaria para su funcionamiento teniendo como medida principal utilizar el agua recolectada por los techos hasta el momento en que esta se agote, posteriormente redirigir el agua adquirida de la obra de captación permitiendo así reducir una parte de la explotación de este recurso.

***PROPUESTA PARA EL MANEJO
SANITARIO DE LOS DESECHOS
SOLIDOS EN EL CENTRO ESCOLAR
CASERÍO EL ESPINO***

4.6 Manejo sanitario de los desechos sólidos en el centro escolar caserío el espino.

Para el manejo y disposición final de los desechos sólidos en el Centro Escolar Caserío El Espino, se ha desarrollado la propuesta de una guía con la finalidad de que el personal administrativo, los estudiantes y personal de mantenimiento (ordenanza) puedan aprender técnicas sencillas y eficientes para el tratamiento de los desechos sólidos.

4.6.1 Barrer y mantener limpia el área del centro educativo

La limpieza del centro escolar debe realizarse continuamente, en esta labor dependiendo de la actividad pueden participar todos los usuarios de las instalaciones no solamente el personal de mantenimiento. La limpieza se inicia de arriba hacia abajo y de dentro hacia fuera. Es decir que se debe limpiar el techo, las paredes, sacudir muebles, barrer el piso, trapear, recoger la basura y depositar en un contenedor adecuado. Las actividades como limpieza de techo y paredes pueden realizarse una vez por semana y para la primera actividad debe realizarlo el personal de mantenimiento.

Para mantener limpia la escuela es necesario que se haga limpieza y se cuente con los instrumentos básicos: escobas, trapeadores, rastrillos, palas y depósitos para colocar los materiales recuperados. En las áreas donde se cuente con piso de tierra, es recomendable que éste se humedezca antes de barrerlo para evitar las partículas de polvo. La limpieza externa incluye patio, traspatio, aceras y otras áreas no techadas.

4.6.2 Separación de los desechos

Para la separación de los desechos, es importante contar con depósitos o recipientes para los diferentes tipos de desechos, generados en el centro escolar. Los desechos se clasifican por su composición en: desechos orgánicos y desechos inorgánicos.













- a) Los desechos orgánicos: están compuestos por los desperdicios de comida, frutas, plantas y otros. Son considerados materiales biodegradables, los cuales con el pasar del tiempo (por efecto de la humedad y temperatura, con ayuda de los hongos y las bacterias), se descomponen y se transforman en humus.

- b) Los desechos inorgánicos: están constituidos por materiales no biodegradables, ellos requieren de un proceso tecnológico para transformarlos o reciclarlos. El vidrio, plástico, metales, papel y latas y muchos otros, son ejemplos de materiales reciclables.

Existe una codificación internacional de colores, para identificar el tipo de desechos a separar, los que se presentan para información didáctica en la siguiente tabla:

Tabla 4.18: Codificación internacional de colores para los desechos sólidos.

Fuente: Guía técnica para el manejo sanitario de los desechos sólidos en la vivienda

Color	Ejemplos	Tipos de materiales
Verde 		Restos de alimentos, Hojas, Cáscaras.
Azul 		Envases de alta y baja densidad.
Amarillo 		Latas, hierro, cobre, bronce y otros.
Blanco 		Envases de vidrio de colores variados.
Gris 		Papel y cartón.
Rojo 		Material contaminado con fluidos corporales y los corto punzantes que han tenido contacto con pacientes y fluidos corporales.

La separación de los materiales y adopción del código de colores requiere de un proceso permanente y continuo de formación e información. Es decir, establecer una cultura para el reciclaje.

4.6.3 Almacenamiento y recolección.

En el almacenamiento es importante controlar los depósitos o recipientes para que los desechos sólidos no generen vectores o se conviertan en refugio o alimento de roedores.

Los desechos orgánicos tales como: restos de frutas, verduras, vegetales y de jardinería; deben llevarse diariamente a la compostera del centro escolar.

Los desechos orgánicos (vísceras, plumas y otros) no deben utilizarse para compostar, éstos deben enterrarse a diario para evitar la proliferación de vectores como moscas, roedores, cucarachas, mosquitos; olores desagradables y otros malestares.

Los desechos inorgánicos (plástico, aluminio, vidrio y papel) se pueden almacenar, bajo techo o en recipientes cerrados, por más tiempo, hasta tener una buena cantidad para que se puedan reutilizar o comercializar para ser reciclados.

4.6.4 Tratamiento de los desechos sólidos orgánicos

La técnica propuesta en la presente Guía para el tratamiento de los desechos orgánicos es el “compostaje”, para evitar las prácticas in sanitarias de quema, enterramiento o acumulación de desechos en lugares que se convierten en focos de contaminación. A continuación, se detallan los procesos para obtener el compostaje.

4.6.5 Definición del compostaje.

El compostaje es el método de tratamiento de los desechos sólidos por medio del cual los desechos orgánicos son biológicamente descompuestos bajo condiciones controladas, obteniéndose un mejorador de suelos llamado Compost, el cual es un producto negro, homogéneo, generalmente en forma granulada, sin restos gruesos y sin olores. Los elementos necesarios para llevar a cabo el compostaje son: Carbono (que se obtiene de los desechos de color café y seco) y Nitrógeno (obtenido de los desechos de color verde y húmedos).

En el proceso de compostaje participan los siguientes elementos: Microorganismos, macroorganismos, agua, oxígeno y temperatura. Todos los elementos anteriores deben estar presentes en la pila de compostaje. Aunque no es un fertilizante, el compost es un mejorador de la estructura de los suelos en cuanto a capacidad de drenaje, retención de humedad y aireación del suelo. También, el compost es capaz de llenar necesidades nutricionales de las plantas. El compost se elabora con los desechos orgánicos: restos de frutas, verduras y de jardín.

Para la construcción de una compostera se necesitan los siguientes elementos:

- Un espacio: Aproximado de 2 metros cuadrados; 1 metro para la compostera y otro metro para el volteo.
- Ubicación: Se debe ubicar a una distancia mínima de 5 metros de cualquier estructura donde se desarrollen actividades humanas.
- Herramientas: Machete, pala, azadón, estacas y cortes de plástico color negro (para la base y retención de los lixiviados y otro para cobertura y obtención de mayor absorción solar que acelera el proceso de descomposición).

4.6.6 Fases del compostaje.

Fase inicial.

- Selección del área (espacio medio sombreado).
- Preparación de los materiales secos (hojas secas).
- Preparación de los materiales verdes, frescos o húmedos obtenidos de las actividades de consumo de la casa (cáscaras, hojas y frutos podridos). Estos materiales se acumulan durante aproximadamente 15 días, para luego proceder a la construcción de la pila de compostaje).
- Para agilizar la descomposición de los materiales dentro de la pila de compostaje deben cortarse o picarse hasta alcanzar un tamaño de 2-3 centímetros.
- Formación de las capas en la compostera (desechos en estado original).
- Formación de la pila de compostaje en relación C:N, 3:1 (C: carbono, N: nitrógeno).
- La altura de la pila de compostaje debe ser aproximadamente de 1 metro.

No agregar a la pila de compostaje los siguientes materiales:

- Desperdicios de comida: carne, pescado, huesos, productos lácteos y grasas, dado que generan moscas y olores desagradables.
- No agregar tierra ni estiércol de animales carnívoros.
- Se le puede agregar pequeñas cantidades de papel periódico o filtros utilizados en las cafeteras.

Fase de descomposición y control de la pila

- La temperatura de la pila debe oscilar entre 40 - 55 °C. Esta se puede medir introduciendo un machete u otro metal en su interior; si se soporta al tacto sin sentir la quemada, es la temperatura correcta; si al tacto se siente muy fría, necesita aumentar la cantidad de material verde o fresco (Nitrógeno) y si se siente muy caliente al tacto, se le debe aumentar material de color café (Carbono).
- La pila debe voltearse al menos dos veces por semana.
- Medir Humedad: el porcentaje de humedad en la pila debe oscilar entre el rango del 40-60%. Si al mover el material de la compostera ésta no se pega en la pala o azadón es que se tiene una humedad en el rango recomendado.

Fase de maduración y enfriamiento

- Observación de la mezcla, ésta debe tener color a tierra negra húmeda y olor a fermentación.
- La temperatura en esta fase ha disminuido.
- El compost está "maduro" cuando presenta un aspecto suficientemente desintegrado, similar a la tierra negra esponjosa y con olor a tierra fértil.

Fase de tamizado o cosecha.

La cosecha de la pila que ha producido compost (después de seis semanas) se debe zarandear para separar los materiales que no se lograron descomponer.

Éstos se deben agregar a otro proceso de compostaje. Se separa el material con una zaranda de 1 cm. de luz (orificio), se obtiene así 2 tipos de materiales, el que atraviesa la zaranda y el que queda en la superficie de la misma, el cual se puede dividir manualmente en dos tamaños:

- a) Material que atraviesa la zaranda
 - El material más fino y grumoso (con partículas sólidas) es el compost, éste se envasa en bolsas de plástico y se puede usar como capa superficial de los almácigos, plantas de jardín y en cultivos agrícolas.
- b) Material que queda en la zaranda
 - Uno más grueso, formado por el material aún no descompuesto. Con éste se inicia una nueva compostera.
 - Uno mediano, éste se usa como capa protectora del suelo y entre las plantas. A esto se le llama "mantillo" o "mejorador de superficie" que, además de funcionar como mejorador de suelo, evita que la tierra se reseque.



Imagen 4.12: *Compost utilizado como mejorador de suelo.* Fuente: Guía técnica para el manejo sanitario de los desechos sólidos en la vivienda.

4.6.7 Recomendaciones

El proceso de compostaje se acelera si los materiales se cortan en pedazos muy pequeños, ya que así hay mayor superficie de contacto para la acción de los microorganismos. Para la efectividad del proceso de producción del compost deben controlarse semanalmente la humedad, temperatura y volteo.

A continuación, se presentan recomendaciones para solucionar algunos problemas que se suscitan en las pilas de producción de compost.

Tabla 4.19: Principales problemas durante el proceso de compostaje y alternativas de solución. Fuente: *Guía técnica para el manejo sanitario de los desechos sólidos en la vivienda.*

Problema	Posible causa	Recomendación
Olores desagradables	Exceso de humedad	Voltear para reducir humedad retenida.
	Necesita más aire	Voltear para aumentar la aireación
	Exceso de materiales con alto contenido de nitrógeno.	Agregar y mezclar materiales con alto contenido de carbono como olotes y hojas secas.
Moscas	Falta de capa de sello (tierra sobre el material a compostar)	Voltear para enterrar los huevos de moscas.
		Si se presentan al inicio del proceso, es recomendable colocar una capa de material aislante (tierra), si ésta ya existe colocar material grueso sobre la cama (plástico negro), posterior al volteo.
Altas temperaturas	Descomposición acelerada	Volteo para liberar temperatura.
La pila no se calienta	Falta de nitrógeno	Agregar material con nitrógeno como grama verde o desechos vegetales verdes.
	Área superficial pequeña	Mezclar más materiales para crear una pila más grande.
El centro de la pila está seco	No hay suficiente agua	Agregar agua cuando se esté volteando la pila de compostaje.
Pila con olor a amoníaco	Demasiados materiales verdes	Voltear la pila y agregar materiales secos como aserrín o pedazos de madera pequeños.
	Relación C/N fuera de balance	
Proceso de descomposición muy lento	Las partículas de la pila son muy grandes	Cortar los desechos en pedazos más pequeños y puede agregarse material compostado para proveer más microorganismos.
	Falta de agua	Agregar agua a la pila.
	Exceso de humedad	Voltear para reducir humedad retenida.
	Necesita más aire	Voltear la pila para aumentar la aireación.
	Exceso de materiales con alto contenido de nitrógeno.	Agregar y mezclar materiales con alto contenido de carbono como olotes y hojas secas.

El producto resultante “compost” se puede aprovechar como mejorador de suelos para cultivos ornamentales, hortalizas, frutales y forestales.

4.6.8 Otras formas de hacer compost

El compost también se puede producir en barriles perforados, construyendo un corral de madera o en un espacio circulado con tela metálica. Estas formas de producir compost son bastante prácticas sin embargo dificultan un poco el volteo, pero las técnicas se pueden llevar a cabo para cantidades pequeñas de desechos sólidos.

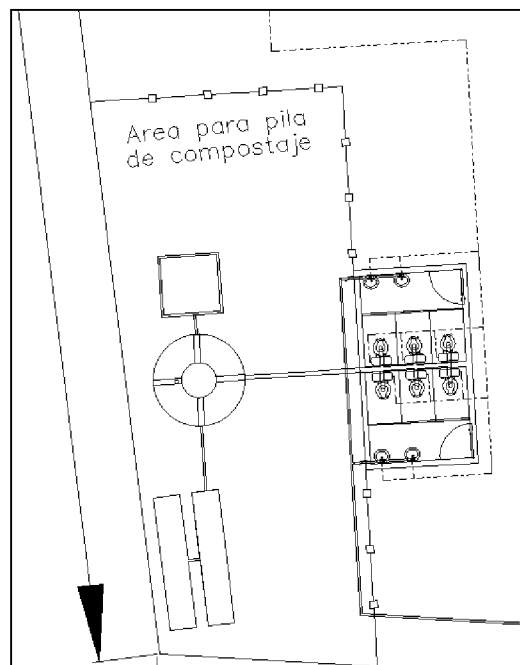


Imagen 4.13: Ubicación de área para pila de compostaje. Fuente: Grupo de investigación.

4.6.9 Manejo de los desechos sólidos inorgánicos aprovechables

En este apartado se describe el manejo de los desechos inorgánicos por medio de la estrategia de las “3R”, que son las siglas en inglés de las palabras Reducir, Reutilizar y Reciclar (reduzca, reutilice, recicle).

La estrategia de las “3R” busca ser más sustentable con el medio ambiente y específicamente da prioridad a la reducción en el volumen de desechos generados.

4.6.10 Estrategia de las “3R”: reducir, reutilizar y reciclar

Las “3R”, es una cultura de manejo de los desechos sólidos, que permite cambios de actitud en la población tendientes al aprovechamiento de los desechos de origen inorgánico.

Reducir.

Se refiere a disminuir la cantidad de desechos, cambiando los hábitos de consumo, esto significa que no se debe comprar más de lo que se necesita, lo recomendable es comprar sólo lo esencial, pues generalmente los sobrantes se eliminan como desechos generando un serio problema socio ambiental.

Reducir, requiere EVITAR que se genere mayor volumen de desechos, comprando con más conciencia ambiental y seleccionando aquellos productos cuyos envoltorios tengan potencial de ser reciclados. Para el caso del centro escolar las siguientes recomendaciones están dirigidas a los encargados del cafetín y a la administración de la escuela.

- Comprar la menor cantidad de productos envasados en vidrio, plástico u otros materiales.
- Limitar la compra de productos que contengan sustancias peligrosas o contaminantes, si éstas son de uso indispensable o muy necesario, asegurarse de adquirir lo justo, procurando evitar el derrame y el desperdicio.
- No comprar o limitar el uso de productos descartables (vasos, bolsas, platos, cubiertos, cucharas y otros) ya que éstos en su mayoría constituyen una potencial fuente de contaminación ambiental al ser depositados y eliminados de manera inadecuada.

- Para traslado de los productos comprados es recomendable rechazar las bolsas de plástico, es mejor usar canastas o bolsas de otro material como tela.
- Elegir los productos con menos envoltorios y con potencial de reciclaje.
- Disminuir el uso de papel de aluminio, es preferible utilizar papel de empaque.

Reutilizar

Muchos de los materiales que se desechan se pueden volver a usar o adaptarlos como sustitutos de otros objetos, se trata de usar los productos y sus derivados a un grado máximo y con un mínimo de impacto sobre el ambiente.

Para REUTILIZAR se recomiendan las siguientes prácticas:

- Los frascos y latas como desechos peligrosos (plaguicidas, anticorrosivos y otros) no deben utilizarse para guardar objetos de uso doméstico, ni aprovecharse para la elaboración de manualidades o transformarlos para diferentes usos como macetas y porta lápices.
- Utilizar las hojas de papel en ambos lados, antes de enviarlas a reciclaje.
- Comprar preferiblemente productos con envases retornables.
- Evitar la rotura de envases de vidrio, plástico o metal, porque impide su reutilización.
- Usar limpiadores de superficie que sean lavables, evitando así el uso de toallas de papel descartable.



Imagen 4.14: *Ejemplos de prácticas de reutilización.* Fuente: Guía técnica para el manejo sanitario de los desechos sólidos en la vivienda.

Reciclar

Consiste en aprovechar los materiales u objetos que se descartan, para transformarlos a través de la fabricación de nuevos productos y materiales para satisfacer necesidades humanas.

Reciclar, es un proceso que puede ayudar a resolver muchos de los problemas creados por la forma de vida moderna y contribuye a salvar grandes cantidades de recursos naturales no renovables, como por ejemplo el petróleo que da origen al plástico. Como valor agregado, la actividad del reciclaje genera al país divisas económicas y empleos.

El reciclaje de los desechos inorgánicos es un proceso que consta de las siguientes etapas:

- Separar los desechos inorgánicos: papel, cartón, vidrio y metales en sus depósitos respectivos.
- Llevar todos estos materiales a las empresas o intermediarios que los reciclan.

El proceso industrial del reciclaje depende del tipo de desecho:

- El papel y el cartón se procesan por tratamiento químico para disolverlos, quitarles las impurezas y luego se presionan y se prensan para producir nuevo papel, cartón, papel higiénico, servilletas y papel toalla. El vidrio, se procesa por fundición a grandes temperaturas, para luego formar nuevos envases y una gran variedad de objetos de adorno.
- Los metales, como el hierro y el aluminio, se procesan también por fundición a altas temperaturas, para elaborar envases y otros productos diversos como muebles.

4.6.11 Manejo de otros tipos de desechos

Además de los desechos orgánicos y los desechos inorgánicos, también existen otros tipos de desechos denominados “peligrosos” y “especiales”, los cuales, es importante manejarlos adecuadamente para evitar daños al ambiente y la salud, los más comunes se describen en los siguientes apartados.

Envases de plaguicidas y otros depósitos de químicos

Se deben almacenar en un lugar fuera de las instalaciones y cocinas del centro educativo. Lo más recomendable es llevarlos a un centro de acopio comunitario y después devolverlos a los proveedores. Los envases no deben perforarse, quemarse, ni tirar en quebradas y ríos; no deben utilizarse para almacenar agua para beber; tampoco se deben utilizar para almacenar agua para oficios domésticos.

Alimentos vencidos

Al comprar debe verificarse las fechas de vencimiento de los productos. Los que están vencidos, o a punto de vencerse, no deben adquirirse. Los alimentos vencidos deben depositarse con los desechos orgánicos, separando antes los envases para enviarlos a reciclaje.

Ripio

El ripio es otro tipo de desecho resultante de la actividad de la construcción, por lo cual, para evitar la acumulación en el entorno de la escuela, se pueden sugerir varias alternativas:

- Trasladarlo a lugares donde lo reciben.
- Golpear con una almádana hasta reducirlos en pedazos para incorporarlos al terreno o para nivelar terrenos o calles vecinales.
- Si entre el ripio hay material ferroso, éste se puede separar para reciclaje.

4.6.12 Recomendaciones generales.

- ✓ Los encargados del cafetín de la escuela deben limitarse a comprar alimentos y productos que no estén contenidos en envoltorios de plástico, envases de plástico y vidrio.
- ✓ Tanto el personal de limpieza como la comunidad estudiantil deben ser capacitados y concientizados sobre el tema de "*Tratamiento y disposición final de los desechos sólidos*", de esta manera el presente manual será aprovechado de una mejor manera.

***PROPUESTA PARA SISTEMA SOLAR
FOTOVOLTAICO PARA EL CENTRO
ESCOLAR CASERÍO EL ESPINO***

4.7 Propuesta de sistema solar fotovoltaico para el Centro Escolar Caserío El Espino

Para el diseño de este sistema se iniciará describiendo las instalaciones eléctricas existentes en cada uno de los módulos del centro educativo, con el fin determinar que modificaciones en concepto de mejoras se puede realizar a estas.

En esencia en este apartado se calculará la carga de diseño para la institución y luego se va a determinar qué área de paneles solares es necesaria para conseguir una independencia energética.

4.7.1 Instalaciones eléctricas existentes

Tabla 4.20: Instalaciones eléctricas existentes tomadas de diagrama unifilar eléctrico (Imagen 3.15, Capítulo 3). *Fuente: Grupo de investigación.*

<i>Circuito</i>	<i>Protección (A)</i>	<i>Instalaciones</i>
1	15	12 bombillos incandescentes de 60 watts
2	15	8 bombillos incandescentes de 60 watts
3	15	8 bombillos incandescentes de 60 watts
4	15	1 bombillos incandescentes de 60 watts
5	15	1 bombillos incandescentes de 60 watts
6	15	4 ventiladores de 70 watts
7	15	5 ventiladores de 70 watts
8	20	7 tomacorriente doble polarizado 200 watts
9	20	8 tomacorriente doble polarizado 200 watts

El contenido de la tabla anterior se refleja en la planta de instalaciones eléctricas del centro educativo que se muestra a continuación.

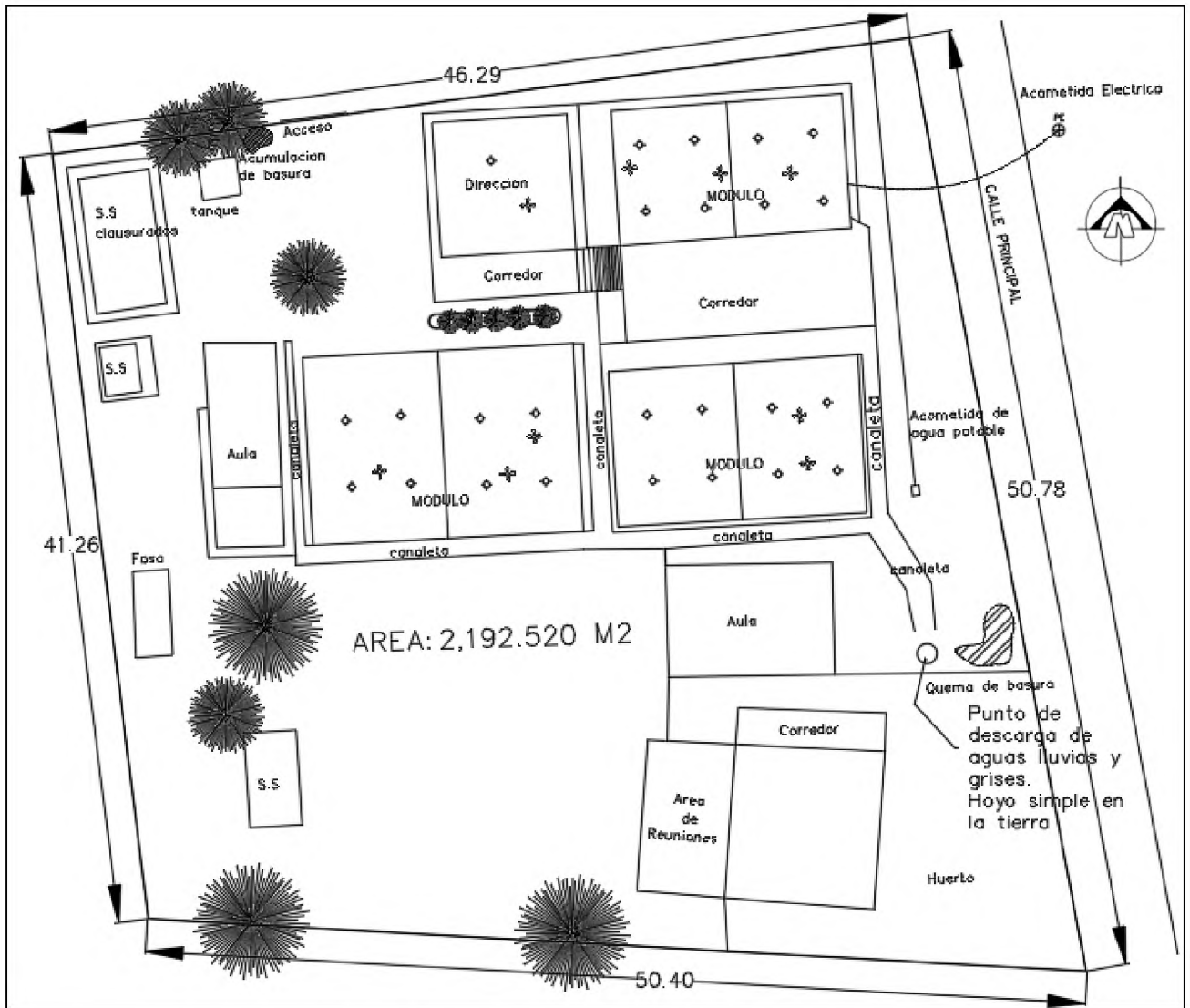


Imagen 4.15: *Planta de instalaciones eléctricas existentes.* Fuente: Levantamiento topográfico realizado por grupo de investigación.

4.7.2 Instalaciones eléctricas proyectadas

A continuación, se presenta una tabla donde se detallan las instalaciones eléctricas proyectadas para el centro educativo y la demanda total en Kwh al mes.

Tabla 4.21: Instalaciones eléctricas proyectadas y demanda total en Kwh al mes.

Fuente: Grupo de investigación.

APARATOS ELECTRICOS	CANTIDAD	HORAS DE USO DIARIO	DIAS DE USO EN UN MES	POTENCIA ELECTRICA		CONSUMO MENSUAL EN Kwh
				Vatios / Watts	kw	
Bombillo LED	33	11	30	20	0.02	217.8
Ventilador de techo	31	8	30	100	0.1	744
Tomacorriente doble	21	11	30	200	0.2	1386
Toma 120/240	1	1	25	5000	5	125
UPS	1	8	30	15000	15	3600
Aire Acondicionado 18000 BTU	1	8	30	1950	1.95	468
Luminaria externa	5	12	30	75	0.075	135
				Total	22.345	6675.8
				20% de abundamiento		1335.16
				Total, neto		8010.96

A la suma total del consumo mensual en Kwh de cada uno de los aparatos eléctricos se le agregara el 20% de abundamiento para condiciones de diseño.

A continuación, se presenta la planta de instalaciones eléctricas proyectada.

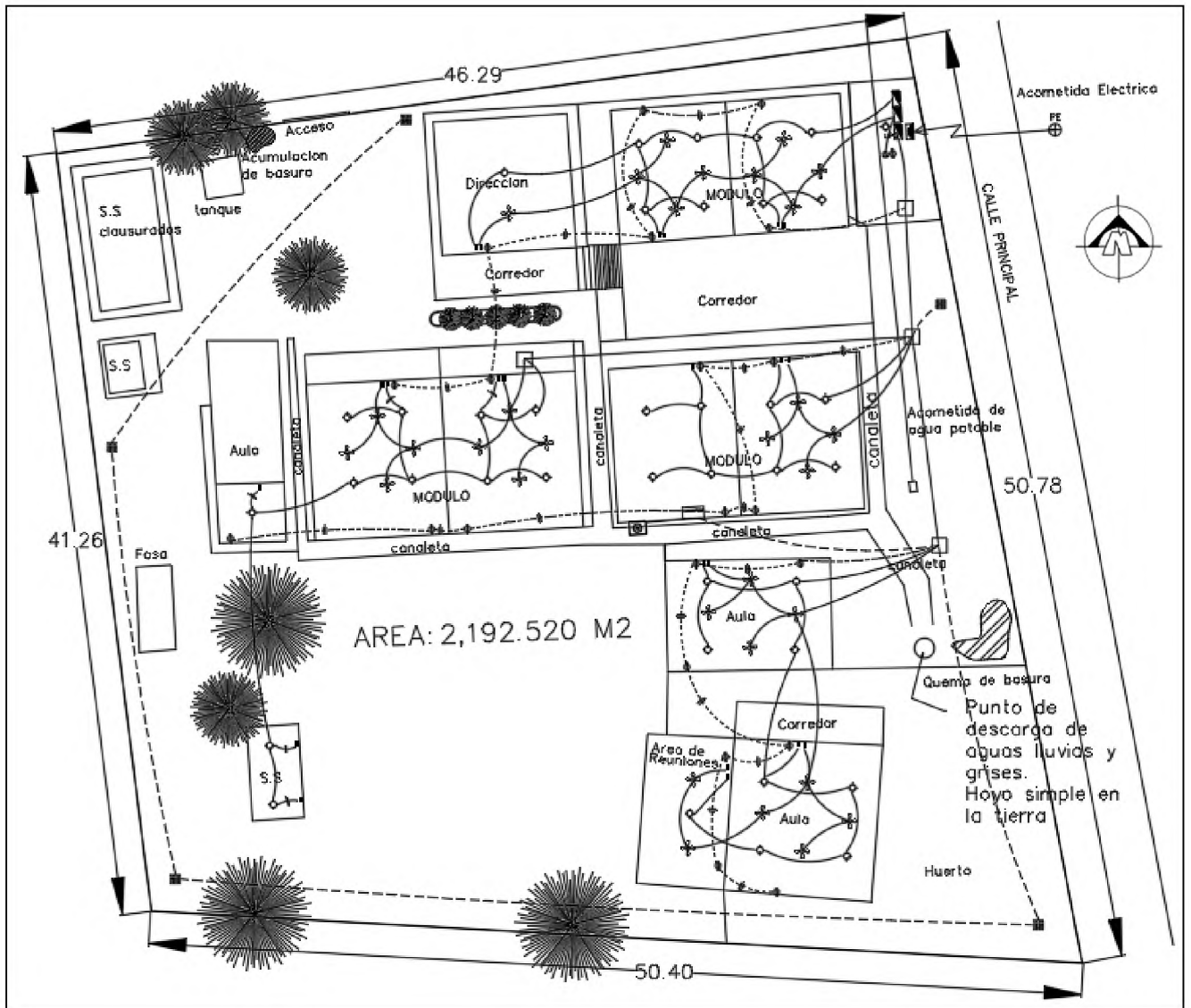


Imagen 4.16: *Plano de instalaciones eléctricas proyectadas.* Fuente: Levantamiento topográfico realizado por grupo de investigación.

4.7.3 Cálculo de la cantidad de paneles solares y el área requerida para su instalación.

Como se especificó en la tabla 4.21, la demanda mensual para el centro escolar es de 8,010 Kw, para lograr abastecer de esa cantidad de energía las instalaciones se tendrían que producir 267 Kw diarios en las 7 horas de sol pico.

Para determinar la cantidad total de paneles solares se tomarán las áreas de techo que estén de frente al Sur ya que en esa dirección es donde estas áreas reciben radiación por más tiempo, y se van a distribuir paneles en toda su área efectiva para luego calcular cuanta energía es producida sobre dicha área, el proceso será el mismo hasta llegar a obtener la demanda requerida. Si los techos que están alineados al sur no son suficientes, se diseñara una estructura para sostener los paneles faltantes de manera que se ubiquen en dirección al sur.

Área 1

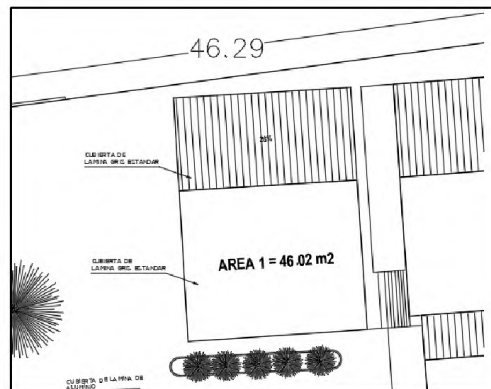


Imagen 4.17: *Área de techo efectiva ubicada sobre la oficina del director.* Fuente: Grupo de investigación.

Sobre esta área se pueden colocar 21 paneles con una separación horizontal de 7.5 cms y vertical de 5cms.

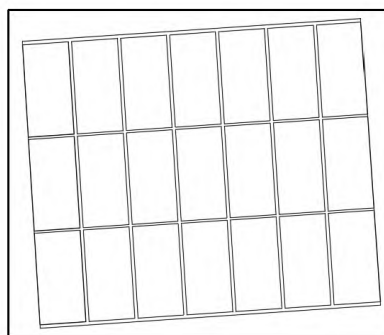


Imagen 4.18: *Distribución de paneles solares.* Fuente: Grupo de investigación.

Cálculo de la energía producida

Especificaciones del panel solar:

- Dimensiones:
Altura = 2m, Base = 1m
- Tensión de circuito abierto = 38.4 V
- Tensión máxima = 31.4 V
- Corriente de corto circuito = 8.94 A
- Corriente máxima = 8.37 A

Datos para diseño:

- Los paneles serán conectados en 7 ramas en serie.
- Horas de sol pico (HSP) = 7.
- Coeficiente de rendimiento de los paneles (CR) = 0.9

Las ecuaciones que se utilizaran son las que se definieron en el capítulo 2 en el apartado de energía solar.

Nota: El dato que será variable es el número de ramas conectadas en serie.

(Ecuación 2.15, capítulo 2.)

$$E_{\text{generador-fotovoltaico}} = I_{\text{generador-fotovoltaico}} \cdot V_{\text{generador-fotovoltaico}} \cdot \text{HSP} \cdot \text{CR}$$

Inicialmente se procederá a calcular " $I_{\text{generador-fotovoltaico}}$ " y " $V_{\text{generador-fotovoltaico}}$ ".

$I_{\text{generador-fotovoltaico}} = (\text{Corriente máxima de cada panel}). (\text{número de ramas en paralelo}), \text{Ec 2.16}$

$$I_{\text{generador-fotovoltaico}} = (8.37 \text{ A}). (7) = 58.59 \text{ A}$$

$V_{\text{generador-fotovoltaico}} = (\text{Tensión máxima de cada panel}). (\text{número de paneles en serie en cada rama}), \text{Ec 2.17}$

$$V_{\text{generador-fotovoltaico}} = (31.4 \text{ V}). (3) = 94.2 \text{ V}$$

$$E_{\text{generador-fotovoltaico}} = (58.59 \text{ A}). (94.2 \text{ V}). (7). (0.9) = 34,770.82 \text{ Wd}$$

$$E_{\text{generador-fotovoltaico}} = 34.77 \text{ KWd}$$

Sobre el área 1 pueden ser colocados 21 paneles solares conectados en serio en 7 ramas en paralelo y estos generan al día 34.77 KW diarios.

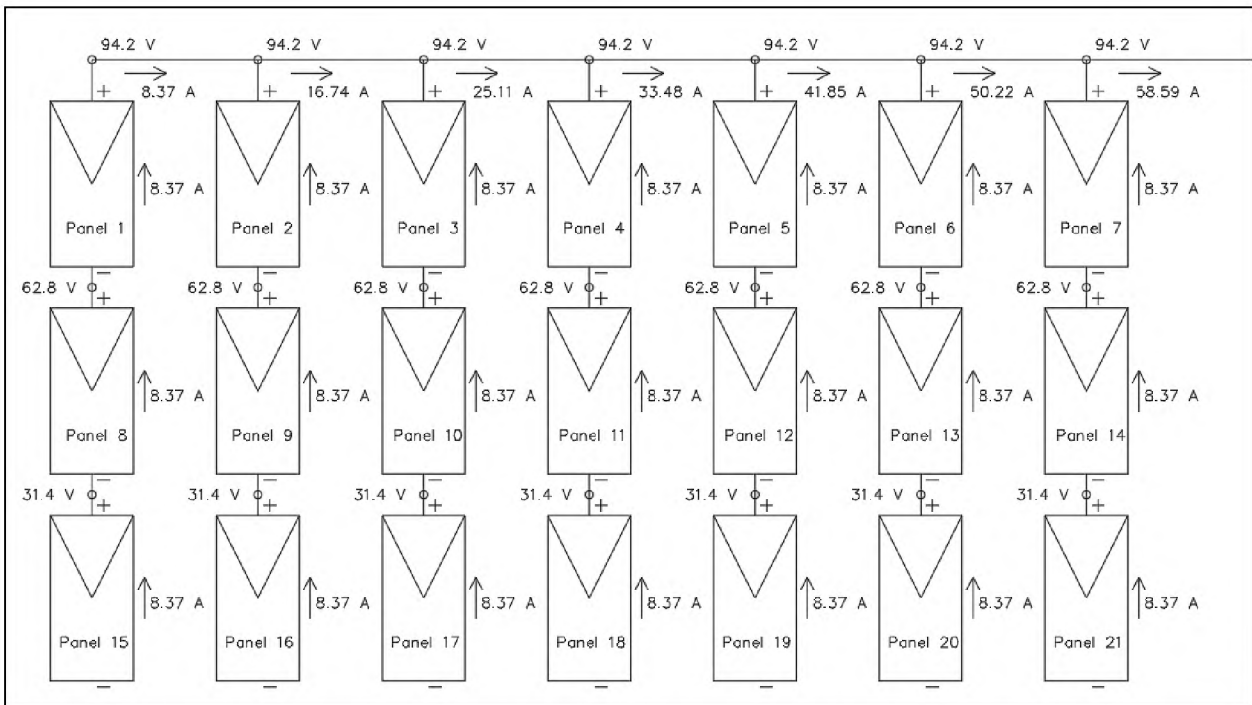


Imagen 4.19: Esquema de conexión de paneles solares. Fuente: Grupo de investigación.

Área 2

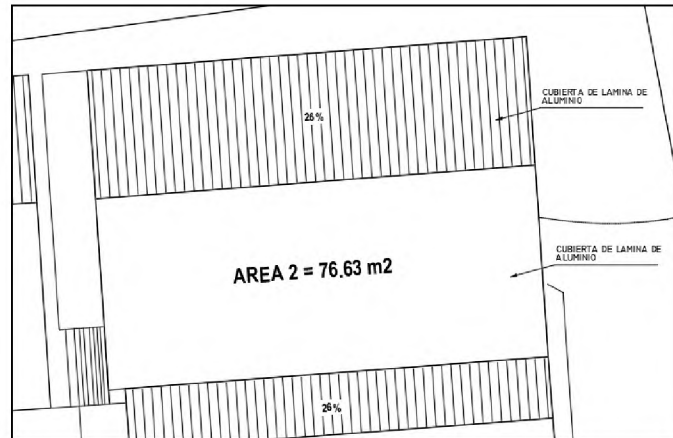


Imagen 4.20: Área de techo efectiva ubicada sobre aula. Fuente: Grupo de investigación.

Sobre esta área se pueden colocar 24 paneles con una separación horizontal de 7.5 cms y vertical de 77 cms.

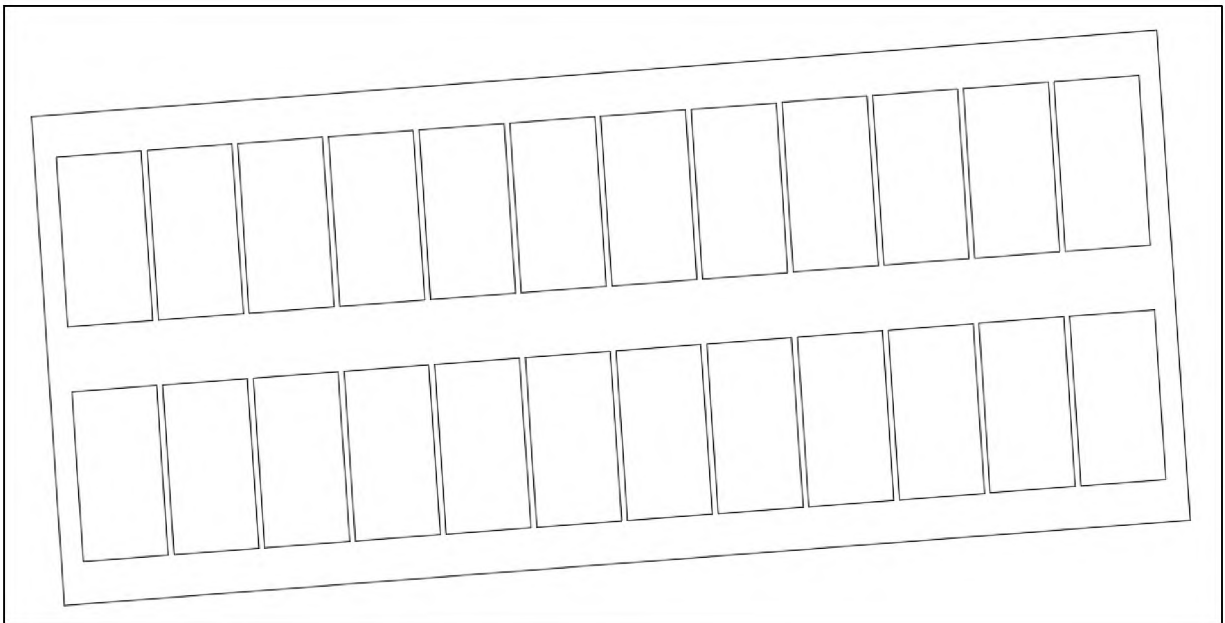


Imagen 4.21: Distribución de paneles solares. Fuente: Grupo de investigación.

Cálculo de la energía producida

Especificaciones del panel solar:

- Dimensiones:
Altura = 2m, Base = 1m
- Tensión de circuito abierto = 38.4 V
- Tensión máxima = 31.4 V
- Corriente de corto circuito = 8.94 A
- Corriente máxima = 8.37 A

Datos para diseño:

- Los paneles serán conectados en 12 ramas en serie.
- Horas de sol pico (HSP) = 7.
- Coeficiente de rendimiento de los paneles (CR) = 0.9

$I_{\text{generador-fotovoltaico}} = (\text{Corriente máxima de cada panel}) \cdot (\text{número de ramas en paralelo}),$

$$I_{\text{generador-fotovoltaico}} = (8.37 \text{ A}) \cdot (12) = 100.44 \text{ A}$$

$V_{\text{generador-fotovoltaico}} = (\text{Tensión máxima de cada panel}) \cdot (\text{número de paneles en serie en cada rama}),$

$$V_{\text{generador-fotovoltaico}} = (31.4 \text{ V}) \cdot (2) = 62.8 \text{ V}$$

$E_{\text{generador-fotovoltaico}} = I_{\text{generador-fotovoltaico}} \cdot V_{\text{generador-fotovoltaico}} \cdot \text{HSP} \cdot \text{CR},$

$$E_{\text{generador-fotovoltaico}} = (100.44 \text{ A}) \cdot (62.8 \text{ V}) \cdot (7) \cdot (0.9) = 39,738.08 \text{ Wd}$$

$$E_{\text{generador-fotovoltaico}} = 39.74 \text{ KWd}$$

Sobre el área 2 pueden ser colocados 24 paneles solares conectados en serio en 12 ramas en paralelo y estos generan al día 39.74 KW diarios.

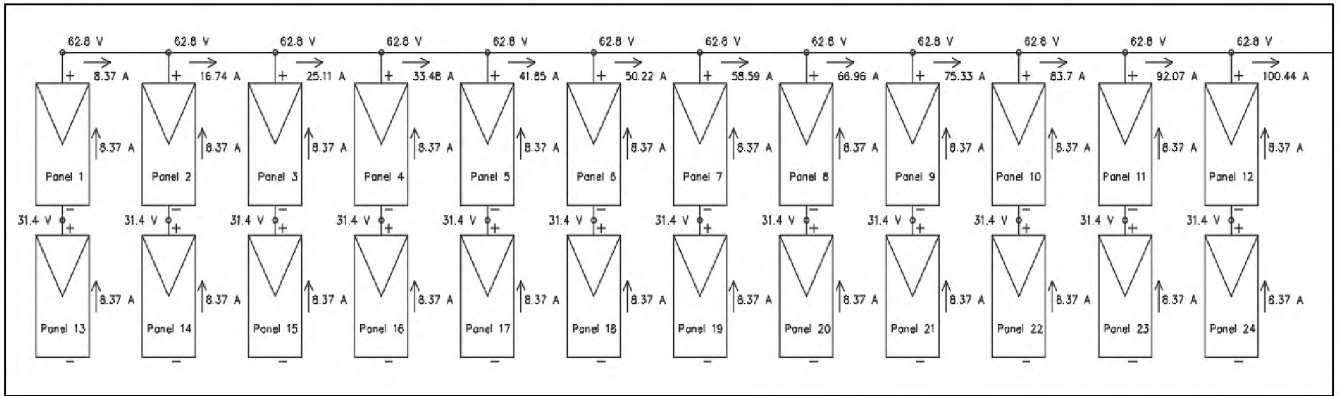


Imagen 4.22: Esquema de conexión de paneles solares. Fuente: Grupo de investigación.

Área 3

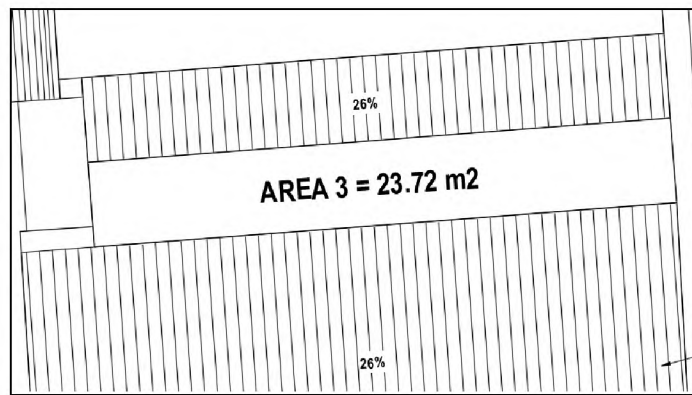


Imagen 4.23: Área de techo efectiva ubicada sobre aula. Fuente: Grupo de investigación.

Sobre esta área se pueden colocar 12 paneles con conexiones en paralelo y con separación horizontal de 7 cms entre cada uno.

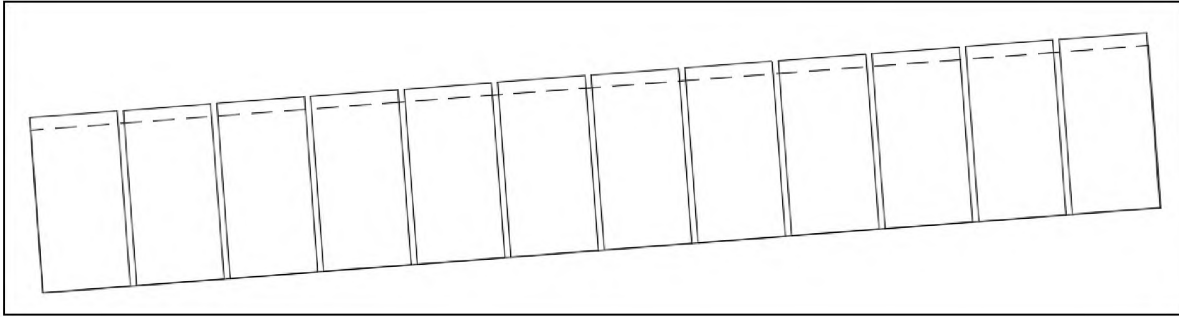


Imagen 4.24: *Distribución de paneles solares.* Fuente: Grupo de investigación.

Cálculo de la energía producida

Especificaciones del panel solar:

- Dimensiones:
Altura = 2m, Base = 1m
- Tensión de circuito abierto = 38.4 V
- Tensión máxima = 31.4 V
- Corriente de corto circuito = 8.94 A
- Corriente máxima = 8.37 A

Datos para diseño:

- Los paneles serán conectados en 12 ramas en serie.
- Horas de sol pico (HSP) = 7.
- Coeficiente de rendimiento de los paneles (CR) = 0.9

$I_{\text{generador-fotovoltaico}} = (\text{Corriente máxima de cada panel}). (\text{número de ramas en paralelo}),$

$$I_{\text{generador-fotovoltaico}} = (8.37 \text{ A}). (12) = 100.44 \text{ A}$$

$V_{\text{generador-fotovoltaico}} = (\text{Tensión máxima de cada panel}). (\text{número de paneles en serie en cada rama}),$

$$V_{\text{generador-fotovoltaico}} = (31.4 \text{ V}). (1) = 31.4 \text{ V}$$

$$E_{\text{generador-fotovoltaico}} = I_{\text{generador-fotovoltaico}} \cdot V_{\text{generador-fotovoltaico}} \cdot HSP \cdot CR,$$

$$E_{\text{generador-fotovoltaico}} = (100.44 \text{ A}) \cdot (31.4 \text{ V}) \cdot (7) \cdot (0.9) = 19,869.04 \text{ Wd}$$

$$E_{\text{generador-fotovoltaico}} = 19.87 \text{ KWd}$$

Sobre el área 3 pueden ser colocados 12 paneles solares conectados en serio en 12 ramas en paralelo y estos generan al día 19.87 KW diarios.

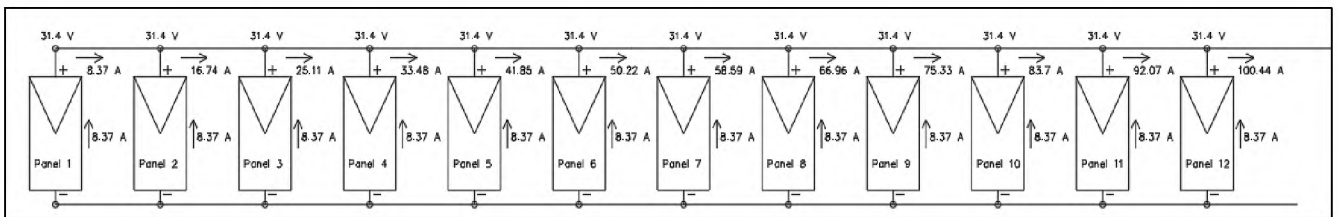


Imagen 4.25: Esquema de conexión de paneles solares. Fuente: Grupo de investigación.

Área 4

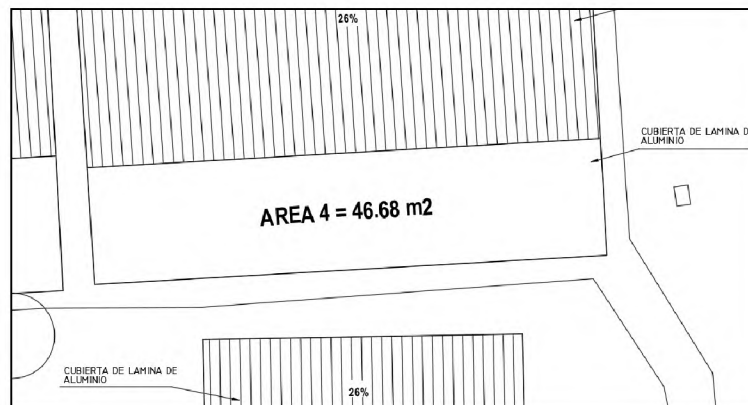


Imagen 4.26: Área de techo efectiva ubicada sobre aula. Fuente: Grupo de investigación.

Sobre esta área se pueden colocar 13 paneles con conexiones en paralelo y separación horizontal de 7 cms.

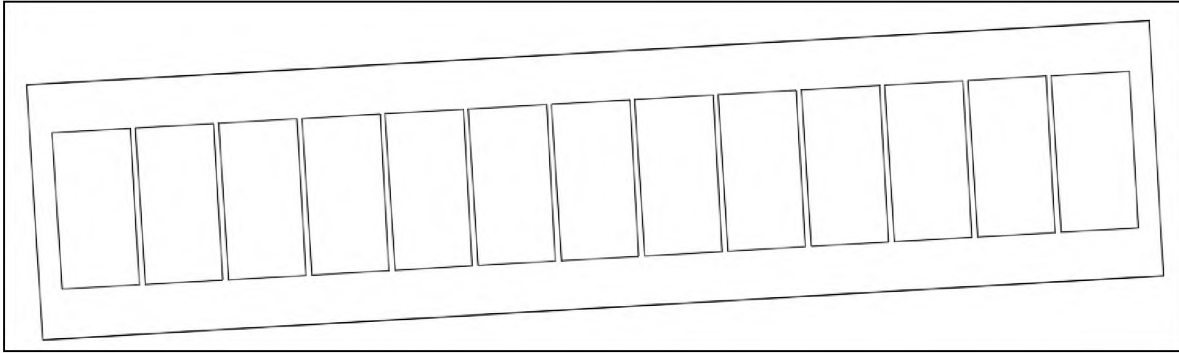


Imagen 4.27: *Distribución de paneles solares.* Fuente: Grupo de investigación.

Cálculo de la energía producida

Especificaciones del panel solar:

- Dimensiones:
Altura = 2m, Base = 1m
- Tensión de circuito abierto = 38.4 V
- Tensión máxima = 31.4 V
- Corriente de corto circuito = 8.94 A
- Corriente máxima = 8.37 A

Datos para diseño:

- Los paneles serán conectados en 13 ramas en serie.
- Horas de sol pico (HSP) = 7.
- Coeficiente de rendimiento de los paneles (CR) = 0.9

$I_{\text{generador-fotovoltaico}} = (\text{Corriente máxima de cada panel}) \cdot (\text{número de ramas en paralelo}),$

$$I_{\text{generador-fotovoltaico}} = (8.37 \text{ A}) \cdot (13) = 108.81 \text{ A}$$

$V_{\text{generador-fotovoltaico}} = (\text{Tensión máxima de cada panel}) \cdot (\text{número de paneles en serie en cada rama}),$

$$V_{\text{generador-fotovoltaico}} = (31.4 \text{ V}) \cdot (1) = 31.4 \text{ V}$$

$$E_{\text{generador-fotovoltaico}} = I_{\text{generador-fotovoltaico}} \cdot V_{\text{generador-fotovoltaico}} \cdot HSP \cdot CR,$$

$$E_{\text{generador-fotovoltaico}} = (108.81 \text{ A}) \cdot (31.4 \text{ V}) \cdot (7) \cdot (0.9) = 21,524.79 \text{ Wd}$$

$$E_{\text{generador-fotovoltaico}} = 21.52 \text{ KWd}$$

Sobre el área 4 pueden ser colocados 13 paneles solares conectados en serio en 13 ramas en paralelo y estos generan al día 21.52 KW diarios.

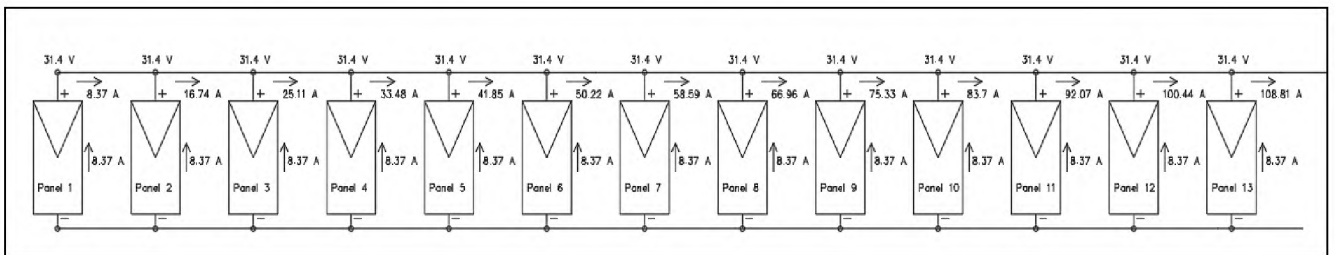


Imagen 4.28: Esquema de conexión de paneles solares. Fuente: Grupo de investigación.

Área 5

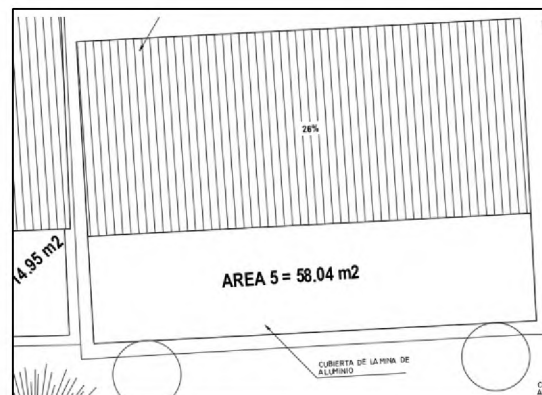


Imagen 4.29: Área de techo efectiva ubicada sobre aula. Fuente: Grupo de investigación.

Sobre esta área se pueden colocar 28 paneles con conexiones en paralelo y separación horizontal de 7 cms y vertical de 5 cms entre ellos.

Nota: Para el caso en que cierta área de paneles sobresalga del área de techo, se diseñará un elemento que brinde fijación a dicha área.

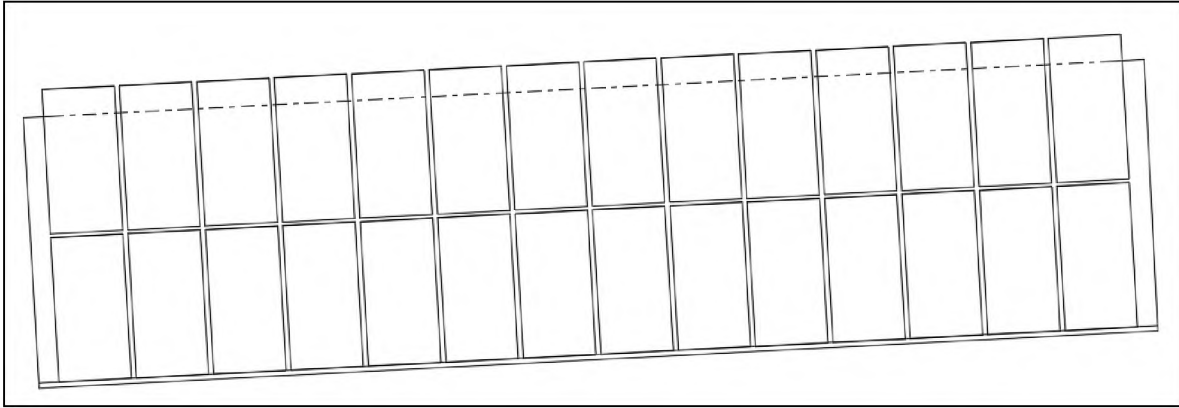


Imagen 4.30: *Distribución de paneles solares.* Fuente: Grupo de investigación.

Cálculo de la energía producida

Especificaciones del panel solar:

- Dimensiones:
Altura = 2m, Base = 1m
- Tensión de circuito abierto = 38.4 V
- Tensión máxima = 31.4 V
- Corriente de corto circuito = 8.94 A
- Corriente máxima = 8.37 A

Datos para diseño:

- Los paneles serán conectados en 14 ramas en serie.
- Horas de sol pico (HSP) = 7.
- Coeficiente de rendimiento de los paneles (CR) = 0.9

$I_{\text{generador-fotovoltaico}} = (\text{Corriente máxima de cada panel}) \cdot (\text{número de ramas en paralelo}),$

$$I_{\text{generador-fotovoltaico}} = (8.37 \text{ A}) \cdot (14) = 117.18 \text{ A}$$

$V_{\text{generador-fotovoltaico}} = (\text{Tensión máxima de cada panel}) \cdot (\text{número de paneles en serie en cada rama}),$

$$V_{\text{generador-fotovoltaico}} = (31.4 \text{ V}) \cdot (2) = 62.8 \text{ V}$$

$$E_{\text{generador-fotovoltaico}} = I_{\text{generador-fotovoltaico}} \cdot V_{\text{generador-fotovoltaico}} \cdot HSP \cdot CR,$$

$$E_{\text{generador-fotovoltaico}} = (117.18 \text{ A}) \cdot (62.8 \text{ V}) \cdot (7) \cdot (0.9) = 46,361.10 \text{ Wd}$$

$$E_{\text{generador-fotovoltaico}} = 46.36 \text{ KWd}$$

Sobre el área 5 pueden ser colocados 28 paneles solares conectados en serio en 14 ramas en paralelo y estos generan al día 46.36 KW diarios.

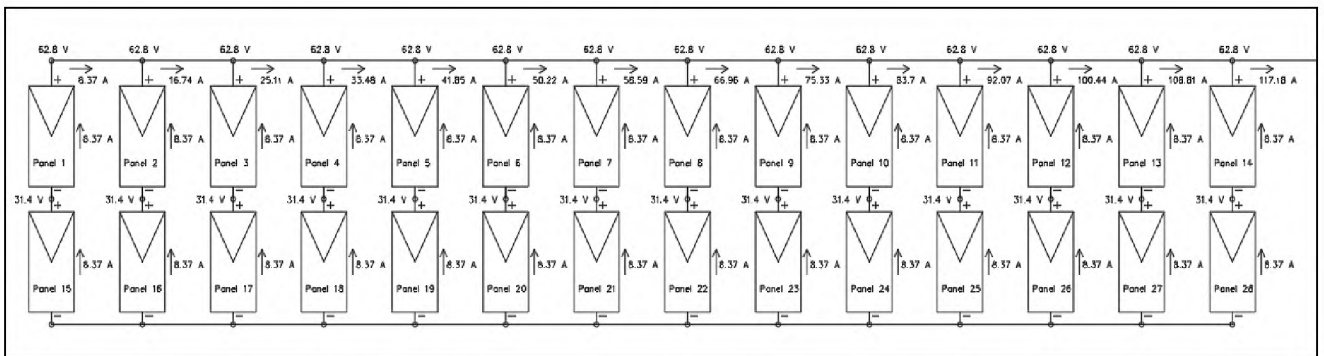


Imagen 4.31: Esquema de conexión de paneles solares. Fuente: Grupo de investigación.

Área 6



Imagen 4.32: Área de techo efectiva ubicada sobre aula. Fuente: Grupo de investigación.

Sobre esta área se pueden colocar 6 paneles con conexiones en paralelo y separación horizontal de 7 cms y vertical de 5 cms entre ellos.

Nota: Para el caso en que cierta área de paneles sobresalga del área de techo, se diseñará un elemento que brinde fijación a dicha área.

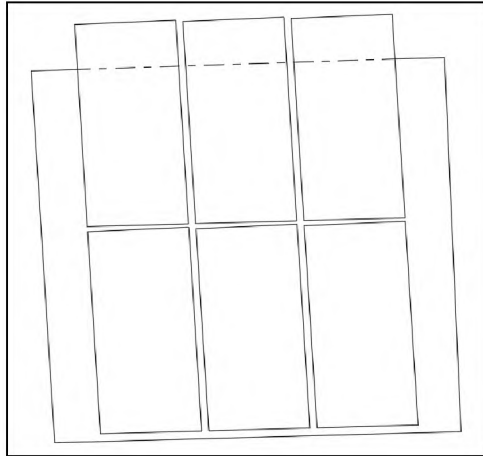


Imagen 4.33: *Distribución de paneles solares.* Fuente: Grupo de investigación.

Cálculo de la energía producida

Especificaciones del panel solar:

- Dimensiones:
Altura = 2m, Base = 1m
- Tensión de circuito abierto = 38.4 V
- Tensión máxima = 31.4 V
- Corriente de corto circuito = 8.94 A
- Corriente máxima = 8.37 A

Datos para diseño:

- Los paneles serán conectados en 3 ramas en serie.
- Horas de sol pico (HSP) = 7.
- Coeficiente de rendimiento de los paneles (CR) = 0.9

$I_{\text{generador-fotovoltaico}} = (\text{Corriente máxima de cada panel}) \cdot (\text{número de ramas en paralelo}),$

$$I_{\text{generador-fotovoltaico}} = (8.37 \text{ A}) \cdot (3) = 25.11 \text{ A}$$

$V_{\text{generador-fotovoltaico}} = (\text{Tensión máxima de cada panel}) \cdot (\text{número de paneles en serie en cada rama}),$

$$V_{\text{generador-fotovoltaico}} = (31.4 \text{ V}) \cdot (2) = 62.8 \text{ V}$$

$E_{\text{generador-fotovoltaico}} = I_{\text{generador-fotovoltaico}} \cdot V_{\text{generador-fotovoltaico}} \cdot \text{HSP} \cdot \text{CR},$

$$E_{\text{generador-fotovoltaico}} = (25.11 \text{ A}) \cdot (62.8 \text{ V}) \cdot (7) \cdot (0.9) = 9,934.52 \text{ Wd}$$

$$E_{\text{generador-fotovoltaico}} = 9.93 \text{ KWd}$$

Sobre el área 6 pueden ser colocados 6 paneles solares conectados en serio en 3 ramas en paralelo y estos generan al día 9.93 KW diarios.

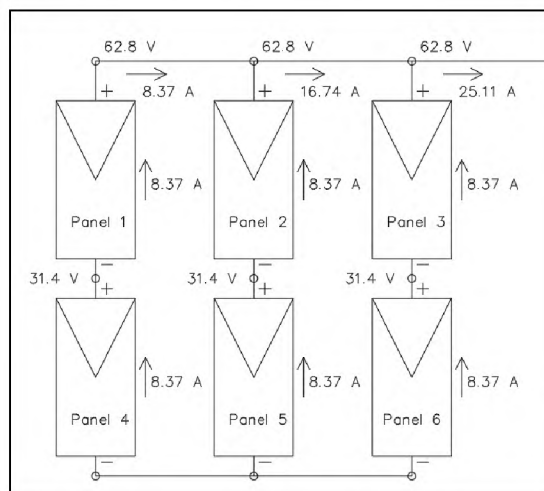


Imagen 4.34: Esquema de conexión de paneles solares. Fuente: Grupo de investigación.

Área 7

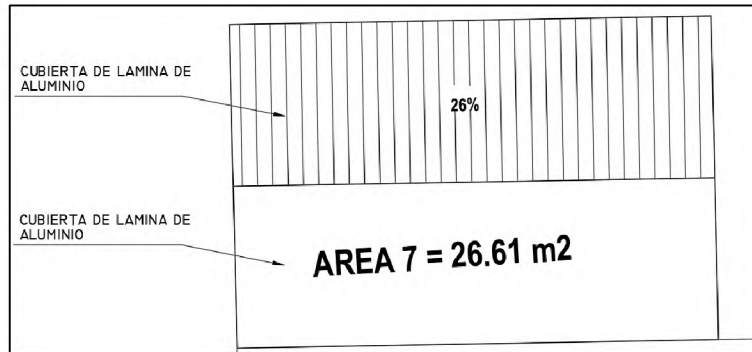


Imagen 4.35: Área de techo efectiva ubicada sobre aula. Fuente: Grupo de investigación.

Sobre esta área se pueden colocar 8 paneles con conexiones en paralelo y separación horizontal de 7 cms entre ellos.

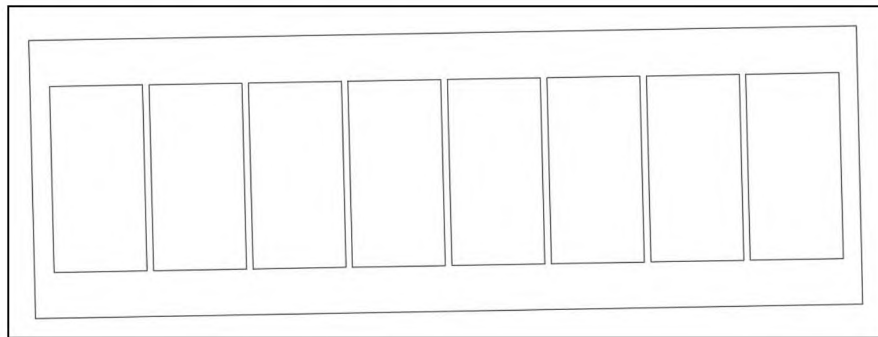


Imagen 4.36: Distribución de paneles solares. Fuente: Grupo de investigación.

Cálculo de la energía producida

Especificaciones del panel solar:

- Dimensiones:
Altura = 2m, Base = 1m
- Tensión de circuito abierto = 38.4 V
- Tensión máxima = 31.4 V
- Corriente de corto circuito = 8.94 A
- Corriente máxima = 8.37 A

Datos para diseño:

- Los paneles serán conectados en 8 ramas en serie.
- Horas de sol pico (HSP) = 7.
- Coeficiente de rendimiento de los paneles (CR) = 0.9

$I_{\text{generador-fotovoltaico}} = (\text{Corriente máxima de cada panel}). (\text{número de ramas en paralelo}),$

$$I_{\text{generador-fotovoltaico}} = (8.37 \text{ A}). (8) = 66.96 \text{ A}$$

$V_{\text{generador-fotovoltaico}} = (\text{Tensión máxima de cada panel}). (\text{número de paneles en serie en cada rama}),$

$$V_{\text{generador-fotovoltaico}} = (31.4 \text{ V}). (1) = 31.4 \text{ V}$$

$E_{\text{generador-fotovoltaico}} = I_{\text{generador-fotovoltaico}} \cdot V_{\text{generador-fotovoltaico}} \cdot \text{HSP} \cdot \text{CR},$

$$E_{\text{generador-fotovoltaico}} = (66.96 \text{ A}). (31.4 \text{ V}). (7). (0.9) = 13,246.03 \text{ Wd}$$

$$E_{\text{generador-fotovoltaico}} = 13.25 \text{ KWd}$$

Sobre el área 7 pueden ser colocados 8 paneles solares conectados en serie en 8 ramas en paralelo y estos generan al día 13.25 KW diarios.

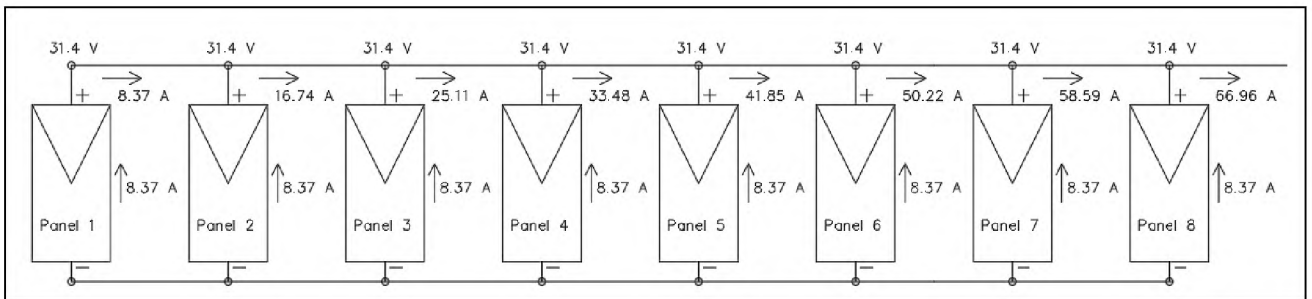


Imagen 4.37: Esquema de conexión de paneles solares. Fuente: Grupo de investigación.

Área 8

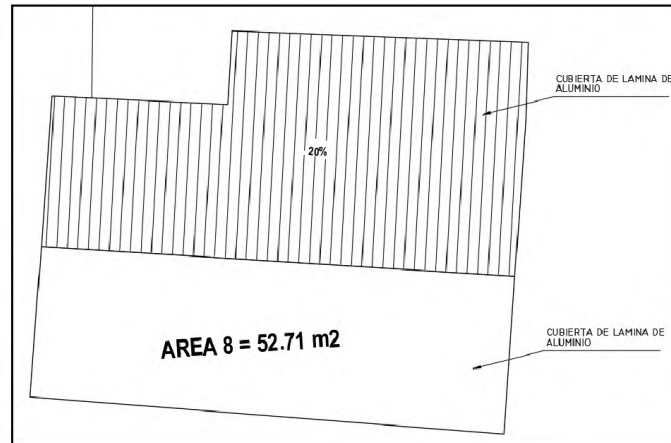


Imagen 4.38: Área de techo efectiva ubicada sobre aula. Fuente: Grupo de investigación.

Sobre esta área se pueden colocar 22 paneles con conexiones en paralelo y separación horizontal de 7 cms y vertical 5 cms entre ellos.

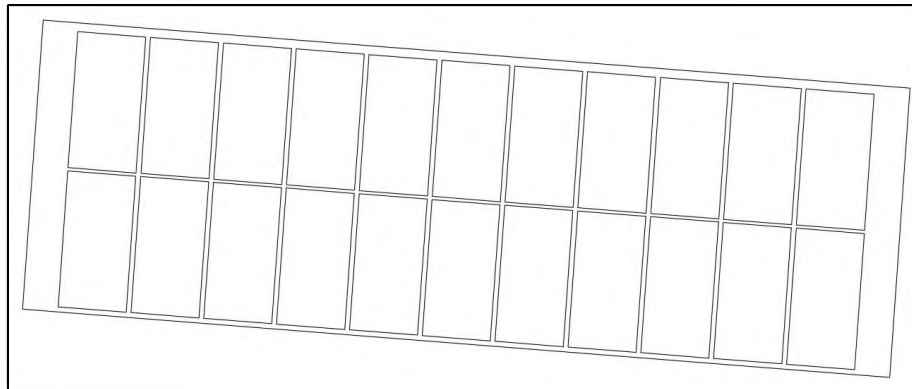


Imagen 4.39: Distribución de paneles solares. Fuente: Grupo de investigación.

Cálculo de la energía producida

Especificaciones del panel solar:

- Dimensiones:
Altura = 2m, Base = 1m
- Tensión de circuito abierto = 38.4 V
- Tensión máxima = 31.4 V

- Corriente de corto circuito = 8.94 A
- Corriente máxima = 8.37 A

Datos para diseño:

- Los paneles serán conectados en 11 ramas en serie.
- Horas de sol pico (HSP) = 7.
- Coeficiente de rendimiento de los paneles (CR) = 0.9

$I_{\text{generador-fotovoltaico}} = (\text{Corriente máxima de cada panel}) \cdot (\text{número de ramas en paralelo}),$

$$I_{\text{generador-fotovoltaico}} = (8.37 \text{ A}) \cdot (11) = 92.07 \text{ A}$$

$V_{\text{generador-fotovoltaico}} = (\text{Tensión máxima de cada panel}) \cdot (\text{número de paneles en serie en cada rama}),$

$$V_{\text{generador-fotovoltaico}} = (31.4 \text{ V}) \cdot (2) = 62.8 \text{ V}$$

$E_{\text{generador-fotovoltaico}} = I_{\text{generador-fotovoltaico}} \cdot V_{\text{generador-fotovoltaico}} \cdot \text{HSP} \cdot \text{CR},$

$$E_{\text{generador-fotovoltaico}} = (92.07 \text{ A}) \cdot (62.8 \text{ V}) \cdot (7) \cdot (0.9) = 36,426.57 \text{ Wd}$$

$$E_{\text{generador-fotovoltaico}} = 36.43 \text{ KWd}$$

Sobre el área 8 pueden ser colocados 22 paneles solares conectados en serio en 11 ramas en paralelo y estos generan al día 36.43 KW diarios.

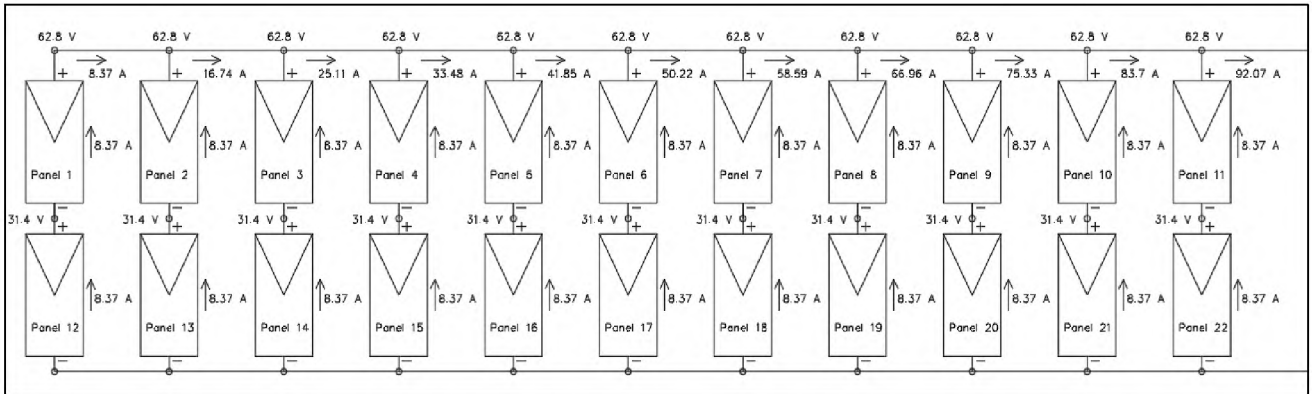


Imagen 4.40: Esquema de conexión de paneles solares. Fuente: Grupo de investigación.

Tabla 4.22: Cargas generadas en las áreas de techo alineadas hacia el sur.

Fuente: Grupo de investigación.

N°	Área (M2)	Cantidad de paneles	Energía generada
1	46.02	21	34.77
2	76.63	24	39.74
3	23.72	12	19.87
4	46.68	13	21.52
5	58.04	28	46.36
6	14.95	6	9.93
7	26.61	8	13.25
8	52.71	22	36.43
Total			221.87

La carga total que debe ser generada es de 267 Kw diarios, con las áreas anteriormente descritas se llega a un total de 221.87 haciendo falta 45.13 Kw diarios, se añadirán a la propuesta áreas alineadas con respecto al norte para lo cual como se mencionó anteriormente se diseñará una estructura para poder inclinar los paneles con respecto al sur, ya que es de este costado donde se las áreas de techo están expuesta a la radiación solar por mayor tiempo.

Área "A"

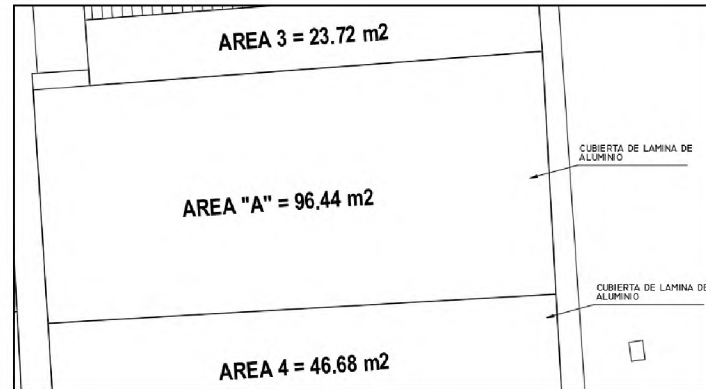


Imagen 4.41: Área de techo efectiva ubicada sobre aula. Fuente: Grupo de investigación.

Sobre esta área se colocarán 26 paneles con conexiones en paralelo y separación horizontal de 7 cms y vertical 5 cms entre ellos.

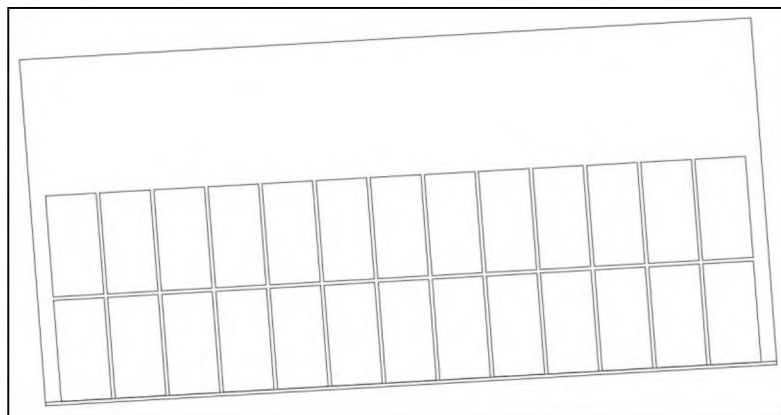


Imagen 4.42: Distribución de paneles solares. Fuente: Grupo de investigación.

Nota: La cantidad de paneles restantes para alcanzar la demanda requerida es aproximadamente de 28 unidades, como se puede observar en la imagen anterior solo serán colocados 26 en 13 ramas en serie ya que estos son los que caben en la longitud del techo, además, debido a los elementos diseñados para alinear dichos paneles frente al sur se podría generar demasiada carga hacia la estructura de techo, los dos paneles faltantes serán colocados en el área "B".

Cálculo de la energía producida

Especificaciones del panel solar:

- Dimensiones:
Altura = 2m, Base = 1m
- Tensión de circuito abierto = 38.4 V
- Tensión máxima = 31.4 V
- Corriente de corto circuito = 8.94 A
- Corriente máxima = 8.37 A

Datos para diseño:

- Los paneles serán conectados en 13 ramas en serie.
- Horas de sol pico (HSP) = 7.
- Coeficiente de rendimiento de los paneles (CR) = 0.9

$I_{\text{generador-fotovoltaico}} = (\text{Corriente máxima de cada panel}) \cdot (\text{número de ramas en paralelo}),$

$$I_{\text{generador-fotovoltaico}} = (8.37 \text{ A}) \cdot (13) = 108.81 \text{ A}$$

$V_{\text{generador-fotovoltaico}} = (\text{Tensión máxima de cada panel}) \cdot (\text{número de paneles en serie en cada rama}),$

$$V_{\text{generador-fotovoltaico}} = (31.4 \text{ V}) \cdot (2) = 62.8 \text{ V}$$

$E_{\text{generador-fotovoltaico}} = I_{\text{generador-fotovoltaico}} \cdot V_{\text{generador-fotovoltaico}} \cdot \text{HSP} \cdot \text{CR},$

$$E_{\text{generador-fotovoltaico}} = (108.81 \text{ A}) \cdot (62.8 \text{ V}) \cdot (7) \cdot (0.9) = 43,049.59 \text{ Wd}$$

$$E_{\text{generador-fotovoltaico}} = 43.05 \text{ KWd}$$

Sobre el área "A" pueden ser colocados 26 paneles solares conectados en serie en 13 ramas en paralelo y estos generan al día 43.05 KW diarios.

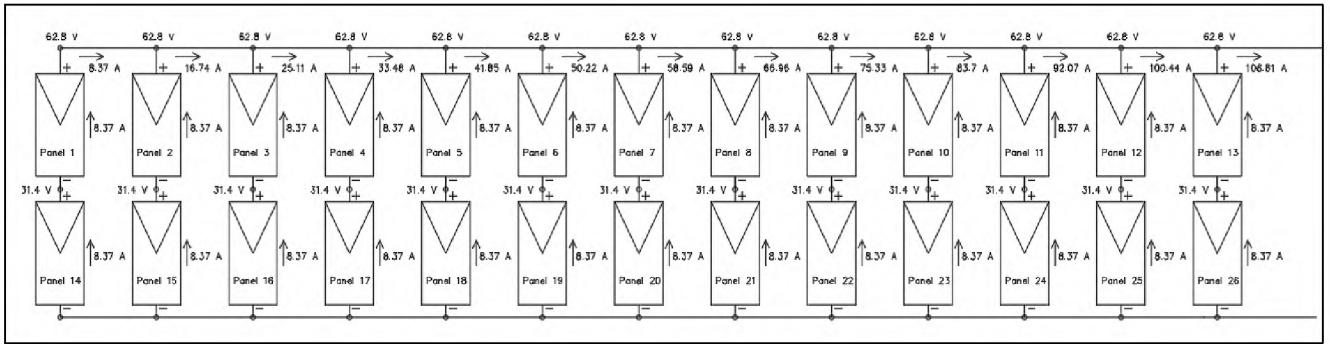


Imagen 4.43: Esquema de conexión de paneles solares. Fuente: Grupo de investigación.

Área "B"

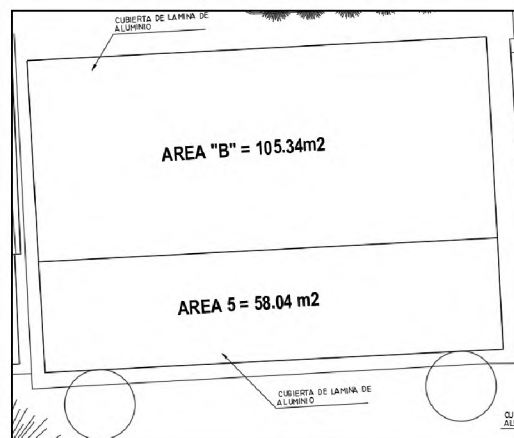


Imagen 4.44: Área de techo efectiva ubicada sobre aula. Fuente: Grupo de investigación.

Sobre esta área se colocarán 2 paneles con conexiones en paralelo y separación horizontal de 7 cms entre ellos.



Imagen 4.45: Distribución de paneles solares. Fuente: Grupo de investigación.

Cálculo de la energía producida

Especificaciones del panel solar:

- Dimensiones:
Altura = 2m, Base = 1m
- Tensión de circuito abierto = 38.4 V
- Tensión máxima = 31.4 V
- Corriente de corto circuito = 8.94 A
- Corriente máxima = 8.37 A

Datos para diseño:

- Los paneles serán conectados en 2 ramas en serie.
- Horas de sol pico (HSP) = 7.
- Coeficiente de rendimiento de los paneles (CR) = 0.9

$I_{\text{generador-fotovoltaico}} = (\text{Corriente máxima de cada panel}) \cdot (\text{número de ramas en paralelo}),$

$$I_{\text{generador-fotovoltaico}} = (8.37 \text{ A}) \cdot (2) = 16.74 \text{ A}$$

$V_{\text{generador-fotovoltaico}} = (\text{Tensión máxima de cada panel}) \cdot (\text{número de paneles en serie en cada rama}),$

$$V_{\text{generador-fotovoltaico}} = (31.4 \text{ V}) \cdot (1) = 31.4 \text{ V}$$

$E_{\text{generador-fotovoltaico}} = I_{\text{generador-fotovoltaico}} \cdot V_{\text{generador-fotovoltaico}} \cdot \text{HSP} \cdot \text{CR},$

$$E_{\text{generador-fotovoltaico}} = (16.74 \text{ A}) \cdot (31.4 \text{ V}) \cdot (7) \cdot (0.9) = 3,311.51 \text{ Wd}$$

$$E_{\text{generador-fotovoltaico}} = 3.31 \text{ KWd}$$

Sobre el área "B" pueden ser colocados 2 paneles solares conectados en serio en 2 ramas en paralelo y estos generan al día 3.31 KW diarios.

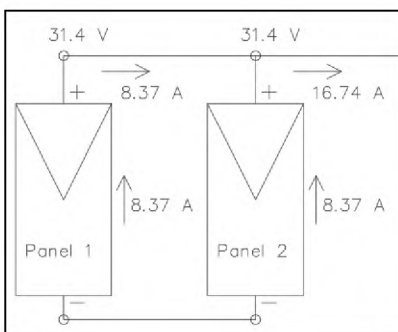


Imagen 4.46: Esquema de conexión de paneles solares. Fuente: Grupo de investigación.

Tabla 4.23: Cargas generadas en las áreas de techo alineadas hacia el sur más cargas generadas en techos alineados al norte. Fuente: Grupo de investigación.

N°	Área (M2)	Cantidad de paneles	Energía generada
1	46.02	21	34.77
2	76.63	24	39.74
3	23.72	12	19.87
4	46.68	13	21.52
5	58.04	28	46.36
6	14.95	6	9.93
7	26.61	8	13.25
8	52.71	22	36.43
A	96.44	26	43.05
B	105.34	2	3.31
Total			268.23

Aumentando la carga de 28 paneles al resultado anterior (tabla 4.23) se ha logrado obtener y sobrepasar la demanda requerida.

Resumen de diseño

Tabla 4.24: Resumen de resultados totales. Fuente: Grupo de investigación.

<i>Resumen de resultados</i>		
Área total de paneles solares	347.06	M2
Cantidad total de paneles solares	162	Unidades
Demanda requerida	267	KWd
Demanda alcanzada	268.23	KWd
Demanda mensual alcanzada	8046.9	KW

4.7.4 Cálculo de la capacidad y cantidad de baterías para sistema fotovoltaico.

Capacidad nominal del banco de baterías.

Características de la batería a utilizar:

Voltaje nominal: 24 voltios.

Eficiencia de disminución: 80%.

Eficiencia para convertir: 90%.

Eficiencia del inversor: 85%.

Número de celdas: 6.

Capacidad nominal: 220 Ah (Hora – Amperio).

Material: Plomo – Acido.

Demanda: 268,230 Wd.

Días de autonomía: 1

El banco de baterías será diseñado con un voltaje nominal de 24 voltios para hacer el sistema un poco más eficiente.

$$C_{nom-banco} = \frac{E_{carga-total}(D_{aut})}{V_{nom}P_{Dmax}N_{BD}N_{inv}}, \quad Ec. 2.18$$

Donde:

$C_{nom-banco}$: Capacidad nominal del banco.

$E_{carga-total}$: Energía de carga total.

D_{aut} : Días de autonomía.

V_{nom} : Voltaje nominal.

P_{Dmax} : Eficiencia de profundidad de descarga.

N_{BD} : Eficiencia de convertir energía química a energía eléctrica.

N_{inv} : Eficiencia del inversor.

Sustituyendo todos los valores correspondientes en la ecuación anterior tenemos:

$$C_{nom-banco} = \frac{(268,230Wd)(1)}{(24v)(0.8)(0.9)(0.85)} = 18,261.85 Ah$$

Número de baterías (N_{BT}).

$$N_{BT} = \frac{V_{nom}C_{nom\ banco}}{V_{nom\ bateria}C_{nom\ bateria}}, \quad Ec. 2.19$$

Sustituyendo todos los valores correspondientes en la ecuación anterior tenemos:

$$N_{BT} = \frac{(24 v)(18,261.85 Ah)}{(12 v)(220 Ah)} = 166 \text{ Unidades}$$

4.7.5 Simulación de sistema fotovoltaico del centro escolar Caserío El Espino

Anteriormente se calculó la cantidad de paneles solares y baterías para el sistema fotovoltaico del centro educativo, basándose en esos resultados y tomando el área necesaria que se estableció, se llevará a cabo una simulación del sistema fotovoltaico utilizando el software PV*SOL PREMIUM 2019, este proceso se realizará para determinar con mayor certeza si la cantidad de paneles será suficiente para abastecer de energía al centro escolar. PV*SOL es un software que utiliza la ubicación del proyecto para determinar las horas reales de eficiencia que reciben los paneles, y obtener un número real de estos para abastecer determinada demanda basándose en pérdidas generadas por sombras que reducen la eficiencia de los paneles.

Pasos para modelado y simulación de sistema fotovoltaico:

- Al abrir el software, elegir la opción de nuevo proyecto.

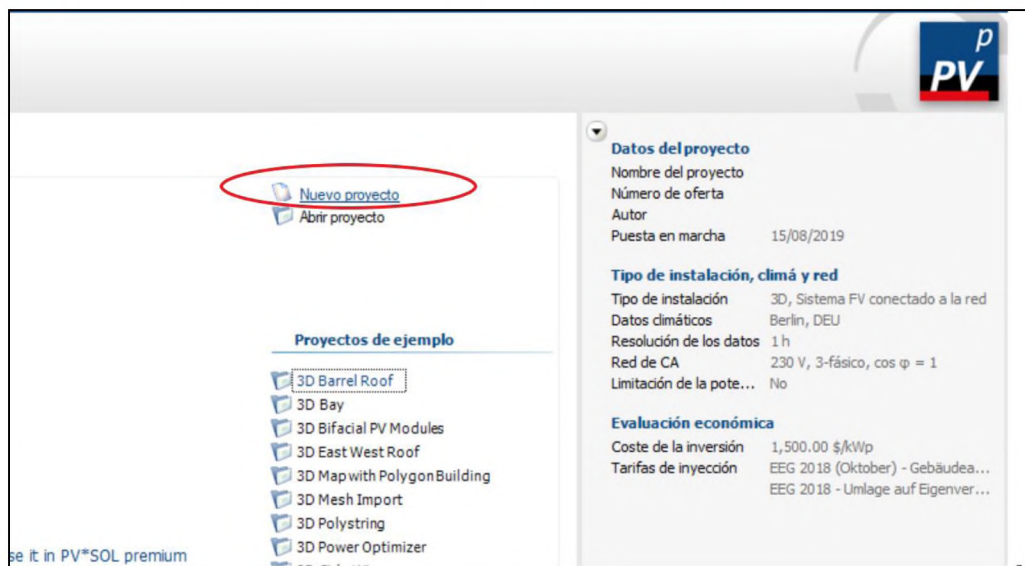


Imagen 4.47: Pantalla principal de PV*SOL PREMIUM. Fuente: Grupo de investigación.

- Definir la ubicación del proyecto y el tipo de sistema fotovoltaico, para este caso se elegirá la ciudad de la Unión ya que el software no cuenta con mucha información del país y las condiciones climáticas son similares con la zona costera de Jucuarán. El tipo de sistema es autónomo.

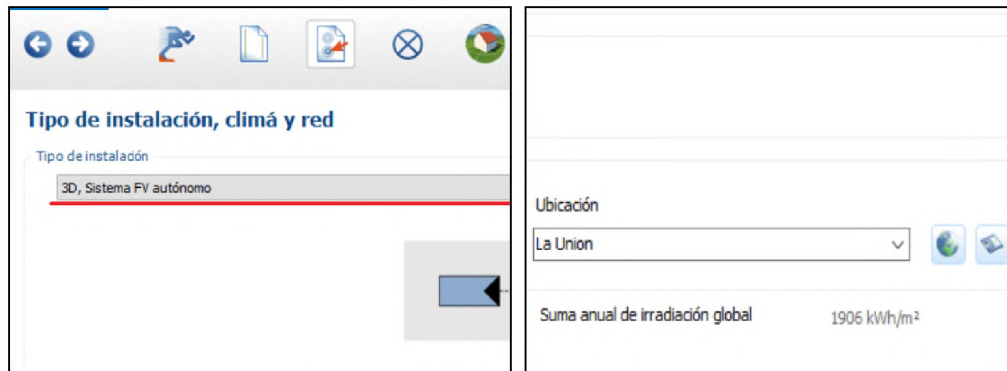


Imagen 4.48: Pantalla de selección de ubicación y tipo de sistema. Fuente: Grupo de investigación.

- Agregar planta de techos del centro educativo donde se especifican las áreas para la colocación de los paneles solares, sobre esta planta se elaborará un modelado 3D de las estructuras.

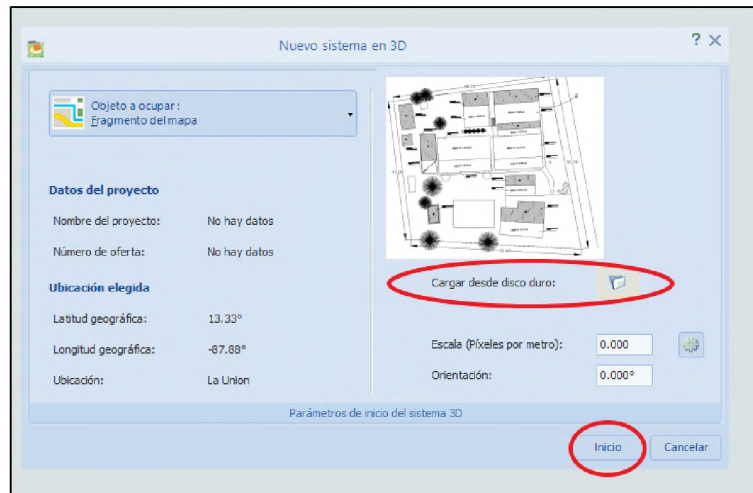


Imagen 4.49: Menú para cargar planta de distribución de techos. Fuente: Grupo de investigación.



Imagen 4.50: *Planta de techos cargada a software PV*SOL*. Fuente: Grupo de investigación.

- Establecer áreas de techos con sus respectivas pendientes para luego ser extruidas a un modelo 3D.

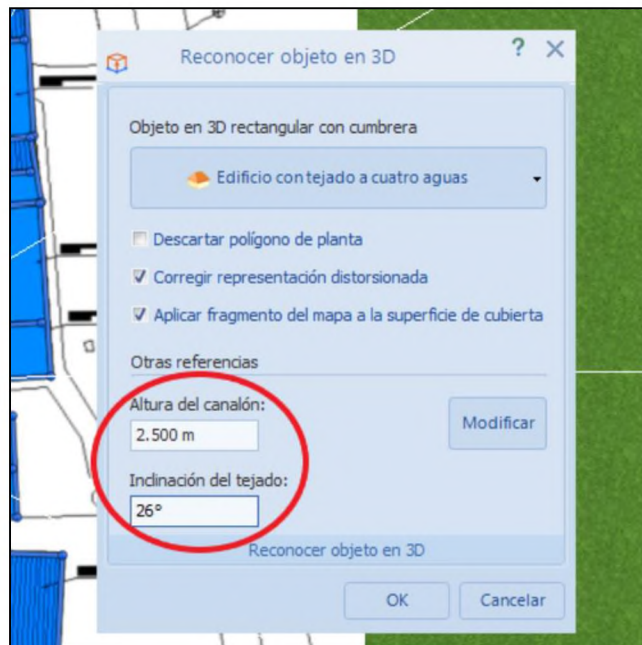


Imagen 4.51: *Definición de altura de edificio y pendiente de techo*. Fuente: Grupo de investigación.

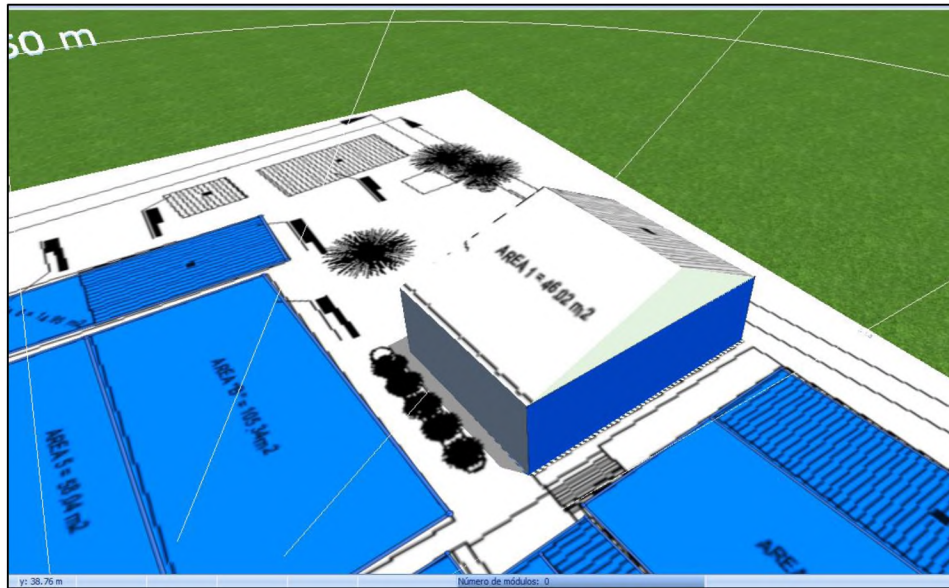


Imagen 4.52: Estructura de área 1 extruida. Fuente: Grupo de investigación.

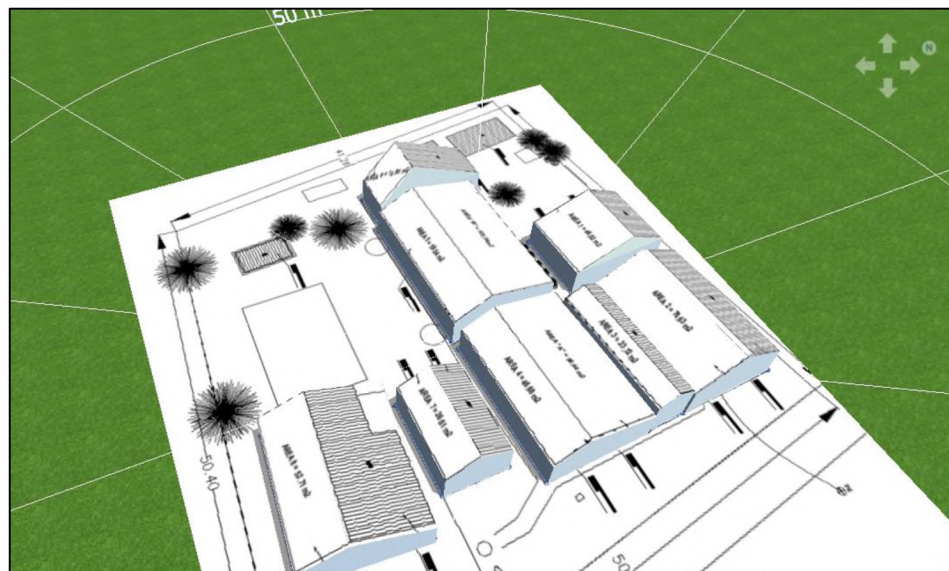


Imagen 4.53: Elevación 3D de todas las áreas. Fuente: Grupo de investigación.

- Seleccionar el área # 1, luego especificar modelo y capacidad de panel.

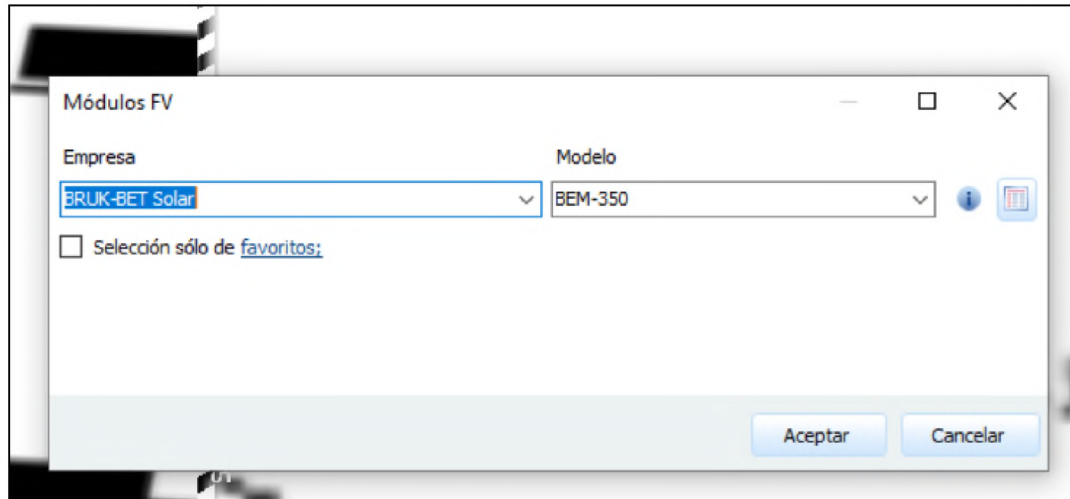


Imagen 4.54: Selección de modelo y capacidad de panel. Fuente: Grupo de investigación.

- Repetir el paso anterior para todas las áreas de techo donde se han proyectado paneles. También definir objetos de sombra.



Imagen 4.55: Modelado completo. Fuente: Grupo de investigación.

- Simular el movimiento del sol para determinar el porcentaje de disminución de la energía generada por cada panel, el proceso es individual para cada área.

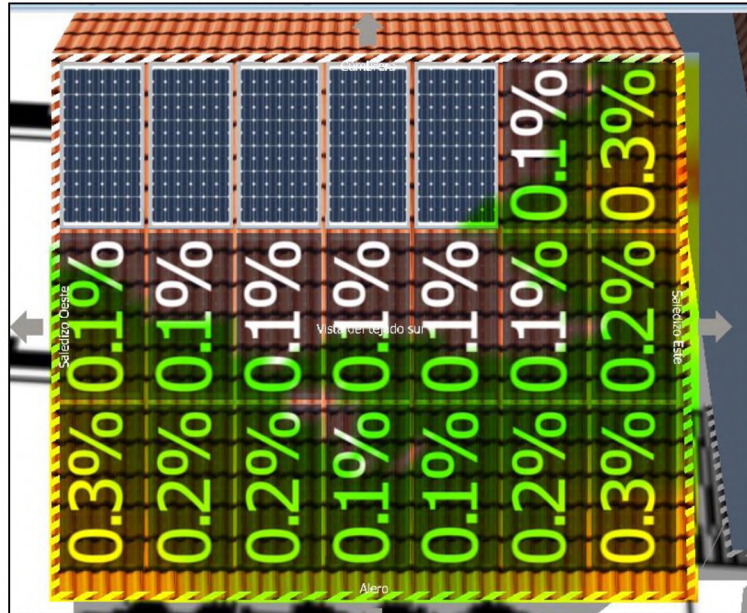


Imagen 4.56: Simulación para área 1. Fuente: Grupo de investigación.

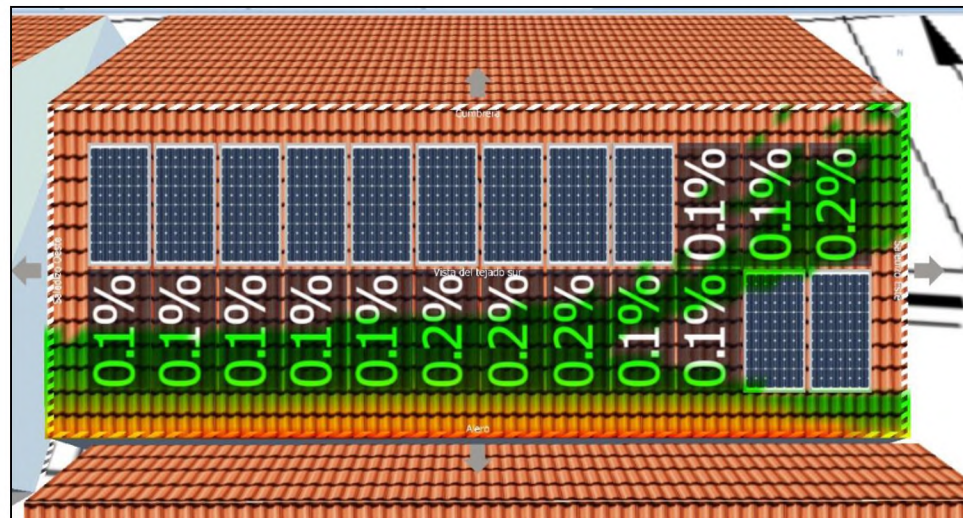


Imagen 4.57: Simulación para área 2. Fuente: Grupo de investigación.

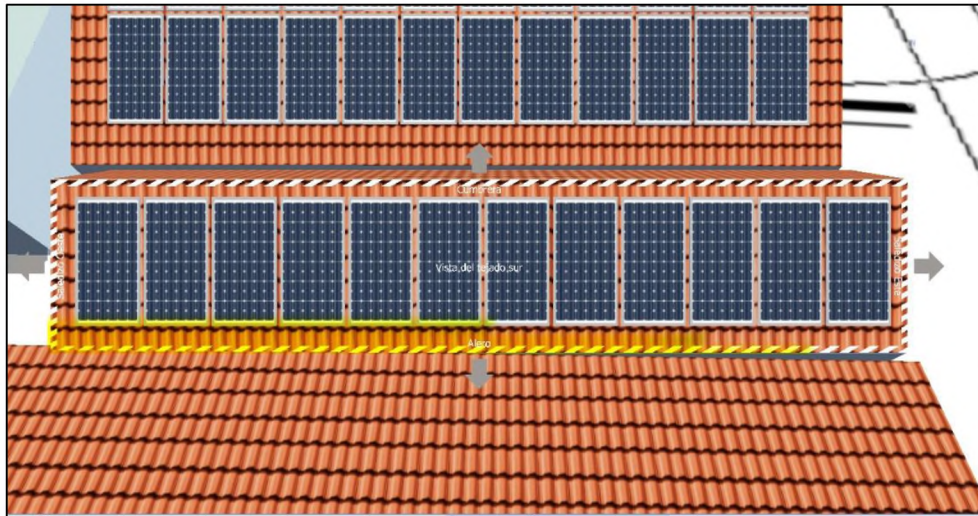


Imagen 4.58: Simulación para área 3. Fuente: Grupo de investigación.



Imagen 4.59: Simulación para área 4. Fuente: Grupo de investigación.

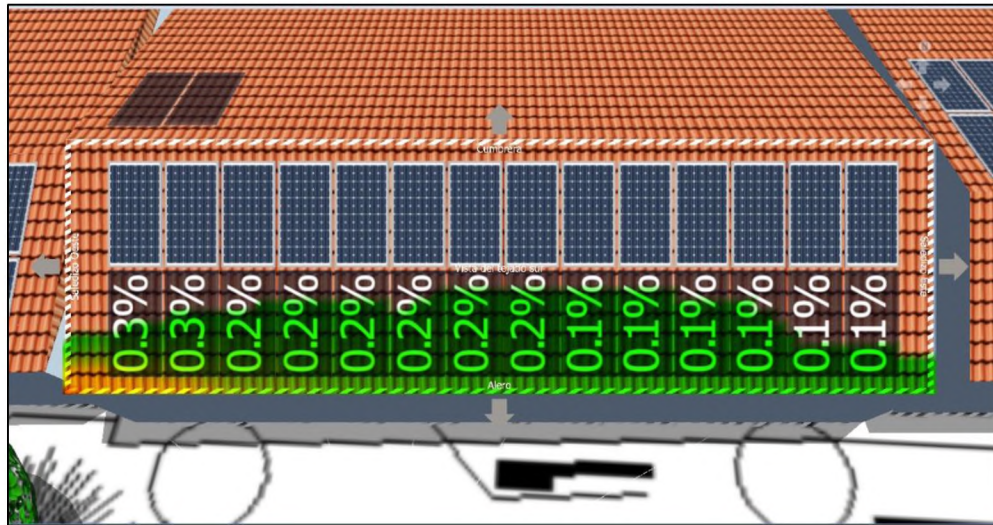


Imagen 4.60: Simulación para área 5. Fuente: Grupo de investigación.

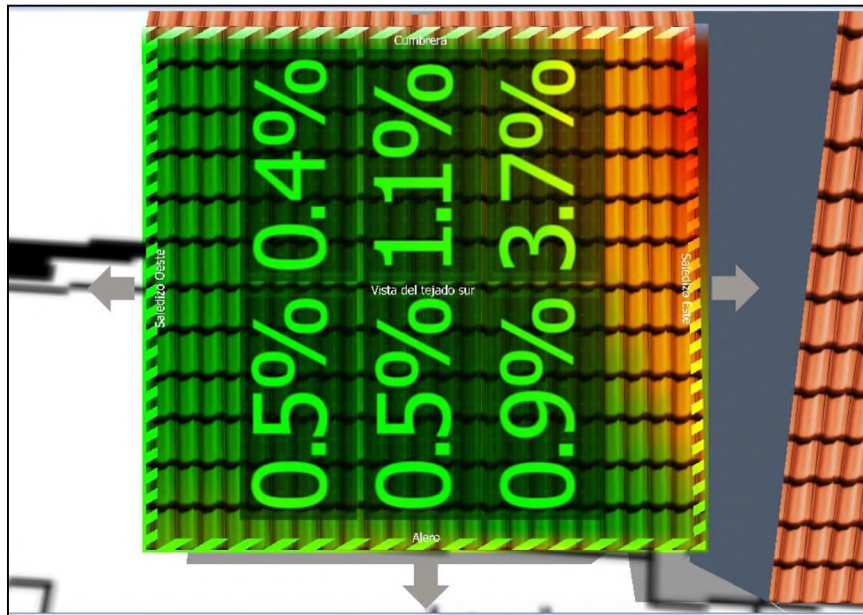


Imagen 4.61: Simulación para área 6. Fuente: Grupo de investigación.

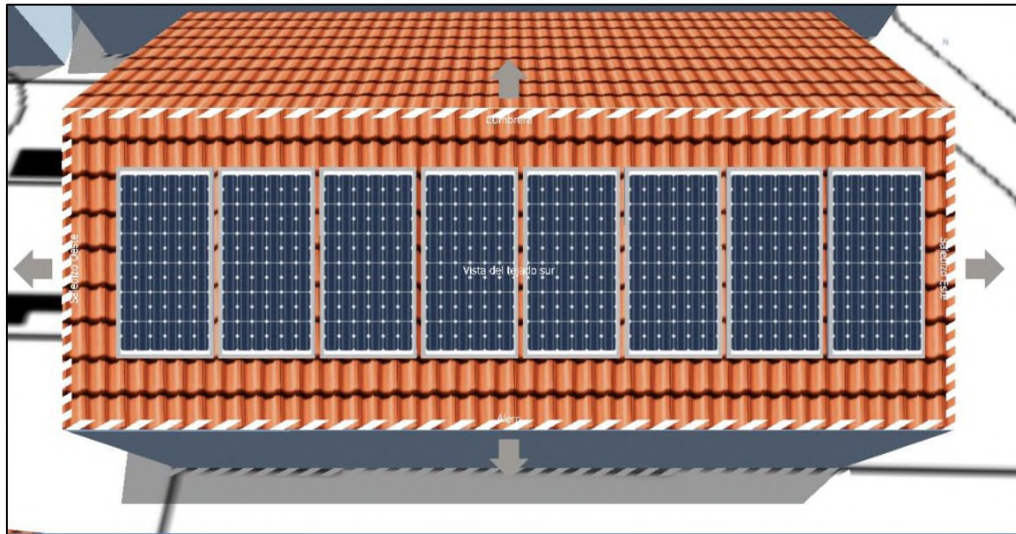


Imagen 4.62: Simulación para área 7. Fuente: Grupo de investigación.

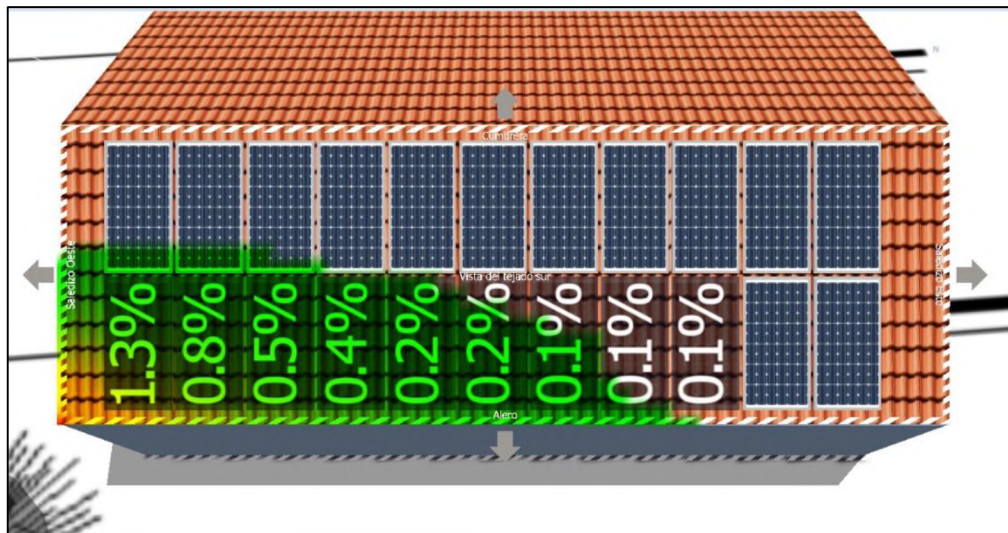


Imagen 4.63: Simulación para área 8. Fuente: Grupo de investigación.

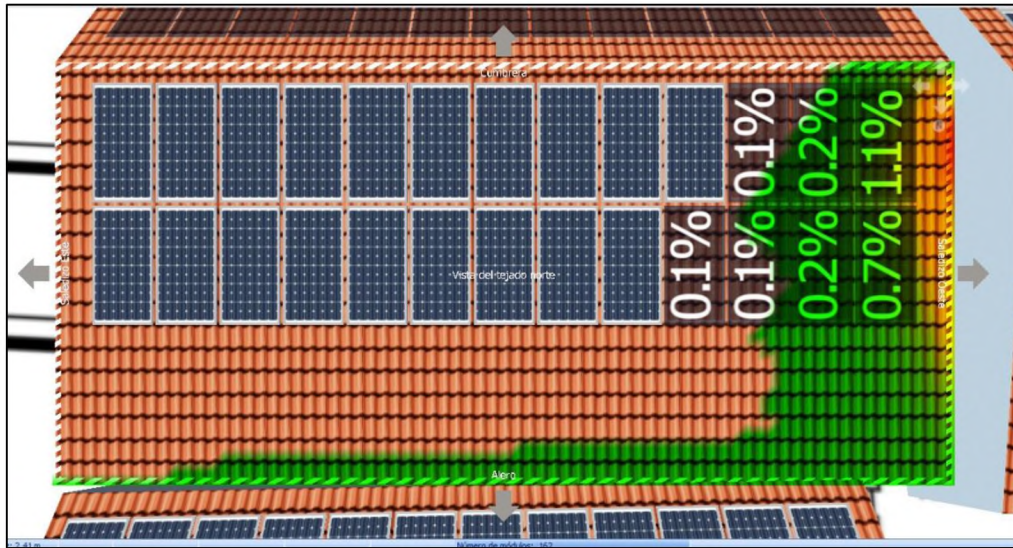


Imagen 4.64: Simulación para área A. Fuente: Grupo de investigación.

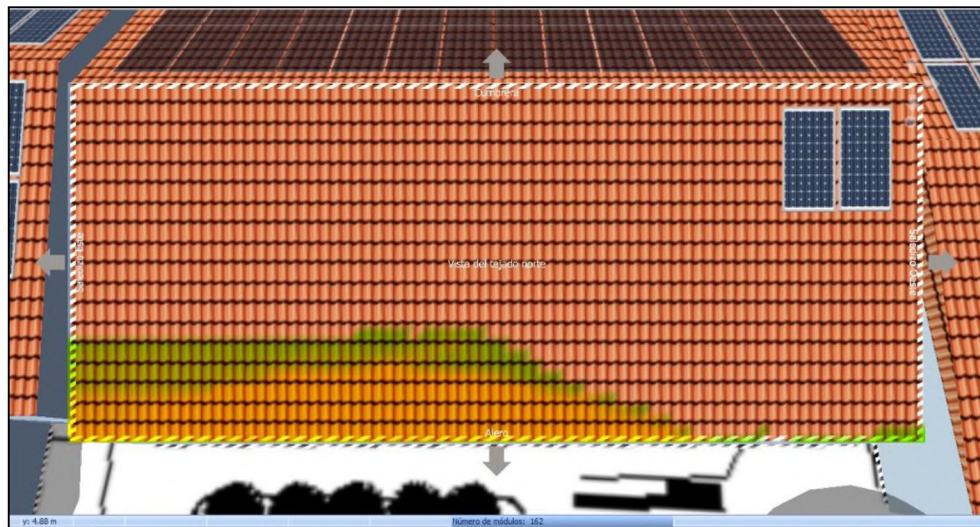


Imagen 4.65: Simulación para área B. Fuente: Grupo de investigación.

De los resultados que se presentan en las imágenes anteriores, se tomará el dato mayor para cada área y este será aplicado a la cantidad de energía generada que se calculó anteriormente.

Tabla 4.25: Resultados de simulación. *Fuente: Grupo de investigación.*

ÁREA	Energía generada por área (KWh)	% de pérdida por sombra sobre el área	Reducción de energía (KWh)	Energía real generada (KWh)
1	34.77	0.3	0.104	34.67
2	39.74	0.2	0.079	39.66
3	19.87	0	0.000	19.87
4	21.52	0	0.000	21.52
5	46.36	0.3	0.139	46.22
6	9.93	3.7	0.3674	9.56
7	13.25	0	0.000	13.25
8	36.43	1.3	0.474	35.96
A	43.05	1.1	0.474	42.58
B	3.31	0	0.000	3.31
Totales			1.64	266.59

Según resultados las áreas 3, 4, 7 y B no están expuestas a sombra, es decir que la cantidad de energía producida por los paneles en dichas áreas no será afecta. En el terreno del centro escolar no hay muchos elementos que puedan generar demasiada sombra por lo tanto el sistema fotovoltaico no se ve afectado significativamente. La producción de energía solo se reduce 1.64 KWh y como se ha definido anteriormente la demanda es de 267 KWh, para alcanzar la producción de energía necesaria se agregará un panel en el área B.

$$I_{\text{generador-fotovoltaico}} = (\text{Corriente máxima de cada panel}) \cdot (\text{número de ramas en paralelo})$$

$$I_{\text{generador-fotovoltaico}} = (8.37 \text{ A}) \cdot (3) = 25.11 \text{ A}$$

$V_{\text{generador-fotovoltaico}} = (\text{Tensión máxima de cada panel}) \cdot (\text{número de paneles en serie en cada rama})$

$$V_{\text{generador-fotovoltaico}} = (31.4 \text{ V}) \cdot (1) = 31.4 \text{ V}$$

$$E_{\text{generador-fotovoltaico}} = (25.11 \text{ A}) \cdot (31.4 \text{ V}) \cdot (7) \cdot (0.9) = 4,967.26 \text{ Wd}$$

$$E_{\text{generador-fotovoltaico}} = 4.97 \text{ KWd}$$

Tabla 4.26: Resultados totales. Fuente: Grupo de investigación.

ÁREA	Energía generada por área (KWh)	% de pérdida por sombra sobre el área	Reducción de energía (KWh)	Energía real generada (KWh)
1	34.77	0.3	0.104	34.67
2	39.74	0.2	0.079	39.66
3	19.87	0	0.000	19.87
4	21.52	0	0.000	21.52
5	46.36	0.3	0.139	46.22
6	9.93	3.7	0.3674	9.56
7	13.25	0	0.000	13.25
8	36.43	1.3	0.474	35.96
A	43.05	1.1	0.474	42.58
B	4.97	0	0.000	4.97
Totales			1.64	268.25

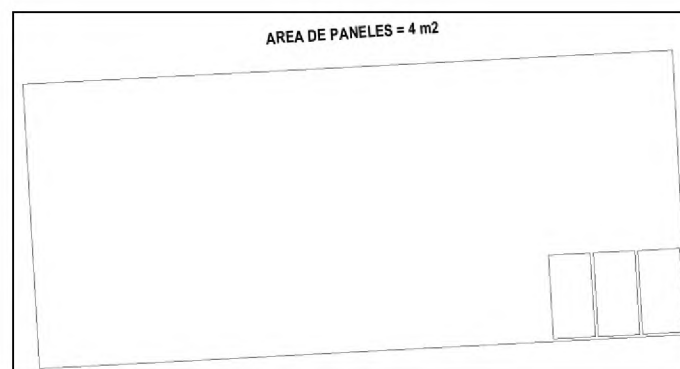


Imagen 4.66: Área de paneles B. Fuente: Grupo de investigación.

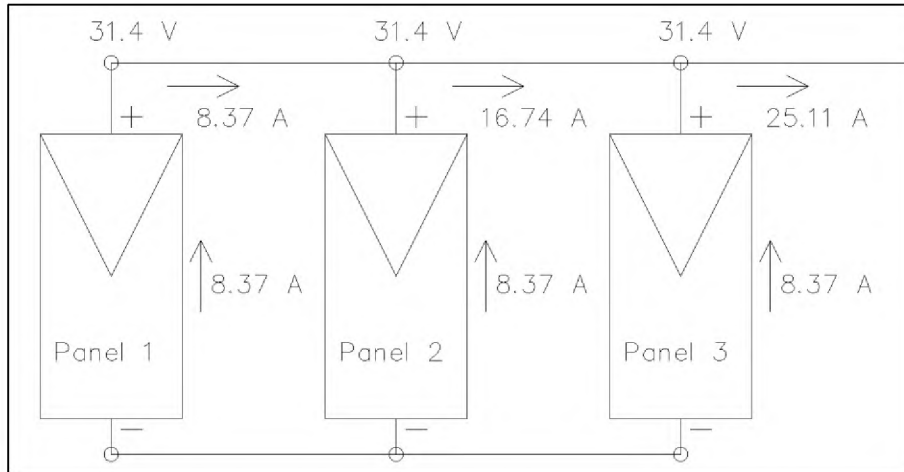


Imagen 4.67: Esquema de conexión de paneles solares. Fuente: Grupo de investigación.

Cálculo de baterías

$$C_{nom-banco} = \frac{E_{carga-total}(D_{aut})}{V_{nom}P_{Dmax}N_{BD}N_{inv}}$$

$$C_{nom-banco} = \frac{(268,250Wd)(1)}{(24v)(0.8)(0.9)(0.85)} = 18,263.21 Ah$$

$$N_{BT} = \frac{V_{nom}C_{nom banco}}{V_{nom bateria}C_{nom bateria}}$$

$$N_{BT} = \frac{(24 v)(18,263.21 Ah)}{(12 v)(220 Ah)} = 166 Unidades$$

El número de baterías se mantiene ya que la carga no aumento significativamente.

4.8 Parámetros de diseño para sistemas autosustentables seleccionados para los centros escolares de la zona costera del Municipio de Jucuarán.

En este apartado inicialmente se presenta una comparación de las características más significativas de los centros escolares, resumidos en la tabla 4.27. Se determinó que la población estudiantil, el área de terreno, el área construida y la fuente de abastecimiento son los factores base de los que depende el desarrollo de cada propuesta. Por medio de la población del centro educativo se determina la dotación de agua potable, de este mismo dato se obtiene el volumen de aguas residuales; el sistema de paneles solares y captación de agua pluvial dependen del área construida, ya que para ambos sistemas se requiere del área de techos. Como se puede observar los diez centros escolares cuentan con un pozo artesanal, el cual es un factor clave para la propuesta de abastecimiento de agua, ya que si el tipo de fuente fuera diferente en al menos uno de los centros educativos se tendría que hacer la propuesta de un sistema distinto dependiendo de las características de la fuente de abastecimiento.

Tabla 4.27: Tabla de comparación de los centros escolares de la zona costera del municipio de Jucuarán. *Fuente: Grupo de investigación.*

Centro escolar	Población estudiantil	Área del terreno (M2)	Área construida (M2)	Fuente de abastecimiento
Centro Escolar Caserío El Espino.	409	2192.52	996.50	Pozo artesanal
Centro Escolar Caserío Arcos Del Espino	163	2650.35	565.58	
Centro Escolar Caserío La Ringlera	56	3547.16	886.79	
Centro Escolar Caserío Puerto Caballo	180	3368.27	432.15	
Centro Escolar Caserío La Bocanita	40	1459.32	214.96	
Centro Escolar Caserío Salamar	32	1399.25	368.56	
Centro Escolar Caserío Agua Fría	51	1644.87	533.10	
Centro Escolar Caserío El Carrizal	82	4405.07	997.31	
Centro Escolar Caserío Huateras	64	4476.28	588.63	
Centro Escolar Caserío El Tempiscal	28	903.77	606.97	

Los datos presentados anteriormente son los más esenciales para cada uno de los diseños y son estos los que harían variar los resultados dependiendo de las características de cada centro escolar. El proceso de elaboración de cada propuesta de los distintos sistemas es prácticamente el mismo para los demás centros escolares y el modelo en el que se basarían es del “*Centro Escolar Caserío El Espino, Cantón El Jícaro*”.

Tabla 4.28: Parámetros de diseño para sistemas autosustentables. *Fuente: Grupo de investigación.*

Descripción	Unidad
Sistema de abastecimiento de agua potable	
Población de diseño	Usuarios
Dotación	L/P/d
Altura del tanque de almacenamiento	m
Nivel freático del agua	m
Horas de bombeo	horas
Material de línea de impelencia	(C = 150)
Sistema para tratamiento de aguas residuales	
Población de diseño	Usuarios
Dotación	L/P/d
Vol de Descarga de cada inodoro	Litros
Sistema para captación de agua pluvial	
Altura máxima del terreno	m
Altura mínima del terreno	m
Longitud del terreno	m
Área de terreno	m ²
Coeficiente de escorrentía	
Intensidad máxima	mm/min
Tubería propuesta (PVC)	Pulgadas
Área de techo para captación	m ²
Sistema solar fotovoltaico	
Consumo mensual	KWh
Área de techo aprovechable	m ²
Área de panel solar	m ²
Corriente máxima de cada panel	Amperios
Tensión máxima de cada panel	Voltios
Voltaje nominal de batería para panel	Voltios
Eficiencia de disminución de la batería	%
Eficiencia de convertir energía química a energía eléctrica.	%
Eficiencia del inversor	%
Capacidad nominal de la batería	Hora - Amperio
Días de autonomía	día

4.9 Plan de mantenimiento de los sistemas propuestos para el modelo de un centro escolar autosustentable de educación básica para la zona costera del municipio de Jucuarán, departamento de Usulután

En este apartado se presentan métodos para el mantenimiento de los sistemas propuestos dentro del modelo de la escuela; estos son de aplicación sencilla ya que los diseños se han elaborado con elementos de mínimo mantenimiento para no volver complicada esta labor y también que no sea necesario incurrir en gastos para poder llevar a cabo las actividades.

Sistema de abastecimiento de agua potable.

Tanque de almacenamiento.

- Mantener el Tanque cerrado para evitar la entrada de bacterias que pudieran contaminar el agua.
- Revisar por lo menos una vez al año las paredes del Tanque, Flotador y Bomba.
- Lavar el Tanque cada 6 meses para evitar la proliferación de bacterias y asentamiento de tierra.
- Cambiar el cartucho de repuesto del Filtro Estándar de cada 3 a 6 meses dependiendo de la frecuencia de uso.

Equipo de bombeo.

El mantenimiento de bombas sumergibles es solo en el tablero, y se hace en forma profunda una vez al año, y varios controles periódicos durante ese tiempo.

No se interviene la bomba sumergible hasta que se detecten fallas. Un indicativo es el cambio de parámetros de consumo durante las inspecciones.

Sistema de tratamiento de aguas residuales.

Biodigestor.

- Antes de dar mantenimiento, destape el tanque y deje ventilar durante 10 minutos.
- El Biodigestor cuenta con un material filtrante de plástico donde microorganismos se adhieren para limpiar el agua. El filtro debe ser limpiado cada 2 años o antes si es que se obstruye.
- Para su mantenimiento, abra la válvula y purgue el lodo hasta bajar el nivel de agua. Retire el material que contiene el filtro.
- Con una escoba frote el filtro para remover sólidos acumulados. Se puede utilizar una manguera y chorro de agua para facilitar esa actividad. Limpie la cubeta dentro del tanque con una escoba. Regrese el material filtrante a la cubeta y tape nuevamente.
- Una vez al año abra la tapa y remueva con un cedazo o pala las grasas y cualquier material flotante, para evitar obstrucción de tuberías o del pozo de absorción. El material removido deberá ser mezclado con cal y enterrado o dispuesto al relleno sanitario.
- El material flotante no deberá ser enviado al drenaje, cuerpos de agua, barrancas, selvas o humedales.

Purga de lodos.

- Cada año abra la válvula #4 para que el lodo acumulado y digerido, fluya al registro de lodos. Una vez hecha la purga, cierre la válvula y manténgala así hasta el siguiente mantenimiento.
- Los lodos son espesos y negros. Esto tardará de 3 a 10 minutos. Si vuelve a salir lodo café, cierre la válvula, esto significa que ya salió todo el lodo digerido.

- Si observa que sale con dificultad o la línea se encuentra obstruida, remueva el tapón #5 y destape con un palo de escoba.
- Adicionar cal en polvo al lodo extraído para eliminar los microorganismos. La cantidad de ambos depende del tamaño del Biodigestor y la frecuencia del mantenimiento. Revuelva 5 minutos, utilizando una pala; al final espolvoree un poco de cal sobre toda la superficie para evitar moscas.
- Tape el registro y deje secar el lodo por 2 meses o hasta que sea fácil su manejo con pala. Para acelerar el secado o en climas húmedos, se recomienda revolver cada mes y agregar una delgada capa de cal al final.
- Se recomienda excavar un hoyo, rellenar con el lodo (seco o húmedo) y tapar con tierra; otra opción es enviar estos desechos al relleno sanitario.

Se pueden reusar los lodos como abono de plantas o mejorador de suelo, tomando en cuenta los siguientes cinco puntos:

- Desinfectar el lodo recién extraído del Biodigestor, utilizando suficiente cal y revolviendo adecuadamente.
- El lodo para reutilizar tiene que estar seco.
- No se debe reutilizar el lodo para hortalizas.
- El lodo desinfectado aún tiene cierta cantidad de microorganismos; se debe utilizar protección personal y evite el contacto con los niños.
- La opción del reusó del lodo es responsabilidad del usuario ya que depende de la eficiencia del método de desinfección y la aplicación que el usuario determine.

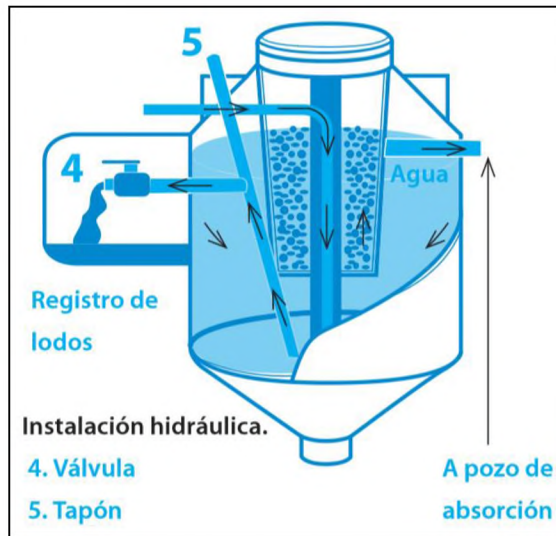


Imagen 4.68: Esquema para la limpieza de la purga de lodos del biodigestor autolimpiable. Fuente: Grupo de investigación.

Biojardinera y trampa de grasas.

Recomendaciones:

- Usando el colador, saque las grasas que se encuentran flotando en la unidad de tratamiento primario y colóquelo en una bolsa.
- Usando el colador, saque los sólidos del fondo y colóquelos en la bolsa.
- Darles un destino adecuado a los desechos recogidos.

Mantenimiento constante:

- Las unidades para el tratamiento primario requieren de mantenimiento frecuente que dependerá de la cantidad de personas que habiten en la casa.
- Los trabajos de mantenimiento deben considerar la inspección de estas cámaras, por lo menos una vez a la semana.
- Se deben eliminar las grasas flotando y los sólidos depositados en el fondo.
- Esos materiales que se recojan se depositarán en recipientes para su posterior tratamiento. Son desechos sólidos, que se podrán enterrar o colocar algunos de ellos en otros procesos, como los de compostaje.

- Es importante agregarles cal con el fin de evitar olores y además para que los sólidos se deshidraten.
- Es conveniente verificar con cierta frecuencia el estado de la línea de ventilación, la cual siempre debe tener su salida en partes altas, superior al nivel de la nariz de las personas.

Mantenimiento a largo plazo:

- La biojardinera requiere de mantenimiento en períodos más largos.
- La duración de esos períodos depende en gran medida del buen trabajo de mantenimiento que se le dé a la unidad para el tratamiento primario.
- Cuando hay problemas para que el agua fluya, se empezarán a ver "charcos" o acumulaciones de agua.
- Esto significa que se tienen zonas atascadas, llenas de sólidos. Será entonces necesario proceder a remover las piedras, lavarlas y volver a colocarlas en su sitio.

Sistema para captación de agua pluvial.

Canaletas y bajantes de agua.

El mantenimiento de las canaletas, bajantes y tanque de primeras aguas se aumenta durante el invierno.

- Los sólidos acumulados en las rejillas y a lo largo de estos elementos deben ser retirados constantemente, es recomendable su revisión semanalmente.
- El tanque primeras aguas debe ser revisado como mínimo una vez por semana, los sólidos suspendidos deben ser retirados con una red para evitar la obstrucción de la tubería de salida. Este deber ser lavado al menos una vez por mes.
- El tanque de almacenamiento debe ser lavado como mínimo cada seis meses, o al inicio y finalización del invierno.

Sistema solar fotovoltaico.

Los paneles solares cuentan con una gran resistencia y durabilidad, sin embargo, su producción se puede ver mermada si no realizamos un mantenimiento adecuado de los mismos. El panel solar tiene una producción máxima que se alcanza únicamente en condiciones ideales, ya que en la realidad existen pérdidas ocasionadas por multitud de factores como: la mala orientación e inclinación de los módulos, sombras sobre los mismos, o polvo y suciedad acumulado, pudiendo este último ser solucionado por medio de una supervisión y mantenimiento periódico de los paneles solares.

Las pérdidas ocasionadas por la ausencia de limpieza de los módulos podrían llegar hasta un 8% en lugares donde se produzca mucho polvo, como puede ser una industria o cerca de una zona transitada por vehículos. Estas pérdidas pueden reducirse manteniendo una buena limpieza de los módulos con frecuencia, manteniendo unas pérdidas por debajo del 1%.

El panel está compuesto por células de silicio, que reaccionan ante el impacto de los fotones produciendo energía eléctrica, por lo que mantener limpia su superficie es esencial para que las células sean capaces de recibir la máxima radiación posible. Para mantener limpio el panel solar basta con utilizar agua con una pequeña cantidad de jabón para que sea posteriormente más sencillo aclararlo. No se recomienda utilizar detergentes o materiales de limpieza ásperos, ya que podemos dañar la superficie del panel permanentemente.

La mejor manera de limpiar el panel es utilizando una esponja suave y una pequeña cantidad de lavavajillas, mojando previamente la suciedad para que sea después más fácil retirarla. Por último, aclaramos el panel abundantemente con agua sin dejar restos de jabón. Como norma general se recomienda realizar esta limpieza unas 3 o 4 veces año, o con mayor frecuencia si se trata de una zona con mucho nivel de polvo y suciedad.

***ANALISIS ECONOMICO DE LA
PROPUESTA***

4.10 Análisis Económico de “PROPUESTA DE MODELO DE UN CENTRO ESCOLAR AUTOSUSTENTABLE DE EDUCACIÓN BASICA PARA LA ZONA COSTERA DEL MUNICIPIO DE JUCUARÁN, DEPARTAMENTO DE USULUTÁN”.

Cualquier proyecto de ingeniería no sólo debe ser realizable en el aspecto físico, sino también en el económico; es decir la ingeniería sin la economía carece de todo sentido. En términos generales, para que un diseño de ingeniería alcance éxito, debe ser bueno y generar utilidades.

En el siguiente análisis económico del proyecto, se realizará una evaluación sistemática de los beneficios y costos relacionado con la cuantificación de las utilidades y costos asociados durante el tiempo que comienza y termina el proyecto.

Cabe considerar que es alta la probabilidad de que las estimaciones realizadas hoy de ciertos factores como, por ejemplo, las entradas futuras de efectivo y de los gastos, no se cumplan en realidad. Así el manejo de la incertidumbre es un aspecto importante que también se considerará dentro del análisis. En términos generales por medio del análisis económico se analiza cuantitativa y cualitativamente cómo el consumidor (usuario) persigue su objetivo básico de maximizar su utilidad al tiempo que el productor trata de maximizar sus beneficios.

Tomando en cuenta los sistemas de autosustentabilidad que se proponen en el proyecto, nos lleva a la concatenación de ideas que van de la mano con el desarrollo sustentable de una población en específico, tal es el caso de la zona costera del Municipio de Jucuarán.

La trascendencia de los proyectos de infraestructura educativa sustentable puede lograrse a través de procesos, involucrando todo aquello que esté relacionado con la génesis de los recursos, el conocimiento teórico práctico orientado a la producción, preservación, conservación y protección de los recursos naturales, tomando en cuenta que el desarrollo sostenible se refleje en el bienestar y calidad de vida del ser humano; siendo preciso educar para generar transformaciones, considerando fundamental promover nuevos sistemas de pensamiento, cuya toma de decisiones impulse la participación y vinculen la educación con el desarrollo sustentable.

El enfoque de desarrollo univariable (sólo económico) es obsoleto, se puede afirmar que el desarrollo está comprendido en cuatro ejes fundamentales:

Económico: el desarrollo sin recursos económicos y sin inversiones necesarias, como la infraestructura o el equipamiento, no se podrá generar, ya que estas condiciones de integración permiten que los procesos se financien concibiendo así la base material del desarrollo.

Social: Para generar desarrollo es necesario lograr que la población se incorpore y haga suyos los procesos de desarrollo. Sin embargo, en la práctica, estos esfuerzos se han circunscrito a los temas materiales (como hospitales y escuelas) cuando existe la necesidad de generar capacidades intrínsecas a las personas como son la educación o la salud y otras condiciones de integración a la sociedad.

Ambiental: La calidad y el uso sostenible de los recursos son una condición necesaria para el desarrollo. No puede concebirse como desarrollada una sociedad que ha perdido o está en proceso de pérdida de su capital natural en aras de crear condiciones económicas temporales.

Institucional: Requieren capacidades para su desarrollo económico, social, ambiental e institucional.

Todos estos procesos son desarrollados por personas, y son las personas las que necesitan no solo conocer conceptos, sino también "saber cómo" generar estos desarrollos. En síntesis a los efectos de esta investigación se asume que: el desarrollo es un proceso integral y multidimensional, con transformaciones en el ámbito económico, social, cultural, medio ambiental y territorial; siendo su objetivo el de mejorar el bienestar y la calidad de vida de las personas donde existe productividad del trabajo con la generación de una estructura donde las partes interactúen y se fortalezcan en sus capacidades y habilidades de formación y capacitación; y no únicamente la acumulación del capital.

Implicaciones del Proyecto

Se mantiene en análisis la proposición de un sistema de tratamiento de aguas residuales, un sistema de captación de agua pluvial, tratamiento y disposición final de desechos sólidos, sistema de paneles fotovoltaicos y un sistema de abastecimiento de agua potable.

En la evaluación económica del proyecto, se integra tanto los costes monetarios expresados en otras unidades relacionadas con las mejoras en las condiciones de vida de un grupo. Podemos hablar entonces de rentabilidad o beneficio social.

Normalmente es fácil cuantificar los costes, porque en todo proyecto hay un gasto de dinero. Por el lado de los beneficios la cuestión se complica si no se trata de beneficios monetarios. Es decir, si hablamos, por ejemplo, de mejoras en la infraestructura de una escuela o un hospital, o de aquellas capacidades desarrolladas por una comunidad, etc.

Nada de esto se puede traducir a dinero, pero el análisis económico propone una cuantificación numérica de los objetivos mencionados y esto ayuda (sólo es una ayuda) a tomar decisiones sobre bases bien fundadas.

El monto total del proyecto asciende a \$122,632.75, es una inversión que generará beneficios no monetarios percibidos de manera subjetiva por las personas o definidos, igualmente de manera subjetiva, por profesionales o especialistas de determinadas materias.

Por ejemplo, si se pone en marcha este tipo de proyecto para crear mejores condiciones para los y las estudiantes del centro escolar, podríamos tener interés en evaluar la calidad de la infraestructura creados y entonces tendríamos que definir con precisión qué entendemos por calidad: influencia en la toma de decisiones, ajustadas al coste de la vida, valoración de las relaciones personales, y el tipo de educación que se les imparte.

Podemos medir entonces algunos beneficios de importancia con la realización del proyecto de la siguiente manera:

Impacto social: El impacto social del proyecto se medirá por su contribución a:

- Al logro de una vida sana y la promoción del bienestar para todos (a) en todas las edades.
- A que las instalaciones del centro educativo sean adecuadas, seguras, resilientes y sostenibles.
- Mejoramiento de Imagen de la Escuela, *al* convertirse en un factor de cambio en la comunidad local, la escuela gana notoriedad y se convierte en una opción educativa atractiva para un mayor público objetivo.

Impacto Ambiental: El impacto ambiental del proyecto se medirá por su contribución a:

- La protección, uso sostenible de los ecosistemas terrestres, detener y revertir la degradación de las tierras, y poner freno a la pérdida de la biodiversidad.
- Creando una cultura de uso responsable de los recursos naturales, formando generaciones responsables de sí mismas y conscientes del impacto ambiental de sus acciones.

Impacto Económico: El impacto económico del proyecto se medirá por su contribución a:

- Promover el crecimiento económico inclusivo y sostenible con niveles de empleabilidad adecuados.
- Construir infraestructuras resilientes.
- Fomentar emprendimientos que generen nuevos empleos para garantizar trabajos decentes para todos y mejoren las condiciones de vida de la comunidad estudiantil, y permitan reducir la desigualdad.

Sistema solar fotovoltaico

El Centro Escolar Caserío El Espino tiene un promedio de gastos en energía eléctrica de \$70.70 mensuales.

12619 CENTRO ESCOLAR DE CANTON EL ESPINO						
Medidor	Mult.	Desde	Hasta	Lechura Actual	Lechura Anterior	Consumo
9535087	1	11/04/2019	12/05/2019	52,614.00	52,541.00	273.00 kWh
						Concepto
						Importe en \$
Cargo de Comercialización						0.990000
Costo por tasa municipal por poste						1.230000
Cargo por Energía Bloque						49.560000
Cargo de Distribución						18.230000
Retención IVA(Factura)						-0.630000
Interés por mora						1.220000
Subtotal:						\$70.700000

Imagen 4.69: Recibo eléctrico del Centro Escolar. Fuente: Departamental de educación de Usulután.

Este gasto alcanzaría aproximadamente la cantidad de \$848.4 al año, para el análisis de la propuesta asumiremos un periodo de 25 años para realizar una comparación de lo que sería el gasto de energía eléctrica y la inversión de implementar el sistema fotovoltaico independiente. El tiempo de análisis se eligió en base a la vida útil de un panel solar que es entre 20 a 25 años.

En un periodo de 25 años el pago de facturas en energía eléctrica alcanzaría los \$21,210. El monto del sistema fotovoltaico con capacidad de un día de autonomía requiere de una inversión de \$132,079.85, en el periodo de 25 años se recuperaría apenas un 16.06% de la inversión en forma de ahorro. El consumo energético del centro escolar tiene un promedio de 273 KWh al mes alimentando solamente instalaciones sencillas como ventiladores, luminarias y tomacorrientes, las instalaciones eléctricas que se han proyectado requieren de 267 KWh al día, con las proyecciones la demanda aumenta potencialmente debido al UPS y aire acondicionado entre otros elementos que requieren de bastante energía, con el sistema fotovoltaico se logra generar 268.25 KWh diarios dando abasto completo al centro educativo. Como se ha mencionado anteriormente los beneficios que se van a obtener no son económicos, estos tienen un enfoque social y ambiental, aun así, la inversión que requiere este sistema es demasiado elevada debido al costo de los paneles y las baterías.

Los paneles fotovoltaicos son elementos que no pueden omitirse ya que son la esencia del sistema, en cambio las baterías pueden ser omitidas si se plantea un sistema mixto, ya que el número de estas depende del tiempo de autonomía que se desea conseguir para el sistema. La cantidad de baterías es elevada por el motivo que tienen que dar suministro energético a todas las instalaciones durante 7 horas que es el tiempo de autonomía con el que se ha planteado el sistema. Omitiendo estos elementos del sistema fotovoltaico el monto disminuiría a \$72,355.04.

Tabla 4.29: Monto de sistema fotovoltaico independiente y sistema mixto. Fuente: Grupo de investigación.

Tipo de sistema	Monto
Sistema fotovoltaico independiente	\$132,080.18
Sistema fotovoltaico mixto	\$72,355.04
Diferencia	\$59,725.14

En la tabla anterior se presenta el monto de los dos tipos de sistemas fotovoltaicos y la diferencia entre ellos, se ha determinado que un sistema independiente eleva significativamente el monto del proyecto por tanto no se considera factible la implementación de la primera opción y se recomienda la elección de un sistema mixto.

Para mayor certeza de la factibilidad en la propuesta del sistema mixto, se desarrolló un análisis de retorno de la inversión.

Para realizar el análisis nos apoyaremos de una hoja de cálculo diseñada por la empresa *Icarus Solar*. En esta herramienta se introducen los datos generales sobre el sistema fotovoltaico como el monto de las instalaciones, potencia de los inversores del sistema, periodo de funcionamiento, periodo de amortización del capital, porcentaje de interés sobre este y el costo del KWh. Con todos los datos anteriores es calculado el movimiento del capital durante el periodo de vida útil establecido.

Esta hoja de cálculo determina ingresos generados por el sistema en forma de ahorro, valorando el monto que se generaría al consumir energía directamente de la red de distribución pública, dichos ahorros son comparados con el capital inicial de inversión distribuido en el tiempo de interés, por medio de estas comparaciones

se obtienen los resultados para determinar si el monto del proyecto podría ser recuperado antes de que el sistema cumpla con su vida útil.

El monto del sistema es de \$ 72,355.04, para este análisis se supone un capital de inversión de fondos propios del 20% del total anterior que sería \$ 14,471.01, esto podría ser una contrapartida por parte de la municipalidad. Restando ese porcentaje al monto total se tendría una cantidad de \$ 57, 884.032 que sería en calidad de financiamiento externo asumiendo una tasa de interés de 5.61 %.




Instalaciones de Energía Solar Térmica y Fotovoltaica

ANÁLISIS ECONÓMICO DE INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA

TIPO DE INSTALACIÓN: 20kw sobre tejado

POTENCIA DE LOS INVERSORES	<input type="text" value="27.5"/>	KW
POTENCIA DEL CAMPO FOTOVOLTAICO	<input type="text" value="30250"/>	wp
PRODUCCIÓN ENERGÉTICA ESTIMADA ANUAL	<input type="text" value="33275"/>	kWh/año
INGRESOS DEL PRIMER AÑO	<input type="text" value="5657"/>	\$

DATOS GENERALES

PERIODO EN EL QUE EL FABRICANTE GARANTIZA UNA POTENCIA EN SU PRODUCTO DEL 80% DE LA POTENCIA NOMINAL	<input type="text" value="25"/>	años
P.V.P. DEL kWh	<input type="text" value="0.17"/>	\$
INCREMENTO ESTIMADO DEL PRECIO DE LA ENERGÍA	<input type="text" value="5.25"/>	% anual
I.P.C. ESTIMADO	<input type="text" value="5.5"/>	% anual

Imagen 4.70: Tipo de instalación y datos generales del proyecto. Fuente: Grupo de investigación.

COSTES		
COSTE APROXIMADO TOTAL DE LA INSTALACIÓN	72355.04	\$
PERIODO DE AMORTIZACIÓN	20	años
COSTE ANUAL DE MANTENIMIENTO AÑO DE REFERENCIA	50	\$
COSTE ANUAL DEL SEGURO INTEGRAL DE LA INSTALACIÓN	0	\$
FINANCIACIÓN		
FONDOS PROPIOS	20% 14471.008	\$
SUBVENCIÓN	0	\$
PRÉSTAMO	57884.032	\$
TIPO DE INTERÉS	5.61	%
PLAZO	25	años
PAGO MENSUAL DE CRÉDITO	359.27	\$

Imagen 4.71: *Costos y financiación del proyecto*. Fuente: Grupo de investigación.

Al finalizar el análisis los resultados muestran que, a partir del año 6 del periodo de 25 años, se obtiene una tasa interna de rentabilidad positiva y ascendente, para el año 25 se tendría una TIR de 20.58 %. De igual manera partiendo del año 6 se obtiene una rentabilidad media anual (R.M.A) positiva y en ascenso hasta llegar al año 25 con una rentabilidad de 34.16 %.

Tabla 4.30: Rentabilidad media anual y tasa interna de rentabilidad para periodo de 25 años. Fuente: Grupo de investigación.

AÑO	R.M.A (%)	T.I.R (%)
1	-8.50	0
2	2.56	0
3	0.32	0
4	-0.22	0
5	-0.06	0
6	0.47	0.15
7	1.23	4.81
8	2.14	8.29
9	3.17	10.94
10	4.30	12.97
11	5.51	14.56
12	6.79	15.81
13	8.14	16.81
14	9.55	17.62
15	11.03	18.27
16	12.56	18.73
17	14.16	19.1
18	15.81	19.42
19	17.53	19.68
20	19.31	19.9
21	22.34	20.09
22	25.32	20.24
23	28.28	20.37
24	31.22	20.49
25	34.16	20.58

A continuación, se muestra una tabla con los resultados del flujo de efectivo en el periodo de 25 años.

Tabla 4.31: Flujo de efectivo en el periodo de interés. Fuente: Grupo de investigación.

AÑO	CAPITAL PENDIENTE	CUOTA	INTERESES	CAPITAL AMORTIZADO
1	57884.03	4311.25	3219.51	1091.75
2	56792.29	4311.25	3156.66	1154.59
3	55637.69	4311.25	3090.20	1221.06
4	54416.63	4311.25	3019.90	1291.35
5	53125.29	4311.25	2945.57	1365.68
6	51759.60	4311.25	2866.95	1444.30
7	50315.30	4311.25	2783.81	1527.44
8	48787.86	4311.25	2695.88	1615.37
9	47172.49	4311.25	2602.89	1708.36
10	45464.13	4311.25	2504.55	1806.70
11	43657.43	4311.25	2400.55	1910.70
12	41746.72	4311.25	2290.56	2020.69
13	39726.03	4311.25	2174.24	2137.02
14	37589.02	4311.25	2051.22	2260.03
15	35328.98	4311.25	1921.12	2390.13
16	32938.85	4311.25	1783.53	2527.72
17	30411.13	4311.25	1638.02	2673.23
18	27737.90	4311.25	1484.14	2827.11
19	24910.78	4311.25	1321.40	2989.86
20	21920.93	4311.25	1149.28	3161.97
21	18758.96	4311.25	967.26	3343.99
22	15414.97	4311.25	774.77	3536.49
23	11878.48	4311.25	571.19	3740.06
24	8138.42	4311.25	355.89	3955.36
25	4183.05	4311.25	128.20	4183.05

Como se puede observar en la tabla anterior, el monto del sistema fotovoltaico para el año 25 sería totalmente cancelado o recuperado dependiendo de la fuente de financiamiento. Al final del periodo el capital pendiente es igual al capital amortizado.

Basándose en los resultados anteriores se puede concluir que la implementación de un sistema fotovoltaico mixto es factible para el Centro Escolar Caserío El Espino, ya que la inversión inicial sería recuperada durante el periodo de vida útil

del sistema. La inversión no podría ser recuperada en un periodo de tiempo más corto ya que el sistema no genera ganancias significativas más que los ahorros en facturas de energía eléctrica.

Para determinar la rentabilidad del sistema fotovoltaico también haremos uso del “costo de instalación promedio de mercado”, este término consiste en el valor máximo monetario que puede costar la producción de un KWh para el sistema propuesto, tomaremos como valor máximo \$ 2000/KWh, la cantidad anterior no es un parámetro establecido, este puede variar dependiendo de la experiencia del diseñador y de la variación de costos del mercado actual.

$$\frac{\text{Monto de sistema fotovoltaico}}{\text{Producción de KWh}} \leq \frac{\$ 2000}{\text{KWh}}$$

$$\text{Generación de KWh} = \frac{\text{Generación de KW al día}}{\text{Horas de sol pico}} = \frac{268.25 \text{ KWh}}{7 \text{ h}} = 38.32 \text{ KW}$$

$$\frac{\$ 72,355.04}{38.32 \text{ KWh}} \leq \frac{\$ 2000}{\text{KWh}}$$

$$\frac{\$ 1,888.18}{\text{KWh}} \leq \frac{\$ 2000}{\text{KWh}}$$

El monto de producción por KWh es menor al costo de instalación promedio de mercado, lo que significa que el costo de producción de un KWh es aceptable.

Sistema de abastecimiento de agua

En este apartado se calculará cuanto es el gasto en energía eléctrica que se genera en el centro escolar haciendo uso de un equipo de bombeo convencional conectado a la red eléctrica existente.

Costo de operación

$$= HP \times \text{Días del año} \times \text{horas de bombeo} \times \text{Factor de conversión} \times \text{costo de } \frac{Kw}{h} \times \text{Factor de abundamiento}$$

$$\text{Costo de operación} = (0.5) \times (365) \times (10) \times (0.7457) \times (0.81) \times (1.10) = \mathbf{\$1,212.56}$$

El monto de \$1,212.56 se calculó asumiendo que la cisterna sería conectada a una red distribución de energía eléctrica durante un año funcionando durante diez horas de bombeo al día. La importancia de conocer dicho monto es para determinar cuánto es el ahorro que se puede generar al implementar el sistema de bombeo conectado a un sistema solar fotovoltaico. El costo del equipo de bombeo es de \$2,994.50, cantidad que sería recuperada aproximadamente en dos años y medio en forma de ahorro en pagos de factura eléctrica.

El sistema de tratamiento de aguas residuales, tratamiento y disposición final de desechos sólidos y el sistema de captación de agua pluvial son propuestas completamente nuevas para el centro escolar, para el caso de estos sistemas no hay datos para realizar comparaciones ya que el centro educativo no cuenta con los recursos. A continuación, se presenta el monto de los sistemas antes mencionados.

Tabla 4.32: Monto de sistema de recolección de agua pluvial, tratamiento de aguas residuales y tratamiento y disposición final de desechos sólidos. Fuente: Grupo de investigación.

SISTEMA DE CAPTACIÓN DE AGUA PLUVIAL	\$7,182.19
SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES	\$10,499.42
TRATAMIENTO Y DISPOSICIÓN FINAL DE DESECHOS SÓLIDOS	\$712.88

Factibilidad del monto global de la propuesta

Para determinar si el proyecto es factible económicamente se utilizará el método “Análisis Beneficio/Costo” y se hará uso de la ecuación 9.2 establecida en el capítulo 9 del libro “Ingeniería económica” de Anthony Tarquín.

$$\frac{B}{C} = \frac{(\text{Beneficios} - \text{Contrabeneficios})}{\text{Costos}}$$

Las cantidades que se sustituyen en la ecuación anterior deben ser anualidades, por tanto, se llevara el costo de inversión inicial a una anualidad distribuida en 25 años. El tiempo que se eligió es la vida útil de los paneles solares, se asumirá una tasa de efectividad del proyecto del 5%.

Para el cálculo de la anualidad se va a determinar primero la tasa mínima aceptable de rendimiento (TMAR), para este caso el inversionista será el Estado.

$$\text{TMAR para inversionistas} = 5\% + 0.61\% + 0.05(0.0061)$$

Tasa de efectividad del proyecto: 5%.

Porcentaje de inflación en el área de la educación estimado para 2019: 0.61%
(Fuente: Banco Central de Reserva).

$$\text{TMAR para inversionistas} = 5.61\%.$$

\$122,632.75 $\left(\frac{A}{p}, 5.61\%, 25\right)$, el valor del factor anterior será tomado de las tablas de flujo de efectivo discreto entre los porcentajes de 5% y 6%, el valor exacto será determinado por medio de una interpolación.

5% ----- 0.07095

5.61% ----- X

6% ----- 0.07823

$$X = 0.07095 \left(\frac{0.07823 - 0.07095}{6\% - 5\%} \right) (5.61\% - 5\%)$$

$$X = 0.07539$$

$$\$122,632.75 (0.07539) = \$9,245.28$$

Aplicando la ecuación beneficio/costo

Nota: Los contrabeneficios no aplican para el proyecto.

Beneficios = Ahorros en pagos de energía eléctrica

$$\frac{B}{C} = \left(\frac{\$2,060.96}{\$9,245.28} \right) = 0.22, \text{ El proyecto no se justifica ya que } \frac{B}{C} < 1.0$$

En el capítulo 9 del libro de Ingeniería económica de A. Tarquín se establece lo siguiente:

- Si $B/C \geq 1.0$, se determina que el proyecto es económicamente aceptable, para los estimados y la tasa de descuento aplicada.
- Si $B/C < 1.0$, el proyecto no es económicamente aceptable.

Al hacer un análisis utilizando el método "*Beneficio/Costo*" se ha determinado que la propuesta no es económicamente viable, esto debido que los beneficios económicos son bastante inferiores comparados con la inversión inicial, pero para este caso el proyecto está orientado a fines sociales, es decir, que los beneficios serían medidos de forma no cuantitativa ya que este tipo de inversiones tiene como objetivo mejorar la calidad de vida de los beneficiarios. Algunas instituciones y cooperaciones internacionales manejan sus propios criterios para evaluar si determinada inversión en un proyecto con fines sociales es factible, a estos criterios se les denomina "*Líneas de corte*", estas son generadas dependiendo del tipo de proyecto y de los criterios de cada institución o inversionista. En el caso de la "PROPUESTA DE MODELO DE UN CENTRO ESCOLAR AUTOSUSTENTABLE DE EDUCACIÓN BASICA PARA LA ZONA COSTERA DEL MUNICIPIO DE JUCUARÁN, DEPARTAMENTO DE USULUTÁN" los beneficios serán obtenidos por los usuarios de los centros escolares de la zona, ya que contarán con nueva tecnología para abastecimiento energético, un entorno con un buen nivel de saneamiento y un sistema de abastecimiento de agua adecuado y funcional.

4.11 Líneas de corte del proyecto.

Las líneas de corte son parámetros que indican la factibilidad económica o social de un proyecto, estas son generadas dependiendo de las características de la propuesta. Existen distintas entidades que promueven la inversión de índole social como ONG'S, fundaciones e instituciones gubernamentales, para este caso, tomaremos como base los criterios más generales del Fondo de Inversión Social para el Desarrollo Local (FISDL) para justificar la inversión de carácter social de este proyecto.

La misión del FISDL es mejorar la calidad de vida de las personas en condición de pobreza y vulnerabilidad impulsando procesos de desarrollo local sostenible, de esta manera dotando a distintas comunidades con espacios recreativos, de aprendizaje y talleres vocacionales. Uno de los parámetros más importantes de inversión en determinada zona para esta entidad es el nivel de pobreza en que se encuentra, debido a esto se desarrolló la clasificación de municipios por nivel de pobreza, este dato fue mencionado en el capítulo uno de este documento.

El municipio de Jucuarán se encuentra en el documento antes mencionado en la clasificación de pobreza extrema alta, con una tasa de pobreza total de 65.9 %, dato que justifica la inversión para el proyecto. Otros parámetros que tomaremos son las características de la propuesta de la escuela autosustentable, todos los sistemas que la componen entran en la clasificación de desarrollo sostenible ya que no generan efectos negativos en el medio ambiente y son de mínimo mantenimiento sin la necesidad de incurrir en gastos significativos.

La población beneficiada con el proyecto es un parámetro más tomado en cuenta en las inversiones de este tipo (sociales). A continuación, se presenta la distribución del monto total del proyecto en la población de diseño que es la cantidad máxima de alumnos que puede albergar el centro educativo. La población estudiantil son los beneficiarios directos del proyecto.

Tabla 4.33: Inversión por alumno. Fuente: Grupo de investigación.

Monto del proyecto	\$122,632.75
Alumnos	470
Inversión por alumno	\$260.92

Un proyecto de este tipo también beneficia indirectamente a todos los habitantes de la zona, debido que un centro educativo comúnmente es utilizado para albergue en caso de desastres naturales y en distintas actividades de la comunidad.

Tabla 4.34: Inversión por habitante. Fuente: Grupo de investigación.

Monto del proyecto	\$122,632.75
Población del Caserío El Espino	1,304 hab.
Inversión por habitante	\$94.04

La inversión de capital por alumno y por habitante del caserío serán parámetros de comparación con el “*gasto anual promedio por alumno según nivel educativo*”, dato obtenido del documento “*El financiamiento de la educación en El Salvador*”.

Tabla 4.35: Comparación de la inversión por alumno y por habitante con el gasto anual promedio por alumno. Fuente: Grupo de investigación.

Inversión por alumno	\$260.92
Inversión por habitante	\$94.04
Gasto anual promedio por alumno	\$281.56

Se utilizará el gasto anual promedio por alumno como límite de inversión para cada beneficiario. Según la tabla anterior la inversión por alumno esta \$20.64 por debajo del límite y la inversión por habitante esta \$187.52 por debajo del límite, en base a esto podemos concluir que la inversión sería económicamente viable en comparación con el parámetro anterior.

4.12 Conclusiones.

Al haber culminado los diferentes capítulos en los cuales se dividió el presente trabajo de innovación podemos concluir que:

- Los sistemas propuestos en el capítulo 4 serán un aporte significativo en cuestión de avances en infraestructura educativa para la zona costera del municipio de Jucuarán.
- Al implementar técnicas de abastecimiento y consumo de los recursos necesarios de un centro educativo que sean autosustentables, y no perjudiciales al ambiente, se está dando paso a un adecuado desarrollo que puede generar mayores niveles de sostenibilidad en el futuro.
- Los resultados de la factibilidad económica del proyecto demuestran que la inversión no es económicamente viable, ya que de esta no se obtendrán ingresos, los beneficios serán en su mayoría sociales y ambientales, pero por medio de las líneas de corte establecidas para este proyecto se justifica el monto de inversión para la propuesta, ya que estas son generadas con un enfoque de desarrollo social sostenible.
- La implementación de un sistema fotovoltaico mixto para el Centro Escolar Caserío El Espino es la opción energética más viable en comparación con un sistema independiente.

- Para que el conjunto de sistemas pueda funcionar de manera adecuada se requiere de interés y capacitación por parte de los usuarios como del personal de mantenimiento.

- En caso de que el suelo del terreno no cumpla con los parámetros de infiltración deben de proponerse otras alternativas para la disposición final del agua tratada proveniente del biodigestor y biojardinera.

4.13 Recomendaciones.

Después de haber realizado los capítulos del trabajo de innovación y con el objetivo de contribuir al desarrollo en infraestructura educativa de la zona costera del municipio de Jucuarán se hacen las siguientes recomendaciones:

- Si a futuro se llevara a cabo la construcción de la propuesta, se recomienda implementar un sistema fotovoltaico mixto, ya que este reduce significativamente el monto del proyecto y da una mayor viabilidad económica.
- La zona donde sea ubicada la biojardinera, el biodigestor y la pila de compostaje debe ser cercada por una valla perimetral para evitar posibles percances.
- Impartir capacitaciones sobre el funcionamiento de cada uno de los sistemas autosustentables a los usuarios y personal del centro escolar.
- Limpiar los paneles fotovoltaicos por lo menos dos veces al año para evitar que las celdas sean obstruidas y así estos puedan tener un buen desempeño.
- Crear nuevas propuestas para el tratamiento biológico del agua potable.

4.14 Bibliografía

- Administración Nacional De Acueductos y Alcantarillados (ANDA, 1998). *Normas técnicas para el abastecimiento de agua potable y alcantarillado de aguas negras*. El Salvador.

- Ministerio de Medio Ambiente y Recursos naturales (MARN, 2007). *Ley de medio ambiente*. San Salvador, El Salvador.

- Organismo Salvadoreño de Normalización (OSN, 2014). *Norma técnica salvadoreña para la accesibilidad al medio físico. Urbanismo y arquitectura*. San Salvador, El Salvador.

- Cortez, C, Menjívar, E y Padilla, L (2014). *Actualización del mapa de radiación solar de El Salvador (Tesis)*. Universidad de El Salvador, San Salvador, El Salvador.

- Dirección de Desarrollo de Recursos Renovables del Consejo Nacional de Energía (CNE,2013). *Fomentando el uso de fuentes renovables de energía en El Salvador*. El Salvador.

- Fernández, J. C. (2011). *Diseño Bioclimático para escuelas rurales del MINED*. Santa Tecla, El Salvador: ITCA-FEPADE.

- Hoses, S., y Martini, I., (2014). *Aprendizaje en las escuelas del siglo XXI*. Argentina: BID.
- Luna O., (año). *Radiografía de un sistema educativo en ruinas*. El Faro. Recuperado de <https://escuelas.elfaro.net/>
- Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente (2003). *Especificaciones técnicas para el diseño de tanques sépticos*. Lima, Perú.
- Instituto Nicaragüense de acueductos y alcantarillados, INAA (2008). *Manual de biojardineras*. Managua, Nicaragua.
- Unidad de apoyo técnico para el saneamiento básico del área rural, Organización mundial de la salud (2003). *Especificaciones técnicas para el diseño de trampa de grasa*. Lima, Perú.
- Dolores O., Heriberto P. UES (2016). *Tratamiento de los desechos sólidos generados por los centros educativos públicos rurales del departamento de san miguel en el periodo comprendido entre marzo y julio de 2015*. San Miguel, El Salvador.
- Ministerio de salud pública y asistencia social, Dirección de regulación, Dirección general de salud, Unidad de atención al ambiente, (2009). *Guía técnica para el manejo sanitario de los desechos sólidos en la vivienda*. El Salvador.

- Ingeniera Natalia Palacio Castañeda, Universidad de Antioquia, Escuela ambiental, (2010). *Propuesta de un sistema de aprovechamiento de agua lluvia, como alternativa para el ahorro de agua potable, en la institución educativa María Auxiliadora de Caldas*. Colombia.

- Organización Panamericana de la Salud, Área de desarrollo sostenible y salud ambiental, (2004). *Guía de diseño para captación del agua lluvia*. Lima, Perú.

- Dirección: C/Lope Gomez de Marzoa S/N, SUNFIELDS EUROPE, Santiago de Compostela, España (2010). *Manual de cálculo de sistemas fotovoltaicos aislados*. <https://www.sfe-solar.com>.

- Coordinación general Dr. Felipe Rivas Villatoro, Equipo técnico Felipe Rivas, Alicia Ávila, Manuel Enrique Santos, Álvaro Rivas, Por Unicef Marina Morales, Laura Salamanca, Rafael Ramírez y Claudia Robles, Por MINED Alba Azucena López, Fernando Guerrero, Amparo Margarita Escobar, Diseño gráfico Laura Ávila (2011). *El financiamiento de la educación en El Salvador*. El Salvador.

- Anthony Tarquin, P. E, Universidad de Texas (sexta edición, 2006). *Ingeniería económica*. México D.F.

ANEXOS

PRESUPUESTO

(ANEXO 1)

PRESUPUESTO

PROPUESTA DE MODELO DE UN CENTRO ESCOLAR AUTOSUSTENTABLE DE EDUCACIÓN BÁSICA PARA LA ZONA COSTERA DEL MUNICIPIO DE JUCUARÁN, DEPARTAMENTO DE USulután

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA ORIENTAL
DEPARTAMENTO DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA

A			B	C	D	E	F	G	H	I
Cód. Actividad			DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO DIRECTO	COSTO INDIRECTO	I.V.A. 13%	COSTO UNITARIO	COSTO PARCIAL
1			OBRAS PRELIMINARES							\$516.89
			Demoliciones							
1	9	1	Desmontaje de cubierta de techo (incluye fascia, cornisa y canal)	M2	29.41	\$1.37	\$0.41	\$0.18	\$1.96	\$57.62
1	7	2	Demolición de pared de saltex	M2	76.85	\$1.60	\$0.48	\$0.21	\$2.29	\$175.83
1	7	42	Demolición y desalojo de concreto armado (Con maquinaria liviana)	M3	1.92	\$43.04	\$12.91	\$5.60	\$61.55	\$118.25
1	6	1	Desalojo de material sobrante en camión de "estaca"; incluye acarreo interno en terrazas con niveles diferentes.	M3	16	\$7.22	\$2.17	\$0.94	\$10.32	\$165.19
2			SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE							\$7,607.41
			Terracería							
1	4	1	Excavación a mano hasta 1.50 m (material blando, Tuberías)	M3	17.45	\$8.12	\$2.44	\$1.06	\$11.61	\$202.62
			Suministro e instalación de tubería							
1	9	41	Instalación de tubería pvc ø1/2" 315 psi. Incluye todo.	M	109.06	\$0.48	\$0.14	\$0.06	\$0.69	\$74.86
12	1	63	Tubería PVC JC 1½" 250 PSI incluye accesorios	M	9	\$4.14	\$1.24	\$0.54	\$5.92	\$53.28
12	2	13	CODO LISO 90° PVC 1½"	U	40	\$0.55	\$0.17	\$0.07	\$0.79	\$31.46
12	2	15	CODO LISO 90° PVC 1½"	U	2	\$2.74	\$0.82	\$0.36	\$3.92	\$7.84
12	2	24	TEE LISA 1/2" CPVC	U	13	\$0.69	\$0.21	\$0.09	\$0.99	\$12.83
			Equipo de bombeo							

COTIZACIÓN			Suministro e instalación de equipo de bombeo con sistema fotovoltaico	SG	1	\$2,650.00	\$795.00	\$344.50	\$3,789.50	\$3,789.50
			Almacenamiento							
COTIZACIÓN			Tanque de almacenamiento bicapa Rotoplas 10,000 Lts (Incluye instalación)	U	1	\$1,995.00	\$598.50	\$259.35	\$2,852.85	\$2,852.85
12	12	2	FILTRO AGUA POTABLE DE 3/4 PUL	U	1	\$96.28	\$28.88	\$12.52	\$137.68	\$137.68
COTIZACIÓN			Válvula de bola PVC de 1/2" sin rosca	U	1	\$0.85	\$0.26	\$0.11	\$1.22	\$1.22
			Bebederos de concreto							
2	8	1	Columna de 0.35x0.35m; ref 4#6+4#5+2est#3@0.125m y @0.10m en ZC; f'c=210Kg/cm2; incluye encofrado	M3	0.34	\$637.44	\$191.23	\$82.87	\$911.54	\$306.28
2	1	11	Zapata e=0.20 m # 4@ 0.15 m A.S. 1L; f'c=210 kg/cm2; Inc encofrado	M3	0.29	\$238.09	\$71.43	\$30.95	\$340.47	\$98.05
10	2	1	Grifo metálico de Ø 1/2"	U	4	\$6.81	\$2.04	\$0.89	\$9.74	\$38.95
3			SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES							\$10,499.42
			Terracería							
1	4	1	Excavación a mano hasta 1.50 m (material blando, Tuberías)	M3	21.82	\$8.12	\$2.44	\$1.06	\$11.61	\$253.34
			Suministro e instalación de tubería							
13	1	3	Tubería PVC Ø=4" 80 PSI JC	M	9	\$5.28	\$1.58	\$0.69	\$7.55	\$67.95
13	1	2	Tubería PVC Ø=2" 100 PSI JC	M	112.05	\$3.74	\$1.12	\$0.49	\$5.35	\$599.27
13	3	37	Curva PVC 4"x90° JC	U	6	\$7.88	\$2.36	\$1.02	\$11.27	\$67.61
13	3	4	CODO LISO 90° PVC í 2"	U	23	\$3.79	\$1.14	\$0.49	\$5.42	\$124.65
13	3	15	YeeTee lisa de Ø=4" JC	U	1	\$13.08	\$3.92	\$1.70	\$18.70	\$18.70
13	3	25	YETE PVC LISA ° 2 PULG.	U	6	\$3.16	\$0.95	\$0.41	\$4.52	\$27.11
13	3	12	Sifón continuación con tapón de registro PVC Ø=2' JC	U	6	\$4.85	\$1.46	\$0.63	\$6.94	\$41.61
13	3	7	DOBLE YEE TEE PVC 4PUL	U	2	\$38.06	\$11.42	\$4.95	\$54.43	\$108.85
COTIZACIÓN			Biodigestor autolimpiable de 7000 litros marca Rotoplas (incluye excavación)	SG	1	\$4,954.04	\$1,486.21	\$644.03	\$7,084.28	\$7,084.28
			Biojardinera (incluye trampa de grasas)							

3	2	2	PARED LADRILLO BARRO T/CALAV.P/LAZO MEZCLA 1:4	M2	80.47	\$16.79	\$5.04	\$2.18	\$24.01	\$1,932.04	
13	7	25	Trampa de grasa 0.60x0.60x0.90 con ladrillo de obra repellada y pulida tapadera de concreto	C/U	1	\$121.68	\$36.50	\$15.82	\$174.00	\$174.00	
4		SISTEMA DE CAPTACIÓN DE AGUA PLUVIAL									
		Suministro e instalación de tubería									
14	4	24	CANAL PVC SECCIÓN RECTANGULAR	M	15.46	\$17.95	\$5.39	\$2.33	\$25.67	\$396.84	
13	1	3	Tubería PVC Ø=4" 80 PSI JC	M	10.8	\$5.28	\$1.58	\$0.69	\$7.55	\$81.54	
13	3	37	Curva PVC 4"x90° JC	U	14	\$7.88	\$2.36	\$1.02	\$11.27	\$157.76	
12	20	75	Suministro e instalación de Válvula bola PVC lisa 1/2 pulgada	U	4	\$3.54	\$1.06	\$0.46	\$5.06	\$20.25	
		Almacenamiento									
COTIZACIÓN		Tanque de agua cisterna 10,000 Lts. Incluye Accesorios e instalación			U	2	\$1,999.00	\$599.70	\$259.87	\$2,858.57	\$5,717.14
COTIZACIÓN		Tanque primeras aguas (inc. Flotador)			U	2	\$92.50	\$27.75	\$12.03	\$132.28	\$264.55
		Bombeo									
12	9	6	INST.BOMBA MANUAL P/CISTE.(CAP=10MINC.GRANADA1¼")	U	2	\$190.25	\$57.08	\$24.73	\$272.06	\$544.12	
5		TRATAMIENTO Y DISPOSICIÓN FINAL DE DESECHOS SÓLIDOS									
18	11	8	BASURERO TIPO BALANCIN DE MADERA Y POSTES DE CONCRETO 0.4X0.4 MTS. H=0.8MTS	C/u	4	\$124.63	\$37.39	\$16.20	\$178.22	\$712.88	
6		SISTEMA DE PANELES FOTOVOLTAICOS									
29	3	9	CANALIZACION CON TUBERIA CONDUIT EMT Ø=2" INCLUYE ACCESORIOS	M	559.32	\$8.80	\$2.64	\$1.14	\$12.58	\$7,038.48	
17	1	5	Aire acondicionado inverter de 18000 BTU, con KIT	U	1	\$553.74	\$166.12	\$71.99	\$791.85	\$791.85	
		Iluminación, ventilación y tomacorrientes									
COTIZACIÓN		Foco LED tipo globo de 20 Watts			U	33	\$14.75	\$4.43	\$1.92	\$21.09	\$696.05
29	6	1	INTERRUPTOR DE PALANCA SENCILLO INCLUYE PLACA	U	22	\$2.91	\$0.87	\$0.38	\$4.16	\$91.55	
COTIZACIÓN		Lampara para exterior tipo cobra			U	5	\$31.00	\$9.30	\$4.03	\$44.33	\$221.65
29	5	4	TOMACORRIENTE NEMA 10-50R DE EMPOTRAR INTERIORES INCLUYE PLACA.	U	1	\$6.68	\$2.00	\$0.87	\$9.55	\$9.55	

29	5	2	TOMACORRIENTE DOBLE NEMA 5-15R TIPO DADO - INTERIORES INCLUYE PLACA.	U	21	\$6.23	\$1.87	\$0.81	\$8.91	\$187.09
29	7	80	VENTILADOR DE TECHO TIPO INDUSTRIAL C/BLANCO C/3 ASPAS METÁLICAS INCLUYE CONTROL DE VELOCIDAD Y ESTRUCTURA DE SOPORTE	U	31	\$102.02	\$30.61	\$13.26	\$145.89	\$4,522.55
P.U		UPS de 15 KVA, HP		U	1	\$ 2,548.40	\$764.52	\$331.29	\$3,644.21	\$3,644.21
P.U		Pozos de inspección para cableado eléctrico		SG	1	\$ 314.93	\$94.48	\$40.94	\$450.35	\$450.35
P.U		Sistema fotovoltaico (El sistema incluye convertidores y otros accesorios)		SG	1	\$ 50,597.93	\$15,179.38	\$6,577.73	\$ 72,355.04	\$ 72,355.04
		Bodega para instalaciones eléctricas								
3	1	1	PARED BLOQUE 15CM R.V.#4@40 cms R.H. #2@40 cms	M2	73.01	\$25.88	\$7.76	\$3.36	\$37.01	\$2,701.80
2	2	39	Solera de fundación Ref 4#4+Est#3@0.15m; f'c=210kg/cm2	M3	1.65	\$237.13	\$71.14	\$30.83	\$339.10	\$ 559.00
2	3	32	Solera intermedia 0.15x0.20 m; ref 4#4+est#3@0.15 m; f'c = 210 kg/cm2	M	23.55	\$22.37	\$6.71	\$2.91	\$31.99	\$ 753.34
2	3	32	Solera de coronamiento 0.15x0.20 m; ref 4#4+est#3@0.15 m; f'c = 210 kg/cm2	M	23.55	\$22.37	\$6.71	\$2.91	\$31.99	\$ 753.34
4	3	22	Polín C 4"x2" CH14 (Incluye 2manos anticorrosivo y 1 mano de aceite+pin de 3/8" para rigidizar)	M	58.96	\$7.15	\$2.15	\$0.93	\$10.22	\$ 602.84
4	1	5	CUBIERTA DE LAMINA GALVANIZADA #26 3 X 1 YDS.	M2	36.56	\$7.49	\$2.25	\$0.97	\$10.71	\$ 391.58
6	2	1	Puerta metálica de 1x2.10m c/tubo de 1x1; doble forro lámina 1/16" y contramarco de L1½"X1½"X3/16". Incluye pintura y demás aditamentos según detalle de planos	U	1	\$240.33	\$72.10	\$31.24	\$343.67	\$ 343.67
		COSTO PARCIAL								\$69,900.67
		COSTO INDIRECTO (30%)								\$36,789.82
		I.V.A 13%								\$15,942.26
		MONTO TOTAL DEL PROYECTO								\$122,632.75

***MEMORIA DE CÁLCULO PARA
PRESUPUESTO***

(ANEXO 2)

OBRAS PRELIMINARES

Demoliciones

Desmontaje de cubierta de techo (incluye fascia cornisa y canal)

(Dato tomado de autocad)

AREA = 29.41 M2

Demolición de paredes de servicios sanitarios clausurados

Longitud de pared = 30.74 M
Altura de pared = 2.5 M
AREA = 76.85 M2

Demolición y desalojo de concreto armado (Con maquinaria liviana, para fundaciones)

Longitud de solera = 30.74 M
base = 0.25 M
Altura = 0.25 M
VOLUMEN = 1.92 M3

Desalojo de material sobrante en camión de "estaca"; incluye acarreo interno en terrazas con niveles diferentes.

Desalojo en camión de estaca

Vol. De camión = 8 M3
viajes = 2
VOLUMEN = 16 M3

SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE

Excavación a mano hasta 1.50 m (material blando, Tuberías)

Longitud de tubería		
Tramo	Distancia	Unidad
1	1.29	M
2	6.32	M
3	35.78	M
4	1.52	M
5	3.87	M
6	1.32	M
7	3.75	M
8	17.42	M
9	5.1	M

Nota: Longitudes tomas de plano de autocad

10	11.34	M
11	2.85	M
12	3.02	M
13	2.39	M
14	2.85	M
15	0.5	M
16	0.5	M
17	0.7	M
18	0.7	M
19	0.7	M
20	0.7	M
21	0.7	M
22	0.7	M
23	0.5	M
24	0.5	M
Longitud de caída de tanque =		4.04 M

Longitud Total = 109.06 M
 Profundidad = 0.4 M
 Ancho = 0.4 M
 Volumen = 17.45 M³

Tubo PVC de 1/2" 315 PSI

Longitud de tubería = 109.06 M

Tubo PVC de 1" 250 PSI

Longitud de tubería de impelencia = 9 M

Codo PVC sin rosca de 1/2", 90°

Cantidad = 40 U (Dato tomado de autocad)

Codo PVC sin rosca de 1", 90°

Cantidad = 2 U (Dato tomado de autocad)

Tee PVC sin rosca de 1/2"

Cantidad = 13 U (Dato tomado de autocad)

Suministro e instalación de equipo de bombeo con sistema fotovoltaico

Cantidad = 1 SG

Tanque de almacenamiento bicapa Rotoplas

Cantidad = 1 U

Filtro para salida de tanque con capacidad para sedimentos de 5 micras

Cantidad = 1 U

Válvula de bola PVC de 1/2" sin rosca

Cantidad = 1 U

Torre de bebedero

Altura = 1.2 M

Longitud = 1.4 M

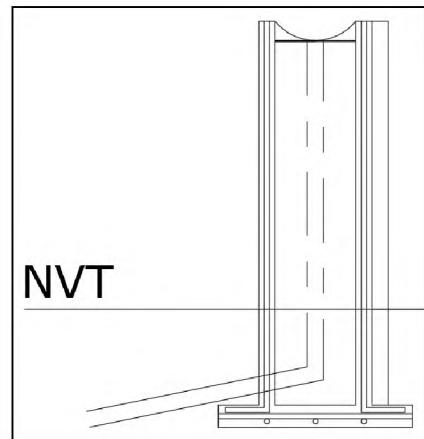
Área = 1.68 M²

Espesor = 0.05 M

Volumen = 0.08 M³

de torres = 4 U

Vol. Total = 0.34 M³



Zapata e=0.20 m # 4@ 0.15 m A.S. 1L; f'c=210 kg/cm²; Inc encofrado

Área = 0.36 M²

Espesor = 0.2 M

Volumen = 0.07 M³

de torres = 4 U

Vol. Total = 0.29 M³

Grifo metálico de Ø 1/2"

Cantidad = 4 U

SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES

Excavación a mano hasta 1.50 m (material blando, Tuberías)

Longitud de tubería		
PVC 4"		
Tramo	Distancia	Unidad
1	1.2	M
2	1.2	M
3	1.2	M
4	5.4	M
PVC 2"		
1	0.5	M
2	1.7	M
3	1.6	M
4	1.6	M
5	8.8	M
6	16.35	M
7	0.35	M
8	0.35	M
9	0.35	M
10	0.5	M
11	2.5	M
12	2.5	M
13	0.5	M
14	0.5	M
15	24.5	M
16	32.1	M
17	17.35	M

Excavación para cámaras de absorción

Área = 4.9 M2
 Profundidad = 0.5 M2
 Volumen = 2.45 M3

Longitud Total = 121.05 M
 Profundidad = 0.4 M
 Ancho = 0.4 M
 Volumen = 19.37 M3

Volumen total de excavación = 21.82 M3

Tubería PVC de 4"

Longitud de tubería = 9 M

Tubería PVC de 2"

Longitud de tubería = 112.05 M

Codo PVC sin rosca de 4", 90°

Cantidad = 6 U (Dato tomado de autocad)

Codo PVC sin rosca de 2", 90°

Cantidad = 23 U (Dato tomado de autocad)

Tee PVC sin rosca de 4"

Cantidad = 1 U (Dato tomado de autocad)

Tee PVC sin rosca de 2"

Cantidad = 6 U (Dato tomado de autocad)

Sifón PVC de 2"

Cantidad = 6 U (Dato tomado de autocad)

Cruz PVC de 4"

Cantidad = 2 U (Dato tomado de autocad)

Biodigestor autolimpiable de 7000 litros marca Rotoplas

Cantidad = 1 SG (Dato tomado de autocad)

PARED LADRILLO BARRO T/CALAV.P/LAZO MEZCLA 1:4

Altura de pared = 0.9 M

Longitud de Pared = 89.41 M

Área a construir = 80.47 M2



Trampa de grasa 0.60x0.60x0.90 con ladrillo de obra repellada y pulida tapadera de concreto

Cantidad = 1 C/u (Dato tomado de autocad)

SISTEMA DE CAPTACIÓN DE AGUA PLUVIAL

Canal de PVC 4"

Longitud de canal = 15.46 M

Tubería de PVC 4"

Longitud de canal = 10.8 M

Codo PVC 4"

Cantidad = 14 U (Dato tomado de autocad)

Suministro e instalación de Válvula bola PVC lisa 1/2 pulgada

Cantidad = 4 U (Dato tomado de autocad)

Tanque de almacenamiento de 10,000 Lts

Cantidad = 2 U (Dato tomado de autocad)

Tanque primeras aguas (inc. Flotador)

Cantidad = 2 U (Dato tomado de autocad)

Bomba manual para extracción de agua

Cantidad = 2 U (Dato tomado de autocad)

BASURERO TIPO BALANCIN DE MADERA Y POSTES DE CONCRETO 0.4X0.4 MTS. H=0.8MTS

de basureros = 4 C/u

SISTEMA DE PANELES FOTOVOLTAICOS

Cableado eléctrico

Circuito	Longitud de cable (m)(#10THHN)	Longitud de cable (m)(#12THHN)	Longitud de interruptores (#12 THHN)	Longitud de toma especial (#8 THHN)	Longitud para UPS (#2 THHN)
Luminarias internas					
1	10.35	31.81	10.35		
2	19.28	22.97	5.93		
3	37.2	55.37	13.15		
4	32.66	42.33	9.66		
5	3		5.8		
Luminarias Externas					
1	15.76				
2	45.78	108.23			
Tomacorrientes					
1	11.14	45.63			
2	18.23	45.5			
3	29.5	35.86			
4	5.72			5.72	
5	3.73				
Ventiladores					
1	9.8	27.57	8.02		
2	19.53	7.54	3		
3	36.65	18.8	5.21		
4	32.61	40.11	9.03		
Aire acondicionado					
1	37.4				
UPS					
1					27.93

Totales de cableado eléctrico			
Cable	Longitud (M)	# de Hilos	Total (M)
#10THHN	368.34	3	1105.02
#12THHN	481.72	3	1445.16
#12THHN	64.35	2	128.7
#8 THHN	5.72	3	17.16
#2 THHN	27.93	3	83.79

Aire acondicionado inverter de 18000 BTU, con KIT

Cantidad = 1 U

Coraza con forro it de 1.1/4"

Longitud de cableado = 761.62 M (Datos tomados de autocad)

Tubo conduit galvanizado emt 2"

Longitud de cableado = 186.44 M
de tuberías = 3
Longitud total = 559.32 M

Nota: Se colocarán 3 tubos en cada tramos, dos para cableado y uno de reserva.

Foco LED tipo globo de 20 Watts

Cantidad = 33 U (Dato tomado de autocad)

INTERRUPTOR DE PALANCA SENCILLO INCLUYE PLACA

Cantidad = 22 U (Dato tomado de autocad)

Lampara para exterior tipo cobra

Cantidad = 5 U (Dato tomado de autocad)

TOMACORRIENTE NEMA 10-50R DE EMPOTRAR INTERIORES INCLUYE PLACA.

Cantidad = 1 U (Dato tomado de autocad)

TOMACORRIENTE DOBLE NEMA 5-15R TIPO DADO - INTERIORES INCLUYE PLACA.

Cantidad = 21 U (Dato tomado de autocad)

VENTILADOR DE TECHO TIPO INDUSTRIAL C/BLANCO C/3 ASPAS METÁLICAS INCLUYE CONTROL DE VELOCIDAD Y ESTRUCTURA DE SOPORTE

Cantidad = 31 U (Dato tomado de autocad)

UPS de 15 KVA, HP

Cantidad = 1 U (Dato tomado de autocad)

Pozos de inspección para cableado electrico

Longitud= 3.2 M
Altura = 0.6 M
de pozos = 5
Área = 9.6 M2

Ladrillos por M2	Área a construir (M2)	Total (U)	Aproximado (U)
46	9.60	441.60	442

Materiales para un M2

Material	Cantidad	Unidad
Cemento	0.065	Bolsas
Arena	0.009	M3
Agua	0.015	M3

Materiales para área de pozos

Material	Cantidad	Unidad	Área total	Total	Aproximado
Cemento	0.065	Bolsas	9.60	0.624	1
Arena	0.009	M3	9.60	0.086	0.1
Agua	0.015	M3	9.60	0.144	0.15

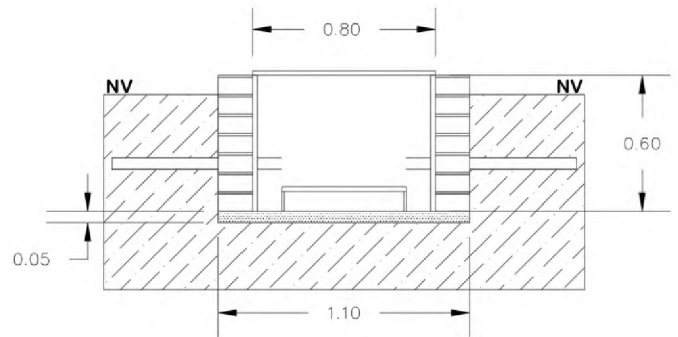
Tapadera metálica para pozo =	5	U
Base metálica para cableado =	5	U

Materiales para base de pozo

Losa de 5 cms, concreto F'c = 180 kg/cms

Largo =	1.1	M
Ancho =	1.1	M
Espesor =	0.05	M
# de pozos =	5	
Volumen =	0.30	M3

Cemento	9.10	Bolsas	0.30	2.75	3
Arena	0.51	M3	0.30	0.15	0.15
Grava	0.64	M3	0.30	0.19	0.19
Agua	0.23	M3	0.30	0.070	0.070



Sistema de paneles solares fotovoltaicos

El sistema de paneles incluye convertidores y otros accesorios

Cantidad de paneles = 163 U (Dato tomado de diseño eléctrico)

Baterías de 12 Voltios para sistema fotovoltaico

Cantidad de baterías = 166 U (Dato tomado de diseño eléctrico)

Bodega para instalaciones eléctricas

Perímetro de pared = 23.55 M
Altura de pared = 3.1 M
Área de pared = 73.01 M²

Solera de fundación Ref 4#4+Est#3@0.15m; f'_c=210kg/cm²

Volumen de concreto

Base = 0.35 M
Altura = 0.2 M
Longitud = 23.55 M
Volumen = 1.65 M³

Solera intermedia 0.15x0.20 m; ref 4#4+est#3@0.15 m; f'_c = 210 kg/cm²

Longitud = 23.55 M

Solera de coronamiento

Longitud = 23.55 M

Techo para bodega

Polín C 4"x2" CH14 (Incluye 2manos anticorrosivo y 1 mano de aceite+pin de 3/8").

Longitud de polín = 58.96 M

CUBIERTA DE L MINA GALVANIZADA #26 3 X 1 YDS.

Área = 36.56 M² (Dato tomado de autocad)

Puerta metálica de 1x2.10m c/tubo de 1x1; doble forro lámina 1/16" y contramarco de L1½"X1½"X3/16". Incluye pintura y demás aditamentos según detalle de planos

Cantidad = 1 U

COTIZACIONES

(ANEXO 3)

Tabla 1.1 Sistema de bomba solar

ITEM	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO UNITARIO	SUB TOTAL
1	PANEL SOLAR 310W POLICRISTALINO	2	U	\$ 275.00	\$ 550.00
2	BOMBA ½ HP MARCA EPC REGIONAL + INVERSOR/CONTROLADOR DE CARGA	1	U	\$ 950.00	\$ 950.00
4	ACCESORIOS DE INSTALACIÓN: OBRAS CIVILES AUXILIARES, MODIFICACIONES DEL SISTEMA ELECTRICO, CONEXIONES, EQUIPO DE PROTECCIÓN ELECTRICA, RED DE TIERRA, EQUIPO DE SUGESION	1	S/G	\$ 750.00	\$ 750.00
5	INSTALACIÓN, DISEÑO Y LOGISTICA, SISTEMA DE SELECCIÓN DE POTENCIA SOLAR/RED.	1	S/G	\$ 400.00	\$ 400.00
SUB-TOTAL					\$ 2,650.00
IVA					\$ 344.50
TOTAL					\$ 2,994.50

TERMINOS Y CONDICIONES:

Tiempo de Entrega: 20 a 25 días hábiles posteriores al pago del anticipo.

Forma de Pago: 80% de anticipo y 20% contra entrega.

Validez de oferta: 10 Días a partir de esta fecha.

Garantías: Módulos fotovoltaicos, garantía de 20 años.
Bomba, garantía de 2 años.



Válvula de bola pvc de 1/2" sin rosca

\$0.85^{PZA}

Diseño y construcción de pieza resistente a la intemperie

- DIÁMETRO: 1/2"
- EXTREMOS SIN ROSCA
- RESISTENCIA DE PRESIÓN: 150 PSI



Tanque de 450 lts, con válvula flotadora.

\$92.50^{PZA}

Tanque rototec fabricado en resinas de polietileno con alto refuerzo para una máxima durabilidad, resistente ante rayos uv e intemperie, capacidad 2.16 bar.

- CONSTRUCCIÓN RESISTENTE
- CAPA INTERNA ANTIBACTERIAL
- ADECUADOS PARA AGUA POTABLE



FOCO LED TIPO GLOBO DE 20 WATTS

Foco led reemplazo directo de focos convencionales incandescentes y cfl.

\$14.75 ^{PZA}



LÁMPARA PARA EXTERIOR TIPO COBRA

- CONEXIÓN A 120 VOLTIOS
- GRADO DE PROTECCIÓN IP-44
- INCLUYE BOMBILLO Y BRAZO DE MONTAJE

\$31.00

DESGLOSE DE COSTOS UNITARIOS

(ANEXO 4)

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO

PROPUESTA DE MODELO DE UN CENTRO ESCOLAR AUTOSUSTENTABLE DE EDUCACIÓN BASICA PARA LA ZONA COSTERA DEL MUNICIPIO DE JUCUARÁN, DEPARTAMENTO DE USULUTÁN

PARTIDA: **Sistema fotovoltaico (El sistema incluye convertidores y otros accesorios)** UNIDAD: SG

A- MATERIALES

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	SUB TOTAL
Panel solar 310 w policristalino	UNIDAD	163.00	\$275.00	\$44,825.00
Inversor KACO Powador 6600	UNIDAD	2.00	\$1,050.00	\$2,100.00
Alambre THHN / THWN alambre #10	M	1,105.02	\$0.98	\$1,082.92
Alambre THHN / THWN alambre #12	M	1,573.86	\$0.75	\$1,180.40
Cable THHN / THWN #8	M	17.16	\$1.40	\$24.02
Cable THHN / THWN #2	M	83.79	\$4.45	\$372.87
Accesorios de instalación: Obras civiles auxiliares, modificaciones del sistema eléctrico, conexiones, equipo de protección eléctrica, red de tierra, equipo de sujeción.	SG	1.00	\$750.00	\$750.00
SUB - TOTAL:				\$ 50,335.20

B-MANO DE OBRA

DESCRIPCION	JORNAL	PRESTACION	JORN-TOTAL	RENDIMIENTO	SUB TOTAL
SUB - TOTAL:					\$0.00

C-EQUIPO Y HERRAMIENTAS

DESCRIPCION	TIPO	CAPACIDAD	RENDIMIENTO	COSTO/HORA	SUB TOTAL
					\$ -
SUB - TOTAL:					\$ -

D-SUBCONTRATOS

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	SUB TOTAL
Instalación	SG	1.00	\$262.73	\$262.73
SUB - TOTAL:				\$ 262.73

COSTO DIRECTO = A + B + C + D	\$ 50,597.93
COSTO INDIRECTO (30% C.D)	\$ 15,179.38
I.V.A 13%	\$ 6,577.73
PRECIO UNITARIO	\$ 72,355.04

NOMBRE Y FIRMA REPRESENTANTE LEGAL

FECHA: NOV. 2019

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO

PROPUESTA DE MODELO DE UN CENTRO ESCOLAR AUTOSUSTENTABLE DE EDUCACIÓN BASICA PARA LA ZONA COSTERA DEL MUNICIPIO DE JUCUARÁN, DEPARTAMENTO DE USulután

PARTIDA: **Pozos de inspección para cableado eléctrico** UNIDAD: SG

A- MATERIALES

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	SUB TOTAL
Ladrillo de barro cocido	UNIDAD	442.00	\$0.22	\$97.24
Cemento	bolsas	4.00	\$8.84	\$35.36
Arena	M3	0.25	\$25.25	\$6.31
Grava	M3	0.20	\$41.80	\$8.36
Agua	M3	0.22	\$0.25	\$0.06
Tapadera metálica para pozo	UNIDAD	5.0	\$12.00	\$60.00
Base metálica para cableado	UNIDAD	5.0	\$7.00	\$35.00
SUB - TOTAL:				\$ 242.33

B-MANO DE OBRA

DESCRIPCION	JORNAL	PRESTACION	JORN-TOTAL	RENDIMIENTO	SUB TOTAL
Albañil	\$12.00	1.10	\$13.20	3.00	\$39.60
Auxiliar	\$8.00	1.10	\$8.80	3.00	\$26.40
SUB - TOTAL:					\$ 66.00

C-EQUIPO Y HERRAMIENTAS

DESCRIPCION	TIPO	CAPACIDAD	RENDIMIENTO	COSTO/HORA	SUB TOTAL
					\$ 6.60
SUB - TOTAL:					\$ 6.60

D-SUBCONTRATOS

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	SUB TOTAL
SUB - TOTAL:				\$ -

COSTO DIRECTO = A + B + C + D	\$ 314.93
COSTO INDIRECTO (30% C.D)	\$ 94.48
I.V.A 13%	\$ 40.94
PRECIO UNITARIO	\$ 450.35

NOMBRE Y FIRMA REPRESENTANTE
LEGAL

FECHA:

NOV. 2019

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO

PROPUESTA DE MODELO DE UN CENTRO ESCOLAR AUTOSUSTENTABLE DE EDUCACIÓN BASICA PARA LA ZONA COSTERA DEL MUNICIPIO DE JUCUARÁN, DEPARTAMENTO DE USulután

PARTIDA: **Baterías de 12 voltios para sistema fotovoltaico** UNIDAD: U

A- MATERIALES

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	SUB TOTAL
Batería de 12 voltios	UNIDAD	166.00	\$250.00	\$41,500.00
SUB - TOTAL:				\$ 41,500.00

B-MANO DE OBRA

DESCRIPCION	JORNAL	PRESTACION	JORN-TOTAL	RENDIMIENTO	SUB TOTAL
SUB - TOTAL:					\$ -

C-EQUIPO Y HERRAMIENTAS

DESCRIPCION	TIPO	CAPACIDAD	RENDIMIENTO	COSTO/HORA	SUB TOTAL
					\$ -
SUB - TOTAL:					\$ -

D-SUBCONTRATOS

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	SUB TOTAL
Instalación	SG	1.00	\$265.83	\$265.83
SUB - TOTAL:				\$ 265.83

COSTO DIRECTO = A + B + C + D	\$ 41,765.83
COSTO INDIRECTO (30% C.D)	\$ 12,529.75
I.V.A 13%	\$ 5,429.56
PRECIO UNITARIO	\$ 59,725.14

NOMBRE Y FIRMA REPRESENTANTE
LEGAL

FECHA:

NOV. 2019

**Formato para la recolección de datos
generales de los centros escolares del
Municipio de Jucuarán.**

(ANEXO 5)

PROPUESTA DE CENTRO ESCOLAR AUTOSUSTENTABLE PARA EDUCACIÓN BÁSICA

HOJA PARA RECOLECCIÓN DE DATOS DE CAMPO

DATOS GENERALES

Nombre del Centro Escola

Ubicación:

Coordenadas Lambert:

Estado de accesos a la escuela:

Área total del terreno:

Área construida:

Área no construida:

Estado actual de la infraestructura de la escuela (Excelente, bueno, malo):

Características físicas del perímetro del terreno (Muro tipo tapial, pretil con tela ciclón, cerco de púas, otros describa:

INSTALACIONES HIDRÁULICAS Y DREN

Servicio o cobertura de agua potable, tipo:

<u>ANDA</u>	
<u>POZO</u>	
<u>ADESCO</u>	
<u>COOPERATIVA</u>	
<u>POZO ARTESANAL</u>	
<u>OTROS</u>	

Fuente: Grupo de investigación.

Nota: En la tabla anterior fueron utilizados los términos más comunes para los elementos de los sistemas ya que al utilizar términos demasiado técnicos podría haber generado confusión en los docentes.

**Datos generales de los centros escolares
del municipio de Jucuarán.**

(ANEXO 6)

DATOS GENERALES DE LOS CENTROS ESCOLARES DEL MUNICIPIO DE JUCUARÁN

Escuela	Estado			Servicio de Agua potable					Recolección, conducción y drenaje pluvial					Desalojo de Aguas Residuales			Instalaciones Eléctricas		
	Malo	Bueno	Excelente	ANDA	Pozo industrial	ADESCO	Cooperativa	Pozo Artesanal	Conexión no autorizada	Canaletas	Cunetas	Tragantes	Tub. Subterránea	Canales naturales	Fosa	Alcantarillado sanitario	Hoyo seco	si	no
C. E. Cas. El Majague. C/ El Zapote		x						x	x	x						x	x		
C. E. Cas. El Guaycume. C/ El Alambre																			
C. E. C/ El Alambre		x					x		x							x	x		
C. E. Cas. El Tempiscal. C/ El Zapote		x		x		x			x						x		x	x	
C. E. Cas. El Bajío. C/ El Zapote																			
C. E. Cas. El Carrizal. C/ El Zapote		x				x			x						x		x	x	
C E Cas Huateras,C/ El Zapote		x					x			x					x			x	
C. E. Cas. Agua Fría. C/ El Zapote		x				x									x			x	
C. E. "Dr Enrique Magaña Menéndez																			
C. E. Cas. El Tiangué	x						x										x		x
C. E. Cas. El Portillo, C/ El Jutal		x						x									x	x	
C. E. Cas. El Encantado																			
C. E. C/ El Almendro.																			
C. E. C/ La Cabaña																			
C. E. Cas. El Plantel																			
C. E. Cas. El Cacao C/ El Jutal		x						x							x			x	
C. E. C/ Los Llanitos			x				x			x					x			x	
Instituto Nacional de Jucuarán																			
C. E. Caserío El Espino. C/ El Júcaro	x				x	x				x					x		x		

C. E. Cas. El Salamar C/ El Llano	x				x									x			x	x		
C. E. Cas. El Guiro C/ El Jícaro	x								x								x	x		
C. E. Cas. La Ringuera C/ El Jícaro																				
C. E. Colonia La Ringlera. C/ El Jícaro	x				x				x	x	x	x		x	x			x		
C. E. Cas. Puerto Caballo. C/ El Jícaro	x						x			x				x				x		
C. E. Cas. La Bocanita. C/ El Jícaro	x						x			x							x	x		
C. E. Cas. Arcos del Espino C/ El Jícaro	x				x					x				x				x		
Complejo Educativo C/ Samuria	x							x			x	x		x				x		
C. E. Cas. El Escondido C/ Samuria			x			x				x				x					x	
C. E. Cantón El Llano	x							x	x									x		x
C. E. Cas. Santa Lucía. C/ El Llano	x							x										x		x
C. E. Cas. El Coyol. C/ El Llano																				
C. E. Cas. El Planón C/ Samuria	x					x				x								x	x	
C. E. Cas. Los Conventos/ Samuria	x									x								x	x	
C. E. Cas. Valle Seco C/ Samuria																				
C. E. Cas. Las Flores. C/ Samuria	x						x				x				x				x	
C. E. Cas. El Quebracho. C/ Samuria	x						x				x	x						x	x	

Ficha técnica de biodigestor autolimpiable (*ANEXO 7*)

Especificaciones técnicas

- Equipo para el tratamiento primario de aguas negras y grises para su descarga a suelo (pozo de absorción o infiltración) o drenaje.
- Sistema patentado de autolimpieza para purga de lodo, sin necesidad de usar equipo especial.
- Utiliza un filtro anaerobio interno que aumenta la eficiencia de tratamiento del agua, no requiere de electricidad para su funcionamiento o algún producto químico para tratar el agua.
- Fabricado con hdpe 100 % virgen de una sola pieza (polietileno de alta densidad).



Capacidades

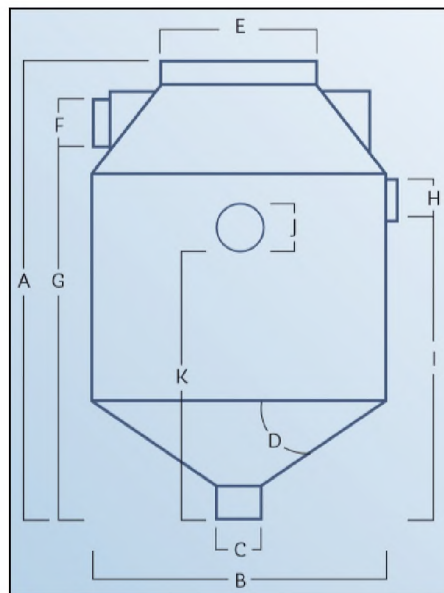
Modelo de biodigestor	RP-600	RP-1300	RP-3000	RP-7000
Capacidad	600 L	1300 L	3000 L	7000 L
Altura máxima con tapa	1.60 m	1.95 m	2.15 m	2.65
Diámetro máximo	0.86 m	1.15 m	2 m	2.4 m
Número de usuarios (Zona rural, aportación diaria 130 litros/usuario)	5	10	25	60
Número de usuarios (Zona urbana, aportación diaria 260 litros/usuario)	2	5	10	23
Número de usuarios (oficina, aportación diaria 30 litros / usuario)	20	43	100	233

Dimensiones

Tabla de dimensiones según modelo.

Tamaño concepto	RP-600	RP-1300	RP-3000	RP-7000
A	1.60 m	1.90 m	2.10 m	2.60 m
B	0.86 m	1.15 m	2 m	2.50 m
C	0.25 m	0.25 m	0.25 m	0.25 m
D	45 grados	45 grados	45 grados	45 grados
E	18"	18"	18"	18"
F	4"	4"	4"	4"

G	1.33 m	1.64 m	1.83 m	2.38 m
H	2"	2"	2"	2"
I	1.27 m	1.54 m	1.68 m	2.27 m
J	2"	2"	2"	2"
K	1.15 m	1.39 m	1.48 m	1.87 m

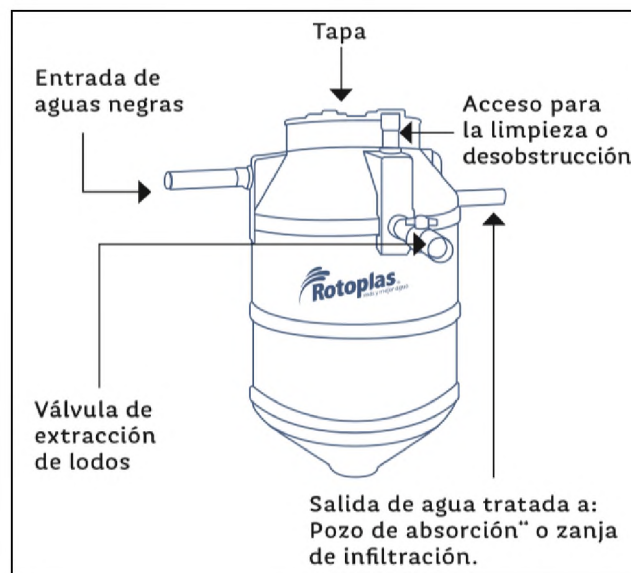


Beneficios

- Eficiente, su desempeño es superior al de una fosa séptica debido a que utiliza un proceso anaerobio para realizar un tratamiento primario del agua. Puede ser instalado en viviendas que no cuentan con servicio de drenaje con el fin de recibir las aguas residuales domésticas (negras y grises).
- Autolimpiable y de fácil mantenimiento, al solo abrir una válvula se extraen los lodos residuales (no es necesario equipo especializado o maquinaria de limpieza). Sin costo de mantenimiento, el usuario puede realizar la purga de lodos sin necesidad de utilizar equipo especializado.

No requiere equipo electromecánico como bomba o camión de desazolve para su mantenimiento, eliminando costos adicionales para el usuario.

- Hermético, construido de una sola pieza en polietileno de alta densidad, evitando fugas, olores y agrietamientos. Es ligero y fuerte, ofreciendo una alta resistencia a impactos y corrosión.
- Higiénico, previene la existencia de focos de infección. · Sustentable, cuida el medio ambiente al prevenir la contaminación del suelo y agua.
- Cumplimiento Normativo ante la NOM-006-CONAGUA-1997 Fosas Sépticas Prefabricadas.
- Sistema Patentado.

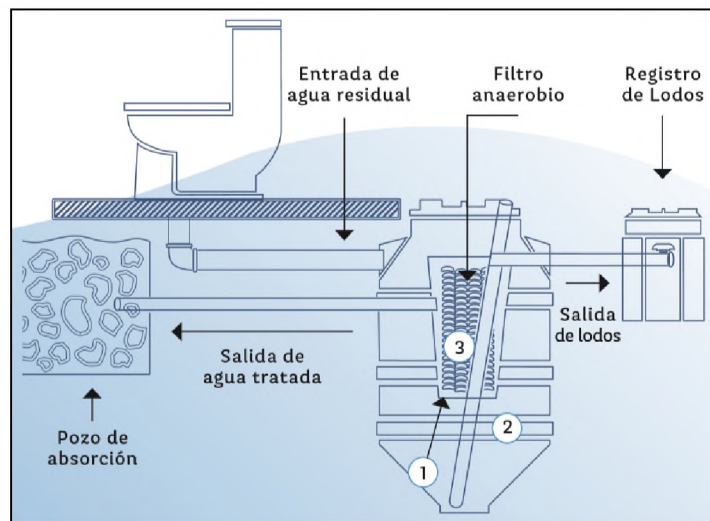


Funcionamiento

El Biodigestor Autolimpiable cuenta con 3 etapas para el tratamiento del agua residual:

- Primera Etapa. El agua residual ingresa hasta el fondo donde el diseño del Biodigestor facilita la separación de lodos y agua.

- Segunda Etapa. Las bacterias comienzan la descomposición y el agua pasa a través de esta cama de lodos.
- Tercera Etapa. El agua atraviesa el filtro anaerobio para retener otra parte de la contaminación. Finalmente, el agua tratada proveniente del Biodigestor se direcciona hacia una zanja de infiltración o un pozo de absorción. Los lodos se decantan en el fondo del Biodigestor para posteriormente ser purgados durante su mantenimiento.

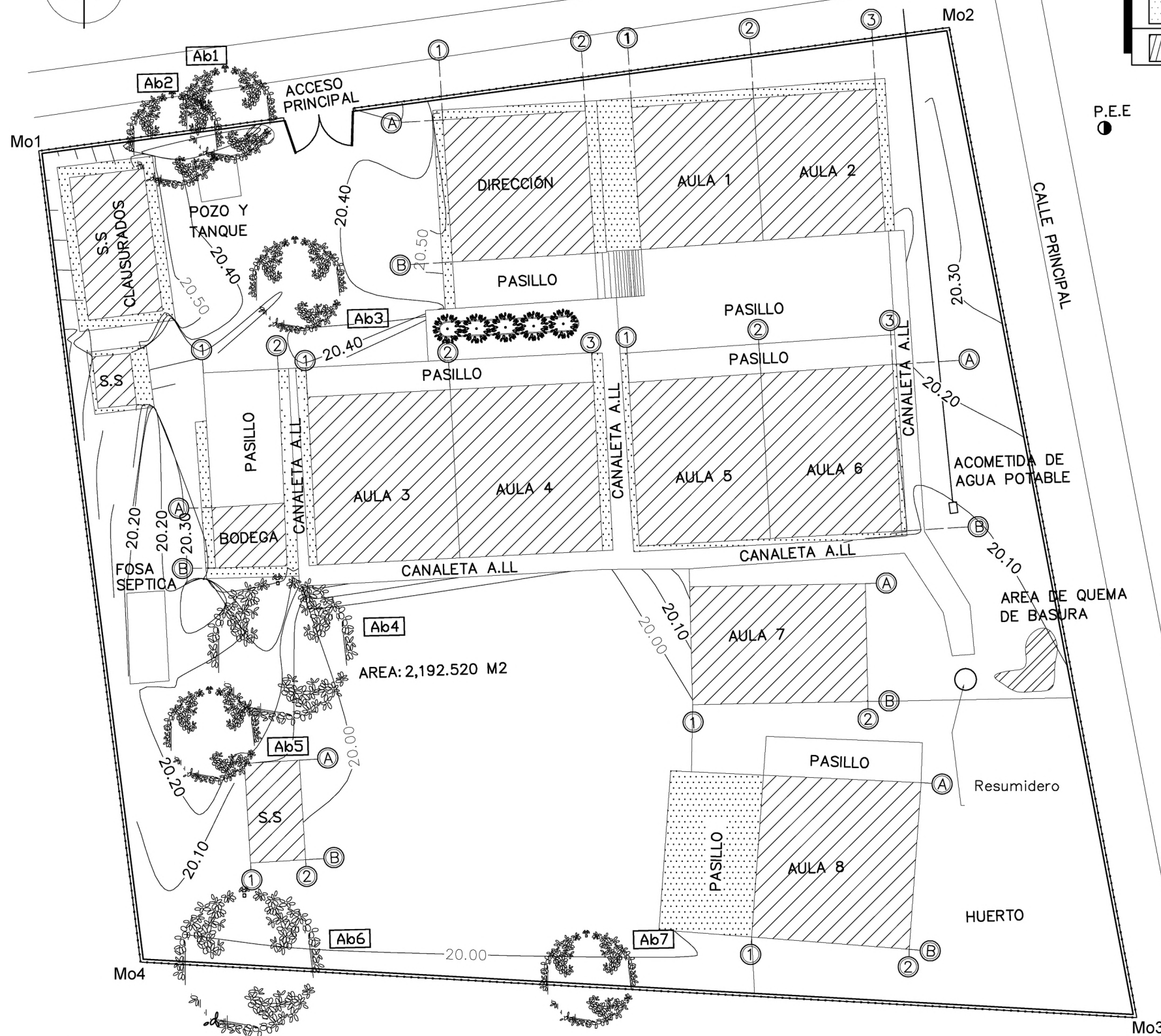
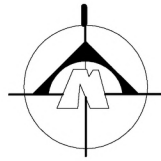


Mantenimiento

- Abre la válvula de extracción para que el lodo acumulado y digerido, fluya al Registro de Lodos. Una vez hecha la purga, cierre la válvula y manténgala así hasta el siguiente mantenimiento.
- Agrega cal a los lodos, deje reposar para su retiro posterior.

PLANOS

(ANEXO 8)

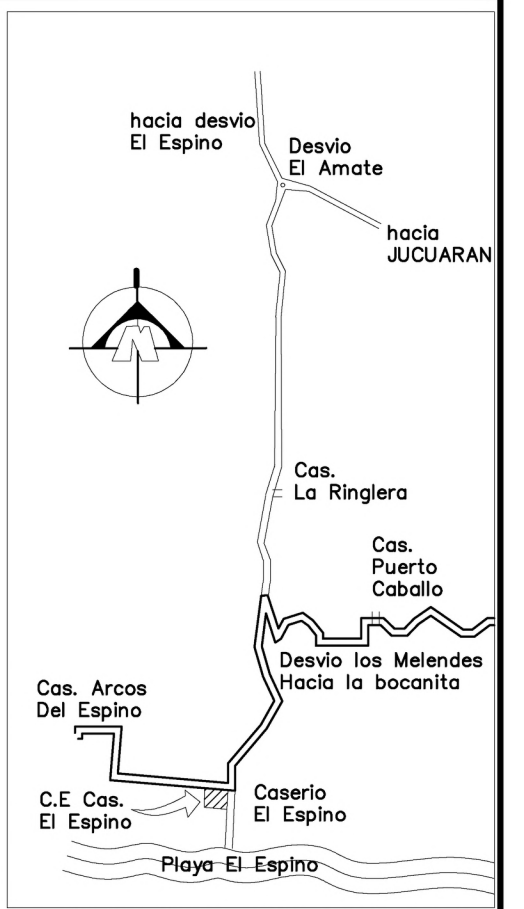


TEXTURAS	
	AREA DE PISO ENCEMENTADO, PAVIMENTO TIPO ACERA
	AREA CONSTRUIDA

P.E.E
●

CUADRO DE ARBOLES	
SIMBOLOGIA	NOMBRE COMUN
Ab1	NEEM
Ab2	NEEM
Ab3	LAUREL
Ab4	CEIBA
Ab5	PALMERA
Ab6	CEIBA
Ab7	MARAÑON

CUADRO DE RUMBOS Y DISTANCIAS		
MOJONES	RUMBOS	DISTANCIAS
Mo1~Mo2	N 82°16'28" E	46.29
Mo2~Mo3	S 10°43'06" E	50.78
Mo3~Mo4	N 86°48'21" W	50.27
Mo4~Mo1	N 07°08'58" W	41.19



(CROQUIS SIN ESCALA.)

PLANO TOPOGRAFICO

ESCALA 1 : 250



UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA ORIENTAL
DEPARTAMENTO DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
PROYECTO DE GRADUACION

TEMA:
PROPUESTA DE MODELO DE UN CENTRO ESCOLAR AUTOSUSTENTABLE DE EDUCACION BASICA PARA LA ZONA COSTERA DEL MUNICIPIO DE JUCUARAN, DEPARTAMENTO DE USULUTAN.

UBICACION:
CASERIO EL ESPINO, CANTON EL JICARO, MUNICIPIO DE JUCUARAN, DEPARTAMENTO DE USULUTAN

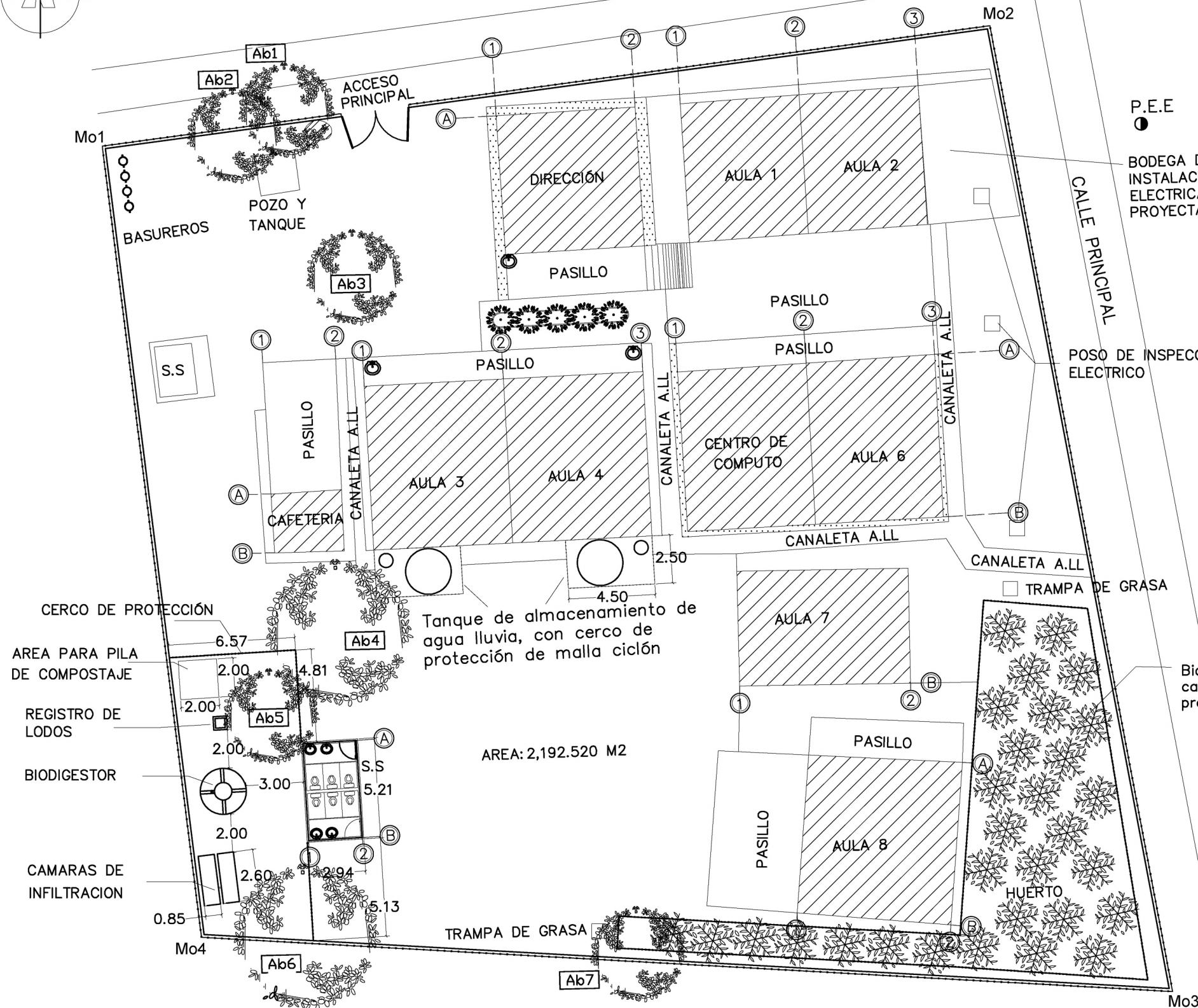
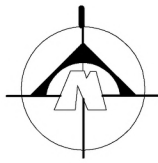
PRESENTA:
DÍAZ CRUZ, EDGAR ALFONSO
MÁRQUEZ CAÑAS, DANY ALFONSO
RIVERA GUZMÁN, ANIBAL ANTONIO

CONTENIDO:
- PLANO TOPOGRAFICO Y DE CONJUNTO EXISTENTE

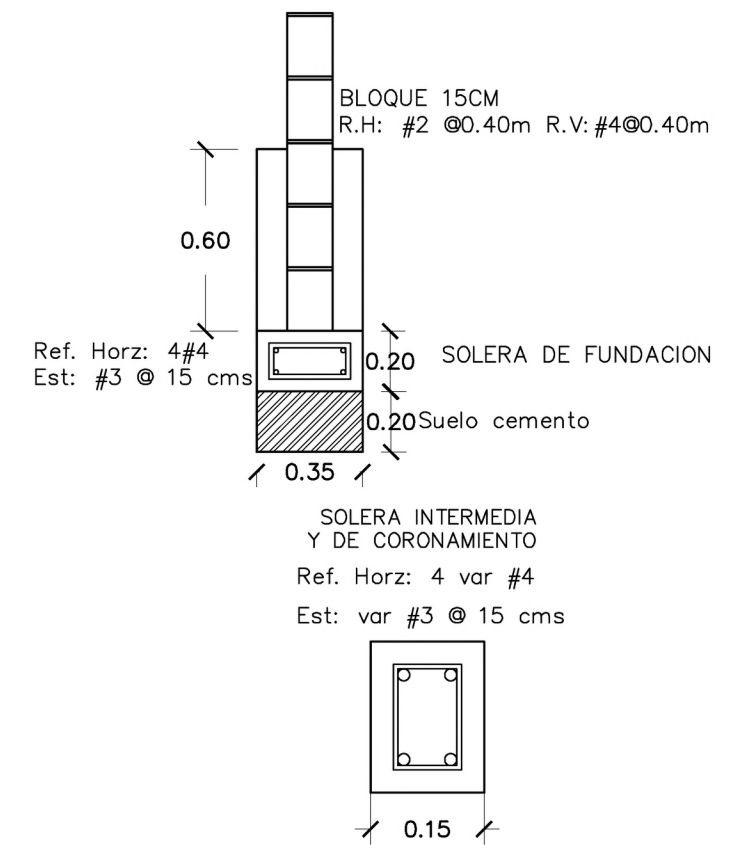
ESCALA:
INDICADA

FECHA:
NOVIEMBRE 2019

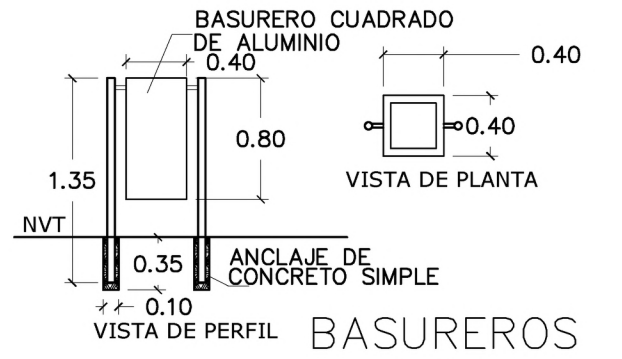
HOJA:
1/11



AREA: 2,192.520 M2



DETALLES DE BODEGA DE INSTALACIONES ELECTRICAS
ESC 1:50

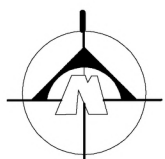


BASUREROS
ESC 1:50

	UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA ORIENTAL DEPARTAMENTO DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA PROYECTO DE GRADUACION		
	TEMA: PROPUESTA DE MODELO DE UN CENTRO ESCOLAR AUTOSUSTENTABLE DE EDUCACION BASICA PARA LA ZONA COSTERA DEL MUNICIPIO DE JUCUARAN, DEPARTAMENTO DE USULUTAN.		
UBICACION: CASERIO EL ESPINO, CANTON EL JICARO, MUNICIPIO DE JUCUARAN, DEPARTAMENTO DE USULUTAN	PRESENTA: DIAZ CRUZ, EDGAR ALFONSO MARQUEZ CAÑAS, DANY ALFONSO RIVERA GUZMAN, ANIBAL ANTONIO		
CONTENIDO: - PLANO DE CONJUNTO PROYECTADO	ESCALA: INDICADA	FECHA: NOVIEMBRE 2019	HOJA: 2/11

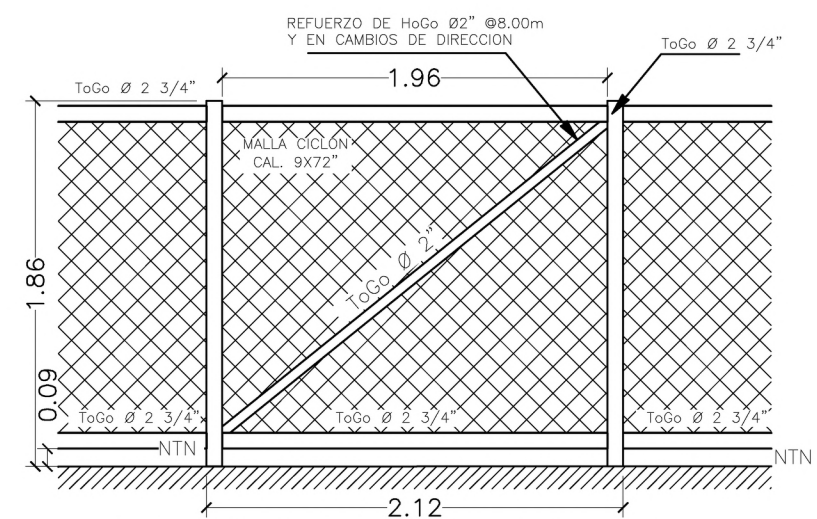
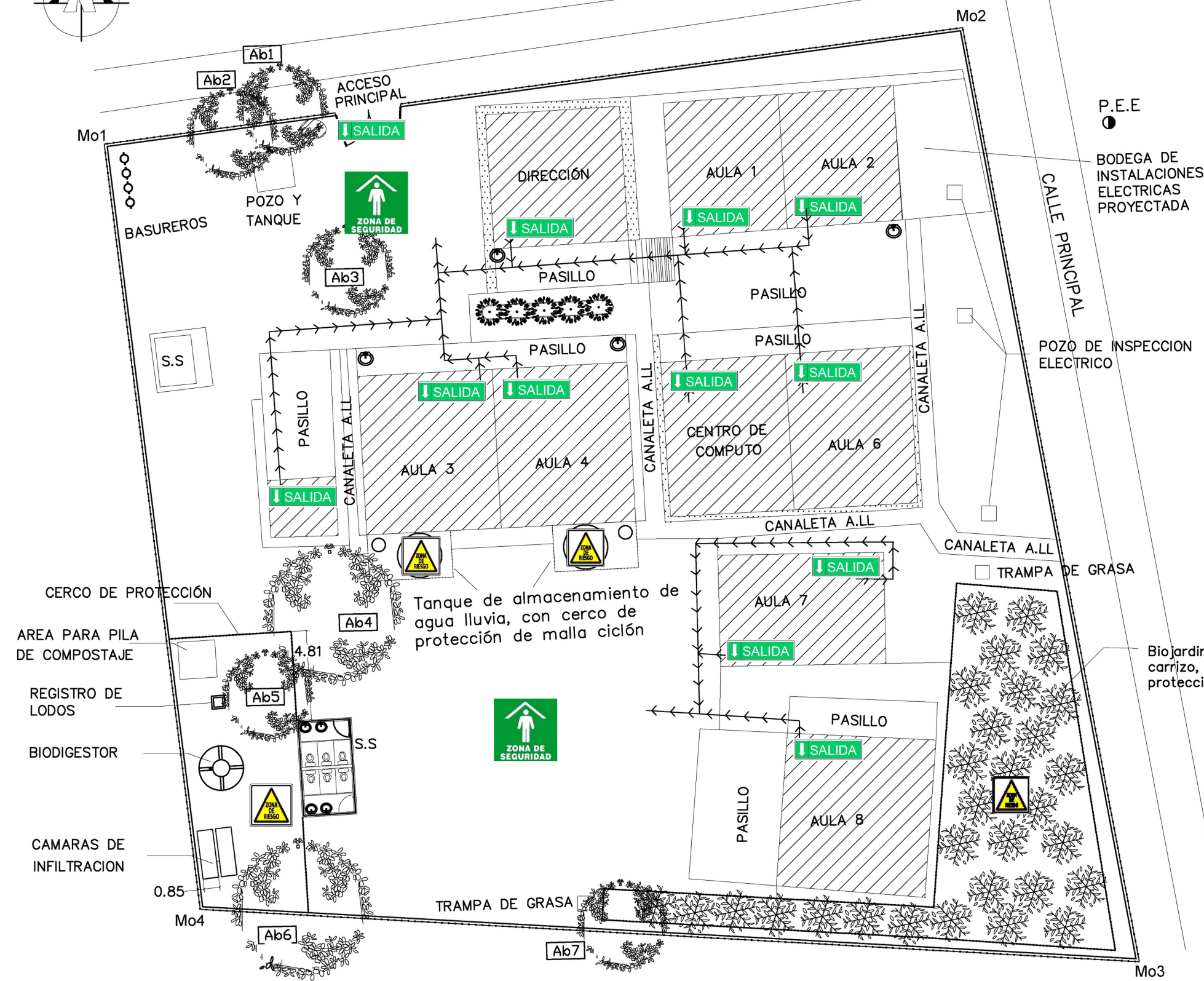
PLANO DE CONJUNTO PROYECTADO

ESCALA 1 : 250



SEÑALIZACIÓN Y SEGURIDAD

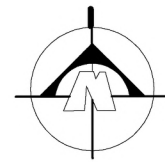
SIMBOLOGÍA	DESCRIPCIÓN
	ZONA DE SEGURIDAD
	ZONA DE RIESGO
	RECORRIDO DE RUTA DE EVACUACIÓN
	SALIDA



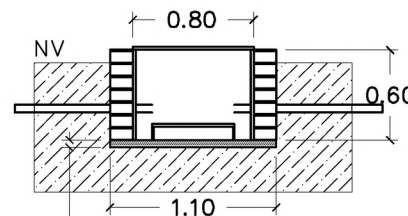
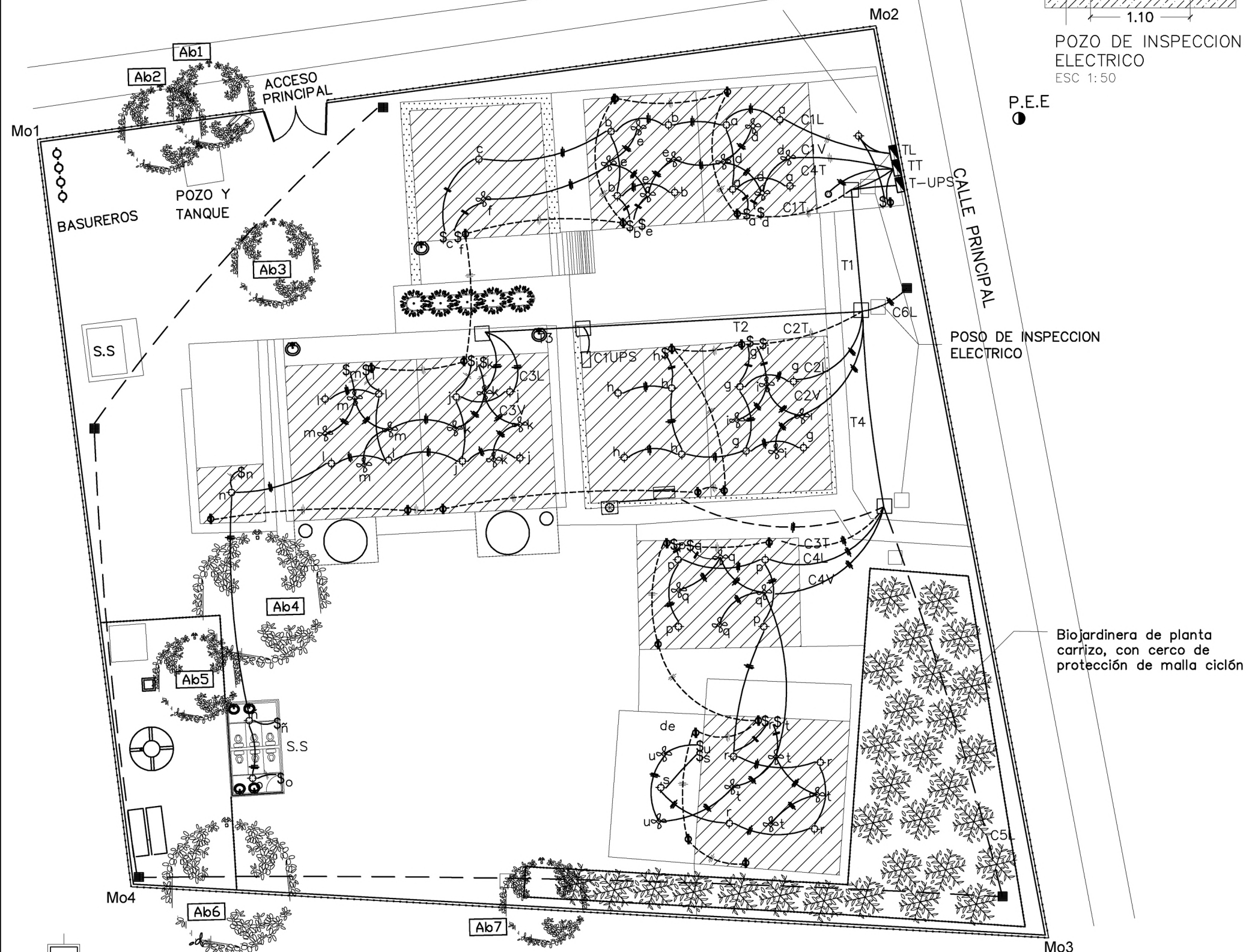
PLANO DE SEÑALIZACIÓN Y SEGURIDAD

ESCALA 1 : 250

	UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA ORIENTAL DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA PROYECTO DE GRADUACIÓN		
	TEMA: PROPUESTA DE MODELO DE UN CENTRO ESCOLAR AUTOSUSTENTABLE DE EDUCACIÓN BÁSICA PARA LA ZONA COSTERA DEL MUNICIPIO DE JUCUARÁN, DEPARTAMENTO DE USULUTAN.		
UBICACION: CASERIO EL ESPINO, CANTON EL JÍCARO, MUNICIPIO DE JUCUARAN, DEPARTAMENTO DE USULUTAN	PRESENTA: DÍAZ CRUZ, EDGAR ALFONSO MÁRQUEZ CAÑAS, DANY ALFONSO RIVERA GUZMÁN, ANIBAL ANTONIO		
CONTENIDO: - PLANO DE SEÑALIZACIÓN Y SEGURIDAD	ESCALA: INDICADA	FECHA: NOVIEMBRE 2019	HOJA: 3/11



BODEGA DE
INSTALACIONES
ELECTRICAS
PROYECTADA



POZO DE INSPECCION
ELECTRICO
ESC 1:50

P.E.E

CUADRO DE SIMBOLOGIA DE CONDUCTORES	
CLAVE	DESCRIPCIÓN
C1L	3-THHN- N° -12 + 3-THHN- N° -10
C2L	3-THHN- N° -12 + 3-THHN- N° -10
C3L	3-THHN- N° -12 + 3-THHN- N° -10
C4L	3-THHN- N° -12 + 3-THHN- N° -10
C5L	3-THHN- N° -12 + 3-THHN- N° -10
C6L	3-THHN- N° -10
C1V	3-THHN- N° -12 + 3-THHN- N° -10
C2V	3-THHN- N° -12 + 3-THHN- N° -10
C3V	3-THHN- N° -12 + 3-THHN- N° -10
C4V	3-THHN- N° -12 + 3-THHN- N° -10
C1T	3-THHN- N° -12 + 3-THHN- N° -10
C2T	3-THHN- N° -12 + 3-THHN- N° -10
C3T	3-THHN- N° -12 + 3-THHN- N° -10
C1A	3-THHN- N° -12 + 3-THHN- N° -10
C1UPS	3-THHN- N° -12 + 3-THHN- N° -10
T1	30-THHN- N° -10 + 3-THHN- N° -10
T2	6-THHN- N° -10 + 3-THHN- N° -2
T3	6-THHN- N° -10
T4	12-THHN- N° -10

CUADRO DE SIMBOLOGIA ELECTRICA	
SIMBOLO	DESCRIPCION
	LUMINARIA LED 20 W
	LUMINARIA LED PARA EXTERIOR 75 W
	VENTILADOR DE TECHO 100 W
	TOMACORRIENTE DOBLE 200 W
	TOMACORRIENTE 120/240 5000 W
	INTERRUPTOR SENCILLO
	TABLERO PARA LUMINARIAS
	TABLERO PARA TOMACORRIENTES, VENTILADORES Y AIRE ACONDICIONADO
	TABLERO PARA UPS

Biojardineria de planta carrizo, con cerco de protección de malla ciclón

PLANTA ELECTRICA

ESCALA 1 : 250



UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA ORIENTAL
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
PROYECTO DE GRADUACIÓN

TEMA:
PROPUESTA DE MODELO DE UN CENTRO ESCOLAR AUTOSUSTENTABLE DE EDUCACIÓN BÁSICA PARA LA ZONA COSTERA DEL MUNICIPIO DE JUCUARÁN, DEPARTAMENTO DE USULUTAN.

UBICACION:
CASERIO EL ESPINO, CANTON EL JÍCARO, MUNICIPIO DE JUCUARAN, DEPARTAMENTO DE USULUTAN

PRESENTA:
DÍAZ CRUZ, EDGAR ALFONSO
MÁRQUEZ CAÑAS, DANY ALFONSO
RIVERA GUZMÁN, ANIBAL ANTONIO

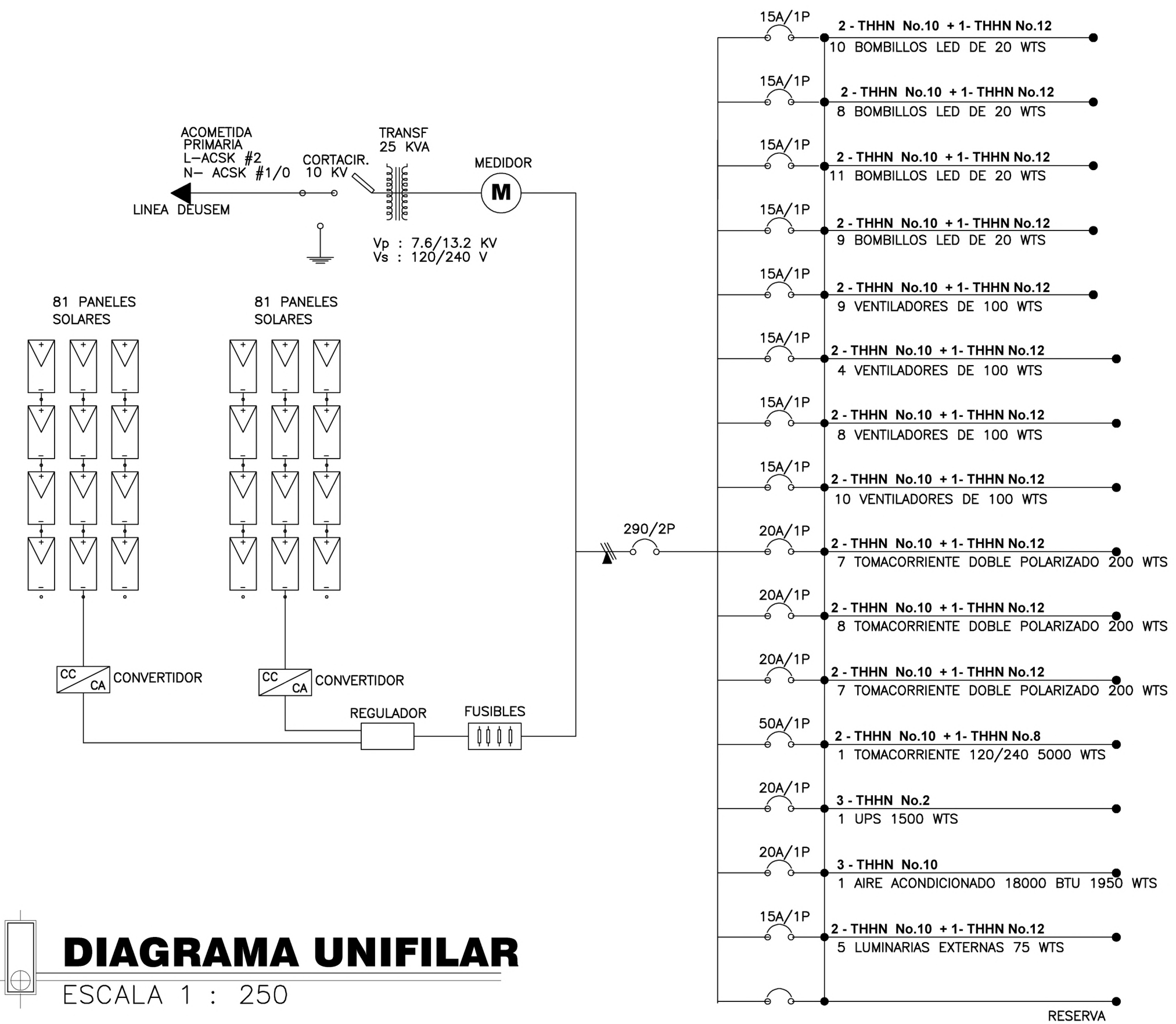
CONTENIDO:
- PLANTA ELECTRICA

ESCALA:
INDICADA

FECHA:
NOVIEMBRE 2019

HOJA:
5/11

DIAGRAMA UNIFILAR PROYECTADO TABLERO GENERAL




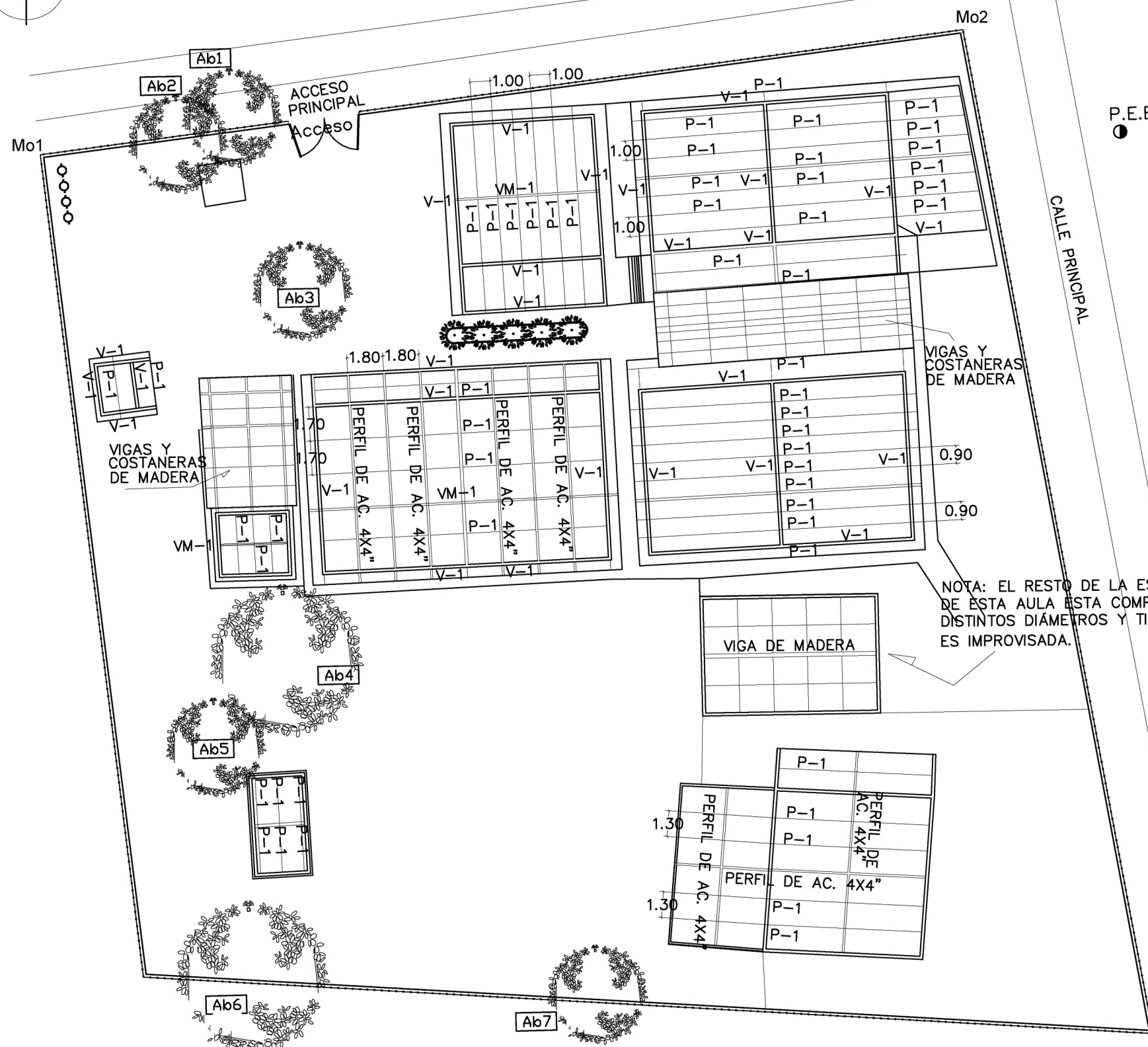
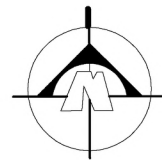
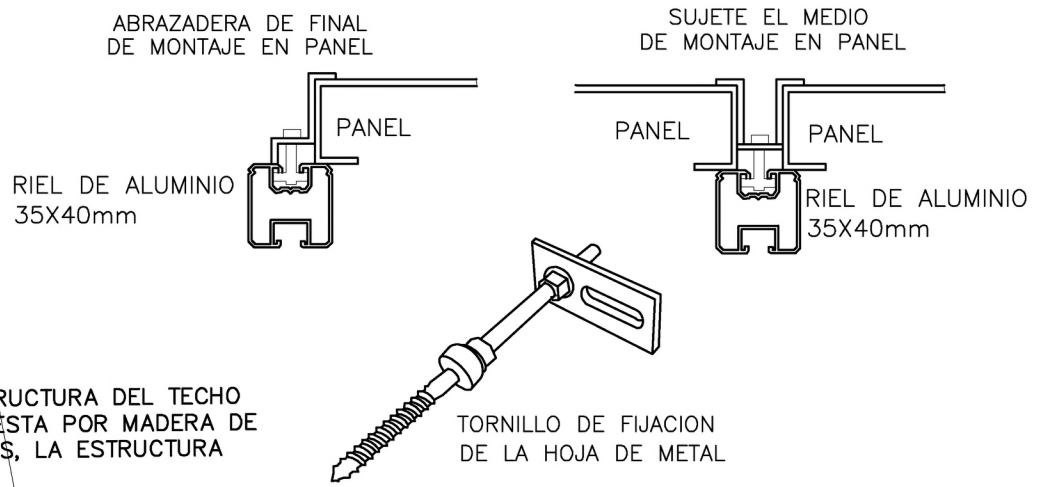
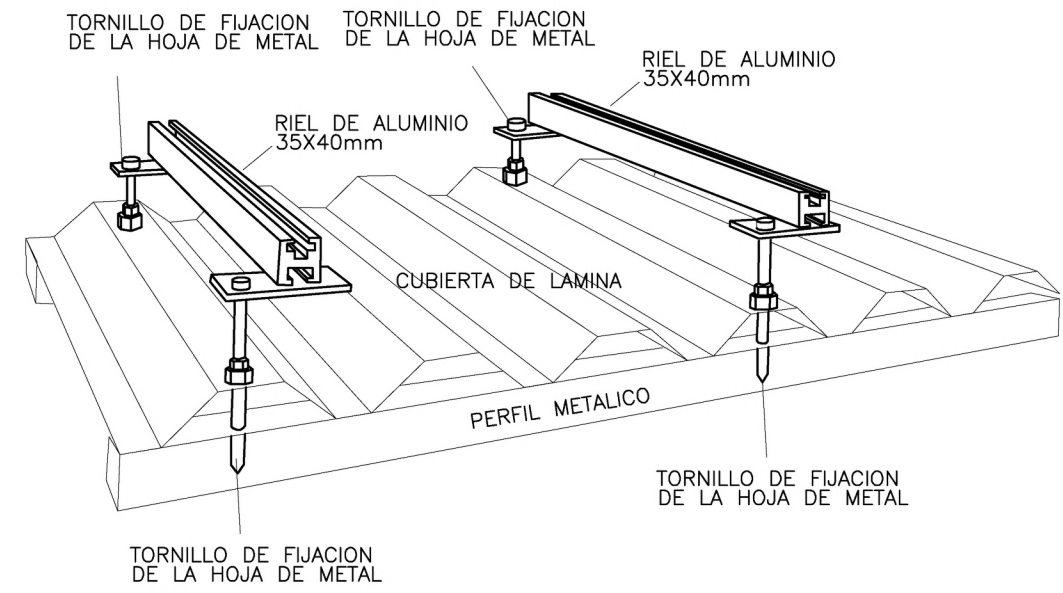
	UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA ORIENTAL DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA PROYECTO DE GRADUACIÓN		
	TEMA: PROPUESTA DE MODELO DE UN CENTRO ESCOLAR AUTOSUSTENTABLE DE EDUCACIÓN BÁSICA PARA LA ZONA COSTERA DEL MUNICIPIO DE JUCUARÁN, DEPARTAMENTO DE USULUTAN.		
UBICACION: CASERIO EL ESPINO, CANTON EL JÍCARO, MUNICIPIO DE JUCUARAN, DEPARTAMENTO DE USULUTAN	PRESENTA: DÍAZ CRUZ, EDGAR ALFONSO MÁRQUEZ CAÑAS, DANY ALFONSO RIVERA GUZMÁN, ANIBAL ANTONIO		
CONTENIDO: - DIAGRAMA UNIFILAR	ESCALA: INDICADA	FECHA: NOVIEMBRE 2019	HOJA: 6 / 11

DIAGRAMA UNIFILAR

ESCALA 1 : 250



NOTA: EL RESTO DE LA ESTRUCTURA DEL TECHO DE ESTA AULA ESTA COMPUESTA POR MADERA DE DISTINTOS DIÁMETROS Y TIPOS, LA ESTRUCTURA ES IMPROVISADA.



ANCLAJE DE PANELES SOLARES A ESTRUCTURA DE TECHO SIN ESC



UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA ORIENTAL
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
PROYECTO DE GRADUACIÓN

TEMA:
PROPUESTA DE MODELO DE UN CENTRO ESCOLAR AUTOSUSTENTABLE DE EDUCACIÓN BÁSICA PARA LA ZONA COSTERA DEL MUNICIPIO DE JUCUARÁN, DEPARTAMENTO DE USulután.

UBICACION:
CASERIO EL ESPINO, CANTON EL JÍCARO, MUNICIPIO DE JUCUARÁN, DEPARTAMENTO DE USulután

PRESENTA:
DÍAZ CRUZ, EDGAR ALFONSO
MÁRQUEZ CAÑAS, DANY ALFONSO
RIVERA GUZMÁN, ANIBAL ANTONIO

CONTENIDO:
- PLANTA ESTRUCTURAL DE TECHOS
- DETALLES DE ANCLAJE DE PANELES SOLARES

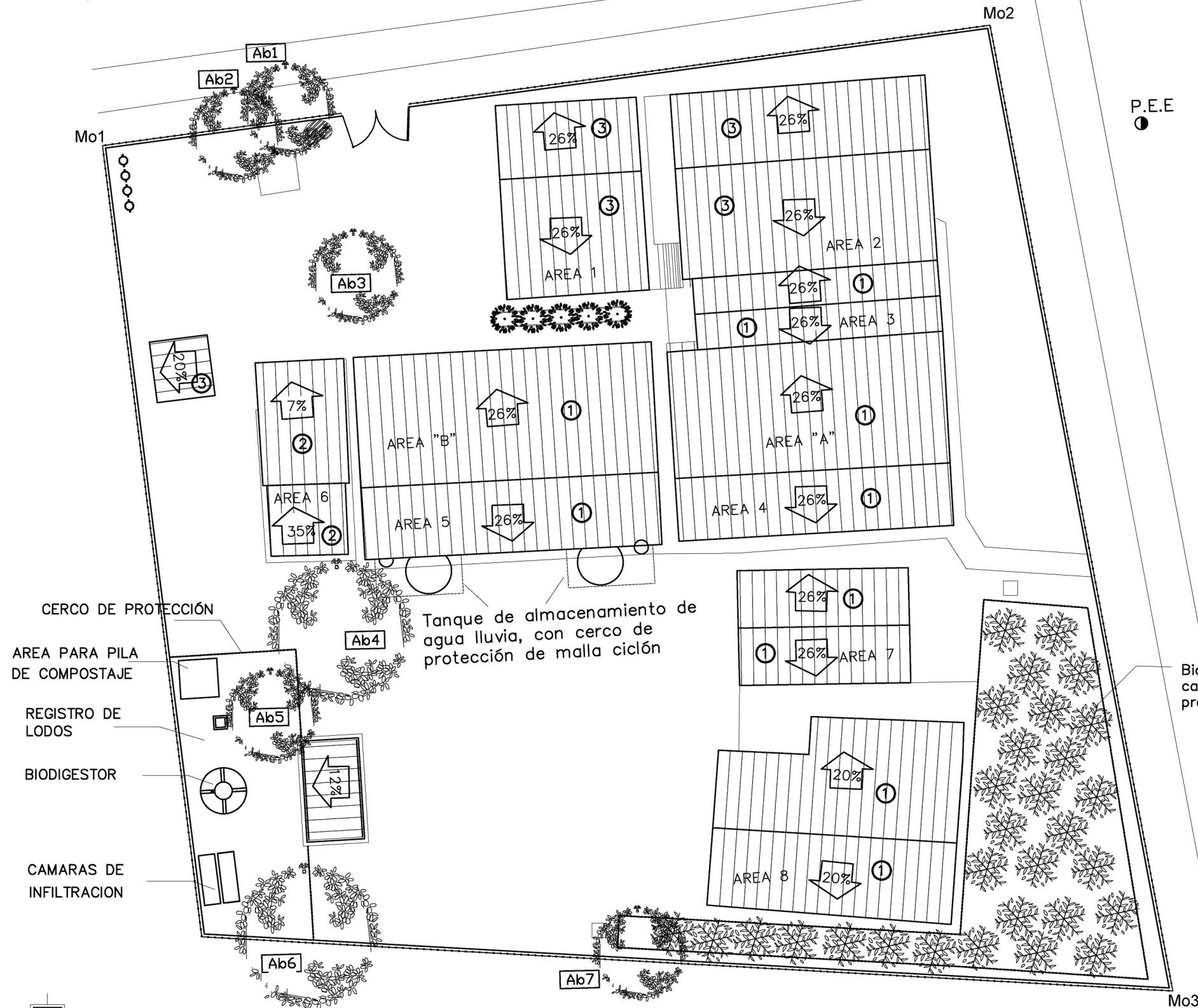
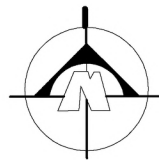
ESCALA:
INDICADA

FECHA:
NOVIEMBRE 2019

HOJA:
7/11

PLANTA ESTRUCTURAL DE TECHOS

ESCALA 1 : 250



AREAS DE PANELES SOLARES PROY.	
CLAVE	AREA
AREA 1	46.02 m ²
AREA 2	76.63 m ²
AREA 3	23.72 m ²
AREA 4	46.68 m ²
AREA 5	58.04 m ²
AREA 6	14.95 m ²
AREA 7	26.61 m ²
AREA 8	52.71 m ²
AREA A	56.32 m ²
AREA B	4.00 m ²

TIPO DE CUBIERTA DE TECHO	
CLAVE	TIPO DE CUBIERTA
①	CUBIERTA DE LAMINA DE ALUMINIO
②	CUBIERTA DE LAMINA GALVANIZADA CANAL CORRIENTE
③	CUBIERTA DE LAMINA GRIS ESTANDAR (DURALITA)



UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
 FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA ORIENTAL
 DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
 PROYECTO DE GRADUACIÓN

TEMA:
 PROPUESTA DE MODELO DE UN CENTRO ESCOLAR AUTOSUSTENTABLE DE EDUCACIÓN BÁSICA PARA LA ZONA COSTERA DEL MUNICIPIO DE JUCUARÁN, DEPARTAMENTO DE USULUTAN.

UBICACION:
 CASERIO EL ESPINO, CANTON EL JÍCARO, MUNICIPIO DE JUCUARAN, DEPARTAMENTO DE USULUTAN

PRESENTA:
 DÍAZ CRUZ, EDGAR ALFONSO
 MÁRQUEZ CAÑAS, DANY ALFONSO
 RIVERA GUZMÁN, ANIBAL ANTONIO

CONTENIDO:
 - PLANTA DISTRIBUCION DE TECHOS

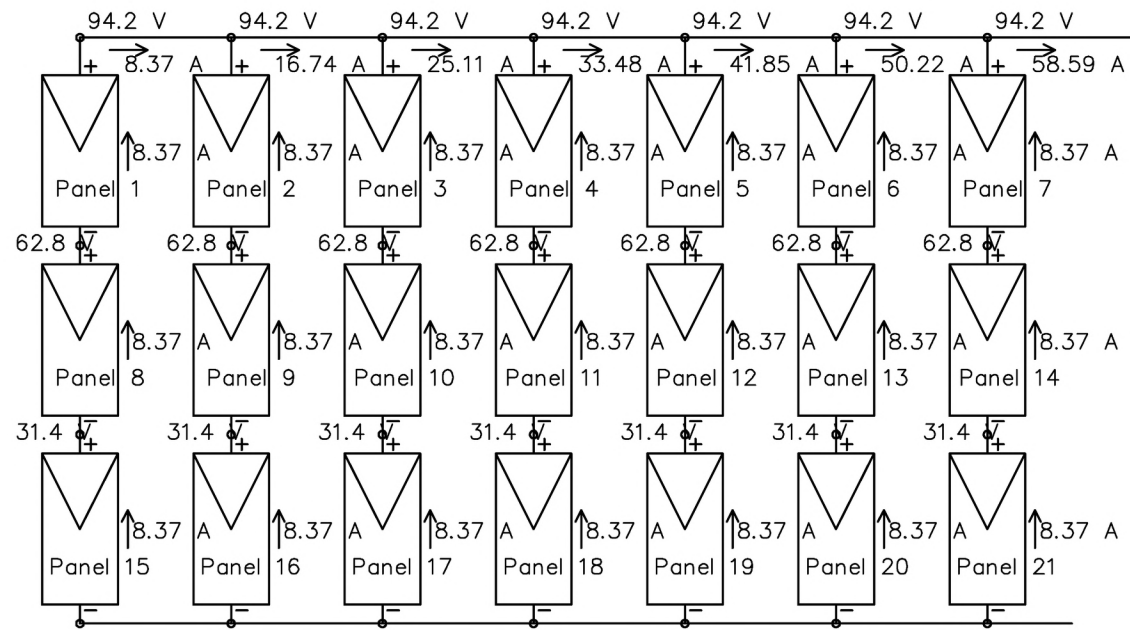
ESCALA:
 INDICADA

FECHA:
 NOVIEMBRE 2019

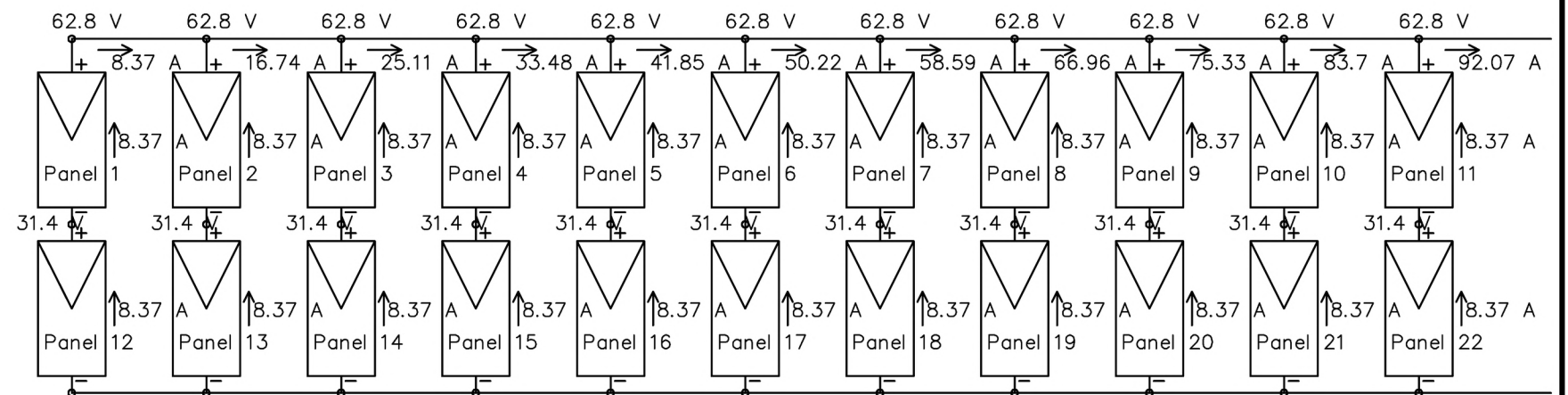
HOJA:
 8/11

PLANTA DE DISTRIBUCIÓN DE TECHOS

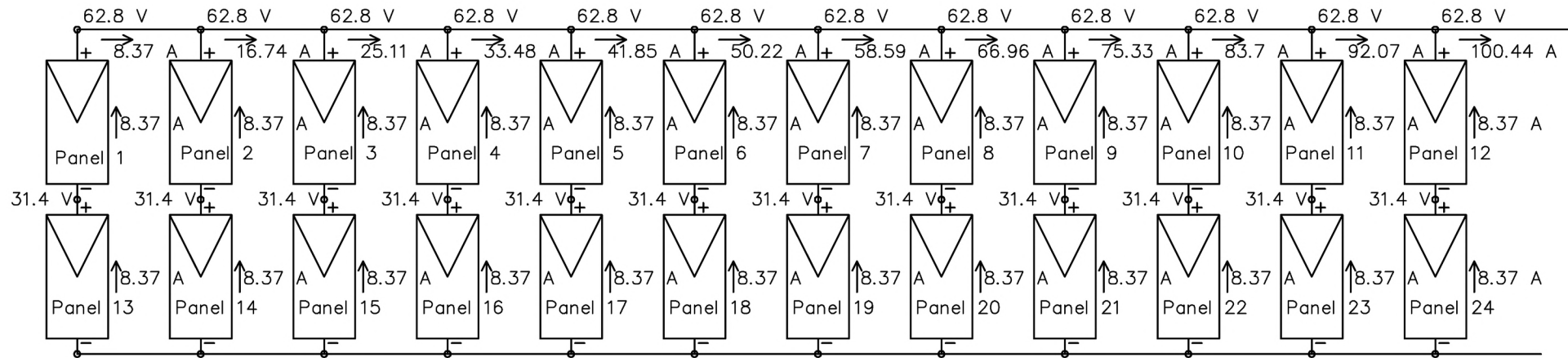
ESCALA 1 : 250



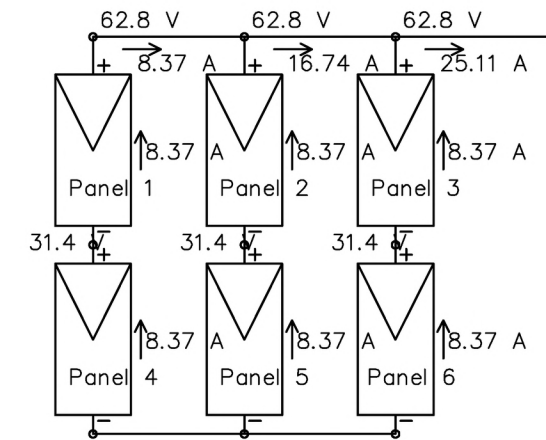
AREA 1 = 46.02 m2 AREA DE PANELES = 45.13 m2



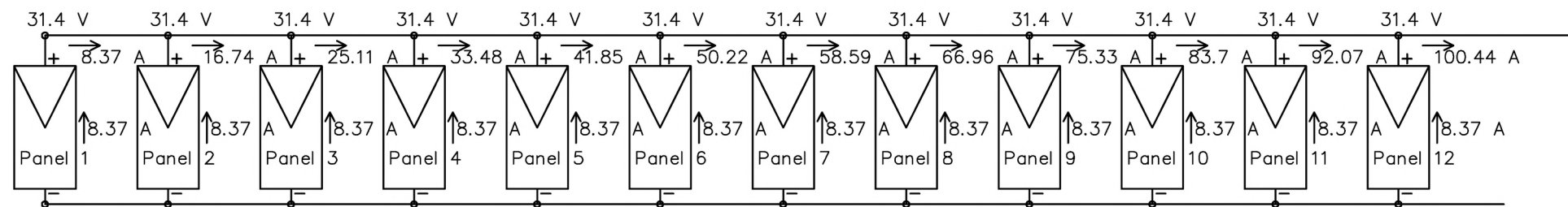
AREA 8 = 52.71 m2 AREA DE PANELES = 47.37 m2



AREA 2 = 76.63 m2 AREA DE PANELES = 51.08 m2



AREA 6 = 14.95 m2 AREA DE PANELES = 12.74 m2



AREA 3 = 23.72 m2 AREA DE PANELES = 25.56 m2


	UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA ORIENTAL DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA PROYECTO DE GRADUACIÓN		
	TEMA: PROPUESTA DE MODELO DE UN CENTRO ESCOLAR AUTOSUSTENTABLE DE EDUCACIÓN BÁSICA PARA LA ZONA COSTERA DEL MUNICIPIO DE JUCUARÁN, DEPARTAMENTO DE USulután.		
UBICACION: CASERIO EL ESPINO, CANTON EL JÍCARO, MUNICIPIO DE JUCUARAN, DEPARTAMENTO DE USulután	PRESENTA: DÍAZ CRUZ, EDGAR ALFONSO MÁRQUEZ CAÑAS, DANY ALFONSO RIVERA GUZMÁN, ANIBAL ANTONIO		
CONTENIDO: - PLANTA DISTRIBUCION DE TECHOS	ESCALA: INDICADA	FECHA: NOVIEMBRE 2019	HOJA: 9/11

DIAGRAMA DE DISTRIBUCION DE PANELES

ESCALA 1 : 250

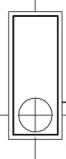
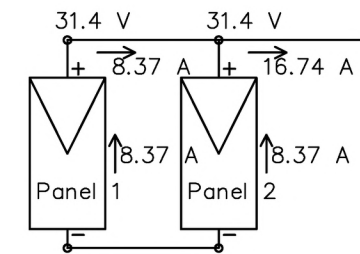
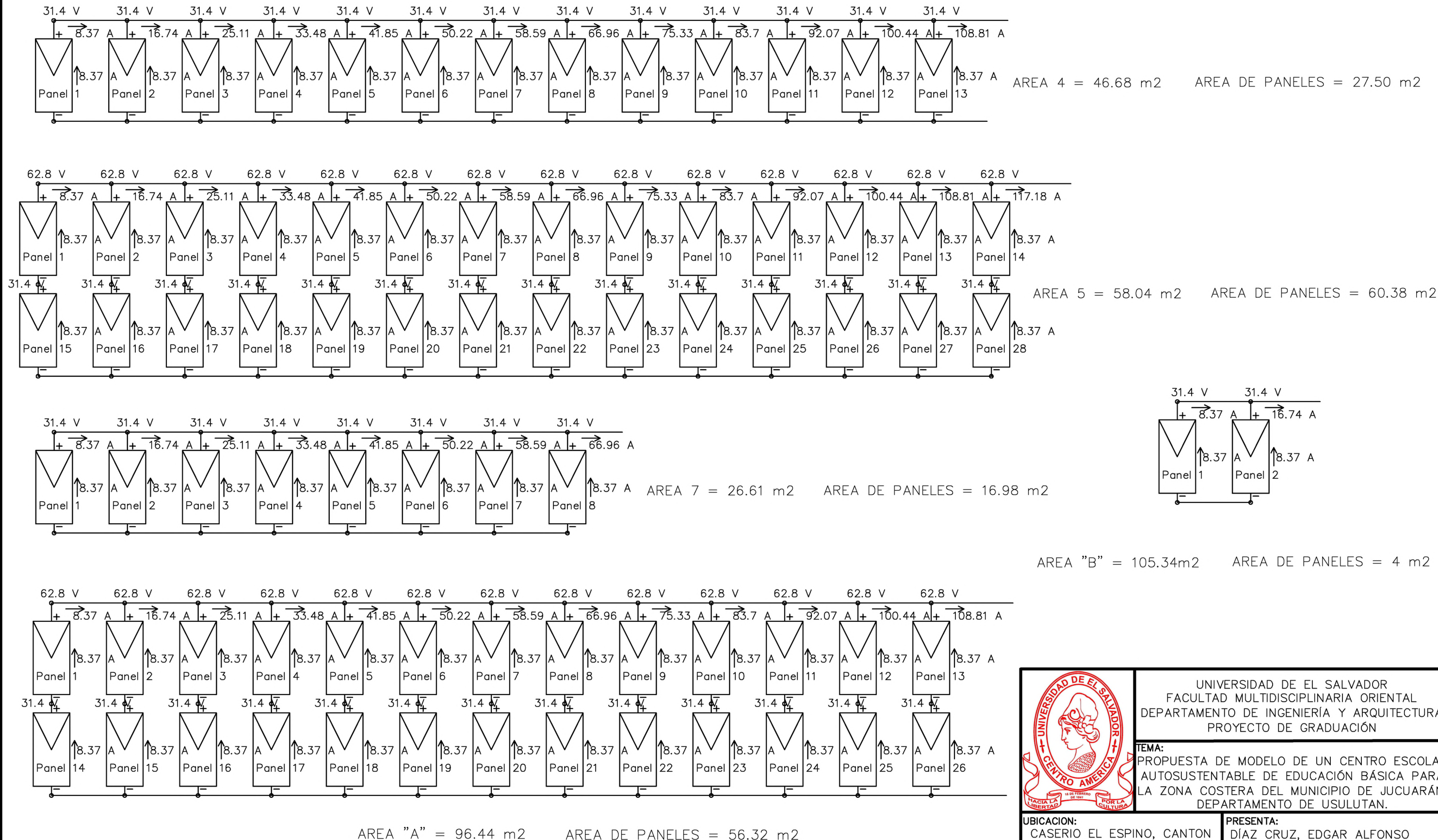
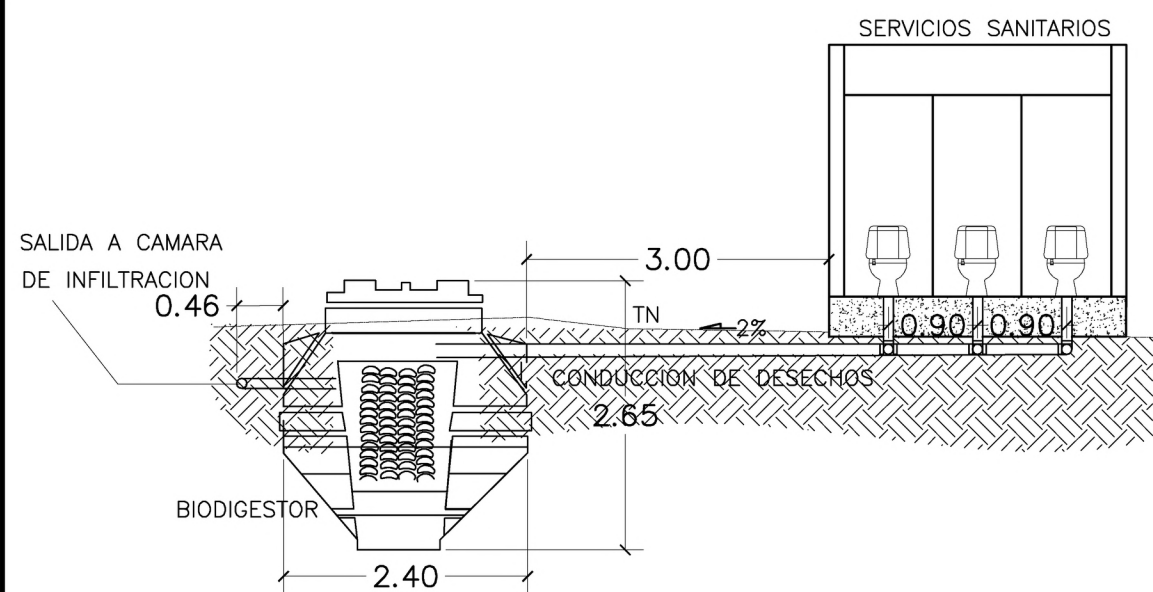


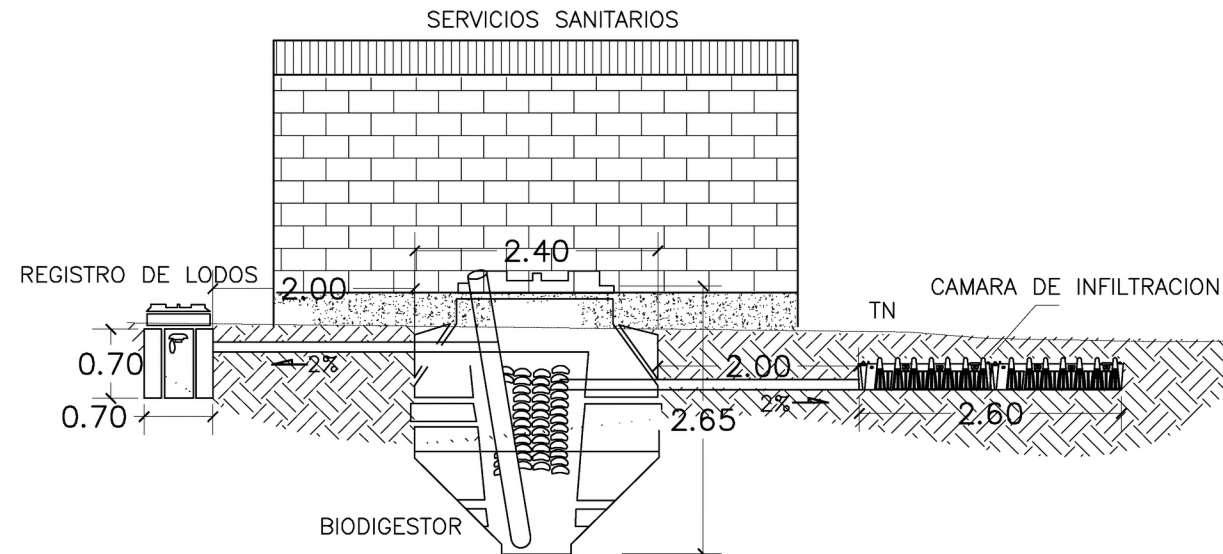
DIAGRAMA DE DISTRIBUCION DE PANELES

ESCALA 1 : 250

	UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA ORIENTAL DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA PROYECTO DE GRADUACIÓN		
	TEMA: PROPUESTA DE MODELO DE UN CENTRO ESCOLAR AUTOSUSTENTABLE DE EDUCACIÓN BÁSICA PARA LA ZONA COSTERA DEL MUNICIPIO DE JUCUARÁN, DEPARTAMENTO DE USULUTAN.		
UBICACION: CASERIO EL ESPINO, CANTON EL JÍCARO, MUNICIPIO DE JUCUARAN, DEPARTAMENTO DE USULUTAN	PRESENTA: DÍAZ CRUZ, EDGAR ALFONSO MÁRQUEZ CAÑAS, DANY ALFONSO RIVERA GUZMÁN, ANIBAL ANTONIO		
CONTENIDO: - PLANTA DISTRIBUCION DE TECHOS	ESCALA: INDICADA	FECHA: NOVIEMBRE 2019	HOJA: 10/11

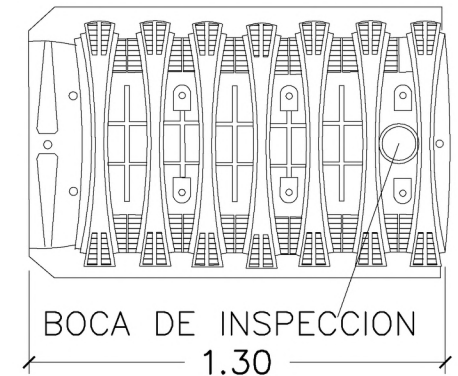


CONEXIÓN BAÑOS – BIODIGESTOR
ESC 1:75

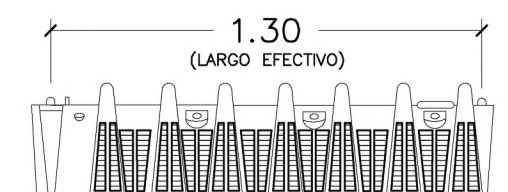


CONEXIÓN BIODIGESTOR, CAMARAS DE INFILTRACION Y
REGISTRO DE LODOS
ESC 1:75

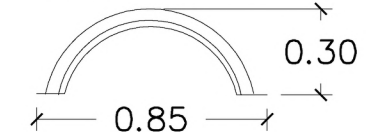
VISTA SUPERIOR



VISTA LATERAL

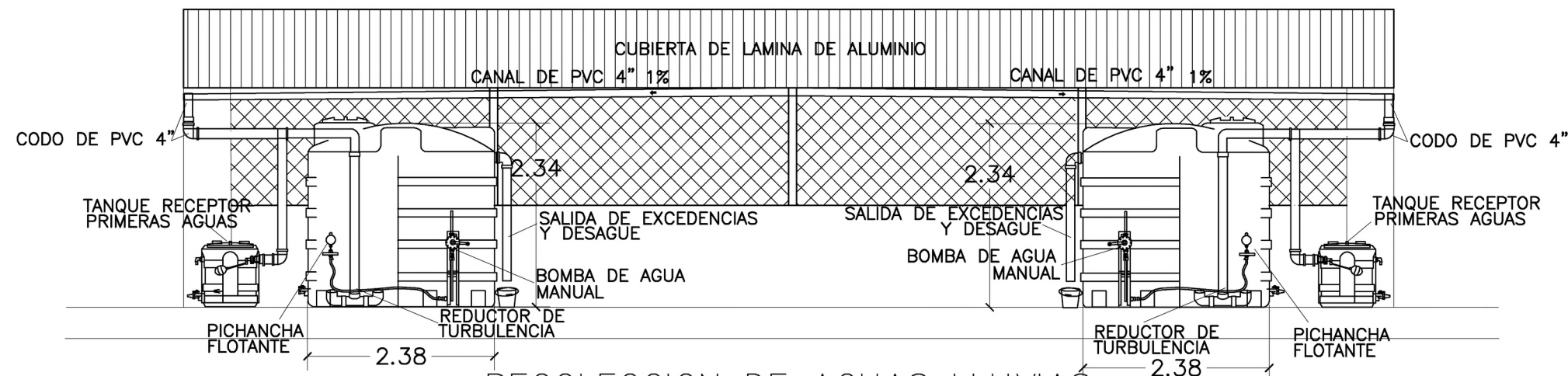


VISTA FRONTAL



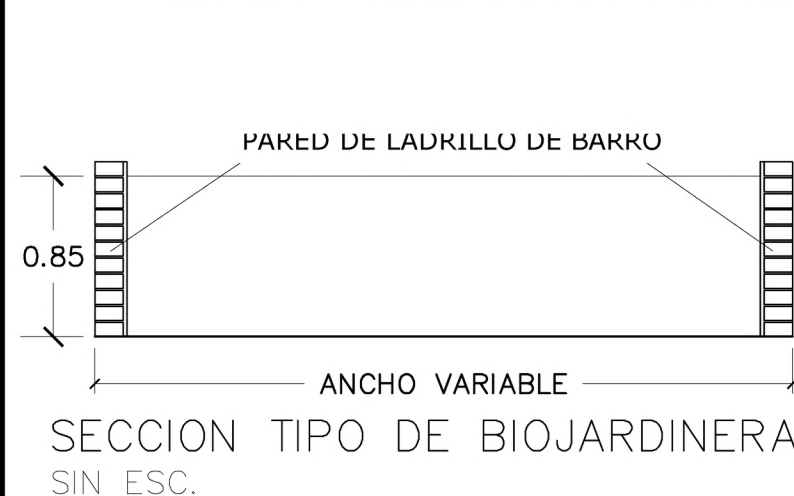
CAMARAS DE INFILTRACION
SIN ESC

SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS NEGRAS



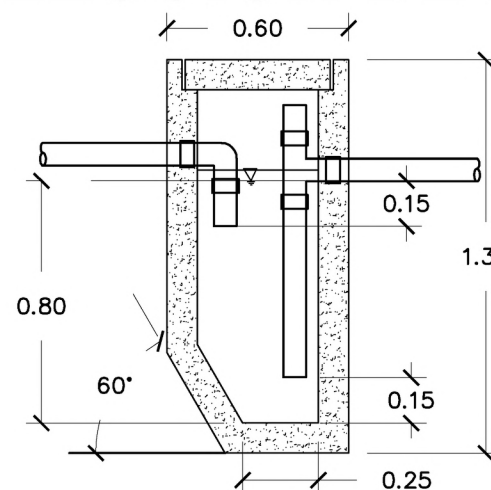
RECOLECCION DE AGUAS LLUVIAS
ESC 1:75

SISTEMA DE RECOLECCION DE AGUAS LLUVIAS



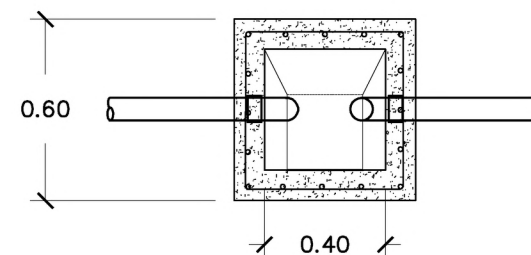
SECCION TIPO DE BIOJARDINERA
SIN ESC.

BIOJARDINERA



TRAMPA DE GRASA PARA BIOJARDINERA
ESC 1:50

Ref Horizontal var #3@15 cms
Ref Vertical var #3@13 cms



UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA ORIENTAL
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
PROYECTO DE GRADUACIÓN

TEMA:
PROPUESTA DE MODELO DE UN CENTRO ESCOLAR
AUTOSUSTENTABLE DE EDUCACIÓN BÁSICA PARA
LA ZONA COSTERA DEL MUNICIPIO DE JUCUARÁN,
DEPARTAMENTO DE USulután.

UBICACION:
CASERIO EL ESPINO, CANTON
EL JÍCARO, MUNICIPIO DE
JUCUARÁN, DEPARTAMENTO
DE USulután

PRESENTA:
DÍAZ CRUZ, EDGAR ALFONSO
MÁRQUEZ CAÑAS, DANY ALFONSO
RIVERA GUZMÁN, ANIBAL ANTONIO

CONTENIDO:
– PLANO DE DETALLES

ESCALA:
INDICADA

FECHA:
NOVIEMBRE
2019

HOJA:
11/11