

TRABAJO ESPECIAL DE GRADO

PROPUESTA DE CAMBIOS DE CUBIERTAS DE TECHOS CON INSTALACIÓN DE PANELES SOLARES Y SISTEMAS DE CAPTACIÓN Y ALMACENAMIENTO DE AGUAS PLUVIALES, EN LOS GALPONES DE AULAS DEL NÚCLEO ARMANDO MENDOZA DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA DE LA UCV, CAGUA

Presentado ante la Ilustre
Universidad Central de Venezuela

Por el Bachiller:
Bravo Hernández, David Rafael

Para optar al Título de
Ingeniero Civil

Caracas, 2012

TRABAJO ESPECIAL DE GRADO

PROPUESTA DE CAMBIOS DE CUBIERTAS DE TECHOS CON INSTALACIÓN DE PANELES SOLARES Y SISTEMAS DE CAPTACIÓN Y ALMACENAMIENTO DE AGUAS PLUVIALES, EN LOS GALPONES DE AULAS DEL NÚCLEO ARMANDO MENDOZA DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA DE LA UCV, CAGUA

TUTOR ACADÉMICO: Prof. Alejandro Guillén

Presentado ante la Ilustre
Universidad Central de Venezuela
Por el Bachiller:
Bravo Hernández, David Rafael
Para optar al Título de
Ingeniero Civil

Caracas, 2012

ACTA

El día 30/05/2012 se reunió el jurado formado por los profesores:

Neyancho Guillen M.

Alonso Romero M.

Steve Merlo

Con el fin de examinar el Trabajo Especial de Grado titulado: **“PROPUESTA DE CAMBIOS DE CUBIERTAS DE TECHOS CON INSTALACIÓN DE PANELES SOLARES Y SISTEMAS DE CAPTACIÓN Y ALMACENAMIENTO DE AGUAS PLUVIALES, EN LOS GALPONES DE AULAS DEL NÚCLEO ARMANDO MENDOZA DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA DE LA UCV, CAGUA”**.

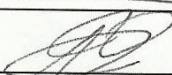
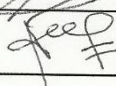
Presentado ante la Ilustre Universidad Central de Venezuela para optar al Título de **INGENIERO CIVIL**.

Una vez oída la defensa oral que el bachiller hizo de su Trabajo Especial de Grado, este jurado decidió las siguientes calificaciones:

Nombre	CALIFICACIÓN	
	Número	Letras
Br. David Rafael Bravo Hernández	19	Diez y nueve

Recomendaciones:

FIRMAS DEL JURADO

Caracas, 30 de Mayo de 2012

DEDICATORIA

A Dios Todopoderoso por ser mi guía, orientador y amigo, permaneciendo a mi lado en todos los momentos de mi vida.

A mi madre, María M. Hernández y a mi padre, Fabián G. Bravo, por brindarme amor, cariño, comprensión, fuerza, valor y por atender pacientemente todas mis inquietudes en todos estos años que he estado inmerso en mis estudios y a quien debo todos mis logros.

A mis hermanos, Adrián G. Bravo H. y Fabián E. Bravo H., quienes han estado presentes con su apoyo incondicional durante todos mis estudios, compartiendo alegrías y ayudándome infinitamente.

A mis amigos y familiares, quienes siempre confiaron en mí y me apoyaron en mis decisiones, dándome buenos consejos ayudándome a cumplir esta meta.

David Bravo

AGRADECIMIENTOS

A Dios todo poderoso, por darme fuerzas para levantarme en mis momentos de tropiezos.

Agradezco a mis padres María M. Hernández y Fabián G. Bravo, por su apoyo incondicional, por estar conmigo en cada paso de mi vida, ayudándome con paciencia y esmero.

A mis hermanos Adrián G. Bravo H. y Fabián E. Bravo H, por siempre brindarme apoyo, cariño y comprensión en todo momento.

A mis amigos José M. Correa y Geraldine Colmenares, por brindarme apoyo, compañía, buenos consejos y por estar siempre con una palabra de aliento cuando los he necesitado.

A mis amigos y hermanos Ángel Lozada, Carlos Correa, Carlos Gómez, José Fuentes, Liccett Palacios, Neyda Henriques, Ángel Oramas y Jesús Oramas, por haber participado en mi formación y brindarme su ayuda en los momentos en que más los necesite.

A mi tutor, Ing. Alejandro Guillen y al Ing. Pedro Acosta, por brindarme su apoyo incondicional.

A todos ustedes, Muchas Gracias por todo....

David Bravo

UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL

DEPARTAMENTO DE ESTRUCTURAS

**PROPUESTA DE CAMBIOS DE CUBIERTAS DE TECHOS CON
INSTALACIÓN DE PANELES SOLARES Y SISTEMAS DE CAPTACIÓN Y
ALMACENAMIENTO DE AGUAS PLUVIALES, EN LOS GALPONES DE
AULAS DEL NÚCLEO ARMANDO MENDOZA DE LA FACULTAD DE
INGENIERÍA DE LA UCV, CAGUA**

Autor: Bravo Hernández David Rafael

Tutor: Ing. Alejandro Guillen

Fecha: Mayo de 2011

RESUMEN

El aprovechamiento de los recursos naturales es un tema de preocupación que se ha estudiado desde hace algunas décadas por distintos organismos a nivel mundial. Es por ello que en el siguiente trabajo de grado se proponen una serie de modificaciones estructurales en los techos del Núcleo Armando Mendoza de la Facultad de Ingeniería de la UCV, para lograr un uso eficiente de la energía, a través de la instalación de paneles solares y del agua de lluvia para riego y servicios, con la instalación de un sistema de captación y recolección de aguas pluviales, logrando unos galpones más seguros y confortables para todos los miembros de la FIUCV Cagua.

En la actualidad los galpones del Núcleo Armando Mendoza de la Facultad de Ingeniería de la UCV, presentan un grave deterioro en las cubiertas de techo, producto de los años y el desprendimiento de las ramas de los árboles que se encuentran adyacentes y ameritan un cambio inmediato. Las nuevas cubiertas de techo deberán ofrecer una serie de ventajas tales como: ser livianas, tener buen aislamiento al medio ambiente, durabilidad, resistencia, que no ocasione ningún daño a la salud y que permitan la instalación de los paneles solares y de un sistema de recolección de agua pluviales, respetando la infraestructura existente.

Palabras Claves: eco-eficiencia, paneles solares, agua pluvial, techos

ÍNDICE GENERAL

INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I	
PROBLEMA	3
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	3
1.2. Formulación del Problema	8
1.3. Objetivo General	8
1.3.1. Objetivos Específicos.....	9
1.4. Justificación del Trabajo	9
1.5. Alcance	10
1.6. Delimitación.....	11
CAPÍTULO II	
MARCO TEÓRICO	12
2.1. Galpones.....	12
2.2. Cubiertas de Techo	13
2.2.1. Tipos de Cubiertas de Techo	14
2.3. Asbesto	15
2.3.1. El Asbesto en Venezuela	16
2.3.1.1. Medidas mínimas de seguridad e higiene ocupacional para el transporte, almacenamiento y uso de asbestos	18
2.3.1.1.1. Empacado.....	18
2.3.1.1.1.1. Empacado Inicial	18
2.3.1.1.1.2. Empacado para transporte terrestre.....	18
2.3.1.1.1.3. Empacado final	19

2.3.1.1.2. Transporte terrestre	19
2.3.1.1.3. Almacenamiento	20
2.3.1.1.4. Recolección y disposición de residuos	21
2.3.1.2. Procedimiento Técnico Administrativo Aplicable para la Remoción de Asbestos y Materiales de Asbestos.....	21
2.4. Energías Renovables	23
2.4.1. Energía Solar Fotovoltaica.....	24
2.4.2. Sistema Fotovoltaico.....	26
2.4.2.1. Módulos Fotovoltaicos	27
2.4.2.1.1. Celdas Fotovoltaicas	28
2.4.2.1.2. Marco de Vidrio y Aluminio	28
2.4.2.1.3. Tipos de Módulos Fotovoltaicos	29
2.4.2.1.4. Ubicación de los Módulos Fotovoltaicos.....	30
2.4.3. Baterías.....	30
2.4.3.1. Mantenimiento y Vida Útil	31
2.4.4. El Regulador o Controlador De Carga	32
2.4.5. El Inversor.....	33
2.4.6. Otros Elementos en las Aplicaciones.....	34
2.5. Sistema de Captación y Almacenamiento de Agua Pluvial	34
2.5.1. Ventajas y Desventajas.....	35
2.5.2. Componentes.....	36
2.5.2.1. Captación.....	36
2.5.2.2. Sistema de conducción.....	36
2.5.2.3. Interceptor.....	37

2.5.2.4. Almacenamiento	38
-------------------------------	----

CAPÍTULO III

MARCO METODOLÓGICO	40
3.1 Tipo de estudio	40
3.2 Área de investigación	42
3.3 Técnicas e instrumento de recolección de datos.....	42
3.3.1 Observación.....	42
3.3.2 Revisión bibliográfica	43
3.3.3 Evaluación y selección de alternativas.....	43
3.4 Procedimiento de la investigación	43
3.4.1 FASE I: Documentación	44
3.4.2 FASE II: Inspección y Diagnóstico	46
3.4.3 FASE III: Cálculos	48
3.4.3.1 Configuración geométrica.....	48
3.4.3.2 Dimensiones de las secciones tipo.....	49
3.4.3.3 Cargas Gravitacionales:.....	49
3.4.3.4 Acciones accidentales debidas al viento W	51
3.4.3.4.1 Clasificación de la construcción según su uso.....	52
3.4.3.4.2 Clasificación según las características de respuestas	53
3.4.3.4.3 Parámetros que dependen de la zonificación eólica.....	54
3.4.3.4.4 Determinación de las acciones por efectos del viento	58
3.4.3.4.4.1 Acciones sobre el sistema resistente a el viento	59
3.4.3.4.4.2 Coeficiente de empuje o succión interna, GC_{pi}	60
3.4.3.4.4.3 Factor de respuesta ante ráfagas.....	60
3.4.3.4.4.4 Coeficientes C_p de empuje o succión externa.....	62

3.4.3.4.5	Presión dinámica	64
3.4.3.4.6	Acciones sobre sistemas resistentes al viento.....	69
3.4.3.5	Elaboración del modelo matemático de los galpones, en un programa de análisis estructural	75
3.4.3.5.1	Configuración geométrica.....	75
3.4.3.5.2	Definición de Materiales	75
3.4.3.5.3	Definición de elementos estructurales	78
3.4.3.5.4	Dimensiones de los perfiles utilizados para el modelado de la estructura.	79
3.4.3.5.5	Generación del modelo geométrico	83
3.4.3.5.6	Cargas gravitacionales	84
3.4.3.5.7	Asignación de cargas gravitacionales.....	84
3.4.3.5.8	Asignación de cargas por acciones del viento	85
3.4.3.5.9	Combinaciones de cargas	86
3.4.3.5.10	Aspectos importantes a considerar para la elaboración del modelo	87
3.4.3.6.	Cálculos del sistema fotovoltaico.....	90
3.4.3.6.1.	Dimensionamiento de instalación fotovoltaica	91
3.4.3.6.2.	Capacidad del banco de baterías	93
3.4.3.6.3.	Regulador de carga	95
3.4.3.6.4.	Cálculo del Inversor	96
3.4.3.6.5.	Cálculo de Paneles Solares.....	96
3.4.3.6.6.	Cálculo de energía entregada en Wh, por cada panel fotovoltaico	97
3.4.3.7.	Cálculo para el sistema de captación del agua de lluvia	98

3.4.3.7.1. DISEÑO	99
3.4.3.7.1.1. Bases del diseño	99
3.4.3.7.1.2. Criterios de diseño	103
3.4.3.7.2. Cálculos	104
3.4.3.7.2.1. Determinación de la precipitación promedio mensual	104
3.4.3.7.2.2. Determinación de la demanda	104
3.4.3.7.2.3. Determinación del volumen del tanque de abastecimiento	105
3.4.3.7.2.4. Determinación de la oferta y la demanda	106
3.4.3.7.2.5. Determinación del volumen del tanque	106
3.4.3.7.2.6. Volumen de almacenamiento	112
3.4.3.7.2.7. Interceptor de primeras aguas de lluvias	113
3.4.3.7.2.8. Sistema de bombeo	114
3.4.3.7.2.9. Cálculo estructural del tanque de almacenamiento	116
3.4.3.7.2.9.1. Cálculo de acciones	117
3.4.3.7.2.9.1.1. Cargas asociadas al empuje hidrostático	117
3.4.3.7.2.9.1.1.1. Cálculo de los momentos flectores	118
3.4.3.7.2.9.1.2. Cargas asociadas al empuje de tierras	120
3.4.3.7.2.9.1.2.1. Profundidad a la que se encuentra el tanque	120
3.4.3.7.2.9.1.3. Armaduras a Flexión	122
3.4.3.7.2.9.2. Resumen de la cantidad de varillas	128
3.4.3.7.2.10. Diseño de la mezcla de concreto	129
3.4.3.7.2.10.1. Pasos para la aplicación del método de diseño	130
3.4.3.7.2.10.1.1. Revisión de las condiciones de servicio	130
3.4.3.7.2.10.1.2. Cálculo del α teórico (α_t)	130

3.4.3.7.2.10.1.3.	Correcciones de α (α_c)	131
3.4.3.7.2.10.1.4.	Cálculo del cemento teórico (C_{teo})	131
3.4.3.7.2.10.1.5.	Correcciones del Cemento (C_c).....	132
3.4.3.7.2.10.1.6.	Contenido mínimo de cemento (C_{min}).....	132
3.4.3.7.2.10.1.7.	Volumen absoluto del agua (a).....	133
3.4.3.7.2.10.1.8.	Volumen de aire atrapado (V)	133
3.4.3.7.2.10.1.9.	Determinación de los agregados en condición saturados con superficie seca (SSS), para un metro cúbico de mezcla.....	134
3.4.3.7.2.10.1.10.	Dosificación expresada en pesos (Kgf/m^3).....	135
3.4.3.7.2.10.1.11.	Dosificación expresada en volumen.....	135
3.4.4.	FASE IV: Presentación de Alternativas	136
3.4.5.	FASE V: Elaboración de informe final	137
CAPÍTULO IV		
RESULTADOS Y ANÁLISIS		139
4.1.	Modelación del galpón, diseñado con diferentes normas, utilizando el programa de análisis estructural (SAP2000)	139
4.2.	Revisión de la Relación Demanda/Capacidad	142
4.3.	Cantidades de obra y presupuestos.....	144
4.3.1.	Selección de tipo de techo a utilizar	144
4.3.2.	Sistema fotovoltaico	149
4.3.3.	Sistema de captación y almacenamiento de aguas pluviales	152
4.3.4.	Presupuesto general del TEG	154
CAPÍTULO V		
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		155
5.1.	CONCLUSIÓN	155

5.2. RECOMENDACIONES	158
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	160
ANEXOS.....	163
Anexo A (Comunicado escrito por parte de la dirección del Núcleo)	164
Anexo B (Estado actual del Núcleo Armando Mendoza de la Facultad de Ingeniería de la UCV)	166
Anexo C (Propuesta de techos de galpones)	170
Anexo D (Sistema solar fotovoltaico).....	172
Anexo E (Propuesta del sistema de captación y almacenamiento de aguas pluviales)	176
Anexo F (Presupuestos de cubiertas de techo y remoción del asbesto) .	185
Anexo G (Presupuestos de sistemas solares fotovoltaicos)	198
Anexo H (Presupuestos canales de aguas de lluvias).....	204
Anexo I (Planos)	207

INDICE DE TABLAS

Tabla II.1. Distribución de asbestos importados según entidad federal. Venezuela. 1990-1992.....	17
Tabla II.2. Clasificación de las Energías Renovables y No Renovables.	24
Tabla III.1. Configuración geométrica utilizada en el modelo estudiado.	48
Tabla III.2. Tipología de elementos estructurales a modelar.....	49
Tabla III.3. Tipos de cargas gravitacionales utilizadas en el modelo estudiado. Fuente: Elaboración propia	50
Tabla III.4. Valores de cargas variables en techos o azoteas.	50
Tabla III.5. Cargas gravitacionales utilizadas para el modelo estudiado.....	51
Tabla III.6. Factor de importancia eólica.	52
Tabla III.7. Velocidad Básica del Viento.....	55
Tabla III.8. Tipo de exposición para los componentes y cerramientos.....	58
Tabla III.9. Factor de respuesta ante ráfagas.	61
Tabla III.10. Coeficientes de empuje y succión para fachadas.	62
Tabla.III.11. Coeficientes de empuje y succión para techos..	63
Tabla III.12. Coeficientes de empuje y succión para fachadas y techos de los sistemas resistentes al viento..	63
Tabla III.13. Constantes para el cálculo de k_z y k_h	65
Tabla III.14. Tabla resumen de parámetros principales para el cálculo de las acciones del viento según la Norma Venezolana COVENIN 2003-89.....	67
Tabla III.15. Cálculos de las acciones del viento transversal y perpendicular a la cumbrera, sobre el sistema resistente al viento..	70
Tabla III. 16. Distribución de las acciones del viento en cada dirección.	72
Tabla III.18. Acc. Ext. + Succión interior	73
Tabla III.17. Acc. Ext. + Empuje interior.....	73
Tabla III.19. Acc. Ext. + Empuje interior.....	74
Tabla III.20. Acc. Ext. + Succión interior	74

Tabla III.21. Propiedades Mecánicas de los Materiales utilizados en el modelo estudiado.....	76
Tabla III.22. Tipología de elementos estructurales a modelar.....	79
Tabla III.23. Datos del consumo de potencia de los distintos equipos utilizados de las alternativas..	91
Tabla III.24. Estimación de la energía consumida por día, para la primera alternativa..	92
Tabla III.25. Estimación de la energía consumida por día, para la segunda alternativa..	92
Tabla III.26. Datos del consumo de potencia de la luminaria usada en esta alternativa..	93
Tabla III.27. Estimación de la energía y la potencia consumida.	93
Tabla III.28. Elementos principales de un sistema fotovoltaico, especificaciones y cantidades.....	98
Tabla III.29. Datos de la estación hidrometereológica: Cagua – Grupo Escolar.....	100
Tabla III.30. Datos precipitaciones mensuales de la estación hidrometereológica: Cagua – Grupo Escolar	101
Tabla III.31. Parámetros previos al diseño de un sistema de captación de agua de lluvia.....	103
Tabla III.32. Demanda diaria de agua (litros/día).....	107
Tabla III.33. Cálculo de la precipitación promedio mensual (P_{pi}).	108
Tabla III.34. Demanda total mensual de agua (litros).	110
Tabla III.35. Resultados de precipitación promedio mensual, demanda y oferta mensual, demanda y oferta acumulada y volúmenes de almacenamiento.....	111
Tabla III.36. Dimensionamiento del sistema de bombeo.....	115
Tabla III.37. Factores de seguridad.	117
Tabla III.38. Valores de para el α cálculo de esfuerzos.	118
Tabla III.39. Momentos flectores asociados a empuje hidrostático.....	119

Tabla III.40. Cálculo del volumen de concreto.	120
Tabla III.41. Momentos flectores asociados a empuje de tierras.	122
Tabla III.42. Coeficientes β para el cálculo de esfuerzos de tracción.	126
Tabla III.43. Distribución del acero en los distintos elementos estructurales.....	129
Tabla III.44. Condiciones para el diseño de la mezcla.	129
Tabla III.44. Resumen de dosificación en Kg/m ³	135
Tabla III.45. Resumen de dosificación expresada en volúmenes.	136
Tabla IV.1. Resumen de presupuestos para cubiertas de techo y remoción de asbesto.	146
Tabla IV.2. Especificaciones de las cubiertas de techo a utilizar.....	148
Tabla IV.3. Presupuesto de: desmontaje, adecuación, transporte y disposición final de las cubiertas actuales y las nuevas cubiertas de techo.	149
Tabla IV.4. Resumen de presupuestos de sistemas solares fotovoltaicos.	150
Tabla IV.5. Resumen de presupuestos alternativa tres.	151
Tabla IV.6. Resumen de presupuesto del sistema de captación y almacenamiento de aguas pluviales.....	153
Tabla IV.7. Resumen de presupuesto del suministro y instalación de canales de recolección de aguas pluviales.	153
Tabla IV.8. Resumen del presupuesto general del TEG.	154

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura I.1. Matrículas FIUCV Núcleo Cagua.	4
Figura I.2. Estado Techo Galpón 2 Lado Sur.	5
Figura I.3. Estado Techo Galpón 1 Centro.	5
Figura I.4. Estado Techo Galpón 1 Lado Norte.	6
Figura II.1. Componentes típicos de un galpón.	13
Figura II.2. Tipos de cubiertas de techo.	14
Figura II.3. Esquema simple de un sistema fotovoltaico.	27
Figura II.4. Conjunto de paneles fotovoltaicos típicos y su estructura de metal de soporte.	29
Figura II.5 Formas de canaletas de construcción sencilla y Canaletas con Mallas para evitar contaminación por hojas.	37
Figura II.6. Sistema de captación de agua pluvial en techos.	39
Figura III.1. Configuración Geométrica del Núcleo Armando Mendoza	54
Figura III.2. Imagen satelital, que muestra la ubicación del Núcleo Armando Mendoza FIUCV y sus zonas aledañas.	57
Figura III.3. Esquema de las acciones de viento transversal sobre un galpón.	73
Figura III.4. Esquema de las acciones de viento perpendicular sobre un galpón.	74
Figura III.5. Definición del acero A36, en el programa de análisis .estructural	77
Figura III.6. Definición del aluminio ALLOY 6061 T6, en el programa de análisis estructural.	78
Figura III.7. Dimensiones de los perfiles IPE220, en el programa de análisis estructural.	80
Figura III.8. Dimensiones de los perfiles UPN180, en el programa de análisis estructural.	81

Figura III.9. Dimensiones de los perfiles L90x90x6, en el programa de análisis estructural..	82
Figura III.10. Dimensiones de las Barras de 1 ½”, en el programa de análisis estructural..	83
Figura III.11. Ventana de los casos de carga del programa de análisis estructural..	84
Figura III.12. Modelo en 3D sometido a la carga gravitacional: Carga Variable.....	85
Figura III.13. Modelo en 3D sometido a la acción del viento VX1.	86
Figura III.14. Visualización de los elementos articulados en el modelo.	88
Figura III.15. Vista 3D del modelo.....	89
Figura III.16. Área seleccionada para el riego y área destinada para ubicación del tanque de almacenamiento.....	102
Figura III.17. Precipitación Promedio Mensual durante 15 años.....	109
Figura III.18. Volumen de Almacenamiento.	112
Figura III.19. Valores de k para un ancho de fisura de 0.1mm.....	124
Figura IV.1. Vista en 3D del galpón.	140
Figura IV.2. Vista frontal del galpón..	140
Figura IV.3. Vista lateral del galpón..	141
Figura IV.4. Vista en superior del galpón..	141
Figura IV.5. Vista frontal del galpón..	142
Figura IV.6. Vista lateral del galpón..	143
Figura IV.7. Vista en superior del galpón..	143
Figura IV.8. Panel BC.	148

INTRODUCCIÓN

En esta investigación se estudiaron las cubiertas de los techos de los galpones del Núcleo Armando Mendoza de la Facultad de Ingeniería de la UCV, considerando la adaptación de tecnologías eco-eficientes de paneles solares y captación y almacenamiento de aguas pluviales, del mismo modo, se realizó un modelo matemático de los galpones para verificar que la estructura resistiera las nuevas cubiertas de techos y paneles solares, evaluándose también las diversas posibilidades presupuestarias para la ejecución del proyecto.

Este Trabajo Especial de Grado se estructuró en cinco (5) capítulos que se presenta a continuación:

En el Capítulo I, Problema, se especifican los argumentos por los cuales se desarrolla esta investigación, al mismo tiempo que se menciona el objetivo, justificación, alcance y delimitación del TEG.

En el Capítulo II, Marco Teórico, se muestran las definiciones necesarias para la comprensión del trabajo, presentando descripción de las cubiertas de techo, asbesto, energías renovables, sistemas, módulos, y celdas fotovoltaicas, baterías, así como, su mantenimiento y vida útil, regulador de cargas, inversor y otros elementos en las aplicaciones, del mismo modo, se explica el sistema de captación y almacenamiento de aguas pluviales incluyendo sus ventajas y desventajas.

En el Capítulo III, Marco Metodológico, se describen los procedimientos empleados para lograr los objetivos planteados en la investigación, tipo, técnicas e instrumentos de recolección de datos, procedimientos de la investigación; este último se llevo a cabo por fases las cuales consisten en:

documentación, inspección y diagnóstico, los cálculos, presentación de alternativa y elaboración de informe final.

En el Capítulo IV y V, Resultados y Análisis, Conclusiones y Recomendaciones, se expresa el producto obtenido durante el desarrollo del Trabajo Especial de Grado.

CAPÍTULO I

PROBLEMA

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El vertiginoso crecimiento demográfico experimentado por la humanidad en los últimos años, ha conllevado a las distintas ramas de la Ingeniería, y en especial a la Ingeniería Civil, a buscar la manera de construir edificaciones ambientalmente más amigables y eco-eficientes, así como adaptar las existentes a estas nuevas tendencias. Aspectos tales como el uso eficiente de los recursos energéticos, la protección del medio ambiente, la utilización adecuada del recurso agua y sobre todo el uso de fuentes de energías renovables, ya no son considerados temas de moda, pasajeros o de vida efímera, sino que son condicionantes de todos los nuevos proyectos e inclusive, algunos aspectos son tipificados en las leyes, donde Venezuela es pionera en este aspecto con una muy novedosa Ley Penal del Ambiente (Enero, 1992).

Muchas edificaciones pertenecientes a la UCV, no cumplen con las adaptaciones a las exigencias de estas nuevas tendencias; un ejemplo claro es el Núcleo Armando Mendoza de la Facultad de Ingeniería de la UCV, ubicado en la población de Cagua en el estado Aragua; inaugurado como ciclo básico de la Facultad de Ingeniería (Febrero de 1979), ha experimentado un crecimiento importante en su matrícula de alumnos en estos últimos cinco años, como se puede apreciar en la figura 1.1; estos datos no incluyen a los alumnos del curso introductorio, de Post Grado, así como tampoco, a los estudiantes nocturnos pertenecientes a la Universidad

Bolivariana de Venezuela . Sin embargo, la planta física sigue siendo la misma de hace treinta y tres años.

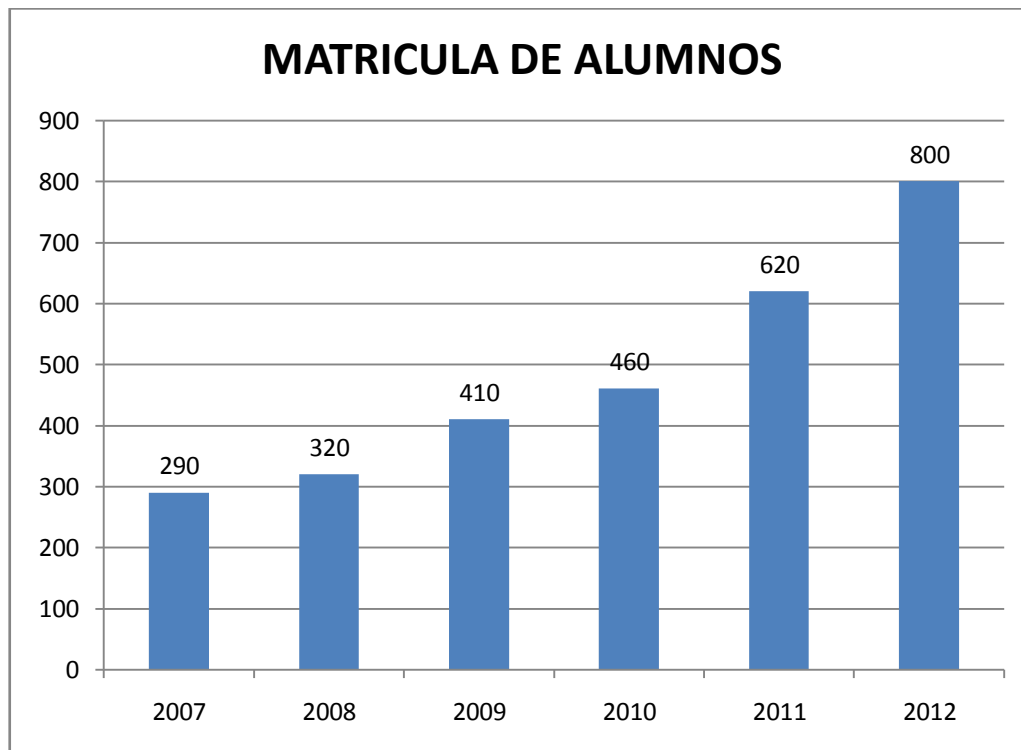


Figura I.1 Matrículas FIUCV Núcleo Cagua.

Fuente: Control de Estudios Núcleo Cagua.

El ciclo básico de la Facultad de Ingeniería, especialmente la nueva carrera de Ingeniería en Procesos Industriales, requieren no sólo del reacondicionamiento de los ámbitos ya existentes, sino que también necesitan la construcción de nuevos espacios como aulas de clase, laboratorios, salas de computación, baños, sala de estudios, entre otros, así como un urgente cambio de las cubiertas de techo ya existentes, motivado al deterioro observado por su larga data de servicio y los daños en su integridad, ocasionados por el desprendimiento de ramas de los árboles que se encuentran adyacentes a estos, como es mostrado en las Figuras I.2, I.3 y I.4.



Figura I.2. Estado Techo Galpón 2 Lado Sur.
Fuente: Elaboración Propia. Fecha: 22/09/2011

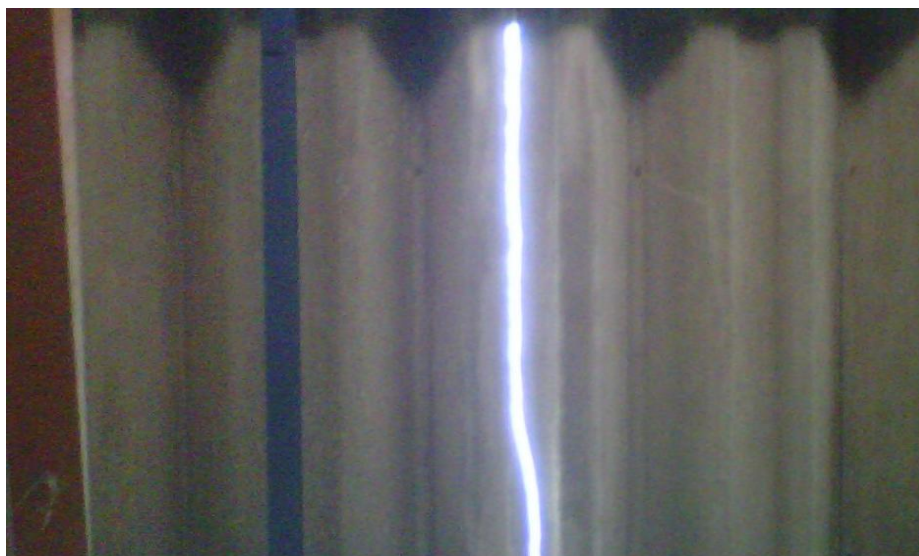


Figura I.3. Estado Techo Galpón 1 Centro.
Fuente: Elaboración Propia. Fecha: 22/09/2011



Figura I.4. Estado Techo Galpón 1 Lado Norte.

Fuente: Elaboración Propia. Fecha: 22/09/2011

El Núcleo Armando Mendoza de la Facultad de Ingeniería de la UCV (F.I.U.C.V.), actualmente posee dos galpones (identificados como N° 1 y N° 2); cada uno fue construido con una estructura metálica, bloques y cubierta de techo de asbesto, con la siguiente distribución: galpón N° 1: cinco (5) aulas, tres (3) cubículos y un (1) comedor; galpón N° 2: siete (7) aulas, dos (2) laboratorios de informática, seis (6) cubículos de profesores, una (1) biblioteca y una (1) sala estudios.

Estas estructuras de galpones, son generalmente utilizadas para industrias, talleres ó depósitos, resultando inadecuadas desde un inicio para una institución de enseñanza superior. Con el paso de los años el deterioro es evidente, generándose mayor contaminación sónica, mayor consumo de energía eléctrica (aires acondicionados, luz artificial y equipos), los daños en las cubiertas de los techos ocasionan filtraciones, acumulación de polvo y

sucio, ataque de insectos y otras plagas y el riesgo evidente para la salud de las personas que hacen vida en la institución, ya que, el asbesto (amianto) es un elemento considerado como cancerígeno, según los estudios realizados por la Agencia de Protección Ambiental (Environmental Protection Agency - EPA) de los EEUU, y por recomendaciones de la Organización Mundial de la Salud (OMS/WHO) a partir del año 2002 fue suspendido su uso en muchos países, por ser un material que causa graves daños a la salud.

Tomando en cuenta la problemática presentada con los galpones del núcleo de la Facultad de Ingeniería de la UCV, a la fecha no se han realizado estudios o investigaciones que incluyan tecnologías de construcción eco-eficientes en instalaciones educativas de este tipo en Venezuela. En consecuencia, en este trabajo especial de grado, se proponen una serie de modificaciones estructurales en los techos, para el uso eficiente de la energía, con la instalación de paneles solares y la captación y almacenamiento de las aguas pluviales para riego, así como el proveer unas instalaciones más seguras y confortables para todos los miembros del Núcleo de la F.I.U.C.V., Cagua.

La instalación de los paneles solares aportaría una energía extra, con la que se puede hacer funcionar distintos equipos eléctricos y también se puede utilizar para la iluminación. Los paneles solares son inofensivos al medio ambiente y no generan contaminación. Además, la energía solar ayuda a disminuir los gastos y a incrementar la independencia de los suministros tradicionales. Se trata de una fuente de energía limpia, ecológica y económica, debido a que, ya que después de la inversión inicial que supone instalar el equipo, sólo hay que aprovechar la energía que suministra el sol de forma natural y que en Venezuela es tan abundante, puesto que el mantenimiento de estos equipos consiste simplemente en la limpieza de los paneles.

Es importante mencionar el hecho que en muchos lugares, la conservación de agua se está tornando en uno de los problemas ambientales más importantes del siglo XXI. Con la preocupación en el aumento sobre la contaminación del agua y el agotamiento de los recursos acuáticos, ha surgido un renovado interés en la autosuficiencia de recolectar agua de lluvia, una de las fuentes más puras de agua a disposición del hombre. Una de las formas de conservar el agua recolectada es a través de un sistema de tanques para su posterior uso, de allí la propuesta de instalación de un sistema de captación pluvial en el techo de los galpones, que se utilizaría para la conservación de las áreas verdes. Por otra, parte dado que la nueva carrera de Ingeniería de Procesos Industriales dentro de sus principales lineamientos académicos, se encuentra el uso apropiado de los recursos naturales y la búsqueda de alternativas ambientalmente amigables, resulta ampliamente efectivo como estrategia educativa relacionar las nuevas instalaciones ó las modificaciones que se pretendan realizar a las existentes, con acciones sustentables y ecológicamente responsables.

1.2. Formulación del Problema

¿Cuáles serían las alternativas ecológicas para la sustitución de las cubiertas de los techos de los galpones del Núcleo Experimental Armando Mendoza de la Facultad de Ingeniería de la UCV, tomando en cuenta la instalación de paneles solares, de un sistema de captación y almacenamiento pluvial y la protección del medio ambiente?

1.3. Objetivo General

Proponer la modificación de las cubiertas de los techos de los galpones del Núcleo Armando Mendoza de la Facultad de Ingeniería de la UCV,

considerando la adaptación de tecnologías eco-eficientes de paneles solares y captación y almacenamiento de aguas pluviales.

1.3.1. Objetivos Específicos

- Diagnóstico de la situación actual de las cubiertas de techo de los galpones del Núcleo Armando Mendoza de la F.I.U.C.V.

- Analizar las alternativas de materiales de construcción para sustituir las cubiertas de los techos de los galpones del Núcleo Armando Mendoza de la F.I.U.C.V., respetando la estructura ya existente.

- Analizar las alternativas más factibles para la sustitución de las cubiertas de los techos de los galpones, que permitan la instalación de los paneles solares y el sistema de captación y almacenamiento de agua pluvial.

- Comparar las alternativas de materiales de construcción de las cubiertas de techos de los galpones del Núcleo Armando Mendoza de la F.I.U.C.V., seleccionando la que reúna las mejores características técnicas, económicas y operativas.

- Elaborar la propuesta de instalación de los paneles solares en las cubiertas de los techos y del sistema de recolección de aguas pluviales del Núcleo Armando Mendoza de la F.I.U.C.V..

1.4. Justificación del Trabajo

El Núcleo Armando Mendoza de la Facultad de Ingeniería de la UCV, ubicado en la población de Cagua en el estado Aragua, ha mantenido desde su inauguración la misma estructura física; quizás para esa época (Febrero, 1979) podía cumplir a cabalidad las funciones para la cual fue construida

(uso Industrial); pero actualmente requiere una adecuación de su estructura física a los estándares que rigen los principios de Ingeniería Civil moderna, así como también cumplir con normas nacionales e internacionales en materia de la salud y educativa (FEDE) y lo que es más importante aún, adecuarse al grave problema presupuestario que tiene actualmente la Universidad Central de Venezuela.

Con la ejecución de este proyecto, el Núcleo Armando Mendoza de la Facultad de Ingeniería de la UCV marcaría una pauta en materia de adecuación a las normas y estándares utilizados en la Ingeniería Civil actual respetando el medio ambiente; para tal fin se propone la instalación de paneles solares y un sistemas de captación y almacenamiento de aguas pluviales, sobre las nuevas cubiertas de los techos permitiendo así el ahorro energético y aprovechamiento del agua pluvial. Esto se logrará removiendo las cubiertas de techo de asbesto de los galpones, para ser sustituidas por techos con los cuales se pueda conservar el resto de la estructura.

Las cubiertas de techo seleccionadas deben ofrecer una serie de ventajas tales como: ser livianas, tener buen aislamiento al medio ambiente, durabilidad, resistencia, que no ocasionen ningún daño a la salud, que permitan la instalación de los paneles solares y de un sistema de recolección de agua pluviales y además garanticen unas instalaciones más adecuadas, seguras y confortables para los miembros de la comunidad del Núcleo Armando Mendoza de la F.I.U.C.V.

1.5. Alcance

El alcance se circunscribe a la necesidad de determinar distintas alternativas que permitan dar una solución efectiva y ecológica a la problemática originada por el estado actual de la cubierta de techo del núcleo

Armando Mendoza de la FIUCV en Cagua. Igualmente se plantea la posibilidad de realizar un plan piloto para el aprovechamiento de la energía solar y el uso de las aguas de lluvias para riego.

Una vez determinadas las distintas alternativas y analizadas en función del impacto económico que las mismas representan, serán ordenadas en función de la mejor opción para la institución, con lo cual la decisión final ha de ser asumida por las autoridades, será mucho más sencilla de tomar.

1.6. Delimitación

El trabajo de grado se limitará al estudio de las propuestas de cubiertas de techo a colocar en los galpones de aulas del núcleo Armando Mendoza de la FIUCV en Cagua. El ámbito de estudio del presente trabajo es definido en una comunicación escrita, emanada por la Dirección del Núcleo, de fecha febrero de 2011 y presentada en el Anexo A, donde se pone de manifiesto la necesidad urgente de mejorar las condiciones de los techos de la institución.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Galpones

Un galpón es una construcción techada adaptable a un número de usos, cuya separación entre columnas permite grandes espacios libres de obstrucciones, con mayor libertad para la distribución de la tabiquería interna y un mayor aprovechamiento de las áreas útiles. Por lo general son estructuras de un solo nivel, con pavimento y fachadas, cerradas o no. Eventualmente pueden albergar mezzaninas destinadas a usos administrativos o de depósito (Arnal, 2007).

Por tratarse a menudo de estructuras prefabricadas en el taller, con un alto grado de precisión y control de calidad, su montaje rápido y sencillo puede ponerlas en uso muy rápidamente, lo que se traduce en ahorro de tiempo de ejecución y costos.

Entre los usos más comunes de los galpones, se pueden mencionar: comerciales, industriales, educativos, deportivos recreacionales, religiosos, agrícolas, avícolas, porcinas, entre otras (Arnal, 2007).

En la figura que se muestra a continuación, se puede identificar los componentes típicos de un galpón.

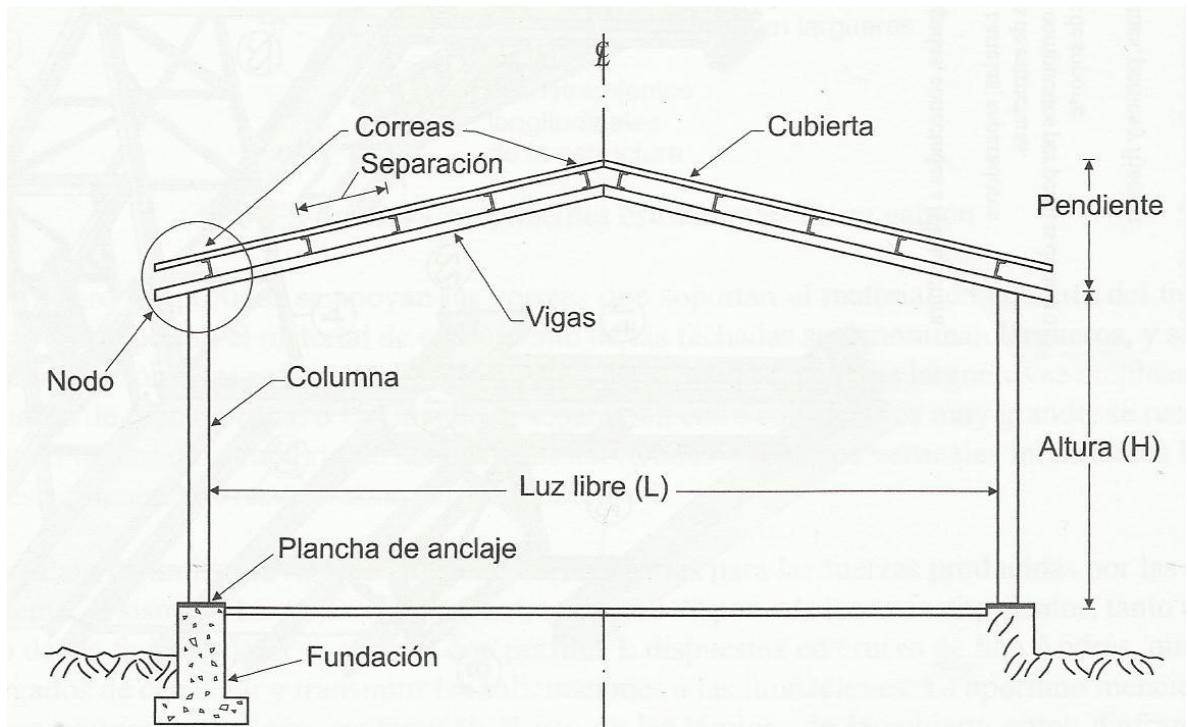


Figura II.1. Componentes típicos de un galpón.

Fuente: (Arnal, 2007).

2.2. Cubiertas de Techo

Las cubiertas de techo de una estructura, es una de sus partes más importantes. Su función, al igual que, la de las paredes exteriores, es la de suministrar protección contra todos los agentes externos y por su exposición directa a la intemperie necesita estar formada por materiales de gran resistencia a las variaciones térmicas y agentes hidráulicos de la atmósfera.

Las cubiertas de techo están conformadas básicamente por tres elementos: el que soporta directamente la exposición, el que sirve como barrera impermeable al agua y el que tiene la misión de dar protección térmica (eventualmente acústica). De todos los agentes de la intemperie, el

agua es el más difícil de combatir, la función principal de la cubierta resulta ser entonces, la de rechazar el agua, sea de lluvia o de humedad ambiental.

2.2.1. Tipos de Cubiertas de Techo

En la actualidad existen diversos tipos de cubiertas de techo para galpones, debido a su inclinación o su forma, como se puede apreciar en la figura II.2.

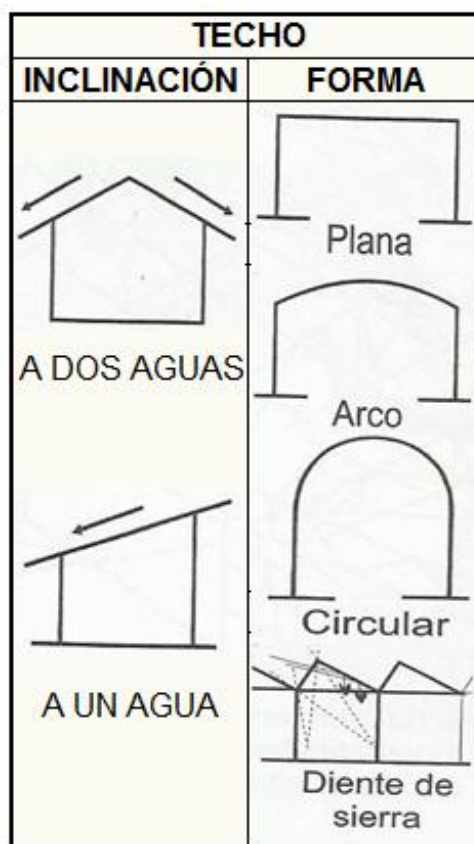


Figura II.2. Tipos de cubiertas de techo. Fuente: (Arnal, 2007)

Las cubiertas de techos de los galpones del Núcleo Armando Mendoza de la Facultad de Ingeniería de la UCV, son del tipo dos aguas. El material utilizado en las cubiertas es asbesto.

2.3. Asbesto

El asbesto, también llamado amianto, es un mineral incombustible, de estructura fibrosa, muy resistente al calor, a la electricidad, a la acción de los agentes químicos, a la abrasión, etc., y sus fibras, suaves como la seda, pueden ser tejidas o juntadas por presión con gran facilidad (PDVSA-INTEVEP, 2007).

Debido a estas especiales características, el asbesto se usó para una gran variedad de productos manufacturados, entre ellas podemos mencionar: productos de fibrocemento (tubos, tejas, planchas), material ignífugo en productos textiles y papeleros, material de fricción para los revestimientos de frenos y embragues, reforzador de los revestimientos de vinilo para pisos, agente de cohesión para caminos pavimentados, sella poros de resinas, plásticos, calafateadores y selladores, aislante de tubos y calderas entre otros (Centro de Formación y Adiestramiento de Petróleos de Venezuela, 1991).

Existen varias teorías que tratan de explicar el carácter tóxico de las fibras de asbestos, no obstante, la cantidad de información epidemiológica que se ha acumulado durante los últimos 60 años nos lleva a concluir, que exposiciones a cualquier nivel de concentración, determinan cierto riesgo a la salud (Estevez, 1993).

Entre las enfermedades más conocidas, relacionadas con el asbesto tenemos: asbestosis, cáncer de pulmón y mesotelioma, pero además, puede ser causa de una serie de trastornos benignos, como el engrosamiento pleural y la aparición de verrugas cutáneas (Gobierno de Ontario, 1984).

El Gobierno de Ontario, (1984), en su publicación: Informe de la Comisión Real sobre cuestiones de Salud y Seguridad relativas al uso del Amianto en Ontario, afirma, que la estructura física y química de las fibras de asbesto, influyen en la aparición de estas enfermedades. Así por ejemplo, es conocido que el encrespado de las fibras serpentínicas es más grueso que el de los anfíboles, lo que reduce la posibilidad de que se mantengan en el aire (se asemejen menos al polvo) y de que penetren en los tejidos pulmonares, en los cuales pueden disolverse al cabo de cierto tiempo. Sin embargo, por ser tan frágiles pueden fracturarse en cortos fragmentos que adquieren las mismas características aerodinámicas de las fibras anfibólicas. Estas son mucho más quebradizas, alcanzan más fácilmente los espacios bronquioloalveolares, lo que permite su permanencia por mayor tiempo dentro del pulmón.

De acuerdo con cálculos realizados por la Administración de Salud y Seguridad Ocupacional (OSHA) en el año 2005, miles de personas han muerto de enfermedades ocasionadas por trabajar con el asbesto o por estar cerca de éste, sin protección. Las enfermedades ocasionadas por el asbesto pueden tomar hasta 20 años o más en aparecer. También existe evidencia científica que demuestra que la exposición prolongada al asbesto es altamente carcinogénico.

2.3.1. El Asbesto en Venezuela

En Venezuela, las primeras exploraciones que se hicieron para determinar la existencia de Asbesto o Amianto se efectuaron en 1936 y condujeron al descubrimiento de la cuenca amiantífera de Tinaquillo, Estado Cojedes. Dichas exploraciones comprobaron la abundancia, buena calidad de la fibra y excelentes condiciones de explotabilidad comercial, cualidades

éstas que atrajeron la atención de los inversionistas extranjeros dedicados a la explotación de este mineral (PDVSA-INTEVEP, 2007).

La producción venezolana de Asbesto comenzó en 1946, con la explotación de la mina El Tigre. El tipo de Asbesto que se produjo en el país era el denominado "crisotilo", variedad que constituía el 90% de la producción mundial. Aun cuando en Tinaquillo se explotaba la fibra cruda larga, las que predominaban era la corta y la mediana, de un cuarto y media pulgada de largo. La mayor parte de la producción se destinaba a la exportación, y en el país se utilizaba aproximadamente el 30% de la producción (PDVSA-INTEVEP, 2007).

En Venezuela durante los años 1990-1992 se importaron 9.292,5 toneladas de asbesto con un promedio de 3.097,5 toneladas anuales (Sanoja, 1990); las regiones importadoras de asbesto fueron: Aragua, Carabobo, Miranda, Yaracuy, Cojedes, Dtto. Federal y Zulia, que fueron casi las mismas donde se manufacturaba el producto para el 2005, según el Ministerio de Salud, Dirección de Salud Ambiental.

Entidad Federal	Porcentaje
Aragua	31.60
Carabobo	26.40
Miranda	15.90
Yaracuy	10.41
Cojedes	5.23
Dtto. Federal	5.23
Zulia	5.23
Total	100.00

Tabla II.1. Distribución de asbestos importados según entidad federal.

Venezuela. 1990-1992. Fuente: (Mujica & Arteta, 2008).

2.3.1.1. Medidas mínimas de seguridad e higiene ocupacional para el transporte, almacenamiento y uso de asbestos

La Norma Venezolana COVENIN 2251-98 establece los siguientes las siguientes medidas de seguridad en cuanto a:

2.3.1.1.1. Empacado

2.3.1.1.1.1. Empacado Inicial

- Las fibras de asbestos debe siempre ser empacada en sacos impermeables, y diseñarse de tal forma que se eviten las roturas de los mismos.
- Los sacos deben ser cerrados por calor o cosidos, en este último, caso no debe haber menos de dos puntadas por centímetro.
- Todo empaque que contenga asbestos, debe llevar impreso un rótulo en español, en letras grandes y legibles en la parte más visible del empaque, que advierta sobre el peligro que su contenido representa para la salud.

2.3.1.1.1.2. Empacado para transporte terrestre

Se emplea para el transporte de asbestos en buques o cuando no se realiza en contenedores.

- Las unidades de carga deben estar bien sujetas a la bandeja o paleta de carga, por la envoltura señalada en el punto anterior, o por otra técnica utilizada para formar la unidad de carga.

- Cuando haya que estibar grandes cargamentos no deben utilizarse paletas, a fin de evitar que las unidades de carga resulten dañadas durante las operaciones que involucren su traslado, descarga o como consecuencia del movimiento de la carga durante el viaje. Puede utilizarse como procedimiento, el amarrar la unidad de carga sobre una base de hojas de plástico, con cinchas no reutilizables que se sujeten por encima de la unidad para facilitar su izado. Una vez sacadas del buque, las unidades de carga deben ser colocadas sobre paletas, para su manipulación ulterior.

2.3.1.1.1.3. Empacado final

- El empaque de los productos para la venta, que contengan asbestos, debe contener un texto que indique las precauciones que se deben tomar en caso de rotura, desgaste, reparación, sustitución o limpieza de tales productos. Dicho texto debe ser aprobado por el Ministerio de Sanidad y Asistencia Social.

- En el empaque de aquellos productos en los cuales haya sido sustituido el asbestos, ello se debe indicar colocando la siguiente frase: LIBRE DE ASBESTOS.

2.3.1.1.2. Transporte terrestre

El conductor del vehículo que transporte asbestos, debe:

- Llevar una dotación del equipo de protección personal (incluyendo protección respiratoria), seleccionado de acuerdo a la Norma Venezolana COVENIN 1056/I. De contar con la figura del ayudante, éste también debe contar con el respectivo equipo. Ambos deben ser entrenados en su uso.
- Llevar avisos, para en caso de accidentes advertir al público sobre los riesgos del asbesto.
- No admitir pasajeros.
- Todo vehículo utilizado para el transporte de asbestos, debe ser adecuadamente limpiado después de haber sido descargado.
- Las cargas transportadas en contenedores, deben disponerse de forma tal que se reduzca el riesgo de daño a los sacos, por las paletas de madera.
- La carga y descarga debe hacerse, siempre que sea posible, mediante carretones de horquilla elevadora u otros métodos de la misma eficacia, para evitar la manipulación de los sacos por separado y, por consiguiente, el riesgo de dañarlos.

2.3.1.1.3. Almacenamiento

- Antes de su almacenamiento final, todas las unidades de carga deben ser cuidadosamente inspeccionadas, en cuanto a su limpieza y a los daños que puedan haber sufrido.
- Todas las unidades de carga que tengan asbestos suelto en su superficie, deben limpiarse tan pronto como sea posible, con una aspiradora u otro procedimiento que no levante polvo de asbestos

- Los locales o lugares para almacenar asbestos, deben cumplir con las siguientes condiciones:

a) Ser techados y cerrados con la ventilación adecuada.

b) Pisos lisos de fácil limpieza.

c) Contar con avisos externos e internos que alerten sobre el riesgo de exposición.

- Todo empaque que contenga asbestos (sacos o unidades de carga), debe almacenarse sobre paletas, a un metro de distancia, tanto de las paredes adyacentes, como entre rumas.

2.3.1.1.4. Recolección y disposición de residuos

- Los desechos de asbestos y productos que lo contengan, deben colocarse en bolsas plásticas de resistencia mecánica adecuada, debidamente selladas y con su respectiva nota de advertencia y posteriormente eliminadas de acuerdo a lo establecido en la normativa vigente para disposición de desechos peligrosos. Lo mismo debe hacerse con los empaques y sacos vacíos que se usaron para su transporte o movilización.

2.3.1.2. Procedimiento Técnico Administrativo Aplicable para la Remoción de Asbestos y Materiales de Asbestos

En Venezuela existen una serie de regulaciones legales enmarcadas en el Procedimiento Técnico Administrativo Aplicable para la Remoción de Asbestos y Materiales de Asbestos (propuesto por el Ministerio del Poder Popular para la Salud), que comienzan por la Constitución de la República

Bolivariana de Venezuela aprobada en el año 2000 (República Bolivariana de Venezuela, 2000) en su artículo 83, que garantiza el derecho a la salud y la seguridad en el trabajo. La Ley Orgánica de Prevención, Condiciones y Medio Ambiente de Trabajo (República Bolivariana de Venezuela, 2005) del 26 de julio de 2005 en sus artículos contempla la prevención de los riesgos en el trabajo y le otorga al Instituto Nacional de Prevención Salud y Seguridad Laborales (INPSASEL) la ejecución de las políticas en salud y seguridad laboral.

La Ley Orgánica del Trabajo (República Bolivariana de Venezuela, 1997) brinda la protección laboral y la Ley de Sustancias Materiales y Desechos Peligrosos (República Bolivariana de Venezuela, 2001) contempla su regulación. El decreto N° 4.176 del Ministerio de Sanidad y Asistencia Social de fecha 30-03-1990 (República Bolivariana de Venezuela, 1990) regula la importación; asimismo, existe la Gaceta Oficial N° 35.877 Normas Sanitarias para la Importación y Traspaso de Asbesto del 11 de enero de 1996 (República Bolivariana de Venezuela, 1996). Por otro lado, las Normas COVENIN (Comisión Venezolana de Normas Industriales) N° 2251:98 (República Bolivariana de Venezuela, 1998) específicas para el manejo del asbesto y la norma COVENIN N° 2253:2001 (República Bolivariana de Venezuela, 2001) de Concentraciones Ambientales Permisibles de Sustancias Químicas en lugares de trabajo e Índices Biológicos de exposición definen el límite permisible de asbesto en los ambientes laborales.

En el procedimiento antes mencionado, se sustenta la eliminación de asbestos y materiales de asbestos en Venezuela, en el cual, se contemplan las disposiciones generales donde se especifican los casos en los que será removido, apreciándose las solicitudes, las autorizaciones e información

técnica y administrativa a desarrollar presente ante el Ministerio del Poder Popular para la Salud.

2.4. Energías Renovables

La Guía de la Energía Solar (2006), define las energías renovables, como aquellas energías que no se agotan y además no contaminan el ambiente, lo que significa una doble ventaja para los ciudadanos.

Las energías renovables proceden del sol, del viento, del agua de los ríos, del mar, del interior de la tierra y de los residuos. Hoy por hoy, constituyen un complemento a las energías convencionales fósiles (carbón, petróleo, gas natural) cuyo consumo actual, cada vez más elevado, está provocando el agotamiento de los recursos y graves problemas ambientales (Madrid Solar, 2006).

El Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Occidente (Departamento de Procesos Tecnológicos e Industriales División de Ingeniería), en su publicación Notas sobre el curso de Energía Solar, define la energía renovable a “la que, administrada en forma adecuada, puede explotarse ilimitadamente, es decir, su cantidad disponible (en la Tierra) no disminuye a medida que se aprovecha. Para tener un esquema de desarrollo sustentable es indispensable que la mayoría de los recursos, y particularmente la energía, sean del tipo renovable”.

ENERGÍAS RENOVABLES: SOLAR – HIDRÁULICA – EÓLICA – BIOMASA – MAREOMOTRIZ – ENERGÍA DE LAS OLAS - GEOTÉRMICA
ENERGÍAS NO RENOVABLES: CARBÓN – PETRÓLEO – GAS NATURAL

Tabla II.2. Clasificación de las Energías Renovables y No Renovables.

Fuente: (Madrid Solar, 2006)

2.4.1. Energía Solar Fotovoltaica

La energía solar fotovoltaica es aquella que se obtiene por medio de la transformación directa de la energía solar en energía eléctrica, mediante el llamado efecto fotovoltaico. Esta transformación se lleva a cabo mediante “células solares” que están fabricadas con materiales semiconductores (por ejemplo, silicio) que generan electricidad cuando incide sobre ellos la radiación solar (Madrid Solar, 2006).

Para el Manual Sobre la Energía Renovable: Solar Fotovoltaica (2002), la definición de energía solar fotovoltaica, contiene aspectos importantes sobre los cuales se puede profundizar:

- La energía solar se puede transformar de dos maneras:

La primera utiliza una parte del espectro electromagnético de la energía del sol para producir calor. A la energía obtenida se le llama energía solar térmica. La transformación se realiza mediante el empleo de colectores térmicos.

La segunda, utiliza la otra parte del espectro electromagnético de la energía del sol para producir electricidad. A la energía obtenida se le llama

energía solar fotovoltaica. La transformación se realiza por medio de módulos o paneles solares fotovoltaicos.

- La energía solar fotovoltaica se utiliza para hacer funcionar lámparas eléctricas, para iluminación o para hacer funcionar radios, televisores y otros electrodomésticos de bajo consumo energético, generalmente, en aquellos lugares donde no existe acceso a la red eléctrica convencional.
- Es necesario disponer de un sistema formado por equipos especialmente contruidos para realizar la transformación de la energía solar en energía eléctrica. Este sistema recibe el nombre de sistema fotovoltaico y los equipos que lo forman reciben el nombre de componentes fotovoltaicos.

La energía solar se encuentra disponible en todo el mundo. Algunas zonas del planeta reciben más radiación solar que otras, sin embargo, los sistemas fotovoltaicos tienen muchas aplicaciones. En el caso particular de América del Sur, los sistemas fotovoltaicos son una alternativa muy interesante, desde las perspectivas técnica y económica, pues la región dispone durante todo el año de abundante radiación solar.

La energía del sol es un recurso de uso universal; por lo tanto, no se debe pagar por utilizar esta energía. Sin embargo, es importante recordar que para realizar la transformación de energía solar en energía eléctrica se necesita de un sistema fotovoltaico apropiado. El costo de utilizar la energía solar no es más que el costo de comprar, instalar y mantener adecuadamente el sistema fotovoltaico.

2.4.2. Sistema Fotovoltaico

El Manual Sobre la Energía Renovable: Solar Fotovoltaica (2002), define el sistema fotovoltaico como un conjunto de equipos contruidos e integrados especialmente para realizar cuatro funciones fundamentales:

- Transformar directa y eficientemente la energía solar en energía eléctrica.
- Almacenar adecuadamente la energía eléctrica generada.
- Proveer adecuadamente la energía producida (el consumo) y almacenada.
- Utilizar eficientemente la energía producida y almacenada.

En el mismo orden antes mencionado, los componentes fotovoltaicos encargados de realizar las funciones respectivas son:

- El módulo o panel fotovoltaico.
- La batería.
- El regulador de carga.
- El inversor.
- Las cargas de aplicación (el consumo)

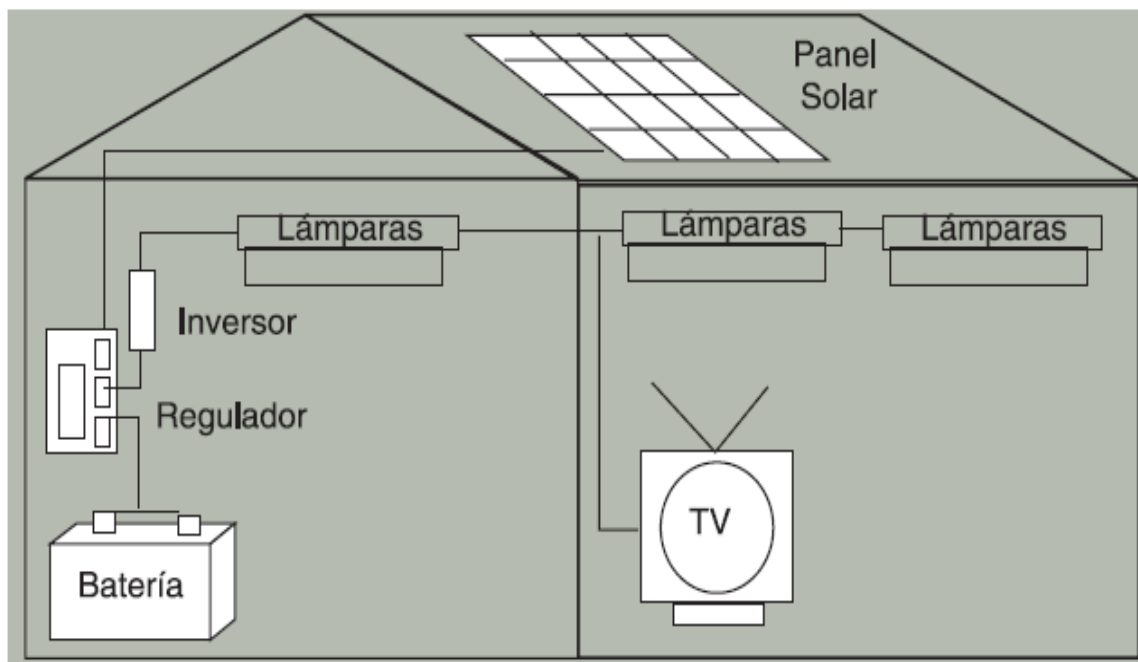


Figura II.3. Esquema simple de un sistema fotovoltaico. Fuente: (Manual Sobre Energía Renovable: Solar Fotovoltaica, 2002)

En instalaciones fotovoltaicas pequeñas es frecuente, además de los equipos antes mencionados, el uso de fusibles para la protección del sistema. En instalaciones medianas y grandes, es necesario utilizar sistemas de protección más complejos y, adicionalmente, sistemas de medición y sistemas de control de la carga eléctrica generada.

2.4.2.1. Módulos Fotovoltaicos

La transformación directa de la energía solar en energía eléctrica se realiza en un equipo llamado módulo o panel fotovoltaico. Los módulos o paneles solares son placas rectangulares formadas por un conjunto de celdas fotovoltaicas protegidas por un marco de vidrio y aluminio anodizado.

2.4.2.1.1. Celdas Fotovoltaicas

Una celda fotovoltaica es el componente que capta la energía contenida en la radiación solar y la transforma en una corriente eléctrica, basado en el efecto fotovoltaico que produce una corriente eléctrica cuando la luz incide sobre algunos materiales.

Las celdas fotovoltaicas son hechas principalmente de un grupo de minerales semiconductores, de los cuales el silicio, es el más usado. El silicio se encuentra abundantemente en todo el mundo porque es un componente mineral de la arena. Sin embargo, tiene que ser de alta pureza para lograr el efecto fotovoltaico, lo cual encarece el proceso de la producción de las celdas fotovoltaicas.

Una celda fotovoltaica tiene un tamaño de 10 por 10 centímetros y produce alrededor de un vatio a plena luz del día. Normalmente las celdas fotovoltaicas son color azul oscuro. La mayoría de los paneles fotovoltaicos constan de 36 celdas fotovoltaicas.

2.4.2.1.2. Marco de Vidrio y Aluminio

Este tiene la función principal de soportar mecánicamente a las celdas fotovoltaicas y de protegerlas de los efectos degradantes de la intemperie, por ejemplo: humedad y polvo. Todo el conjunto de celdas fotovoltaicas y sus conexiones internas se encuentra completamente aislado del exterior por medio de dos cubiertas, una frontal de vidrio de alta resistencia a los impactos y una posterior de plástico EVA (acetato de vinil etileno).

El vidrio frontal es antirreflejante para optimizar la captación de los rayos solares. El marco de aluminio también tiene la función de facilitar la fijación

adecuada de todo el conjunto a una estructura de soporte a través de orificios convenientemente ubicados.



Figura II.4. Conjunto de paneles fotovoltaicos típicos y su estructura de metal de soporte. Fuente: Grupo Sol TSOI, S.A., 2011

2.4.2.1.3. Tipos de Módulos Fotovoltaicos

Existe en el mercado fotovoltaico una gran variedad de fabricantes y modelos de módulos solares.

Según el tipo de material empleado para su fabricación, se clasifican en:

- Módulos de silicio monocristalino: son los más utilizados debido a su gran confiabilidad y duración, aunque su precio es ligeramente mayor que los otros tipos.
- Módulos de silicio policristalino: son ligeramente más baratos que los módulos de silicio monocristalino, aunque su eficiencia es menor.
- Módulos de silicio amorfo: tienen menor eficiencia que los 2 anteriores, pero un precio mucho menor. Además, son delgados y ligeros, hechos en

forma flexible, por lo que se pueden instalar como parte integral de un techo o pared.

2.4.2.1.4. Ubicación de los Módulos Fotovoltaicos

Los paneles solares operan mejor si son colocados en un lugar donde reciban luz solar plena. Pueden colocarse en el techo, sobre una estructura de soporte, montados en la fachada o sobre el terreno. Es preferible evitar los lugares que reciben sombra (vegetación, nieve, otros edificios, elementos constructivos, otros módulos, etc.), al menos durante las horas centrales del día, ya que la sombra afectará a su rendimiento (Madrid Solar, 2006).

Debido al cambio de posición del Sol durante el año, la inclinación ideal de los paneles varía en función de la latitud en la cual nos encontremos. La inclinación puede variar en función de la aplicación, criterios de uso e integración arquitectónica; es recomendable una inclinación superior a los 15°, para permitir que el agua de lluvia se escurra. La inclinación debe aumentarse en los lugares donde neve con frecuencia (Madrid Solar, 2006).

2.4.3. Baterías

Debido a que la radiación solar es un recurso variable, en parte previsible (ciclo día-noche), en parte imprevisible (nubes, tormentas); se necesitan equipos apropiados para almacenar la energía eléctrica cuando existe radiación y para utilizarla cuando se necesite. El almacenamiento de la energía eléctrica producida por los módulos fotovoltaicos se hace a través de las baterías. Estas baterías son construidas especialmente para sistemas fotovoltaicos.

Las baterías fotovoltaicas son un componente muy importante de todo el sistema pues realizan tres funciones esenciales para el buen funcionamiento de la instalación:

- Almacenan energía eléctrica en periodos de abundante radiación solar y/o bajo consumo de energía eléctrica. Durante el día los módulos solares producen más energía de la que realmente se consume en ese momento. Esta energía que no se utiliza es almacenada en la batería.
- Proveen la energía eléctrica necesaria en periodos de baja o nula radiación solar. Normalmente en aplicaciones de electrificación rural, la energía eléctrica se utiliza intensamente durante la noche para hacer funcionar tanto lámparas o bombillas así como un televisor o radio, precisamente cuando la radiación solar es nula. Estos aparatos pueden funcionar correctamente gracias a la energía eléctrica que la batería ha almacenado durante el día.
- Proveen un suministro de energía eléctrica estable y adecuada para la utilización de aparatos eléctricos. La batería provee energía eléctrica a un voltaje relativamente constante y permite, además, operar aparatos eléctricos que requieran de una corriente mayor que la que pueden producir los paneles (aún en los momentos de mayor radiación solar). Por ejemplo, durante el encendido de un televisor o durante el arranque de una bomba o motor eléctrico.

2.4.3.1. Mantenimiento y Vida Útil

Diferentes tipos y modelos de baterías requieren distintas medidas de mantenimiento. Algunas requieren la adición de agua destilada o electrolito,

mientras que otras, llamadas 'baterías libre de mantenimiento', no lo necesitan.

Generalmente, la vida útil de una batería de ciclo profundo es entre 3 y 5 años, pero esto depende en buena medida del mantenimiento y de los ciclos de carga/descarga a los que fue sometida. La vida útil de una batería llega a su fin cuando esta "muere súbitamente" debido a un cortocircuito entre placas o bien cuando ésta pierde su capacidad de almacenar energía debido a la pérdida de material activo de las placas.

Las baterías para aplicaciones fotovoltaicas son elementos bastante sensibles a la forma como se realizan los procesos de carga y descarga. Si se carga una batería más de lo necesario, o si se descarga más de lo debido, ésta se daña. Normalmente, procesos excesivos de carga o descarga tienen como consecuencia que la vida útil de la batería se acorte considerablemente.

Debido a que el buen estado de la batería es fundamental para el funcionamiento correcto de todo el sistema y a que el costo de la batería puede representar hasta un 15-30 % del costo total, es necesario disponer de un elemento adicional que proteja la batería de procesos inadecuados de carga y descarga, conocido como regulador o controlador de carga.

2.4.4. El Regulador o Controlador De Carga

Este es un dispositivo electrónico, que controla tanto el flujo de la corriente de carga proveniente de los módulos hacia la batería, como el flujo de la corriente de descarga que va desde la batería hacia las lámparas y demás aparatos que utilizan electricidad.

Si la batería ya está cargada, el regulador interrumpe el paso de corriente de los módulos hacia ésta y si ella ha alcanzado su nivel máximo de descarga, el regulador interrumpe el paso de corriente desde la batería hacia las lámparas y demás cargas.

Existen diversas marcas y tipos de reguladores. Es aconsejable adquirir siempre un regulador de carga de buena calidad y apropiado a las características de funcionamiento (actuales y futuras) de la instalación fotovoltaica. También, se recomienda adquirir controladores tipo serie con desconexión automática por bajo voltaje (LVD) y con indicadores luminosos del estado de carga. Estas opciones permiten la desconexión automática de la batería cuando el nivel de carga de ésta ha descendido a valores peligrosos.

Generalmente, el regulador de carga es uno de los elementos más confiables de todo sistema fotovoltaico, siempre y cuando se dimensiona e instale correctamente.

2.4.5. El Inversor

Proveer adecuadamente energía eléctrica no sólo significa hacerlo en forma eficiente y segura para la instalación y las personas; sino que, también significa proveer energía en la cantidad, calidad y tipo que se necesita.

El tipo de la energía se refiere principalmente al comportamiento temporal de los valores de voltaje y corriente con los que se suministra esa energía. Algunos aparatos eléctricos, como lámparas, radios y televisores funcionan a 12 voltios (V) de corriente directa, y por lo tanto pueden ser energizados a través de una batería cuyo voltaje se mantiene relativamente constante alrededor de 12V.

Por otra parte, hay lámparas, radios y televisores que necesitan 120 V ó 110V de corriente alterna para funcionar. Estos aparatos eléctricos se pueden adquirir en cualquier comercio pues 120 ó 110 son los voltajes con el que operan el 95% de los electrodomésticos en América Central, en los sistemas conectados a la red pública convencional. El voltaje en el tomacorriente, el cual tiene corriente alterna, fluctúa periódicamente a una razón de 60 ciclos por segundo, pero su valor efectivo es equivalente a 120V.

Los módulos fotovoltaicos proveen corriente directa a 12 ó 24 Voltios, por lo que se requiere de un componente adicional, el inversor, que transforme, a través de dispositivos electrónicos, la corriente directa a 12 V de la batería en corriente alterna a 120V.

2.4.6. Otros Elementos en las Aplicaciones

Cables eléctricos, breakers, fusibles, pvc, sellantes, recubrimientos contra la corrosión, entre otros.

2.5. Sistema de Captación y Almacenamiento de Agua Pluvial

La captación de agua de lluvia es un medio fácil de obtener agua para consumo humano, limpieza y 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.

La intercepción del agua de lluvia se realiza, generalmente, en los techos, la recolección mediante canaletas y el almacenamiento en tanques

exclusivos para este fin (Organización Panamericana de la Salud, 2003, Marzo).

2.5.1. Ventajas y Desventajas

La utilización de agua pluvial presenta las siguientes ventajas (Organización Panamericana de la Salud, 2003, Marzo):

- Alta calidad físico-química.
- Sistema independiente.
- Empleo de mano de obra y/o materiales locales.
- No requiere energía para la operación del sistema.
- Fácil mantenimiento.

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

- Alto costo inicial.
- La cantidad de agua captada depende de la precipitación del lugar y del área de captación.

2.5.2. Componentes

El Manual de Capacitación para la Participación Comunitaria (2009), establece que los sistemas de captación de agua de lluvia en techos, está compuesto de los siguientes elementos:

2.5.2.1. Captación

El área de captación es la superficie sobre la cual cae la lluvia. Las áreas que se utilizan para este fin son los techos. Es importante que los materiales con que están construidas estas superficies, no desprendan olores, colores y sustancias que puedan contaminar el agua pluvial o alterar la eficiencia de los sistemas de tratamiento. Además, la superficie debe ser de tamaño suficiente para cumplir la demanda y tener la pendiente requerida (no menor al cinco por ciento (5%) en dirección a las canaletas de recolección del agua de lluvia), para facilitar el escurrimiento pluvial al sistema de conducción.

2.5.2.2. Sistema de conducción

El sistema de conducción se refiere al conjunto de canaletas o tuberías de diferentes materiales y formas que conducen el agua de lluvia del área de captación al sistema de almacenamiento a través de los bajantes.

Las canaletas se instalan en los bordes más bajos del techo, en donde el agua de lluvia tiende a acumularse antes de caer al suelo; el material debe ser liviano, resistente, fácil de unir entre sí, debe combinar con los acabados de las instalaciones, que no contamine con compuestos orgánicos o inorgánicos; por lo que se recomienda se coloquen mallas que detengan basura, sólidos y hojas, para evitar la obstrucción del flujo en la tubería de

conducción; así mismo, realizar en los techos labores de limpieza a inicio de la época de lluvias.

Los materiales utilizados son: aluminio, lámina galvanizada, PVC y recursos maderables de cada región. Actualmente, se ha visto que los arquitectos, ingenieros y dueños de casas consideran estructuras diversas para la colección del agua de lluvia.

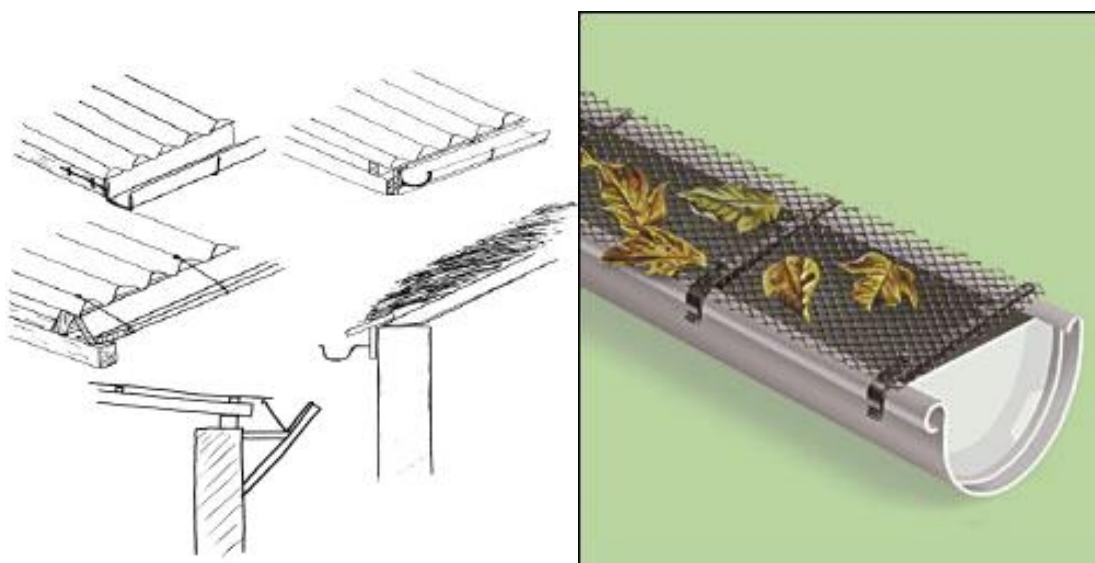


Figura II.5 Formas de canaletas de construcción sencilla y Canaletas con Mallas para evitar contaminación por hojas. Fuente: El Manual de Capacitación para la Participación Comunitaria (2009).

2.5.2.3. Interceptor

Dispositivo dirigido a captar las primeras agua de lluvia correspondiente al lavado del área de captación y que pueden contener impurezas de diversos orígenes.

2.5.2.4. 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.
- Tapa para impedir el ingreso de polvo, insectos y de la luz solar.
- Disponer de una boca de visita, con tapa sanitaria lo suficientemente grande como para que permita el ingreso de una persona para la limpieza y reparaciones necesarias.
- La tubería de aducción y 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 contruidos con los materiales siguientes:

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

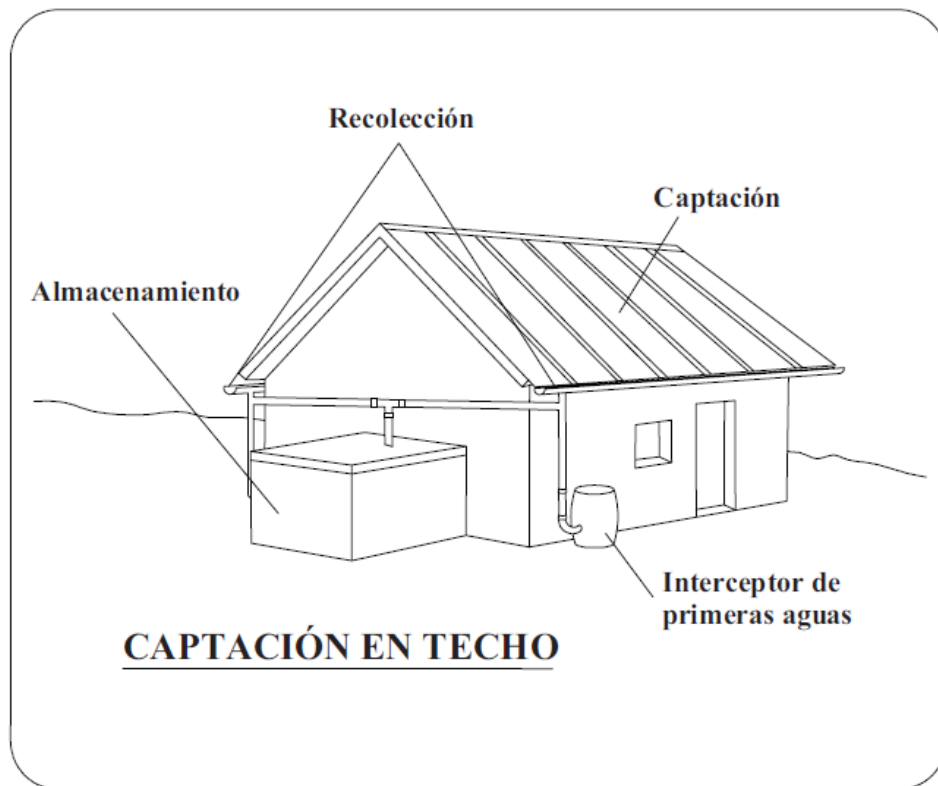


Figura II.6. Sistema de captación de agua pluvial en techos. Fuente: (Guía de diseño para Captación del Agua de Lluvia, 2004)

CAPÍTULO III

MARCO METODOLÓGICO

3.1 Tipo de estudio

La investigación desarrollada estará enmarcada dentro de la categoría del tipo Proyecto Factible, ya que, en términos generales este estudio tiene como objetivo proporcionar soluciones a una problemática real dentro de una Organización.

El Manual de Trabajos de Grado de Especialización y Maestría y Tesis Doctorales (2006), define un proyecto factible de la manera siguiente: “El Proyecto Factible consiste en la investigación, elaboración y desarrollo de una propuesta de un modelo operativo viable para solucionar problemas, requerimientos o necesidades de organizaciones o grupos sociales; puede referirse a la formulación de políticas, programas, tecnologías, métodos o procesos. El proyecto debe tener apoyo en una investigación de tipo documental, de campo o un diseño que cumpla ambas modalidades”.

De igual manera, Renie Dubs de Moya en su publicación: El Proyecto Factible: Una Modalidad de Investigación (2006), señala que “la Universidad Simón Rodríguez (1980) considera que un proyecto factible está orientado a resolver un problema planteado o a satisfacer las necesidades en una institución”.

De las definiciones anteriores se deduce que, un proyecto factible consiste en un conjunto de actividades vinculadas entre sí, cuya ejecución permitirá el logro de objetivos previamente definidos en atención a las necesidades

que pueda tener una institución o un grupo social en un momento determinado. Es decir, la finalidad del proyecto factible radica en el diseño de una propuesta de acción dirigida a resolver un problema o necesidad previamente detectada en el medio”.

En este trabajo especial de grado se realizará un diagnóstico de la situación actual en las cubiertas de techo de los galpones del Núcleo Armando Mendoza de la Facultad de Ingeniería de la UCV, se determinaron las fallas estructurales y los requerimientos necesarios para formular las propuestas de cambios en la estructura.

El diseño de la investigación, se puede catalogar como de campo, complementada con investigación documental; ya que, los datos para su realización serán obtenidos directamente del lugar donde se va a basar la investigación y otros muchos de material teórico ya existente. Se tomará en cuenta la inspección de las cubiertas de los techos de los galpones del Núcleo Armando Mendoza de la Facultad de Ingeniería de la UCV y se realizarán entrevistas al director del núcleo, jefe de mantenimiento y docentes (ingenieros civiles), observación y toma de fotografías de las cubiertas de techo de los galpones del núcleo.

El marco teórico del presente trabajo descrito en el capítulo II, se basó en la recopilación bibliográfica de diversos aspectos relacionados con la Ingeniería Civil, tales como la selección de materiales para las cubiertas de techos, la instalación, uso y mantenimiento de los paneles solares y sistemas de captación y almacenamiento de aguas pluviales, por lo que entra en el marco de lo establecido como investigación documental.

3.2 Área de investigación

El área de investigación para realizar el cambio de las cubiertas de techo del Núcleo Armando Mendoza de la Facultad de Ingeniería de la UCV, en Cagua, al cual se hace referencia en el presente trabajo, involucra las siguientes asignaturas pertenecientes al pensum de estudios de Ingeniería Civil: Estructuras de Acero (1166), Proyectos Estructurales de Concreto Armado (1165), Sistemas de Abastecimiento (1465) e Instalaciones para Edificios (1467).

3.3 Técnicas e instrumento de recolección de datos

Los instrumentos de recolección de datos según Sabino (1992) los describe como: “es cualquier recurso de que se vale el investigador para acercarse a los fenómenos y extraer la información”. Para recabar la información necesaria referida al cambio de las cubiertas de techo del Núcleo Armando Mendoza de la Facultad de Ingeniería de la UCV y la instalación de los paneles solares y del sistema de captación y almacenamiento aguas pluviales, se utilizarán las siguientes técnicas de investigación:

3.3.1 Observación

La observación, según Sabino (1992), es definida como: “Un Instrumento de registro sistemático”; que tiene como finalidad percibir la realidad exterior con el propósito de obtener los datos que previamente han sido definidos de interés para esta investigación, dentro del mayor grado de objetividad. Se realizará un registro fotográfico minucioso y se obtendrán datos sobre la situación actual relacionados con: tipos de materiales utilizados, tipo de estructura, estado de la estructura, entre otros.

3.3.2 Revisión bibliográfica

El propósito es obtener información documental sobre leyes, informes, trabajos, libros especializados y cualquier otro medio impreso o electrónico (páginas web), que contengan material valioso para desarrollar el proyecto; según Hernández, Fernández, Batista (1991): “La revisión de la literatura consiste en detectar, obtener y consultar la bibliografía y otros materiales que puedan ser útiles para los propósitos de estudio, de donde se va extraer y recopilar información relevante y necesaria que atañe a nuestro problema de investigación”.

3.3.3 Evaluación y selección de alternativas

Luego de haber realizado los estudios pertinentes, se evalúan las diversas alternativas, de forma tal de seleccionar el mejor diseño y material para las cubiertas de techos, que permitan la instalación de paneles solares y un sistema de captación y almacenamiento de aguas pluviales y reúnan las mejores características técnicas, económicas y operativas para obtener así el resultado más factible y confiable posible.

3.4 Procedimiento de la investigación

En miras a obtener los mejores resultados posibles, se establece un método de trabajo con la finalidad de realizar el estudio preciso, rápido y concreto, con la mayor objetividad y claridad para que pueda ser resuelto fácilmente; para ello se establecieron las siguientes fases de trabajo:

3.4.1 FASE I: Documentación

Comprende la revisión y análisis de las fuentes documentales y bibliográficas básicas (bibliotecas e internet), en relación a asbesto, cubiertas de techos, paneles solares y sistemas de captación y almacenamiento de aguas pluviales, del Núcleo Armando Mendoza de la Facultad de Ingeniería de la UCV, Cagua; desarrollado en el capítulo II del TDG, con la finalidad de conseguir fundamento teórico que suministre el conocimiento del tema antes planteado.

Inicialmente se procedió a la selección de información referente al material denominado asbesto, punto de incidencia en esta investigación pues es el material a sustituir en la cubierta de techo. En este sentido se engloba en un primer punto toda la caracterización de este material, antecedentes en su uso e inclusión en los diferentes proyectos desarrollados en el país. En general todo lo relacionado con su descripción, uso y manipulación en todo el territorio venezolano.

Asimismo, se hizo hincapié a los diversos reglamentos por medio de los cuales se rige este material, específicamente en lo que concierne a las normativas nacionales e internacionales que regulan la manipulación, transporte y disposición final. En el mismo orden de ideas, se incluyó lo referente a las restricciones y/o prohibiciones debido a las condiciones nocivas de salud por exposición prolongada y contacto con éste.

En un segundo punto se inició la recopilación de información concerniente a las posibles opciones que ofrece el mercado venezolano para suplantar el asbesto, es decir, todo lo relacionado con la diversidad de materiales aplicables a las cubiertas de techos. En este punto se aplicó el estudio de diversos elementos sustituyentes contemplando siempre la conservación de

las estructuras actuales de los galpones y, dentro de ello, la reducción de posibles modificaciones a los mismos para establecer los materiales opcionales y a su vez, que la instalación de estas cubiertas contemple el menor tiempo posible para evitar retrasos de relevancia en las jornadas diarias que pudiesen afectar seriamente los calendarios académicos de la institución.

Del mismo modo, dicha cubierta debería incluir un elemento que vislumbre ciertas características aislantes permitiendo un aprovechamiento más eficiente de los sistemas de aires acondicionados que posee el núcleo debido a las temperaturas externas a las que se encuentran sometidos los galpones y a la vez, que se encuentren dentro de los parámetros presupuestarios de la institución, lo cual rige su implementación y posible puesta en marcha.

Continuando con la recopilación documental, se revisó información referente a los sistemas de paneles solares como punto resaltante en el proyecto planteado, para adicionar a la sustitución de cubierta previamente señalada. En ese sentido, se seleccionó información importante referente a diversos modelos concernientes a estos sistemas de transformación de energía. De igual manera, se complementó dicha documentación con diversos presupuestos que contemplaron la pre-selección de los sistemas con miras a instalación.

En este mismo orden de ideas, se investigó lo concerniente a la implementación de los mismos incluyendo los procedimientos para su instalación, puesta en marcha y mantenimiento de estos paneles solares que serían instalados posteriormente a la sustitución de la cubierta de techo, adjuntando a todo esto, presupuestos concernientes a dichas actividades anteriormente mencionadas.

Luego de esto, se incluyó toda la recopilación documental orientada al sistema de recolección de aguas pluviales, un punto adjunto al proyecto presentado pero de igual relevancia dentro del mismo. Así, se procedió a investigar diversos tipos de estos sistemas, dentro de los cuales se hace énfasis en los grupos de tuberías, tanques de almacenamiento, sistema de bombeo e inclusión de filtros en todo el conjunto.

Se adicionó información referente al mantenimiento de todo este sistema planteado, períodos de mayor aprovechamiento aplicando información aportada por el Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología concerniente a las épocas de precipitaciones en el territorio nacional para así contemplar un mejor aprovechamiento de acuerdo al clima imperante en la región. Adicionalmente a esto, se planteó información referente al mantenimiento de todo el sistema, incluidos el conjunto de tuberías, bombas y períodos para el vaciado del tanque que recoge el agua.

3.4.2 FASE II: Inspección y Diagnóstico

Proporciona la búsqueda de toda la información y registros fotográficos para verificar y visualizar el estado actual de las cubiertas de los techos, y espacios disponibles para la ejecución de propuesta planteada.

Iniciando las actividades para la recolección de información visual que complementa el período de observación, se procedió a la verificación de todas las estructuras a sustituir con la finalidad de delimitar las estrategias a utilizar, para atacar la problemática de forma eficiente y satisfactoria cotejando de una manera simultánea la búsqueda de información, datos y registros existentes relacionados con los galpones y sus respectivas cubiertas de techo.

Es así como, se procedió a realizar una serie de visitas a las instalaciones del Núcleo para ejecutar una observación detallada por cada uno de los galpones, haciendo énfasis en los perfiles, bases, zonas aledañas, estructura y estado actual de los mismos. Dentro de estas actividades se determinó que la propuesta sería realizada contemplando ambos galpones, los cuales actualmente poseen la cubierta de techo en asbesto, así como también la inclusión e instalación de los paneles solares y los conductos para la recolección de aguas pluviales para el sistema de riego de las áreas verdes.

Seguidamente a esto, se llevó a cabo la búsqueda y solicitud de los registros, reportes, e información física que contemplaba la caracterización de los galpones principales de esta casa de estudios, específicamente en lo concerniente a la planimetría, estructuración, y registro de construcción de los mismos. De igual manera, se solicitó al personal obrero los registros de modificaciones a las estructuras, mantenimiento de los mismos y cualquier reporte de novedad por falla, deterioro de bases, perfiles y estructura, con la finalidad de conocer si existía alguna novedad de carácter riesgoso.

Para determinar la ubicación de los puntos de interés se hizo un levantamiento planimétrico de la totalidad de los galpones, con el soporte de fotografías y herramientas de medición, tales como cinta métrica, minutas, croquis de levantamiento, escalímetros, entre otros.

Luego de recopilada la información del levantamiento, la misma se plasmó en planos de galpones entre los cuales están: planta y zonas aledañas, distribución interna, y estructural.

3.4.3 FASE III: Cálculos

Se realizaron los cálculos técnicos de la estructura para determinar el tipo de cubierta de techo y los refuerzos estructurales necesarios para soportar las nuevas cubiertas, los paneles solares y el sistema de captación de aguas pluviales.

3.4.3.1 Configuración geométrica

La configuración geométrica utilizada para el modelo, se muestra en los planos (Ver Anexo I-2). Los valores utilizados para la configuración estructural del modelo, como número de pórticos en el eje “X” y “Y”, distancia entre estos y altura de entrepisos. Estos se presentan en la Tabla III.1, donde la dirección corta es la dirección “X” y la dirección larga del edificio es la orientación “Y”.

Descripción	En el modelo
Número de pórticos en el eje X	5.00
Luz entre cada pórtico en el eje X [m]	3.60
Longitud total en X [m]	14.40
Número de pórticos en el eje Y	9.00
Luz entre cada pórtico en el eje Y [m]	6.00
Longitud total en Y [m]	48.00
Número de pisos [m]	1.00
Altura Lateral [m]	6.10
Altura de la cumbrera [m]	2.10
Altura Total [m]	8.20
Ángulo del Techo [°]	16.18

Tabla III.1. Configuración geométrica utilizada en el modelo estudiado.

Fuente: Elaboración Propia.

3.4.3.2 Dimensiones de las secciones tipo

Las dimensiones de las columnas, vigas, arriostramientos, correas y tensores de techo considerados en el modelo estudiado, se muestran en la tabla III.2., así mismo ver Anexo I-2.

Elemento Estructura	Perfil
Columnas	IPE220
Columnas centrales	IPE180
Vigas	IPE 220
Correas	UPN180
Tensores de Techo	1 1/2"
Arriostramientos Laterales	L 90x90x6

Tabla III.2. Tipología de elementos estructurales a modelar.

Fuente: Elaboración Propia.

3.4.3.3 Cargas Gravitacionales:

La estructura del galpón se cargó con tres tipos de cargas gravitacionales, es decir, cargas orientadas en la dirección de la gravedad.

El primer tipo de cargas gravitacionales fue el obtenido por el peso propio de las cubiertas de techo denominada PP, la segunda son las sobrecargas permanentes SCP; y las terceras son las cargas variables, que se colocaron de forma distribuida, en las correas de las estructura CV.

TIPO DE CARGA	DENOMINACIÓN
PESO PROPIO	PP
CARGA VARIABLE	CV
SOBRECARGA PERMANENTE	SCP

Tabla III.3. Tipos de cargas gravitacionales utilizadas en el modelo estudiado. Fuente: Elaboración propia

En un primer punto se definió la carga variable a la que va a ser sometida la estructura. Esto se enmarcó dentro de los parámetros establecidos por la norma COVENIN 2002-88 “Criterios y Acciones Mínimas para el Proyecto de Edificaciones”, en su capítulo 5, sección 5.2.4, de los cuales se extrajeron los siguientes valores para la carga variable en techos y azoteas:

Uso del techo o azotea	CVt en kgf/m ²
1. Destinado a un uso determinado	CV corresponde al uso, pero no menor de 100kgf/m ²
2. Techos inaccesibles salvo con fines de mantenimiento 2.1 Techos metálicos livianos, peso propio menor de 50kgf/m ² . Ver nota*	40
2.2 Otros tipos de techos. Peso propio igual o mayor de 50kgf/m ² Pendiente ≤ 15% Pendiente > 15%	100 50

*Nota: Las correas deben verificarse para una carga concentrada de 80 kgf ubicada en la posición más desfavorable. Esta carga no debe considerarse actuando simultáneamente con la carga uniforme indicada.

Tabla III.4. Valores de cargas variables en techos o azoteas.

Fuente: (Arnal, 2007)

En un segundo punto se definió el valor de la sobrecarga permanente (SCP), el cual va estar definido por el peso de los paneles solares que es de 13 kgf/m². En un tercer y último punto se especifica el valor del peso propio (PP), para ello se tomó como referencia el valor del peso definido por el material para cubiertas de techo de acero galvanizado calibre 26 que incluyera un material aislante de tipo poliuretano de la empresa VENIVER, que tiene un peso de 9 kgf/m² que se toma como patrón de referencia para la selección de otros materiales, que no excedieran este parámetro.

Las cargas gravitacionales para cada modelo estudiado según el tipo de carga, se presenta en la Tabla III.5.

CARGA GRAVITACIONAL	Kgf/m ²
PP	22
SCP	13
CV	40

Tabla III.5. Cargas gravitacionales utilizadas para el modelo estudiado.

Fuente: Elaboración Propia

3.4.3.4 Acciones accidentales debidas al viento W

El efecto del viento sobre las construcciones se refiere a la acción accidental que produce el aire en movimiento sobre los objetos que se interponen, y consiste, de empujes y succiones.

Los efectos proyectados para resistir la acción del viento deberán permanecer estables, entendiéndose por estable cuando la variación de esta acción no ocasione deformaciones excesivas o tensiones que agoten la resistencia de los componentes o de la estructura en su totalidad. También

es importante minimizar las vibraciones indeseables que perturben la comodidad de los ocupantes o que puedan causar daños a los componentes no estructurales.

Para el análisis y desarrollo de los cálculos requeridos durante la ejecución de esta parte o sección del trabajo especial de grado, fue utilizada la Norma Venezolana COVENIN 2003-89 “Acciones del Viento sobre las Construcciones”, con la cual se estructuraron una serie de acciones que generó la metodología planteada para la ejecución de dichos cálculos.

3.4.3.4.1 Clasificación de la construcción según su uso

Para establecer un grado de seguridad en las construcciones, la norma antes mencionada (COVENIN 2003-89), establece en el capítulo 4, artículo 4.1, una clasificación según su uso: para el caso del Núcleo Armando Mendoza, pertenece al GRUPO A, el cual está definido como aquellas construcciones que su falla puedan ocasionar pérdidas humanas o económicas, o que contienen instalaciones esenciales cuyo funcionamiento es vital en situaciones de emergencias, entre las que se destacan las instituciones educativas en general.

Después de tener la clasificación, se procede a sacar su factor de importancia eólica de la tabla 4.1.2, en nuestro caso corresponde a un valor de $\alpha = 1.15$

GRUPO	α
A	1.15
B	1
C	0.90

Tabla III.6. Factor de importancia eólica.

Fuente: Norma Venezolana COVENIN 2003-89.

3.4.3.4.2 Clasificación según las características de respuestas

Apuntando a un hecho de gran relevancia en el desarrollo del trabajo propuesto se enfatiza la naturaleza de los principales efectos que las corrientes de viento pueden ocasionar en las estructuras. Según la clasificación extraída del artículo 4.2 de la norma antes mencionada, la cual establece que las estructuras Tipo I comprende las construcciones cerradas poco sensibles a las ráfagas y a los efectos dinámicos del viento y aquellas cerradas en general cuya esbeltez sea menor o igual a 5 o cuyo período natural de vibración sea menor o igual a 1 segundo.

Con base a lo mencionado anteriormente, se aplican los cálculos pertinentes para definir el tipo de estructura en consideración con los efectos de las corrientes de viento a las cuales está expuesta la misma. Para ello se calcula la relación de esbeltez mediante la siguiente fórmula:

$$\text{Relac. Esbeltez} = \frac{h_{\text{total}}}{b} \quad (\text{Fórmula III.1})$$

Donde:

h_{total} : es la altura total de la edificación

b : ancho del pórtico (L)

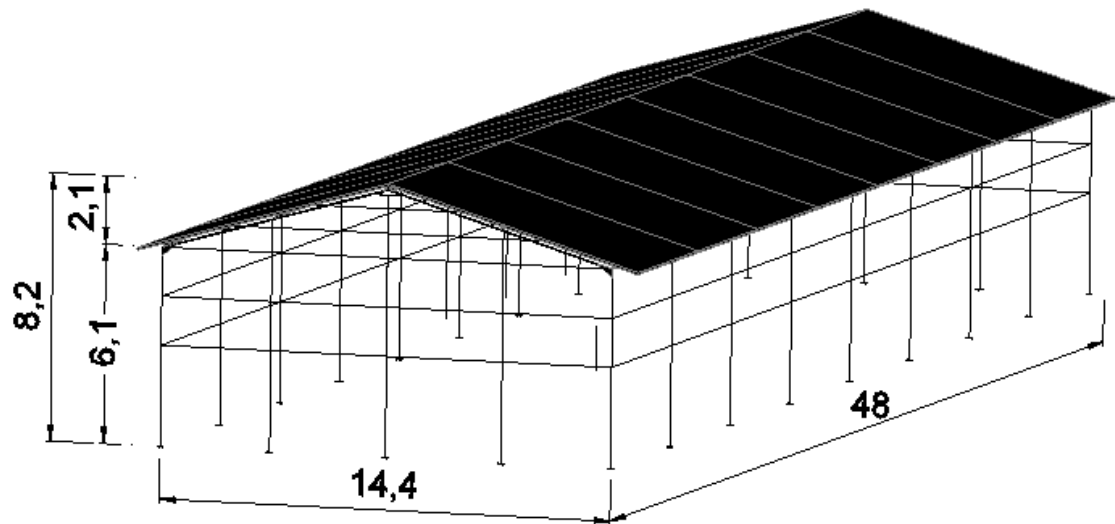


Figura III.1. Configuración Geométrica del Núcleo Armando Mendoza.

Fuente: Elaboración propia

Al desglosar la ecuación anteriormente expuesta, tomando los valores que se tienen para este proyecto, se obtiene que la relación de esbeltez arroje el siguiente resultado:

$$\text{Relac. Esbeltez} = \frac{8.2 \text{ m}}{14.4 \text{ m}} = \mathbf{0.57} < 5$$

Con el resultado obtenido y haciendo referencia a los parámetros estipulados por la Norma COVENIN antes descrita, se define a esta construcción dentro de la clasificación TIPO I.

3.4.3.4.3 Parámetros que dependen de la zonificación eólica

Para la consecución de este proyecto es necesario llevar a cabo ciertos estudios que dependen de parámetros específicos concernientes a la ubicación y posicionamiento de las estructuras, factor de cierta relevancia

para el desarrollo de cualquier proyecto en los diversos niveles y ámbito de la ingeniería civil.

Uno de estos parámetros que requieren ser incluidos dentro de este proyecto en específico son aquellos dependientes de la zona eólica, los cuales son descritos según lo establecido en la Normativa Venezolana que hace incidencia en esta sección, y relaciona tres puntos importantes que son descritos a continuación.

En un primer punto se encuentra la velocidad básica, que contempla aquella correspondiente al tiempo patrón del recorrido del viento a 10 metros sobre un terreno de exposición C, y asociada a un período de retorno de 50 años. En base a esto, se toman valores de la localidad del Estado Aragua, presentados en la tabla 5.1 de la normativa que señala lo siguiente:

Velocidad básica del viento, V, en km/h	
LOCALIDAD	V
ARAGUA	
Colonia Tovar	70
Maracay	72

Tabla III.7. Velocidad Básica del Viento.

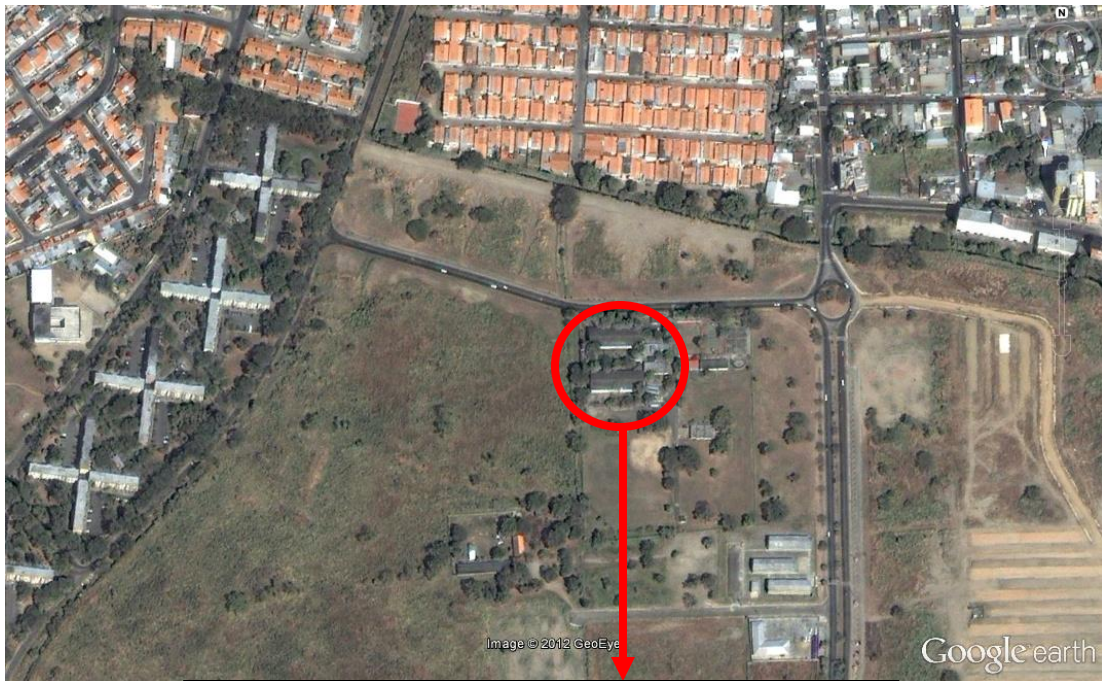
Fuente: Norma Venezolana COVENIN 2003-89.

Como se puede observar en la tabla antes citada, para el Estado Aragua, solo aparecen reflejadas las velocidades de las localidades Maracay y Colonia Tovar, en base a esto se toma como velocidad básica del viento la de la ciudad de Maracay igual a 72 km/h, debido a que dicha referencia es la posición más cercana geográficamente con respecto al sector de Cagua, donde se encuentran las instalaciones de la UCV, objeto de estudio.

En relación a lo antes descrito, se tiene que existe un parámetro adicional a considerar que argumenta los cálculos realizados para la ejecución del proyecto. Así se le da atención al sitio donde se encuentra la edificación tomando en consideración las características de las irregularidades en el terreno, las cuales pueden atribuirse a la vegetación, a la topografía natural y al efecto de las construcciones existentes en el entorno.

Con base a esto, se tomó como punto de referencia el artículo 5.2 de la normativa venezolana 2003-89 que fundamenta esta propuesta, la cual clasifica la exposición haciendo énfasis en las características antes descritas. Siendo así, y con base a una observación al entorno de las instalaciones del Núcleo se determinó que el tipo de exposición se encuentra dentro de la clasificación Tipo C, que abarca planicies, campos abiertos, sabanas y terrenos abiertos con obstrucciones dispersas cuya altura en general no sobrepasa los 10 metros.

Esta descripción se adapta a las características observadas y que detallan las zonas circundantes a las instalaciones del núcleo, pues en su entorno se pueden encontrar espacios abiertos, terrenos baldíos, y construcciones de algunas zonas residenciales, así como también edificaciones dispersas y de poca altura que contemplan bloques de edificios. Se ubica también una zona comercial de poca altura que completa el conjunto de obstrucciones físicas no naturales. Las características restantes del terreno presentan planicies con poca vegetación, como patrón de referencia tomado de la normativa antes mencionada.



GALPONES DEL NÚCLEO DE LA UCV

Figura III.2. Imagen satelital, que muestra la ubicación del Núcleo Armando Mendoza FIUCV y sus zonas aledañas.

Fuente: Google Earth. Fecha: 29/12/2007

Los componentes y cerramientos, están relacionados directamente con el tipo de exposición de la construcción a la cual está sometida, como lo indica la tabla 5.3.2, de la Norma 2003-89. Para el caso de los galpones del Núcleo Armando Mendoza pueden ubicarse dentro del renglón como unas estructuras cerradas, que están definidas como construcciones que encierran totalmente un espacio y sus cerramientos impiden la circulación del viento a través de ellos. Conociendo el tipo de exposición de la construcción, el tipo de construcción, la altura y que es una construcción cerrada, se puede conocer que el tipo de exposición a la que están sometidos los componentes y cerramientos es de Tipo C.

TIPO DE EXPO. DE LA CONSTRUCCIÓN			A	B	C	D
TIPO DE CONSTRUCCIÓN						
I	CERRADAS	$h \leq 20 \text{ m}$	C	C	C	C
		$h > 20 \text{ m}$	B	B	C	D
II	ABIERTAS	PARA TODO VALOR DE h.	B	B	C	D
III	ABIERTAS	PARA TODO VALOR DE h.	B	B	C	D
	CERRADAS	$h \leq 20 \text{ m}$	C	C	C	C
		$h > 20 \text{ m}$	B	B	C	D

Tabla III.8. Tipo de exposición para los componentes y cerramientos.

Fuente: Norma Venezolana COVENIN 2003-89.

3.4.3.4.4 Determinación de las acciones por efectos del viento

Para la puesta en marcha de este proyecto fue necesaria la realización de diversas actividades que contemplan estudiar en gran parte las estructuras y los efectos de las acciones que tienen sobre ellas. Como punto importante se tiene el análisis de las acciones que ocurren sobre las estructuras producto de la incidencia del viento.

En este sentido, para la ejecución de los análisis respectivos que contempla este punto, se hace uso de los procedimientos analíticos para los sistemas resistentes al viento, los componentes y los cerramientos; esto bajo ciertos criterios establecidos en la Norma Venezolana COVENIN 2003-89.

3.4.3.4.4.1 Acciones sobre el sistema resistente a el viento

En la tabla 6.2.2 (a), de la Norma de COVENIN 2003-89, se establecen las fórmulas para el cálculo de la presiones o fuerza sobre los sistemas resistentes a el viento.

Para las fachadas a barlovento, se utiliza la siguiente expresión matemática:

$$P_z = q_z * G_h * C_p - q_h * GC_{pi} \quad (\text{Fórmula III.2})$$

Donde:

P_z = presión evaluada en la fachada a barlovento, a una altura z sobre el terreno, en kgf/m^2 .

q_z = presión dinámica.

G_h = factor de respuesta ante ráfagas.

C_p = coeficiente de empuje o succión externa.

q_h = presión dinámica.

GC_{pi} = coeficiente de empuje o succión interna.

Para las fachadas a sotavento, se utiliza la siguiente expresión matemática:

$$P_h = q_h * G_h * C_p - q_h * GC_{pi} \quad (\text{Fórmula III.3})$$

Donde:

P_h = presión evaluada en la fachada a barlovento, a una altura h sobre el terreno, en kgf/m^2 .

q_h = presión dinámica.

G_h = factor de respuesta ante ráfagas.

C_p = coeficiente de empuje o succión externa.

q_h = presión dinámica.

GC_{pi} = coeficiente de empuje o succión interna.

3.4.3.4.4.2 Coeficiente de empuje o succión interna, GC_{pi}

La subsección 6.2.5.3, de la Norma COVENIN 2003-89, define los coeficientes GC_{pi} de empujes y succiones internas a utilizar en las construcciones clasificadas como Tipo I y III. Para el caso en estudio no se tiene un valor determinado de la permeabilidad, por esto se asume un valor de $GC_{pi} = \pm 0,25$.

3.4.3.4.4.3 Factor de respuesta ante ráfagas

La Norma de COVENIN 2003-89, define dos valores de respuestas ante ráfagas G_h para los elementos resistentes al viento y G_z para los componentes y cerramientos. Estos factores de respuestas ante ráfagas no serán menores de 1.0.

Para los sistemas resistentes al viento clasificadas como Tipo I y III, el factor de respuestas ante ráfagas, tienen un único valor para fachadas a barlovento y sotavento, como lo indica la tabla 6.2.4 (a).

ALTURA h o z SOBRE EL TERRENO metros	TIPO DE EXPOSICION			
	A	B	C	D
0 a 4,50	2.359	1.651	1.320	1.154
5	2.299	1.627	1.309	1.148
6	2.202	1.588	1.292	1.139
7	2.124	1.557	1.278	1.131
8	2.060	1.530	1.266	1.125
9	2.006	1.507	1.256	1.119
10	1.959	1.487	1.247	1.114
11	1.918	1.470	1.239	1.110
12	1.882	1.454	1.232	1.106
13	1.849	1.440	1.225	1.102
14	1.820	1.427	1.219	1.099
15	1.793	1.415	1.213	1.096

Tabla III.9. Factor de respuesta ante ráfagas.

Fuente: Norma Venezolana COVENIN 2003-89.

Para el cálculo del factor de respuesta ante ráfagas, se debe definir la altura media de la estructura, la cual está definida por la siguiente ecuación:

$$h = h_l + \frac{h_c}{2} \quad (\text{Fórmula III.4})$$

Donde:

h: altura media del techo

h_l: altura lateral

h_c: altura de la cumbrera.

Sustituyendo los valores obtenemos que el valor de la altura media de la cubierta de techo de la construcción es de 7.15 metros

$$h = 6.1 + \frac{2.1}{2} = 7.15 \text{ metros}$$

Conociendo el tipo de exposición de la estructura (Tipo C) y el valor de la altura media de techo (7.15 m), por medio de la tabla 6.2.4(a) de la Norma establecida, se obtienen los valores referidos a la respuesta ante ráfagas para elementos resistentes al viento (G_n) de 1.278.

3.4.3.4.4 Coeficientes C_p de empuje o succión externa

En esta parte del trabajo se establecerán los valores de los coeficientes C_p de empuje y succión, para las fachadas y techos de los sistemas resistentes al viento clasificados como Tipo I. Estos valores fueron extraídos de las tablas 6.2.5.1(a) y 6.2.5.1(b), de la Norma de COVENIN 2003-89.

COEFICIENTES DE EMPUJE Y SUCCIÓN C_p PARA LAS FACHADAS		
FACHADAS	RELACIÓN L/b	C_p
BARLOVENTO	TODAS	0.8
SOTAVENTO	0 a 1	-0.5
	2 y 3	-0.3
	≥ 4	-0.2
LATERALES	TODAS	-0.7

Tabla III.10. Coeficientes de empuje y succión para fachadas (tabla 6.2.5.1(a)). Fuente: Norma Venezolana COVENIN 2003-89.

COEFICIENTES DE EMPUJE Y SUCCIÓN C _p PARA LOS TECHOS										
DIRECCIÓN DEL VIENTO	RELACIÓN L/h	SUPERFICIE A BARLOVENTO							SUPERFICIE A SOTAVENTO	
		ÁNGULO θ								
		0°	10° *	20°	30°	40°	50°	≥ 60°		
NORMAL A LA CUMBRERA	≥ 3	-1	0.2	0.2	0.3	0.4	0.5	0.01	-0.7	
	-0.9									
	2		-0.9	-0.8	-0.2	0.3				
1	-0.9	-0.9		-0.35	0.2					
PARALELO A LA CUMBRERA	≤ 0.7			-0.9	-0.9	-0.35	0.2			
	TODAS		-0.7							

Tabla.III.11. Coeficientes de empuje y succión para techos (tabla 6.2.5.1(b)).

Fuente: Norma Venezolana COVENIN 2003-89.

Los valores de C_p se deben calcular para dos casos, el primero es para viento transversal a la cumbrera y el segundo para vientos perpendiculares a la cumbrera. En la tabla que se muestra a continuación se observan los valores de C_p para cada caso de estudio.

VIENTO TRANSVERSAL A LA CUMBRERA		VIENTO PARALELO A LA CUMBRERA	
Cp para las FACHADAS		Cp para las FACHADAS	
L/b	0.3	b/L	3.33
Cp (Barlovento)	0.8	Cp (Barlovento)	0.8
Cp (Sotavento)	-0.5	Cp (Sotavento)	-0.3
Cp (Laterales)	-0.7	Cp (Laterales)	-0.7
Cp para las TECHOS		Cp para las TECHOS	
L/h	2.01	b/L	3.33
Cp (Barlovento)	-0.69	Cp (Barlovento)	-0.7
Cp (Sotavento)	-0.7	Cp (Sotavento)	-0.7

Tabla III.12. Coeficientes de empuje y succión para fachadas y techos de los sistemas resistentes al viento. Fuente: Elaboración Propia.

3.4.3.4.5 Presión dinámica

Dentro de estos procesos analíticos, se puede encontrar la presión dinámica, que contempla que la misma será evaluada de manera diferente para fachadas a sotavento y barlovento.

Para las fachadas a barlovento “q” varía en función a la altura “z” sobre el terreno, se tienen la siguiente expresión:

$$q_z = 0.00485 k_z \propto V^2 \quad (\text{Fórmula III.5})$$

Donde:

q_z = presión dinámica

k_z = coeficiente de exposición a la presión dinámica del viento

α = factor de importancia eólica

V = velocidad básica del viento

Al desglosar la ecuación planteada anteriormente, se tiene que el valor para el coeficiente de exposición a la presión dinámica del viento se calcula bajo la siguiente expresión:

$$k_z = 2.58 \left(\frac{z}{z_g} \right)^{\frac{2}{\beta}} \quad (\text{Fórmula III.6})$$

Donde:

z = altura sobre el terreno

z_g = altura del gradiente en el perfil de velocidades del viento

β = factor que se utiliza para el cálculo de k_z

En el caso de las fachadas a sotavento “q” es constante y se evaluara en función a la altura “h” sobre el terreno según la expresión:

$$q_h = 0.00485 k_h \propto V^2 \quad (\text{Fórmula III.7})$$

Donde:

q_h = presión dinámica

k_h = coeficiente de exposición a la presión dinámica del viento

α = factor de importancia eólica

V = velocidad básica del viento

Siendo:

$$k_h = 2.58 \left(\frac{h}{z_g} \right)^{\frac{2}{\beta}} \quad (\text{Fórmula III.8})$$

Donde:

h = altura sobre el terreno

z_g = altura del gradiente en el perfil de velocidades del viento

β = factor que se utiliza para el cálculo de k_z

Los valores de los coeficientes z_g y β , aparecen reflejados en la tabla 6.2.3 de la Norma de COVENIN 2003-89, la cual se muestra a continuación:

TIPO DE EXPOSICIÓN	FACTOR β	ALTURA z_g EN METROS
A	3	460
B	4.5	370
C	7	270
D	10	200

Tabla III.13. Constantes para el cálculo de k_z y k_h .

Fuente: Norma Venezolana COVENIN 2003-89.

De la tabla antes citada y para el Tipo de exposición C, se obtienen los valores de:

$$\beta = 7$$
$$z_g = 270$$

Con todos los parámetros previamente establecidos que se tienen en consideración para el diseño, se planteó vislumbrar de manera general los mismos y estructurarlos detalladamente, teniendo así un marco de datos firme para la consecución de las actividades que engloban el proyecto T.E.G. Es así como en un paso previo a la presentación de los cálculos de las acciones accidentales por viento, se muestra una tabla resumen, que contiene todos los parámetros de diseño.

NOMENCLATURA	VALOR	ARTICULO / TABLA	DESCRIPCIÓN
L	14.4		Luz de pórtico (Ancho)
b	48		Longitud más larga del galpón (Largo)
l alero	0.8		Longitud del alero
h lateral	6.1		Altura lateral
h cumbrera	2.1		Altura del cumbrera
h Total	8.2		Altura total
θ (°)	16.18		Ángulo de la cumbrera
Relación de esbeltez	0.57	<5 por lo tanto Tipo I	Para saber el tipo de estructura
Clasificación según respuesta	Tipo I	Art. 4.2	Clasificación según las características de respuesta de las estructuras
Grupo	A	Art. 4.1	Clasificación según su uso
α	1.15	Tabla 4.1.2	Factor de importancia Eólica
Tipo de exposición	C	Art. 5.2	Tipo de exposición estructura resistente a el viento
Tipo de exposición componentes y cerramientos	C	Tabla 5.3.2	Tipo de exposición de componentes y cerramientos
V (km/h)	72	Tabla 5.1	Velocidad Básica del viento
GCpi	0.25	Secc. 6.2.5.3	Coef. de empuje o succión interna
h	7.15		Altura media del techo
Gh	1.278	Tabla 6.2.4 (a)	Factor de respuesta ante ráfagas
β	7	Tabla 6.2.3	Constantes para el cálculo de k_z y k_h
Zg (m)	270		
k	0.005	Tabla 6.2.4.1	Coef. De arrastre sobre una superficie

Tabla III.14. Tabla resumen de parámetros principales para el cálculo de las acciones del viento según la Norma Venezolana COVENIN 2003-89. Fuente: Elaboración Propia.

NOMENCLATURA	VALOR	ARTICULO / TABLA	DESCRIPCIÓN
VIENTO TRANSVERSAL A LA CUMBRERA			
Cp para las FACHADAS			
L/b	0.3		Relación para el cálculo de Cp
Cp (Barlovento)	0.8	Tabla 6.2.5.1	Coeficiente de empuje y succión para las FACHADAS
Cp (Sotavento)	-0.5		
Cp (Laterales)	-0.7		
Cp para las TECHOS			
L/h	2.01		Relación para el cálculo de Cp
Cp (Barlovento)	-0.69	Tabla 6.2.5.1	Coeficiente de empuje y succión para los TECHOS
Cp (Sotavento)	-0.7		
VIENTO PARALELO A LA CUMBRERA			
Cp para las FACHADAS			
b/L	3.33		Relación para el cálculo de Cp
Cp (Barlovento)	0.8	Tabla 6.2.5.1	Coeficiente de empuje y succión para las FACHADAS
Cp (Sotavento)	-0.3		
Cp (Laterales)	-0.7		
Cp para las TECHOS			
Cp (Barlovento)	-0.7	Tabla 6.2.5.1	Coeficiente de empuje y succión para los TECHOS
Cp (Sotavento)	-0.7		

Tabla III.14. (Continuación)

3.4.3.4.6 Acciones sobre sistemas resistentes al viento

Para la consecución y presentación de los cálculos realizados sobre el sistema resistente al viento, se hace una estructuración con los datos obtenidos previos a las ecuaciones que se presentaron con anterioridad. Así en las tablas que se muestran a continuación se indica la altura “z” o “h”, a la cual se le ha calculado el factor “k”, lo que permite diferenciar tanto en la columna denominada “q”, como en las siguientes, las acciones q_z de las acciones q_h . Los signos positivos o negativos denotan empujes o succiones respectivamente.

VIENTO TRANSVERSAL A LA CUMBRERA										
Superficie		z	h	Kz	Kh	q	q x Gh x Cp	qh x Gcpi	q x Gh x Cp + qh x Gcpi	q x Gh x Cp - qh x Gcpi
		m				Kg/m ²				
Fachadas	Barlovento	4.5		0.801		23.11	23.6	± 6.59	17.0	30.2
		5		0.825		23.82	24.3	± 6.59	17.8	30.9
		6.1		0.874		25.21	25.8	± 6.59	19.2	32.4
	Sotavento		7.15		0.914	26.38	-16.9	± 6.59	-23.4	-10.3
	Laterales		7.15		0.914	26.38	-23.6	± 6.59	-30.2	-17.0
Techo	Barlovento		7.15		0.914	26.38	-23.3	± 6.59	-29.9	-16.7
	Sotavento		7.15		0.914	26.38	-23.6	± 6.59	-30.2	-17.0

VIENTO PARALELO A LA CUMBRERA										
Superficie		z	h	Kz	Kh	q	q x Gh x Cp	qh x Gcpi	q x Gh x Cp + qh x Gcpi	q x Gh x Cp - qh x Gcpi
		m				Kg/m ²				
Fachadas	Barlovento	4.5		0.801		23.11	23.6	± 6.59	17.0	30.2
		5		0.825		23.82	24.3	± 6.59	17.8	30.9
		6.1		0.874		25.21	25.8	± 6.59	19.2	32.4
		7		0.909		26.22	26.8	± 6.59	20.2	33.4
		8.1		0.947		27.34	27.9	± 6.59	21.4	34.5
	Sotavento		7.15		0.914	26.38	-10.1	± 6.59	-16.7	-3.5
	Laterales		7.15		0.914	26.38	-23.6	± 6.59	-30.2	-17.0
Techo	Barlovento		7.15		0.914	26.38	-23.6	± 6.59	-30.2	-17.0
	Sotavento		7.15		0.914	26.38	-23.6	± 6.59	-30.2	-17.0

Tabla III.15. Cálculos de las acciones del viento transversal y perpendicular a la cumbrera, sobre el sistema resistente al viento. Fuente: Elaboración Propia.

Seguidamente a esto y como complemento a la presentación de los cálculos y datos obtenidos, se presentan las acciones calculadas en Kgf/m^2 para el análisis a cargas laterales de la estructura, pueden expresarse en kgf/m multiplicándolas por el ancho tributario, es decir, la separación entre pórticos.

Se puede observar que en las fachadas perpendiculares a la dirección del viento las acciones se cancelan mutuamente, por lo que no hay acción neta. En las fachadas de la dirección del viento, si bien la acción neta es igual en los casos de empuje y succión interior es conveniente presentar las acciones a barlovento y sotavento tanto por el sentido reversible del viento como para el diseño local de miembros y elementos.

También se observa que la magnitud de la acción más desfavorable sobre el techo no ocurre simultáneamente con las correspondientes para las fachadas.

La tabla que se presenta a continuación, muestra la forma como se distribuyeron las acciones del viento, donde VX representa la acción del viento transversal a la cumbrera y VY la acción del viento perpendicular a la cumbrera.

CÓDIGO	DIRECCIÓN Y CASOS DEL VIENTO
VIENTO TRANSVERSAL A LA CUMBRERA	
VX1	VIENTO EN X CASO 1
VX2	VIENTO EN -X CASO 1
VX3	VIENTO EN X CASO 2
VX4	VIENTO EN -X CASO 2
VIENTO PERPENDICULAR A LA CUMBRERA	
VY1	VIENTO EN Y CASO 1
VY2	VIENTO EN -Y CASO 1
VY3	VIENTO EN Y CASO 2
VY4	VIENTO EN -Y CASO 2

Tabla III. 16. Distribución de las acciones del viento en cada dirección.

Fuente: Elaboración Propia.

A continuación se muestran los esquemas de las acciones de viento:

- De viento transversal a la cumbrera sobre el sistema resistente en Kg/m^2 .

CASO 1 ($q \times G \times C_p + q \times G \times C_{pi}$)	
VIENTO (kgf/m^2)	
A	19.2
B	17.8
C	17.0
D	-23.4
E	-29.9
F	-30.2
G	-30.2

CASO 2 ($q \times G \times C_p - q \times G \times C_{pi}$)	
VIENTO (kgf/m^2)	
A	32.4
B	30.9
C	30.2
D	-10.3
E	-16.7
F	-17.0
G	-17.0

Tabla III.17. Acc. Ext. + Empuje interior

Fuente: Elaboración propia.

Tabla III.18. Acc. Ext. + Succión interior

Fuente: Elaboración propia.

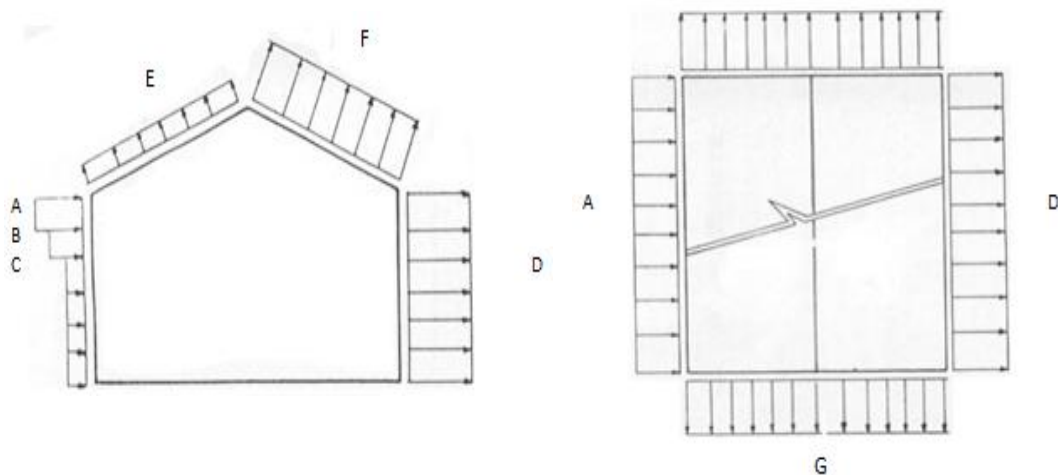


Figura III.3. Esquema de las acciones de viento transversal sobre un galpón. Fuente: Norma COVENIN 2003-89.

- De viento perpendicular a la cumbrera sobre el sistema resistente en Kgf/m^2 .

CASO 1 ($q \times G_h \times C_p + q_h \times G_{cpi}$)	
VIENTO (kg/m^2)	
A	21.4
B	20.2
C	19.2
D	17.8
E	17
F	-16.7
G	-30.2

CASO 2 ($q \times G_h \times C_p - q_h \times G_{cpi}$)	
VIENTO (kg/m^2)	
A	34.5
B	33.4
C	32.4
D	30.9
E	30.2
F	-3.5
G	-17.0

Tabla III.19. Acc. Ext. + Empuje interior

Fuente: Elaboración propia.

Tabla III.20. Acc. Ext. + Succión interior

Fuente: Elaboración propia.

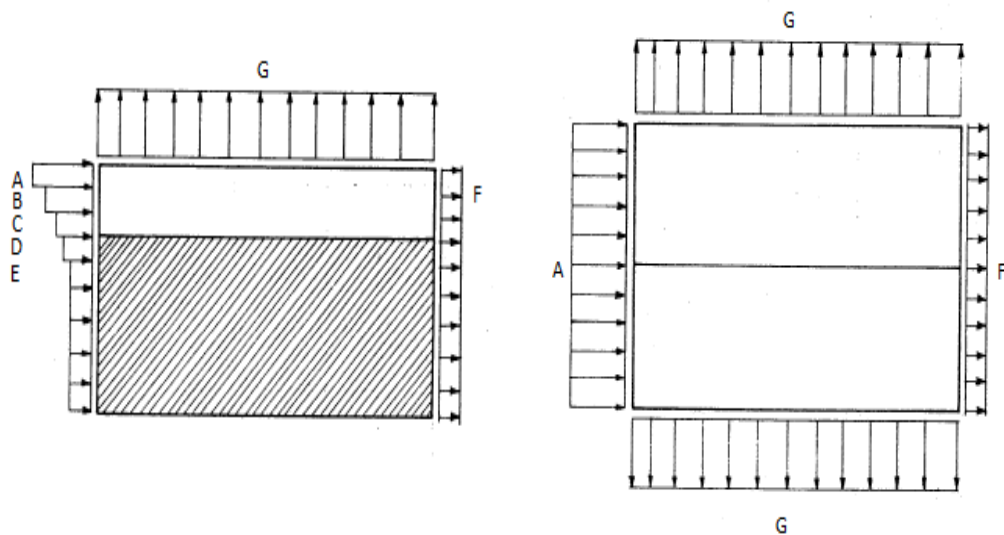


Figura III.4. Esquema de las acciones de viento perpendicular sobre un galpón. Fuente: Norma COVENIN 2003-89.

3.4.3.5 Elaboración del modelo matemático de los galpones, en un programa de análisis estructural

La elaboración del modelo matemático de los galpones estudiados, se fundamentó en la información obtenida con anterioridad. Con esta información se elaboró un (1) modelo, utilizando el programa de análisis estructural SAP2000 (CSI, 2009), asimismo la metodología para generarlo se presenta a continuación.

3.4.3.5.1 Configuración geométrica

Se establecieron las líneas de referencia, tomando en cuenta los parámetros de la configuración geométrica como: número de pórticos en el eje “X” y “Y”, luces entre los pórticos del ejes “X” y “Y” y altura del modelo, de acuerdo a lo que se muestra en la Tabla III.1.

3.4.3.5.2 Definición de Materiales

Para los perfiles de las vigas y columnas y las cubiertas de techo, se definieron las propiedades mecánicas de los materiales estructurales, los indicados en la siguiente tabla, de acuerdo al modelo estudiado.

ACERO		ALUMINIO	
ASTM A36 kg/cm ²		ALLOY 6061 T6	
Módulo de Elasticidad, E	2100000	Resistencia de fluencia a compresión, F _{cy}	2461
Esfuerzo Cedente Mínimo, F _y	2530	Resistencia de fluencia a tracción, F _{ty}	2461
Esfuerzo Ultimo Mínimo, F _u	4080	Resistencia última a tracción, F _{tu}	2672
Esfuerzo Cedente Efectivo, F _{ye}	3797	Resistencia última de corte, F _{su}	1687
Esfuerzo Último Efectivo, F _{ue}	4486		

Tabla III.21. Propiedades Mecánicas de los Materiales utilizados en el modelo estudiado. Fuente: Elaboración Propia.

Las Figuras III.5 Y III.6, muestran las propiedades de los materiales en el programa de análisis estructural.

Material Property Data

General Data

Material Name and Display Color: A36 ■

Material Type: Steel

Material Notes: [Modify/Show Notes...](#)

Weight and Mass

Weight per Unit Volume: 7.849E-03

Mass per Unit Volume: 8.004E-06

Units

Kgf, cm, C

Isotropic Property Data

Modulus of Elasticity, E: 2100000.

Poisson's Ratio, U: 0.3

Coefficient of Thermal Expansion, A: 1.170E-05

Shear Modulus, G: 807692.3

Other Properties for Steel Materials

Minimum Yield Stress, Fy: 2530.

Minimum Tensile Stress, Fu: 4080.

Effective Yield Stress, Fye: 3797.

Effective Tensile Stress, Fue: 4486.

☐ Switch To Advanced Property Display

OK Cancel

Figura III.5. Definición del acero A36, en el programa de análisis estructural.

Fuente: Adaptado de CSI, 2009.

Material Property Data

General Data

Material Name and Display Color: 6061T6 [Color Selection]

Material Type: Aluminum [Dropdown]

Material Notes: [Modify/Show Notes...]

Weight and Mass

Weight per Unit Volume: 2.713E-03

Mass per Unit Volume: 2.768E-06

Units

[Kgf, cm, C [Dropdown]]

Isotropic Property Data

Modulus of Elasticity, E: 710100.3

Poisson's Ratio, U: 0.33

Coefficient of Thermal Expansion, A: 2.358E-05

Shear Modulus, G: 266955.01

Other Properties for Aluminum Materials

Aluminum Type: Wrought [Dropdown]

Aluminum Alloy Designation: 6061-T6

Compressive Yield Strength, Fcy: 2461.

Tensile Yield Strength, Fty: 2461.

Tensile Ultimate Strength, Ftu: 2672.

Shear Ultimate Strength, Fsu: 1687.

☐ Switch To Advanced Property Display

[OK] [Cancel]

Figura III.6. Definición del aluminio ALLOY 6061 T6, en el programa de análisis estructural. Fuente: Adaptado de CSI, 2009.

3.4.3.5.3 Definición de elementos estructurales

Los elementos estructurales a modelar según su tipología fueron:

- **Restricciones de base:** se simuló como un empotramiento fijo.
- **Columna:** se utilizaron elementos de línea tipo Frame.
- **Viga:** se utilizaron elementos de línea tipo Frame.
- **Techo:** se utilizaron elementos de área, tipo Membrane.

La tipología de los elementos estructurales antes descritos se resume en la Tabla III.22:

Elemento Estructural	Modelado como	Tipo
Restricciones de la base	Nodo	Empotramiento fijo
Columnas	Línea	Frame
Vigas	Línea	Frame
Techo	Área	Membrane

Tabla III.22. Tipología de elementos estructurales a modelar.

Fuente: Elaboración Propia.

Una vez definida la tipología de los elementos estructurales, se importan los perfiles estructurales a utilizar, considerando los valores de las dimensiones para cada modelo según la Tabla III.2.

3.4.3.5.4 Dimensiones de los perfiles utilizados para el modelado de la estructura.

Las Figuras III.7, III.8, III.9 Y III.10, muestran las secciones de los perfiles estructurales utilizados en el programa de análisis estructural.

I/Wide Flange Section

Section Name IPE220

Section Notes

Extract Data from Section Property File

c:\program files\computers and structures\sap2000

Properties

Property Modifiers

Material + A36

Dimensions

Outside height (t3)	22.
Top flange width (t2)	11.
Top flange thickness (tf)	0.92
Web thickness (tw)	0.59
Bottom flange width (t2b)	11.
Bottom flange thickness (tfb)	0.92

Diagram: A schematic of an I-section on a grid. The total height is labeled '2' and the total width is labeled '3'.

Display Color

Figura III.7. Dimensiones de los perfiles IPE220, en el programa de análisis estructural. Fuente: CSI, 2009.

Donde:

Outside height (t3): altura total.

Top flange width (t2): ancho del ala superior.

Top flange thickness (tf): espesor del ala superior.

Web thickness (tw): espesor del alma.

Bottom flange width (t2b): ancho del ala inferior.

Bottom flange thickness (tfb): espesor del ala inferior.

Channel Section

Section Name UPN180

Section Notes Modify/Show Notes...

Extract Data from Section Property File

Open File... c:\program files\computers and structures\sap2000 Import...

Properties Section Properties...

Property Modifiers Set Modifiers...

Material + A36

Dimensions

Outside depth (t3) 18.

Outside flange width (t2) 7.

Flange thickness (tf) 1.1

Web thickness (tw) 0.8

Display Color ■

OK Cancel

Figura III.8. Dimensiones de los perfiles UPN180, en el programa de análisis estructural. Fuente: CSI, 2009.

Donde:

Outside Depth (t3): Altura Total.

Outside flange width (t2): Ancho de las alas.

Flange thickness (tf): Espesor de las alas.

Web thickness (tw): Espesor del alma.

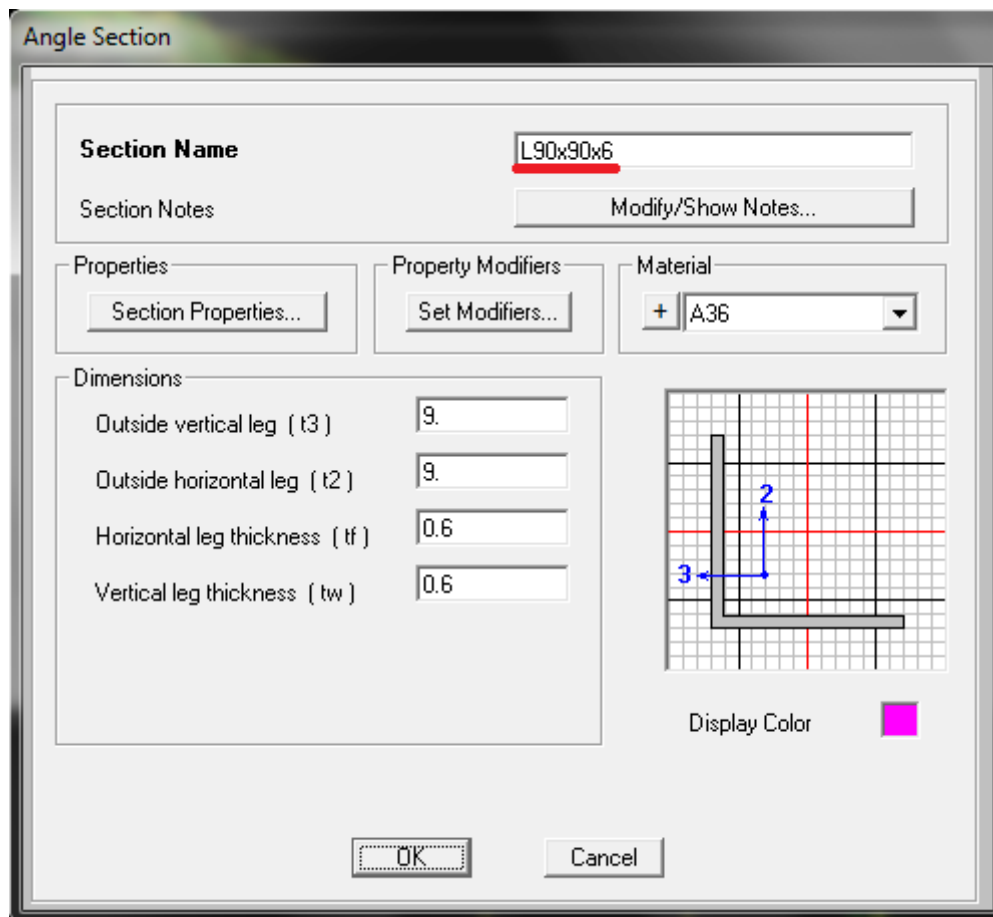


Figura III.9. Dimensiones de los perfiles L90x90x6, en el programa de análisis estructural. Fuente: CSI, 2009.

Donde:

Outside vertical leg (t3): Altura del ala vertical.

Outside horizontal leg (t2): Ancho del ala horizontal.

Horizontal leg thickness (tf): Espesor del ala horizontal.

Vertical leg thickness (tw): Espesor del ala vertical.

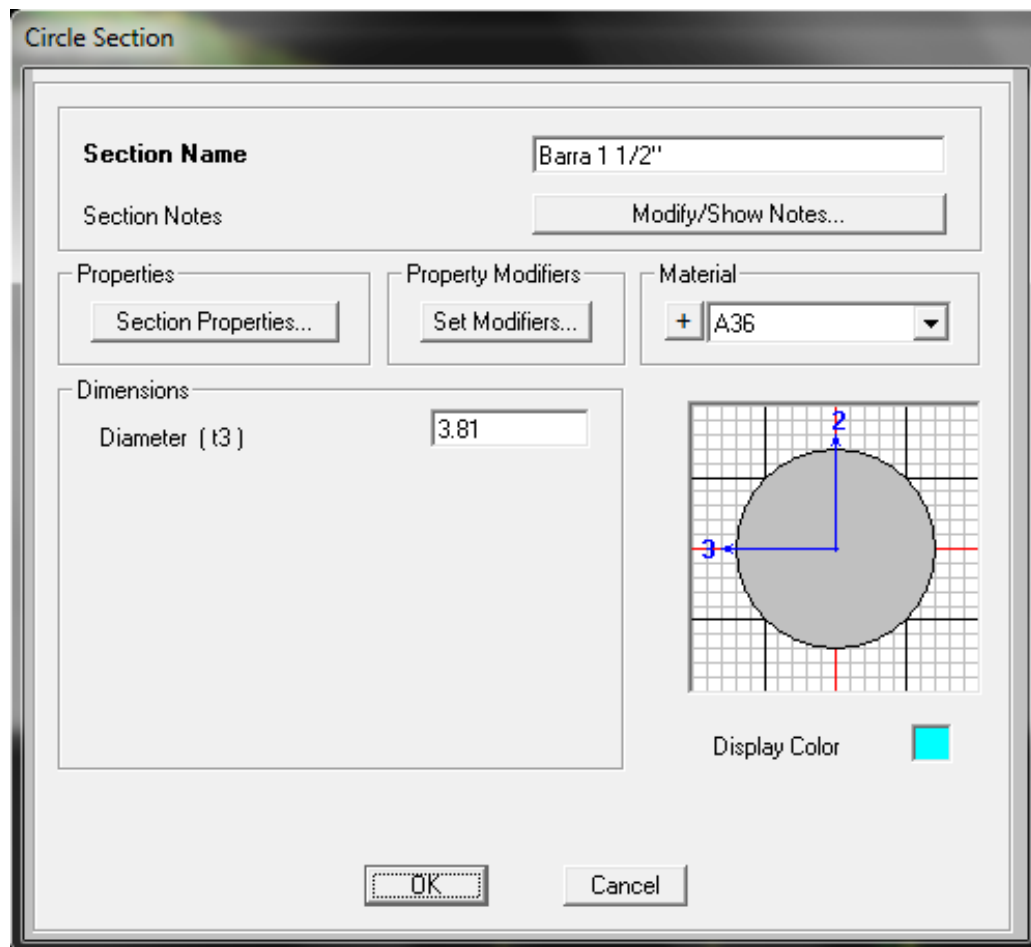


Figura III.10. Dimensiones de las Barras de 1 ½", en el programa de análisis estructural. Fuente: CSI, 2009.

Donde:

Diameter (t3): Diámetro

3.4.3.5.5 Generación del modelo geométrico

Se le asignan las secciones a los elementos estructurales, generando el modelo geométrico. Los nodos de la base se consideraron fijos y para el techo, se consideró como un elemento área tipo Membrane.

3.4.3.5.6 Cargas gravitacionales

Se generan las cargas patrón, tanto para las cargas gravitacionales según la Tabla III, como para las acciones del viento Tabla III.16. La Figura III.11, muestra la ventana de los casos de carga asignados en el programa de análisis estructural.

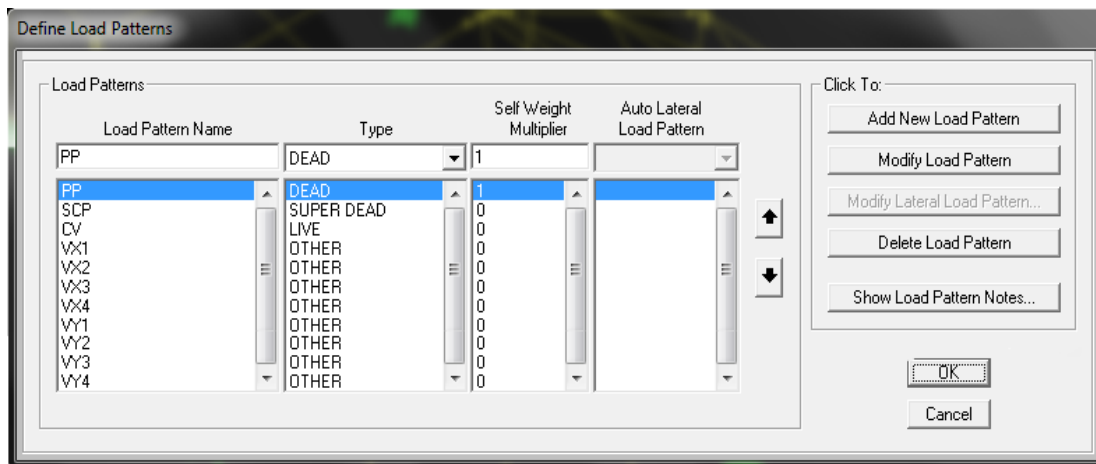


Figura III.11. Ventana de los casos de carga del programa de análisis estructural. Fuente: CSI, 2009.

3.4.3.5.7 Asignación de cargas gravitacionales

Se asignaron las cargas gravitacionales a las correas de techo para el modelo de acuerdo a la Tabla III.5. La figura que se presenta a continuación, muestra un ejemplo de la asignación de cargas gravitacionales (cargas variables) en el programa.

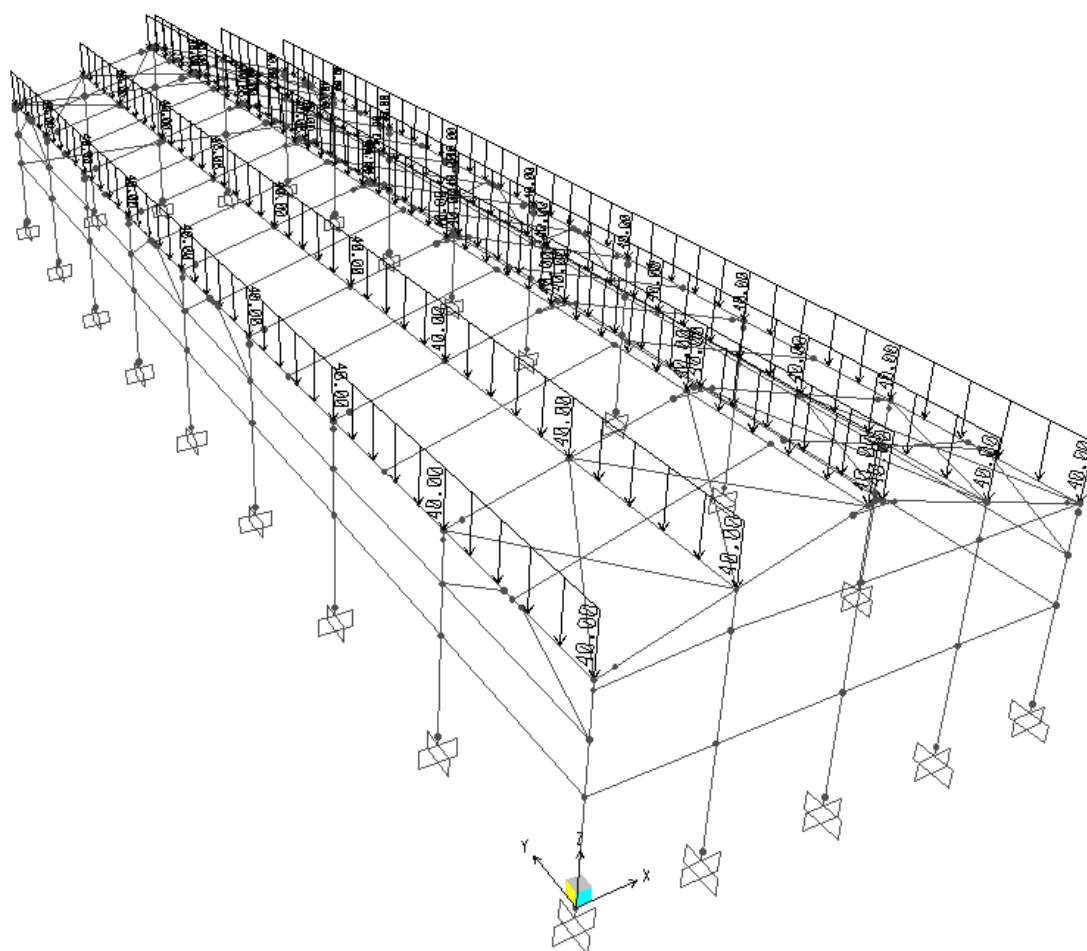


Figura III.12. Modelo en 3D sometido a la carga gravitacional: Carga Variable. Fuente: Elaboración Propia.

3.4.3.5.8 Asignación de cargas por acciones del viento

Se asignaron las cargas por acción del viento a las estructuras resistentes (columnas, vigas y correas), de acuerdo a la Tabla III.16 y a los esquemas de las acciones del viento transversal y perpendicular a la cumbrera sobre el sistema resistente. La figura que se presenta a continuación, muestra un ejemplo de la asignación de las acciones del viento (VX1) en el programa.

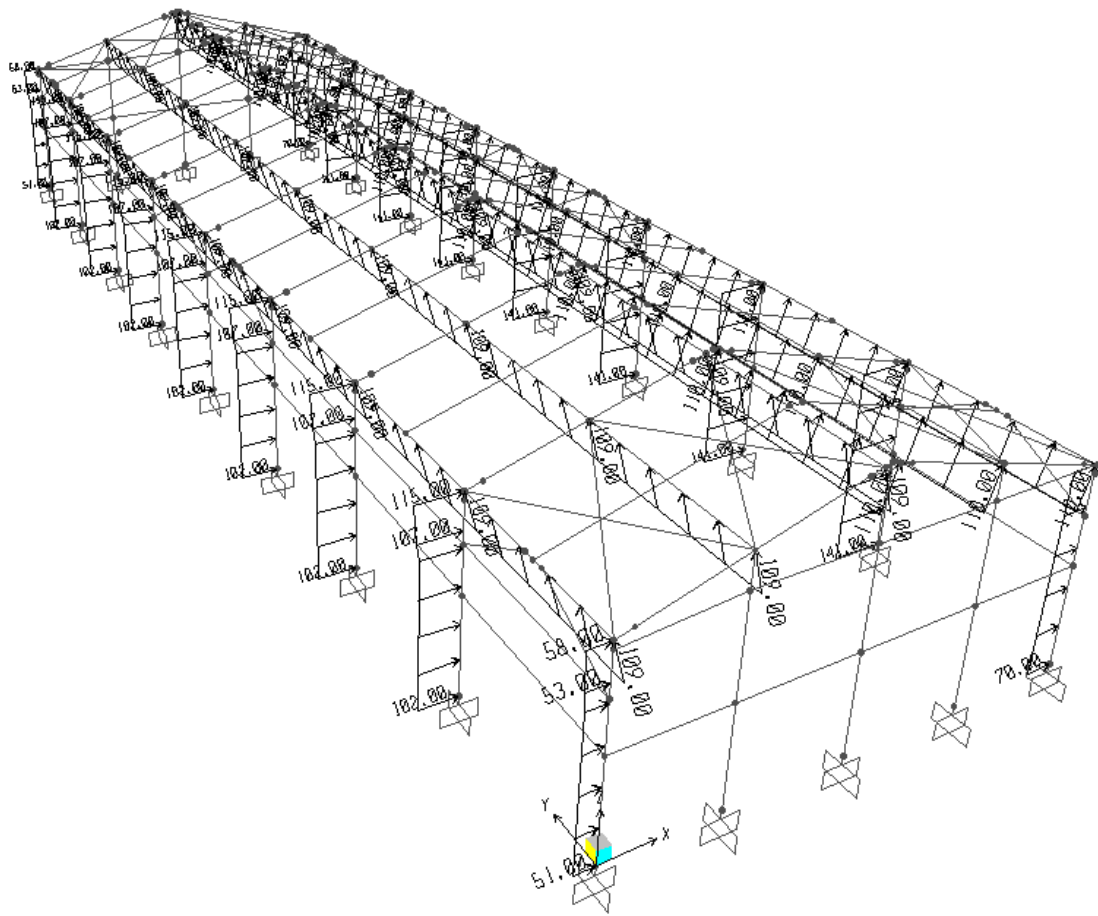


Figura III.13. Modelo en 3D sometido a la acción del viento VX1.

Fuente: Elaboración Propia.

3.4.3.5.9 Combinaciones de cargas

En el caso de las estructuras de acero, las combinaciones de diseño están definidas en el Capítulo 10 de la Norma Venezolana 1618:98. En base a lo establecido en la norma, se reestructuraron las combinaciones, ya que, se va a trabajar con una estructura que no está clasificada como sismoresistente, sometida solo a las acciones gravitacionales y del viento.

- 1) 1.4 CP + 1.4 SCP
- 2) 1.2 CP + 1.2 SCP + 1.6CV
- 3) 1.2 CP + 1.2 SCP + 0.5 CV +1.3 **VX1**
- 4) 1.2 CP + 1.2 SCP + 0.5 CV +1.3 **VX2**
- 5) 1.2 CP + 1.2 SCP + 0.5 CV +1.3 **VX3**
- 6) 1.2 CP + 1.2 SCP + 0.5 CV +1.3 **VX4**
- 7) 1.2 CP + 1.2 SCP + 0.5 CV +1.3 **VY1**
- 8) 1.2 CP + 1.2 SCP + 0.5 CV +1.3 **VY2**
- 9) 1.2 CP + 1.2 SCP + 0.5 CV +1.3 **VY3**
- 10) 1.2 CP + 1.2 SCP + 0.5 CV +1.3 **VY4**
- 11) 0.9 CP + 0.9 SCP + 1.3 **VX1**
- 12) 0.9 CP + 0.9 SCP + 1.3 **VX2**
- 13) 0.9 CP + 0.9 SCP + 1.3 **VX3**
- 14) 0.9 CP + 0.9 SCP + 1.3 **VX4**
- 15) 0.9 CP + 0.9 SCP + 1.3 **VY1**
- 16) 0.9 CP + 0.9 SCP + 1.3 **VY2**
- 17) 0.9 CP + 0.9 SCP + 1.3 **VY3**
- 18) 0.9 CP + 0.9 SCP + 1.3 **VY4**

3.4.3.5.10 Aspectos importantes a considerar para la elaboración del modelo

Para la elaboración del modelo se deben tomar una serie de consideraciones entre las que destacan:

Al dibujar las correas de techo y los arriostramientos, los mismos no quedaron articulados en el modelo, para solventar el problema debe liberar los momentos en los extremos de los elementos.

Una vez realizado el procedimiento anterior los arriostramientos, las diagonales y los tensores, se aprecian de la siguiente manera:

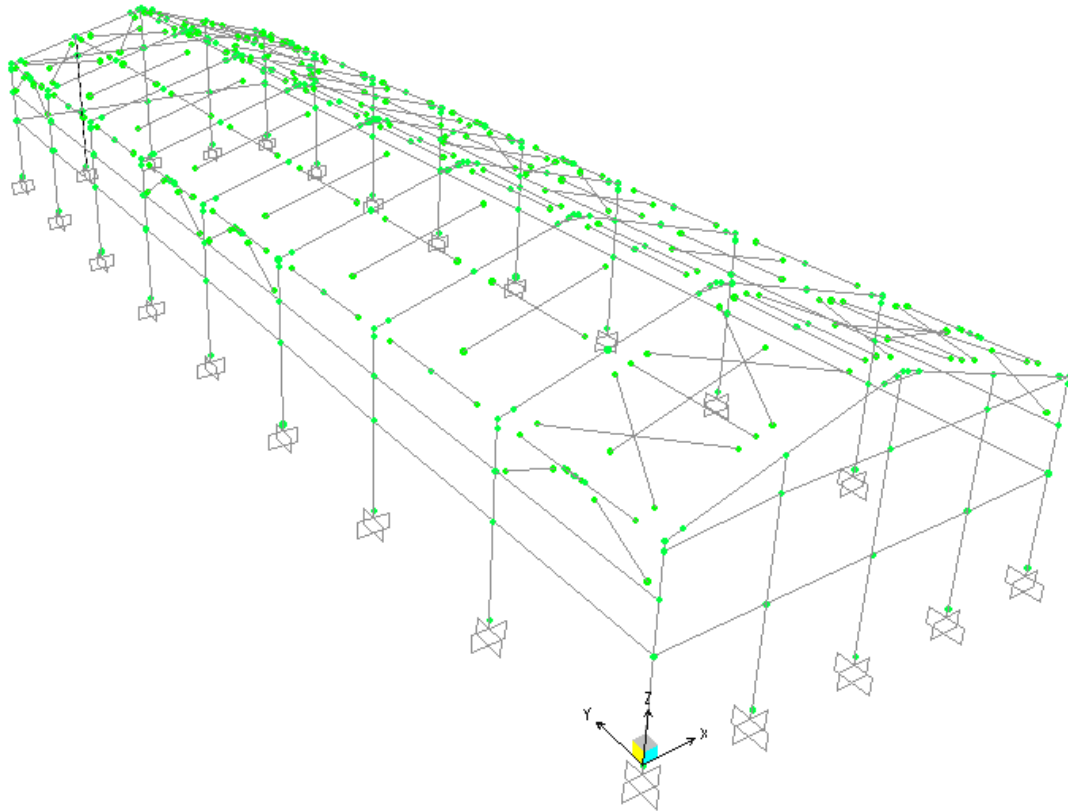


Figura III.14. Visualización de los elementos articulados en el modelo.

Fuente: Elaboración Propia.

Para el diseño del modelo debemos seleccionar la norma con la que se va a trabajar, en este caso es la AISC 360-05/IBC2006.

Para el diseño de la estructura, la misma se debe clasificar como Ordinary Moment Frame (OMF), ya que, es un sistema que no está clasificado como sismoresistente, es decir, que está sometido sólo a las acciones gravitacionales y del viento.

Los pasos antes descritos corresponden al procedimiento que se debe seguir con el programa SAP2000, a fin de generar el modelo matemático respectivo. La Figura que se muestra a continuación, representa el modelo del galpón, con vista en 3D.

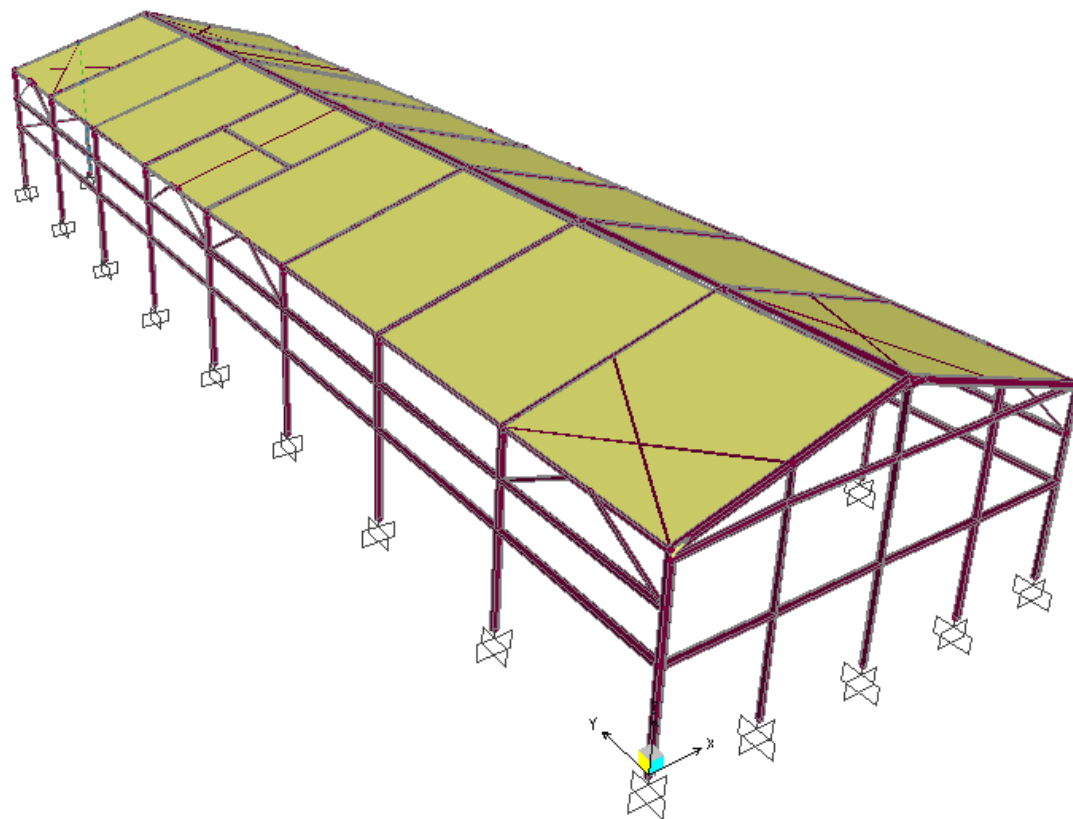


Figura III.15. Vista 3D del modelo.

Fuente: Elaboración propia.

3.4.3.6. Cálculos del sistema fotovoltaico

Un sistema fotovoltaico consta de tres elementos principales, el panel o campo de paneles, el regulador de carga y la batería o acumulador. Los paneles son responsables de generar energía eléctrica, la batería de almacenarla y el regulador de que la batería funcione de manera óptima. Es importante recordar que los paneles y baterías de un sistema fotovoltaico trabajan en corriente continua, si el rango de tensión de operación de los equipos no incluye la tensión de operación de la batería, será necesario utilizar algún tipo de conversor. Si los equipos que se desean alimentar utilizan otra tensión diferente a la de la batería, será necesario el uso de un conversor y si alguno de los equipos trabaja con corriente alterna se necesitará un inversor.

Otros elementos importantes en un sistema fotovoltaico son los interruptores termomagnéticos (breakers) de todos los circuitos de corriente, los circuitos protectores contra picos de corriente, fusibles, cableado medido en AWG, pozos de tierra, protectores de línea, barra maestras, pararrayos y estructuras de soporte.

Para el trabajo especial de grado, se estudiarán dos alternativas para la elaboración de un sistema fotovoltaico, la primera consiste en cubrir la demanda de las computadoras e iluminación interna y externa; por segundo, se tomará en cuenta solo la iluminación.

En este mismo orden de ideas, es necesario mencionar que en vista del alto costo de las alternativas planteadas anteriormente, se propone una tercera, que incluirá solamente la iluminación de un salón de clases, el cual cuenta con doce (12) luminarias conformadas por 3 tubos fluorescentes cada uno que serán sustituidas por tubos de tecnología LED propiciando así, un

presupuesto accesible para su ejecución, el cual cumple con los requerimientos de ser la primera vitrina ambiental en la UCV.

Seguido a esto se presentan los cálculos de los elementos de un sistema fotovoltaico.

3.4.3.6.1. Dimensionamiento de instalación fotovoltaica

En primer lugar se estimo el consumo diario de las dos alternativas antes planteadas, resumido en las siguientes tablas:

Tipo	Nº de tubos fluorescentes	Potencia equipo (W)
Luminarias Tipo 1	3	40
Luminarias Tipo 2	4	40
Reflectores	1	65
Computadora	-	300

Tabla III.23. Datos del consumo de potencia de los distintos equipos utilizados de las alternativas. Fuente: Elaboración Propia.

Descripción	Cantidad	Cantidad de bombillos	Potencia Total(W)	Tiempo de uso (h)	Energía (Wh)
Luminaria Tipo 1	264	792	31680	12	380160
Luminaria Tipo 2	32	128	5120	12	61440
Pérdidas por Balasto	-	-	3680	12	44160
Iluminación externa	22	-	1430	12	17160
Computadoras	90	-	27000	8	216000
Total de bombillos	920	TOTAL	68910		718920
			68.91	kW	718.92 kW

Tabla III.24. Estimación de la energía consumida por día, para la primera alternativa. Fuente: Elaboración Propia.

Descripción	Cantidad	Cantidad de bombillos	Potencia Total (W)	Tiempo de uso (h)	Energía (Wh)
Luminaria Tipo 1	264	792	31680	12	380160
Luminaria Tipo 2	32	128	5120	12	61440
Pérdidas por Balasto	-	-	3680	12	44160
Iluminación externa	22	-	1430	12	17160
Total de bombillos	920	TOTAL	41910		502920
			41.91	kW	502.92 kW

Tabla III.25. Estimación de la energía consumida por día, para la segunda alternativa. Fuente: Elaboración Propia.

Para disminuir el costo del sistema fotovoltaico, en la tercera alternativa, las luminarias contarán con bombillos tubulares LED, debido a que, el consumo es de 17W a diferencia de los tubos convencionales que es de 40W. A continuación se presentan dos tablas, la primera del consumo de potencia de la luminaria y la última energía consumida para este caso.

Descripción	Nº de tubos fluorescentes	Potencia equipo (W)
Luminarias, Tecnología LED	3	17

Tabla III.26. Datos del consumo de potencia de la luminaria usada en esta alternativa. Fuente: Elaboración Propia.

Descripción	Cantidad	Cantidad de bombillos	Potencia Total(W)	Tiempo de uso (h)	Energía (Wh)
Luminarias	12	36	612	12	7344
		Pérdidas por Balasto	61.2		734.4
		TOTAL	673.2		8078.4
			0.67 kW		8.08 kW

Tabla III.27. Estimación de la energía y la potencia consumida.

Fuente: Elaboración Propia.

Teniendo como marco de referencia la tercera alternativa, se presentan los cálculos para los elementos principales de un sistema fotovoltaico.

3.4.3.6.2. Capacidad del banco de baterías

Una vez definida la energía total consumida (Wh), se calculó la capacidad del banco de baterías, usando la siguiente fórmula:

$$C_{BAT} = \frac{D * ET}{V} \quad (\text{Fórmula III.8})$$

Donde:

La capacidad de acumulación del banco de baterías (C_{BAT}): en amperios-hora (Ah).

Días de autonomía (D): Corresponden al tiempo que podrá funcionar la instalación sin recibir radiación solar en condiciones adecuadas. Habitualmente, para instalaciones pequeñas, este factor puede ser de 4 ó 6 días, mientras que para aplicaciones macro puede superar los 10.

Consumo Total (ET): Energía total consumida (Wh).

Tensión de trabajo de la instalación (V): Elegida en función de las características de la instalación, lo más usual son tensiones de 12 ó 24 V en el caso de instalaciones pequeñas.

Para realizar la sustitución de valores en la expresión antes mencionada, se tomó cinco (5) días de autonomía del sistema y una tensión de trabajo de 12V, lo que arrojó el siguiente resultado:

$$C_{BAT} = \frac{5 * 8078.4}{12} = 3366 \text{ Ah}$$

Una vez conocida la capacidad de acumulación de los bancos de baterías se procede a calcular el número de baterías a utilizar, mediante la expresión que se muestra a continuación:

$$\#_{BAT} = \frac{C_{BAT}}{C_n} \quad (\text{Fórmula III.9})$$

Donde:

$\#_{BAT}$: Número de baterías a utilizar

Cn: Corriente nominal de la batería.

Para el proyecto se seleccionaron baterías con las siguientes características: 12 V y 100 Amper horas, obteniendo así el valor de la corriente nominal. Sustituyendo los valores en la expresión antes mencionada se logra:

$$\#_{BAT} = \frac{3366 \text{ Ah}}{100 \text{ Ah}} = 33.66 = 34 \text{ baterías}$$

3.4.3.6.3. Regulador de carga

La selección del regulador de carga, se realiza en función de la tensión nominal del sistema y la corriente de operación; se recomienda que la corriente máxima operación del regulador (I_r), sea como mínimo un 20% superior a la máxima corriente del sistema.

$$I_r = 1.2 \left(\frac{PT}{V_n} \right) \quad (\text{Fórmula III.10})$$

Donde:

I_r : Corriente máxima de operación (A)

PT : Potencia total (W)

V_n : Tensión Nominal (V)

Sustituyendo:

$$I_r = 1.2 \left(\frac{673.2}{12} \right) = 67.32 \text{ A}$$

En el diseño de se utilizaron reguladores de 60A. Para obtener la cantidad de los mismos se utiliza la siguiente expresión:

$$\#_{Reguladores} = \frac{I_{rtotal}}{C_r} \quad (\text{Fórmula III.11})$$

Donde:

Cr: Corriente nominal del regulador.

Sustituyendo:

$$\#_{Reguladores} = \frac{67.32}{60} = 1.12 = 2 \text{ reguladores}$$

3.4.3.6.4. Cálculo del Inversor

Por otro lado, en cuanto al inversor, es necesario seleccionarlo en función de los consumos que puedan operar simultáneamente. Para el caso en estudio se seleccionó un inversor con las siguientes características: 12 V de entrada en DC y salida 110-220 V en AC a frecuencia de trabajo 60 Hz y una potencia nominal de 1000 W.

3.4.3.6.5. Cálculo de Paneles Solares

Los paneles solares en el caso de Venezuela deben inclinarse aproximadamente igual a la latitud del lugar y se incrementará en 15° grados para maximizar la energía.

La localidad de Cagua tiene una latitud de 10,18°.

Inclinación del panel = latitud + 15° = 10.18° + 15° = 25,18°

3.4.3.6.6. Cálculo de energía entregada en Wh, por cada panel fotovoltaico

Para determinar la energía que puede generar cada panel fotovoltaico en Wh, se debe tener en cuenta los siguientes datos:

Latitud del lugar (L).

Potencia de los paneles (P) a usar en vatios (w).

Por último, la siguiente ecuación:

$$Ep = \left(\frac{5-L}{15}\right) * \left(\frac{1+L}{100}\right) * P \quad (\text{Fórmula III.12})$$

Donde:

Ep: Energía aportada por los paneles solares.

Los paneles a utilizar, poseen una potencia nominal pico de 210 Wp. Sustituyendo en la fórmula se obtiene una energía igual a:

$$Ep = \left(\frac{5 - 10.18}{15}\right) * \left(\frac{1 + 10.18}{100}\right) * 210 = 999.86 \text{ Wh}$$

Asumiendo una pérdida del panel del 20%, resulta que la energía total aportada por cada panel es igual a:

$$E_p = 800 \text{ Wh}$$

Seguido a esto se calcula el número de paneles a utilizar, mediante la siguiente expresión:

$$\#_{\text{paneles}} = \frac{ET}{E_p} \quad (\text{Fórmula III.13})$$

Resultando:

$$\#_{\text{paneles}} = \frac{8078.4}{800} = 10.01 = 11 \text{ paneles}$$

A continuación se presenta, una tabla resumen de la tercera alternativa, que refleja la cantidad de elementos principales de un sistema fotovoltaico:

Descripción	Especificaciones	Cantidad
Batería	12 V y 100 Amper horas	34
Regulador de carga	TS-60, 60 A	2
Inversor	12 VDC/110-220VAC a frecuencia de trabajo 60Hz y una potencia nominal de 1000W	1
Panel Fotovoltaico	210 Wp, 12VDC	11
Tubo LED	T8 120cm AC 100-277V AC 60HZ	36

Tabla III.28. Elementos principales de un sistema fotovoltaico, especificaciones y cantidades. Fuente: Elaboración Propia.

3.4.3.7. Cálculo para el sistema de captación del agua de lluvia

Los cálculos del sistema de captación del agua de lluvia estarán enmarcados dentro de la publicación “GUÍA DE DISEÑO PARA CAPTACIÓN DEL AGUA DE LLUVIA”, de la Organización Panamericana de la Salud (2004). Los cuales establecen los siguientes pasos:

3.4.3.7.1. DISEÑO

3.4.3.7.1.1. Bases del diseño

Antes de emprender el diseño de un sistema de captación de agua pluvial, es necesario tener en cuenta los siguientes aspectos:

- Precipitación en la zona. Se deben conocer los datos pluviométricos de por lo menos los últimos 10 años, e idealmente de los últimos 15 años.
- Tipo de material del que está o va a estar construida la superficie de captación.
- Número de personas beneficiadas o metros cuadrados.
- Demanda de agua.

Para el trabajo especial de grado se recolectaron los datos de precipitación mensual de la estación hidrometereológica: Cagua - Grupo Escolar, en el estado Aragua, en la biblioteca del Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMEH). Dicha estación estuvo en funcionamiento desde 1940 hasta 1984. Estos fueron los registros mas recientes que se tienen de la Ciudad de Cagua, en la tabla que se muestra a continuación, se reflejan los valores de las precipitaciones mensuales de los últimos 15 años de operación.

MINISTERIO DEL PODER POPULAR PARA EL AMBIENTE			FECHA: 09/09/2011
DIRECCION GENERAL DE CUENCAS			
DIRECCION DE HIDROLOGIA Y METEOROLOGIA			
ESTACION: CAGUA-GRUPO ESCOLAR	TIPO: PR	SERIAL: 1472	
ESTADO: ARAGUA	LATITUD: 101120	LONGITUD: 6728	ALTITUD: 445 M.S.N.M
ORG.: MA	INSTALADA: 12/1940	ELIMINADA: 01/1984	
DATOS MENSUALES DE PRECIPITACION (mm):			6000

Tabla III.29. Datos de la estación hidrometereológica: Cagua – Grupo Escolar. Fuente: Elaboración propia.

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
1968	0	0.3	10.8	29.2	169.3	243.4	113.6	89.7	150.7	111.9	54.9	12.9	986.7
1969	18.8	2.8	25.5	45.5	83.6	276.6	132.3	393.8	118.4	208.9	63.1	42.9	1412.2
1970	15.5	0	19.9	30.2	139.7	102.6	213	221.6	193.9	111.1	66.2	20.3	1134
1971	0.7	11.6	2.3	18.7	166.1	47.4	64.5	208.8	224.4	71.2	42.4	12.9	871
1972	5	0	75.9	28.5	124.5	33.9	85.5	21.9	120.7	78	30	13.2	617.1
1973	3.9	0	0	96.9	32.5	53	25.9	138.7	181.7	126.5	48.6	7.9	715.6
1974	0.3	1.3	0.9	24.2	121.9	21.3	131.7	256.4	202.3	81.9	24	5.7	871.9
1975	1	10.3	7	31.9	128.2	62.1	76.7	221.7	182	199.7	115.6	56.3	1092.5
1976	0	19.2	2.9	14.6	118.1	163.1	239.5	104.5	145.1	267.4	20.5	18	1112.9
1977	0	0	6.2	3.7	92.6	110.2	28.8	153.2	49.5	64.7	57.4	0.3	566.6
1978	2.2	0.2	0.2	*	*279.7	153.1	92.7	138.2	*	*218.8	62.7	3.1	950.9
1979	0	0	19.4	98.3	101.1	261.1	119.6	116.2	176.9	137.4	151.4	3.4	1184.8
1980	0	0	0	37.8	173.6	117	112.4	200.3	120.1	60.2	14.8	12.6	848.8
1981	41.4	27.7	0	127.1	111.9	145.9	305.6	107.7	155.1	148.3	67	16.5	1254.2
1982	11	2	0	*	*372.9	63	37.2	141.6	126.8	139.7	1.5	0.6	896.3
1983	8.5	9.8	0	120.8	105.2	131.5	120.6	190.8	127.5	136.6	34.5	0.7	986.5

Tabla III.30. Datos precipitaciones mensuales de la estación hidrometereológica: Cagua – Grupo Escolar
(mm).Fuente: INAMEH.

El sistema de captación de agua de lluvia que se diseñará, estará destinado para el riego. El Núcleo cuenta con aproximadamente 1400 m² de áreas verdes, pero para el estudio sólo se tomaran en cuenta 250 m², lo que representa el área del jardín de la entrada como se puede observar en la Figura III.16. Se toma sólo esta área por el elevado costo que representaría la construcción del tanque.

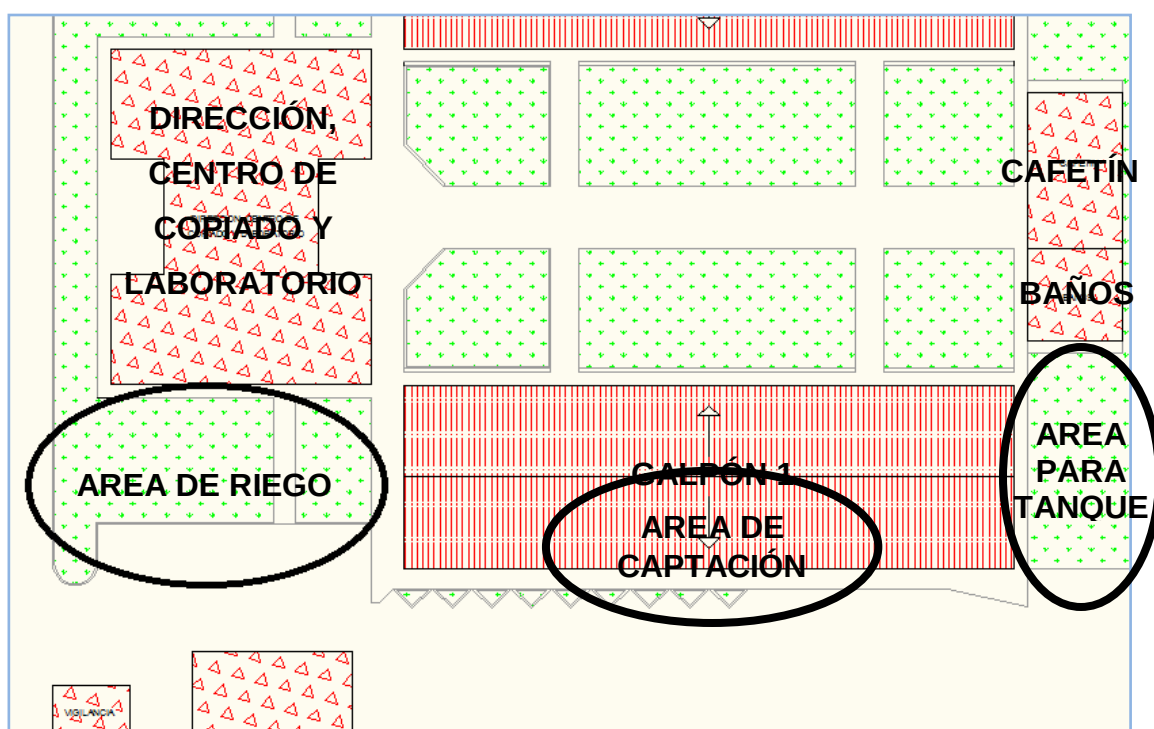


Figura III.16. Área seleccionada para el riego y área destinada para ubicación del tanque de almacenamiento. Fuente: Elaboración Propia.

La Gaceta Oficial N° 4.044, en su capítulo 7, establece una dotación de agua de 2 l/d/m² para el riego de jardines y áreas verdes. Una vez ya definida el área de riego y la dotación se procede a calcular la demanda, arrojando un total de 500 l/d.

Otro punto importante a conocer antes de empezar el diseño, es el coeficiente de escorrentía, el cual esta dado por el tipo de material de la superficie de captación. En la tabla que se muestra a continuación, se puede apreciar un resumen de los parámetros que se deben conocer antes del diseño:

DOTACIÓN JARDINES (l/d-m²)	2	GACETA OFICIAL No. 4.044 (8/9/1988)
ÁREA	250	AREA DE RIEGO
DEMANDA DIARIA (l/d)	500	DEMANDA
Ce	0.8	COEF. DE ESCORRENTIA
Ac	300	AREA DE CAPTACIÓN

Tabla III.31. Parámetros previos al diseño de un sistema de captación de agua de lluvia. Fuente: Elaboración propia.

3.4.3.7.1.2. Criterios de diseño

Para el cálculo se utilizará un método que es conocido como: “Cálculo del Volumen del Tanque de Almacenamiento” propuesto por Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente, Organización Panamericana de la Salud y la Organización Mundial de la Salud (CEPIS); tomando como base los datos de 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 el volumen de agua y la capacidad del tanque de almacenamiento para una determinada área de techo.

3.4.3.7.2. CÁLCULOS

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

3.4.3.7.2.1. Determinación de la precipitación promedio mensual

A partir de los datos 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 ó litros/m²/mes, capaz de ser recolectado en la superficie horizontal del techo.

$$P_{pi} = \frac{\sum_{i=1}^n P_i}{n} \quad (\text{Fórmula III.13})$$

Donde:

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.

3.4.3.7.2.2. Determinación de la demanda

A partir de la dotación asumida por m², se calcula la cantidad de agua necesaria para atender las necesidades de riego en cada uno de los meses.

$$D_i = \frac{Ar * Nd * Dot}{1000} \quad (\text{Fórmula III.14})$$

Donde:

Ar: área destinada para el riego (m²).

Nd: número de días del mes analizado.

Dot: dotación (L/m²xdía).

Di: demanda mensual (m³).

3.4.3.7.2.3. 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.

$$Ai = \frac{P_{pi} * Ce * Ac}{1000} \quad (\text{Fórmula III.15})$$

Donde:

P_{pi}: 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 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.

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.

3.4.3.7.2.4. Determinación de la oferta y la demanda

El acumulado de la oferta y la demanda en el mes “i” podrá determinarse por la expresión:

$$A_{ai} = Aa_{(i-1)} + \frac{Ppi * Ce * Ac}{1000} \quad (\text{Fórmula III.16})$$

$$D_{ai} = Da_{(i-1)} + \frac{Nu * Ndi * Ddi}{1000} \quad (\text{Fórmula III.17})$$

Donde:

Aai: oferta acumulado al mes “i”.

Dai: demanda acumulada al mes “i”.

3.4.3.7.2.5. Determinación del volumen del tanque

El volumen del tanque podrá determinarse por la expresión:

$$V_i(m^3) = Ai(m^3) - Di(m^3) \quad (\text{Fórmula III.18})$$

Donde:

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

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

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

Una vez conocida la metodología a seguir, se procede a realizar los cálculos pertinentes, según las fórmulas antes mencionadas. En un primer punto se debe conocer los números de días de cada mes y la demanda diaria, dichos valores se pueden observar en la tabla que se muestra a continuación.

DEMANDA DIARIA (l/d)											
ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31
500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500

Tabla III.32. Demanda diaria de agua (litros/día).

Fuente: Elaboración Propia.

En un segundo punto se calcula el valor de la precipitación mensual para cada mes, usando la Formula III.13, la misma se encuentra expresada en mm, los valores obtenidos se presentan en la Tabla III.32.

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1968	0	0.3	10.8	29.2	169.3	243.4	113.6	89.7	150.7	111.9	54.9	12.9
1969	18.8	2.8	25.5	45.5	83.6	276.6	132.3	393.8	118.4	208.9	63.1	42.9
1970	15.5	0	19.9	30.2	139.7	102.6	213	221.6	193.9	111.1	66.2	20.3
1971	0.7	11.6	2.3	18.7	166.1	47.4	64.5	208.8	224.4	71.2	42.4	12.9
1972	5	0	75.9	28.5	124.5	33.9	85.5	21.9	120.7	78	30	13.2
1973	3.9	0	0	96.9	32.5	53	25.9	138.7	181.7	126.5	48.6	7.9
1974	0.3	1.3	0.9	24.2	121.9	21.3	131.7	256.4	202.3	81.9	24	5.7
1975	1	10.3	7	31.9	128.2	62.1	76.7	221.7	182	199.7	115.6	56.3
1976	0	19.2	2.9	14.6	118.1	163.1	239.5	104.5	145.1	267.4	20.5	18
1977	0	0	6.2	3.7	92.6	110.2	28.8	153.2	49.5	64.7	57.4	0.3
1978	2.2	0.2	0.2	*	*279.7	153.1	92.7	138.2	*	*218.8	62.7	3.1
1979	0	0	19.4	98.3	101.1	261.1	119.6	116.2	176.9	137.4	151.4	3.4
1980	0	0	0	37.8	173.6	117	112.4	200.3	120.1	60.2	14.8	12.6
1981	41.4	27.7	0	127.1	111.9	145.9	305.6	107.7	155.1	148.3	67	16.5
1982	11	2	0	*	*372.9	63	37.2	141.6	126.8	139.7	1.5	0.6
1983	8.5	9.8	0	120.8	105.2	131.5	120.6	190.8	127.5	136.6	34.5	0.7
P_{pi} (mm)	6.77	5.33	10.69	50.53	119.16	124.08	118.73	169.07	151.67	129.57	53.41	14.21

Tabla III.33. Cálculo de la precipitación promedio mensual (P_{pi}).

Fuente: Elaboración Propia.

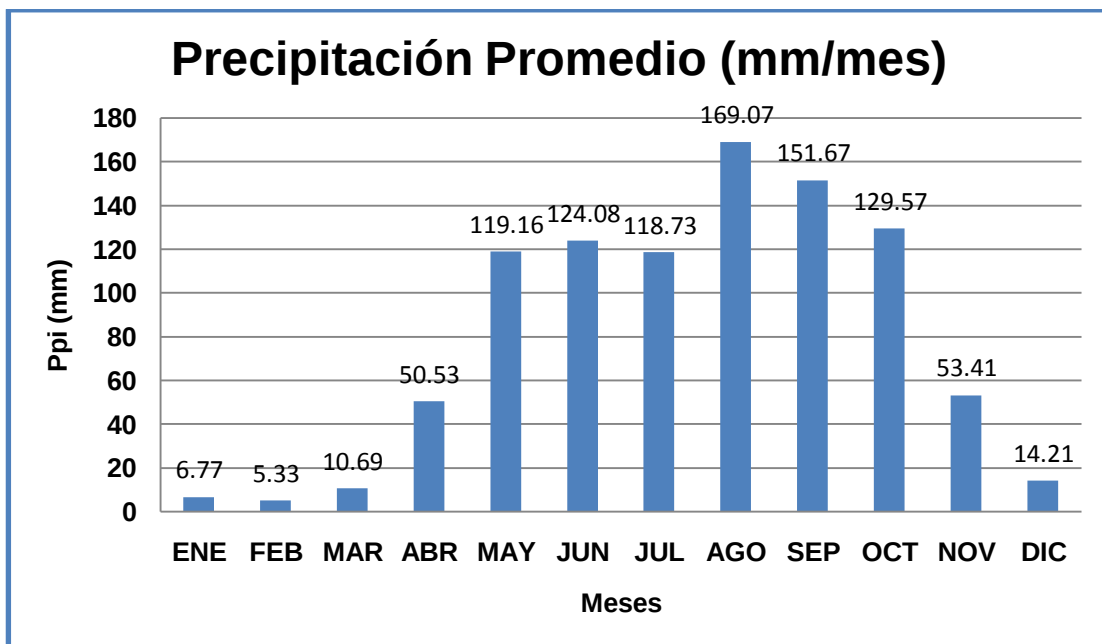


Figura III.17. Precipitación Promedio Mensual durante 15 años (sin evaporación). Fuente: Elaboración propia.

En la figura antes mostrada se puede observar que el mes más lluvioso del año es agosto, con valores superiores a los 160 mm y que el mes más seco es febrero con 5.33 mm.

Para la determinación de los parámetros mencionados al principio de este tópico y lograr obtener adecuadamente el volumen de almacenamiento de agua de lluvia y el potencial de ahorro de agua potable, según la metodología del CEPIS, se debe distribuir la precipitación ubicando en la fila superior el mes de mayor lluvia durante los 15 años evaluados y se continua con el orden regular de los meses siguientes.

La oferta de agua de lluvia se calculó teniendo como base un área de captación de 300 m², esto debido a que si se captaba la totalidad del área útil (1500 m²), los volúmenes de almacenamiento serían muy grandes y habría

un sobredimensionamiento del sistema con respecto a la demanda, por lo tanto, la definición del área de captación se realizó tanteando la capacidad máxima de almacenamiento de acuerdo con el área disponible dentro de la instalación. Las áreas de los techos a captar, son mostradas en el Anexo I-2.

Seguidamente se calcula el valor de la demanda total mensual utilizando la Fórmula III.14. Considerando lo anterior, donde el área de riego es igual a 250 m², 31 días y una dotación de 2 l/día/m² se obtiene por ejemplo, un valor de demanda total mensual de 15500 litros para el mes de enero, como se muestra en la siguiente fórmula:

$$D_i = 250 * 31 * 2 = 15500 \text{ l}$$

En la Tabla III.34, se presentan los valores de la demanda total mensual.

DEMANDA TOTAL MENSUAL (litros)											
ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
15500	14000	15500	15000	15500	15000	15500	15500	15000	15500	15000	15500

Tabla III.34. Demanda total mensual de agua (litros).

Fuente: Elaboración Propia.

Luego se procede a calcular el valor de la oferta y la demanda acumulada, la diferencia de estos dos parámetros arroja los valores de volumen almacenado durante cada mes. A continuación se presentan los resultados obtenidos:

MES	PRECIPITACIÓN P_{pi} (mm)	ABASTECIMIENTO		DEMANDA		VOLUMEN V_i (m ³)
		PARCIAL A_i (m ³)	ACUMULADO $A_{(i-1)}$ (m ³)	PARCIAL D_i (m ³)	ACUMULADO D_{ai} (m ³)	
AGOSTO	169.07	40.58	40.58	15.50	15.50	25.08
SEPTIEMBRE	151.67	36.40	76.98	14.00	29.50	47.48
OCTUBRE	129.57	31.10	108.07	15.50	45.00	63.07
NOVIEMBRE	53.41	12.82	120.89	15.00	60.00	60.89
DICIEMBRE	14.21	3.41	124.30	15.50	75.50	48.80
ENERO	6.77	1.62	125.93	15.00	90.50	35.43
FEBRERO	5.33	1.28	127.21	15.50	106.00	21.21
MARZO	10.69	2.57	129.77	15.50	121.50	8.27
ABRIL	50.53	12.13	141.90	15.00	136.50	5.40
MAYO	119.16	28.60	170.50	15.50	152.00	18.50
JUNIO	124.08	29.78	200.27	15.00	167.00	33.27
JULIO	118.73	28.49	228.77	15.50	182.50	46.27

Tabla III.35. Resultados de precipitación promedio mensual, demanda y oferta mensual, demanda y oferta acumulada y volúmenes de almacenamiento. Fuente: Elaboración Propia.

Del cuadro anterior, se puede observar que la oferta de agua que brinda la sección de techo de 300 m² a lo largo del año es de 228,77 m³.

3.4.3.7.2.6. Volumen de almacenamiento

La Figura III.19 muestra los diferentes volúmenes para cada mes. En octubre se registra el volumen más alto en el año y el mismo indica el tamaño del tanque de almacenamiento.

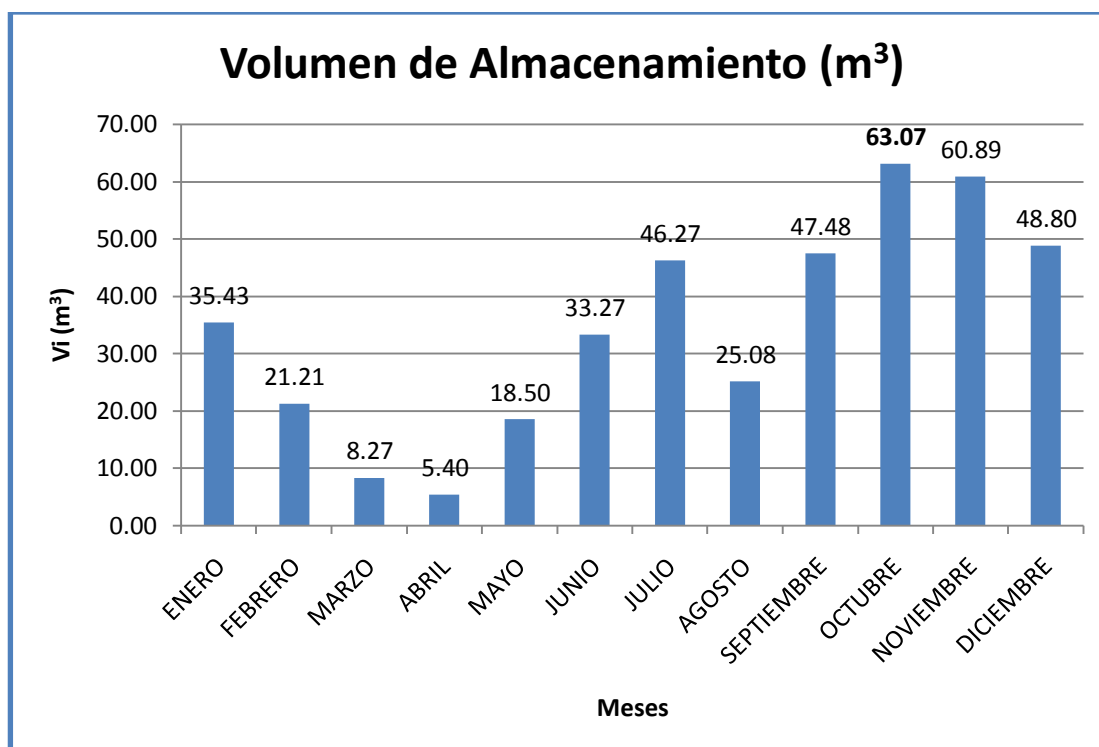


Figura III.18. Volumen de Almacenamiento.

Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo con los resultados de la Tabla III.34 y la Figura III.18, durante los 12 meses del año, se puede observar que la oferta es mucho mayor que la demanda, lo que indica en primera instancia que el proyecto es viable para un ahorro alto de agua potable.

Según los parámetros establecidos, el volumen de almacenamiento del tanque es el mayor valor obtenido de la acumulación de agua de lluvia, es decir, el mayor volumen acumulado equivalente al mes de octubre, con un valor de 63.07 m³. Este volumen permitirá el riego de los jardines seleccionados durante los doce (12) meses del año.

Se propone construir un tanque subterráneo rectangular de 64 m³ en concreto reforzado, ubicado a un costado del galpón donde se captará el agua de lluvia (ver Figura III.17). Las dimensiones del tanque serán 4,7 m ancho x 4,7 m largo x 3.3 m profundidad.

3.4.3.7.2.7. Interceptor de primeras aguas de lluvias

Éste elemento permite recolectar las primeras aguas de lluvias que caen y lavan el techo, por lo tanto es necesario desviarlas para no ser almacenadas en el tanque. Su diseño, de acuerdo con los parámetros establecidos en la metodología del CEPIS, establece que se requiere un litro de agua de lluvia para lavar un metro cuadrado del techo, es decir, que el volumen del tanque interceptor se calcula de la siguiente manera:

$$V_{int} = \left(1 \frac{L}{m^2} * A_{techo}\right) / 1000 \quad (\text{Fórmula III.19})$$

Donde:

V_{int}: Volumen del interceptor (m³)

A_{techo}: Área del techo a captar (m²)

El interceptor de las primeras aguas de lluvia se calculó de acuerdo a la fórmula antes mencionada. Considerando un área techo de 300 m², el volumen interceptor es de 300 litros. Debido a que éste volumen no es

comercial, se instalará un tanque plástico de 320 litros, el cual tendrá un sistema de válvula flotante que indicará el nivel requerido (300 l) y que permitirá el llenado del tanque de almacenamiento cuando se alcance dicho nivel. Éste interceptor se ubicará a la entrada del tanque de almacenamiento, a ras del suelo del jardín.

3.4.3.7.2.8. Sistema de bombeo

Para el diseño del sistema de bombeo se requieren una serie de elementos que conforman el mismo tales como: tipo y potencia de la bomba, diámetros de las tuberías de aducción, succión, limpieza y rebose. En este sentido se lleva a cabo la selección de cada uno de sus componentes, basado en la idea principal de un sistema básico que cumpla con los parámetros mínimos para su correcto funcionamiento.

Con base a lo anteriormente descrito se inicia con la selección de la bomba, tomando en cuenta las recomendaciones del fabricante que sugiere una bomba de 1HP para satisfacer los requerimientos del TEG; la cual, viene regida con el tamaño de la tubería de succión que, para este caso específico, es de 1”.

El diámetro de la tubería de aducción se encuentra regido por las del bajante de agua de lluvia, detalle relevante pues no se debe reducir la sección para evitar colapsos u obstrucciones en el sistema principal. Es por ello que, se conserva el diámetro de 3”. Adicionalmente a esto se tiene previsto la instalación de un sistema de aducción proveniente del servicio público de agua, como medida preventiva en caso de sequía o cualquier inconveniente que pueda presentarse en el sistema de captación de aguas pluviales; para esta opción se plantea utilizar conductos de ¾” de diámetro, ya que, la red de distribución pública viene con esta sección.

Finalmente para la selección de la tubería de rebose, limpieza, pendiente mínima y las dimensiones de la boca de visita, fueron seleccionados con base a lo establecido en la guía “Dotaciones, Aducción, Piezas Sanitarias, Tanque y Sistemas de Abastecimiento de Aguas en Edificaciones” (Merlo, 2010).

En la siguiente tabla se aprecian un resumen de lo antes descrito.

DESCRIPCIÓN	VALOR
Tipo de bomba	Succión negativa
Potencia requerida del motor	1 HP
Diámetro de la tubería de aducción (Aguas de Lluvia)	3 "
Diámetro de la tubería de aducción (Servicio Público)	$\frac{3}{4}$ "
Diámetro de la tubería de succión	1 "
Diámetro de la tubería de rebose	2 "
Diámetro de la tubería de limpieza	1 "
Material de las tuberías	PVC
Boca de visita	60x60 cm
Pendiente del fondo del tanque	2%
Dimensiones del tanque	4.7 x 4.7 x 3.3 m

Tabla III.36. Dimensionamiento del sistema de bombeo.

Fuente: Elaboración Propia.

3.4.3.7.2.9. Cálculo estructural del tanque de almacenamiento

Las paredes de los depósitos se dimensionan de forma que no sea necesaria una armadura transversal y con espesor constante, para facilitar la ejecución. El espesor de la solera no debe ser inferior al de la pared.

El cálculo riguroso de los esfuerzos correspondientes a los depósitos de planta rectangular constituye un problema complejo y difícil de abordar. Por este motivo, se ha utilizado un método simplificado de cálculo como acostumbra a hacerse generalmente en la práctica. Este método se puede consultar en el libro Hormigón Armado Basada en la EHE de Jiménez Montoya (2001).

Las paredes de los depósitos se calculan como placas rectangulares sometidas a cargas triangulares, con la sustentación que corresponda al diseño. Se determinan las leyes de momentos flectores y las reacciones en los apoyos.

Para facilitar las aplicaciones del método, se adoptan los siguientes significados para los subíndices de los momentos: “v” para los correspondientes a armaduras verticales, “h” para las horizontales, “e” para las armaduras de empotramiento, “m” para la máxima de vano, “a” para la paralela al lado a y “b” para la paralela al lado b.

Los esfuerzos en la solera son más difíciles de obtener porque influye notablemente la naturaleza del terreno de la cimentación. Necesitaremos efectuar dos hipótesis de carga:

- Depósito vacío
- Depósito lleno

En base a los cálculos realizados referentes al volumen de almacenamiento se obtienen 64m³. Para ello adoptaremos unas dimensiones interiores de 4.7 m ancho (a) por 4.7 m (b) de largo y una altura de 3.3 m (h).

En la tabla que se presenta a continuación se pueden apreciar los factores de seguridad adoptados en el TEG.

Factores de seguridad		
Acciones	Favorable	1,00
	Desfavorable	1,50
Materiales	Hormigón	1,5
	Acero	1,15

Tabla III.37. Factores de seguridad.

Fuente: (Montoya, 2001).

3.4.3.7.2.9.1. Cálculo de acciones

3.4.3.7.2.9.1.1. Cargas asociadas al empuje hidrostático

La presión hidrostática en el fondo del tanque se calcula, mediante la expresión:

$$P = \rho * g * h \quad \text{(Fórmula III.20)}$$

Donde:

P: Presión Hidrostática (kPa)

ρ : Densidad del líquido (1000 kg/m³)

h: Altura del fluido (m)

Sustituyendo los valores se obtiene:

$$P=29 \text{ kPa}$$

3.4.3.7.2.9.1.1.1. Cálculo de los momentos flectores

En la tabla que se presenta a continuación se puede apreciar los coeficientes que permiten calcular los momentos y cortantes por unidad de longitud, así como la flecha máxima, haciendo énfasis en el valor de h/a igual a 0.6.

Esfuerzos y flecha $f_{\max}$	Valores de α para h/a (o h/b) igual a							
	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0
m_{ve}	0,137	0,115	0,092	0,073	0,057	0,046	0,039	0,035
m_{vm}	-0,009	0,003	0,008	0,012	0,013	0,013	0,011	0,010
m_{he}	0,060	0,054	0,050	0,046	0,042	0,038	0,034	0,030
m_{hm}	0,027	0,030	0,028	0,023	0,019	0,017	0,015	0,013
$v_{\max}$	0,470	0,450	0,430	0,415	0,375	0,340	0,320	0,295
$f_{\max}$	0,246	0,137	0,083	0,052	0,030	0,020	0,014	0,010

Tabla III.38. Valores de para el α cálculo de esfuerzos.

Fuente: (Montoya, 2001).

Seguido a esto, se procede el cálculo del momento flector asociados al empuje hidrostático, mediante la expresión:

$$M = \alpha * q * h^2 \quad (\text{Fórmula III.21})$$

Donde:

M: Momento flector (N*m/m)

α : coeficientes para el cálculo de los momentos y las cortantes

q: Presión Hidrostática (Pa)

h: Altura del tanque

En la tabla que se presenta se a continuación se puede apreciar el valor del momento flector por unidad de longitud para cada caso.

Tipo	Valor	Unidades
M_{ve}	23395.97	N*m / m
M_{vm}	3845.912	N*m / m
M_{he}	14742.66	N*m / m
M_{hm}	7371.332	N*m / m

Tabla III.39. Momentos flectores asociados a empuje hidrostático.

Fuente: Elaboración Propia.

En el mismo orden de ideas, se calcula el esfuerzo cortante asociado al empuje hidrostático, mediante la siguiente expresión:

$$V = \alpha * q * h \quad (\text{Fórmula III.22})$$

Donde:

V: Esfuerzo cortante (N/m)

α : coeficientes para el cálculo de los momentos y las cortantes

q: Presión Hidrostática (Pa)

h: Altura del tanque

Obteniendo el siguiente valor:

$$V = 40304.39 \text{ N/m}$$

3.4.3.7.2.9.1.2. Cargas asociadas al empuje de tierras

El empuje de tierras se calculará mediante el coeficiente de empuje pasivo, considerando que la zanja alrededor del depósito será rellena con gravas con un ángulo de fricción de 30°. De esta forma tenemos el siguiente coeficiente de empuje pasivo:

$$K_p = tg^2(45 + \phi/2) = 3 \quad (\text{Fórmula III.23})$$

3.4.3.7.2.9.1.2.1. Profundidad a la que se encuentra el tanque

En la tabla que se muestra a continuación se puede apreciar las dimensiones y espesores del tanque y el volumen de concreto requerido.

	Ancho (m)	Altura (m)	Espesor (m)	V (m3) c/pared	V (m3)
Paredes	5.3	3.3	0.3	5.25	20.99
Fondo	5.3	5.3	0.3	8.43	8.43
Tapa	5.3	5.3	0.25	7.02	7.02
Total de volumen de concreto					36.44

Tabla III.40. Cálculo del volumen de concreto.

Fuente: Elaboración Propia.

Tomando un peso específico de 2400 kg/m³ y el volumen requerido de concreto, se obtiene:

$$P_{concreto} = 36.44 * 2400 = 87456 \text{ kgf}$$

Donde:

P_{concreto}: Peso del concreto.

Seguidamente, se calcula el peso del agua mediante la siguiente expresión:

$$P_{agua} = a * b * h * \rho \quad (\text{Fórmula III.24})$$

Donde:

P_{agua} : Peso del agua.

a: Ancho tanque.

b: Largo del tanque.

h: Altura del tanque.

Sustituyendo se obtiene:

$$P_{agua} = 4.7 * 4.7 * 3 * 1000 = 66270 \text{ kgf}$$

Por lo tanto el peso total será de:

$$P_{total} = 153726 \text{ kgf}$$

Con el valor del peso total se obtiene, la profundidad a la que el terreno extraído tendría este peso de la siguiente forma:

$$5.6 * 5.6 * z * 2650 = 153726$$

Despejando el valor de z obtiene:

$$z = 1.85 \text{ m}$$

Teniendo en cuenta que el depósito no está lleno permanentemente, se adoptará un peso de agua algo inferior de forma que la profundidad a la que quedará finalmente enterrado el depósito será de 1.5 metros.

El valor de presión ejercida por el empuje de tierras, con el que se calcularán los momentos flectores y cortantes provocados por esta carga (q) será de 116865 N/m^2 .

Con los valores de α expuestos en la Tabla III.38, se calculan los momentos flectores asociados a empuje de tierras.

Tipo	Valor	Unidades
M_{ve}	19195.08	$\text{N}^*\text{m/m}$
M_{vm}	3155.355	$\text{N}^*\text{m/m}$
M_{he}	12095.53	$\text{N}^*\text{m/m}$
M_{hm}	6047.764	$\text{N}^*\text{m/m}$

Tabla III.41. Momentos flectores asociados a empuje de tierras.

Fuente: Elaboración Propia.

En el mismo orden de ideas, se calcula el esfuerzo cortante asociado al empuje de tierra, arrojando el siguiente resultado:

$$V = 72748.46 \text{ N/m}$$

3.4.3.7.2.9.1.3. Armaduras a Flexión

Este método de cálculo consiste, en determinarlas armaduras de flexión y tracción simple y sumarlas. La armadura de flexión se determina en función de la abertura máxima admitida para la fisura; y la de tracción simple, adoptando un valor muy bajo para la tensión admisible del acero.

Para determinar la armadura a flexión necesaria por condiciones de fisuración, se comienza por determinar el módulo de fisuración, mediante la siguiente expresión:

$$k = \frac{0.75 * M}{(1.39 - e) * e^2 * 10^4} \quad (\text{Fórmula III.25})$$

Donde:

K: Módulo de fisuración.

M: Momento unitario de servicio en kNm/m

e: Espesor de la pared en metros

$$M = \alpha * \delta * h^3 \quad (\text{Fórmula III.26})$$

Donde:

M: Momento unitario de servicio en kNm/m

α : coeficiente para el cálculo del momento flector ($m_{ve}=0.073$)

δ : Peso específico del agua (10kN/m³)

h: Altura del fluido (m)

Una vez obtenido el valor de k y definido el diámetro de la barra, se extrae del gráfico correspondiente al ancho de fisura de 0.1mm la separación de las barras.

El gráfico para la obtención de la separación de las barras, se presenta a continuación, el mismo fue diseñado para tanques cuyos materiales y dimensiones cumplan las siguientes condiciones: $f_{ck} \geq 25$ N/mm²; acero B400S; $0.20 \leq e \leq 0.60$ m; cuantía geométrica respecto a la sección total del concreto, $0.0025 \leq \rho \leq 0.010$; recubrimiento libre de la armadura principal $c=47$ mm.

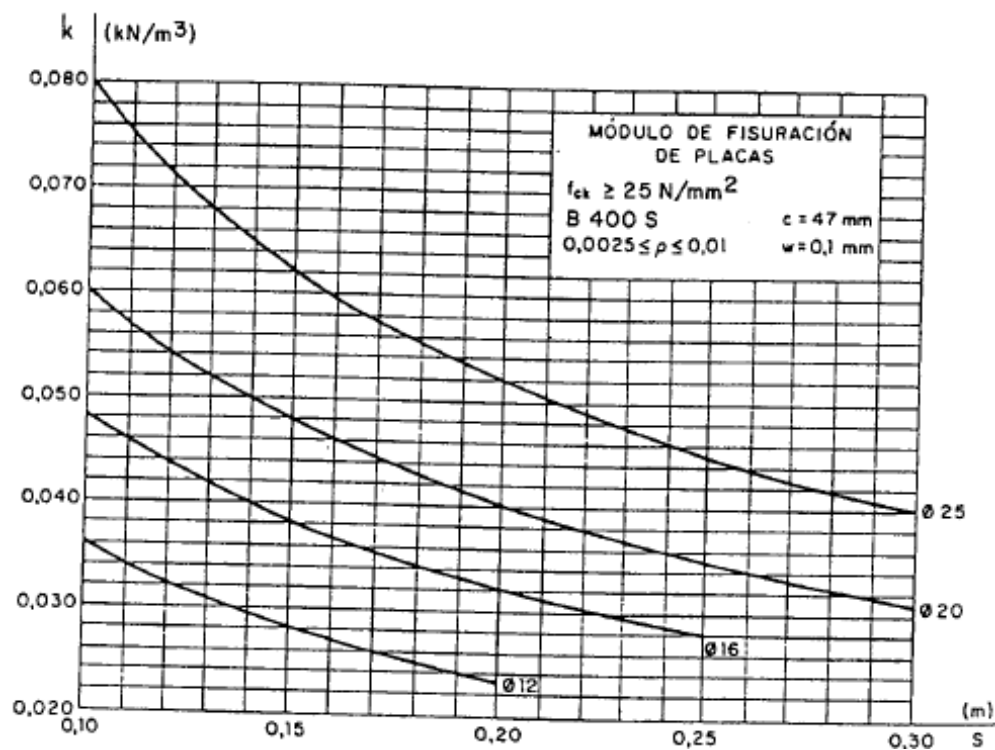


Figura III.19. Valores de k para un ancho de fisura de 0.1mm.

Fuente: (Montoya, 2001).

Resolviendo las dos ecuaciones antes presentadas se obtiene:

$$M = 0.073 * 10 * 3^3 = 19.71 \text{ kN m/m}$$

$$k = \frac{0.75 * 19.71}{(1.39 - 0.30) * 0.30^2 * 10^4} = 0.015$$

Como se puede observar, el valor de $k = 0.015$ es menor a 0.020 (valor mínimo del gráfica), por ende se utiliza una cantidad de acero de $6 \text{ cm}^2/\text{m}$.

Análogamente, se calcula el módulo de fisuración “k”, para armadura horizontal de empotramiento de la pared, para un valor de $M_{he} = 0.046$

$$M = 0.046 * 10 * 3^3 = 12.42 \text{ kN m/m}$$

$$k = \frac{0.75 * 12.42}{(1.39 - 0.30) * 0.30^2 * 10^4} = 0.009$$

Para este caso, igual que el anterior el valor de k es inferior al de la gráfica, por ende se trabaja con una cantidad de acero de 6 cm²/m.

A esta última armadura horizontal es necesario sumarle la de la tracción debida al empuje hidrostático. Utilizando la siguiente expresión:

$$A_{bp} = \frac{\beta p * a * h * \delta}{2 * \sigma_{adm}} \quad (\text{Fórmula III.27})$$

Donde:

A_{bp} : Cantidad de de acero debido al empuje hidrostático (cm²/m).

βp : Coeficiente para las paredes (Tabla III.42).

a: Ancho del tanque

h: Altura del tanque.

δ : Peso específico del agua (10kN/m³)

σ_{adm} : Tensión del acero (100 N/mm²)

Los valores de β tanto para las paredes como para el fondo, se obtienen de la tabla que se presenta a continuación:

Armadura paralela al lado b	Esfuerzo total			Esfuerzo pared			Esfuerzo fondo	
	$N_b = \frac{a \cdot h^2 \cdot \rho}{2}$			$N_{bp} = \frac{\beta_p \cdot a \cdot h^2 \cdot \rho}{2}$			$N_{bf} = \frac{\beta_f \cdot a \cdot h^2 \cdot \rho}{2}$	
h/a	0,30	0,40	0,50	0,60	0,70	0,80	0,90	1,00
Fondo β_f	0,80	0,70	0,60	0,54	0,48	0,45	0,42	0,40
Pared β_p	0,10	0,15	0,20	0,23	0,26	0,275	0,29	0,30
h/b	0,30	0,40	0,50	0,60	0,70	0,80	0,90	1,00
Armadura paralela al lado a	$N_a = \frac{b \cdot h^2 \cdot \rho}{2}$			$N_{ap} = \frac{\beta_p \cdot b \cdot h^2 \cdot \rho}{2}$			$N_{af} = \frac{\beta_f \cdot b \cdot h^2 \cdot \rho}{2}$	
	Esfuerzo total			Esfuerzo pared			Esfuerzo fondo	

Tabla III.42. Coeficientes β para el cálculo de esfuerzos de tracción.

Fuente: Elaboración Propia.

De la tabla anterior se extrae el valor de $\beta=0.23$. Sustituyendo:

$$A_{bp} = \frac{0.23 * 4.7 * 3 * 10}{2 * 100} = 1.62 \frac{cm^2}{m}$$

El valor obtenido anteriormente se distribuirá en las dos caras, con lo que resulta una armadura total de

$$A = 7.62 \frac{cm^2}{m}$$

Con este valor se obtiene la cantidad de acero requerida en las paredes del tanque.

En el mismo orden de ideas, se procede calcular las armaduras del fondo del tanque ($e'=30$ cm), las mismas se determinan suponiendo el depósito vacío, en función del peso unitario de la pared ($p=35$ kN/m), mediante las siguientes expresiones:

$$M_{ae} = 0.10 * p * (a + b) \quad (\text{Fórmula III.28})$$

$$M_{ae} = 0.10 * p * (a + b) * \frac{a}{b} \quad (\text{Fórmula III.29})$$

Sustituyendo en las ecuaciones antes mencionadas se obtiene:

$$M_{ae} = 0.10 * 35 * (4.7 + 4.7) = 32.9 \text{ KN m/m}$$

$$M_{ae} = 0.10 * 35 * (4.7 + 4.7) * \frac{4.7}{4.7} = 32.9 \text{ KN m/m}$$

Sustituyendo los valores en la fórmula III.25, se obtiene módulo de fisuración “k”, resultando:

$$k = \frac{0.75 * 32.9}{(1.39 - 0.30) * 0.30^2 * 10^4} = 0.025$$

Con el valor de $k=0.025$, de la Figura III.19 se obtienen unas barras de $\Phi=1/2"$ a cada 18 cm ($A=7.04$ cm/m²).

Debido a que el tanque tiene las mismas dimensiones en el fondo ($a=b$), Las armaduras son iguales en las dos direcciones de armado. La cantidad de acero en las mismas se calcula mediante la siguiente expresión:

$$A_f = \frac{\beta f * h^2 * \delta}{2 * \sigma_{adm}} \quad (\text{Fórmula III.30})$$

Donde:

A_f : Cantidad de de acero debido al peso de la pared (cm^2/m).

βf : Coeficiente el fondo del tanque (Tabla III.42).

h : Altura del tanque.

δ : Peso especifico del agua ($10\text{kN}/\text{m}^3$)

σ_{adm} : Tensión del acero ($100 \text{ N}/\text{mm}^2$)

Sustituyendo.

$$A_f = \frac{0.54 * 3^2 * 10}{2 * 100} = 2.43 \frac{\text{cm}^2}{\text{m}}$$

El valor obtenido anteriormente se distribuirá en las dos caras, con lo que resulta una armadura total de

$$A = 8.23 \frac{\text{cm}^2}{\text{m}}$$

3.4.3.7.2.9.2. Resumen de la cantidad de varillas

En base a todos los criterios expuestos anteriormente, se ha decidido disponer las siguientes armaduras en las diferentes partes de la estructura:

Elemento	Sentido	Área	Distribución de acero
Paredes	Vertical	6	1/2" @ 20 cm
	Horizontal	7.62	1/2" @ 16 cm
Losa de fondo	Ambos sentidos	8.23	1/2" @ 15 cm
Losa Superior	Ambos sentidos	5	1/2" @ 25 cm

*Para la losa superior, se asumió el acero mínimo.

Tabla III.43. Distribución del acero en los distintos elementos estructurales.

Fuente: Elaboración Propia.

3.4.3.7.2.10. Diseño de la mezcla de concreto

El diseño de mezcla de la propuesta seguirá los lineamientos recomendados en el “Manual del Concreto Estructural” del autor Joaquín Porrero (2009), por lo que, a continuación se presentan las condiciones para el diseño de la misma:

Condición de servicio: Ambiente no agresivo		
R28 (Kg/cm2)	210	resistencia media a los 28 días
T (")	4	asentamiento promedio
Tamaño máx. (")	1	Tamaño máximo del agregado
β	0.4	relación de combinación de agregados
Agregado grueso	Piedra Picada	
Agregado fino	Arena Natural	

Tabla III.44. Condiciones para el diseño de la mezcla.

Fuente: Elaboración Propia.

3.4.3.7.2.10.1. Pasos para la aplicación del método de diseño

3.4.3.7.2.10.1.1. Revisión de las condiciones de servicio

De la Tabla VII.9 (Porrero, 2009), se obtiene el máximo valor de α para una condición de servicio o ambiental según el deterioro del concreto, obteniendo así:

$$\alpha_{\max} = 0.75$$

3.4.3.7.2.10.1.2. Cálculo del α teórico (α_t)

Para obtener el valor α_t presentado se procede a extraerlo de la ecuación 6.8 presentada a continuación

$$R_{28} = \frac{902.5}{8.69^{\alpha_t}} \quad (\text{Fórmula III.31})$$

Seguidamente se realiza el despeje del valor requerido, quedando entonces la siguiente expresión:

$$\alpha_t = \frac{\text{Log} \left(\frac{902.5}{R_{28}} \right)}{\text{Log } 8.69} \quad (\text{Fórmula III.32})$$

Para un $R_{28} = 210 \text{ kg/cm}^2$, finalmente se obtiene el valor de:

$$\alpha_t = 0.67$$

3.4.3.7.2.10.1.3. Correcciones de α (α_c)

Continuando con los cálculos requeridos se procede hallar el valor de α_c , dicho valor se obtiene de la expresión:

$$\alpha_c = \alpha_t * K_R * K_A \quad (\text{Fórmula III.33})$$

Donde K_R y K_A son constantes para la corrección por tamaño máximo y tipo de agregado respectivamente (véase las tablas VI.7 y VI.8 del manual). Para este caso específico se tienen los valores de:

$$K_R = 1$$

$$K_A = 0.91$$

Sustituyendo los valores en la expresión antes mencionada, se obtiene:

$$\alpha_c = 0.614 < \alpha_{\max}$$

Esto demuestra que se puede trabajar con el valor de α_c para el diseño debido a que, es menor al valor máximo.

3.4.3.7.2.10.1.4. Cálculo del cemento teórico (C_{teo})

La cantidad de cemento teórico, se obtiene usando la expresión 6.10 del manual, en función a la trabajabilidad y la relación agua/cemento.

$$C = \frac{117.2 * T^{0.16}}{\alpha^{1.3}} \quad (\text{Fórmula III.34})$$

Donde:

C: Dosis de cemento (Kgf/m³).

T: Asentamiento expresado en mm.

α = relación agua/cemento.

Sustituyendo los valores se obtiene:

$$C_{teo} = 320.42 \text{ kgf/cm}^3$$

3.4.3.7.2.10.1.5. Correcciones del Cemento (C_c)

Seguidamente se procede hallar el valor del cemento corregido (C_c), dicho valor se obtiene de la expresión:

$$C_c = C_1 * C_2 * C_{teo} \quad (\text{Fórmula III.35})$$

Donde K_1 y K_2 son constantes para la corrección por tamaño máximo y tipo de agregado respectivamente (véase las tablas VI.11 y VI.12 del manual). Para este caso específico se tienen los valores de:

$$\begin{array}{ll} C_1 & 1 \\ C_2 & 0.90 \end{array}$$

Sustituyendo los valores en la expresión antes mencionada, se obtiene:

$$C_c = 288.38 \text{ kgf/cm}^3$$

3.4.3.7.2.10.1.6. Contenido mínimo de cemento (C_{min})

La cantidad mínima de cemento, se ve reflejada en la tabla VI.13 del manual, extrayendo el siguiente valor:

$$C_{\min} = 270 \text{ kgf/cm}^3$$

Para el diseño de la mezcla se debe utilizar el contenido más alto entre el requerido por trabajabilidad (C_c) y el que asegura durabilidad ($C_{\min}$). Para el proyecto se utilizara el valor correspondiente a $C_{\min} = 270 \text{ kgf/cm}^3$.

3.4.3.7.2.10.1.7. Volumen absoluto del agua (a)

El peso del agua presente en la mezcla, viene dado por la ecuación 6.5a, del manual, la cual se muestra a continuación:

$$a = C * \alpha \quad (\text{Fórmula III.36})$$

Sustituyendo los valores de diseño ya definidos, en la ecuación antes mencionada, se obtiene:

$$a = 176.97 \text{ kgf/cm}^3$$

3.4.3.7.2.10.1.8. Volumen de aire atrapado (V)

En la mezcla siempre queda una pequeña cantidad de aire, a pesar de tener una adecuada compactación. El volumen del aire atrapado puede estimarse utilizando la expresión 6.11 del manual.

$$V = \frac{C}{P} \quad (\text{Fórmula III.37})$$

Donde:

V: volumen de aire atrapado (litros/m³).

C: dosis de cemento expresa en kgf/cm³.

P: Tamaño máximo expresado en mm.

Sustituyendo:

$$V = 2.66 \text{ litros/m}^3$$

3.4.3.7.2.10.1.9. Determinación de los agregados en condición saturados con superficie seca (SSS), para un metro cúbico de mezcla

Para preparar un metro cúbico de mezcla, la suma de volúmenes absolutos de todos los componentes es igual a 1000 litros. Tomando como referencia la ecuación 6.14b del manual, se tiene que:

$$A + G = \gamma(A + G)(1000 - 0.3C - a - V) \quad (\text{Fórmula III.38})$$

Donde A y G representa los pesos de los agregados finos y gruesos respectivamente. Como no se tienen los datos del peso específico de los agregados se utilizará $\gamma = 2.65$.

Sustituyendo los valores, se obtiene:

$$A + G = 1944.73 \text{ kgf/cm}^3$$

Seguidamente se calcula el peso de los agregados finos y gruesos utilizando las fórmulas 6.1b y 6.1c respectivamente, las cuales se muestran a continuación:

$$A = \beta * (A+G) \quad (\text{Fórmula III.39})$$

$$G = (1-\beta) * (A + G) \quad (\text{Fórmula III.40})$$

Conociendo la relación de agregados ($\beta = 0.40$) y A+G y sustituyéndolos en las ecuaciones antes mencionadas se obtienen los valores:

$$A = 777.89 \text{ kgf/m}^3$$

$$G = 1166.84 \text{ kgf/m}^3$$

3.4.3.7.2.10.1.10. Dosificación expresada en pesos (Kgf/m³)

En la siguiente tabla, se presentan los componentes de la dosificación, para un metro cubico de mezcla:

Componente	Peso (kgf/m ³)
Cemento (C)	288.00
Agua (a)	176.97
Arena Natural (A)	777.89
Piedra Picada (G)	1166.84
Aire (V)	0

Tabla III.44. Resumen de dosificación en Kgf/m³.

Fuente: Elaboración Propia.

3.4.3.7.2.10.1.11. Dosificación expresada en volumen

Otra manera de presentar la dosificación de la mezcla de concreto, es en volúmenes, para ello, en un primer punto se debe calcular el número de sacos de cementos utilizando la ecuación 6.20 del manual, expresada a continuación:

$$C_v = \frac{C}{42.5} \quad (\text{Fórmula III.41})$$

Seguidamente se calcula el volumen aparente de los agregados utilizando la expresión 6.21 del manual.

$$G_v = \frac{G_p}{PU} \quad (\text{Fórmula III.42})$$

Donde:

G_v: volumen aparente del agregado.

G_p: peso del agregado.

PU: peso unitario del agregado.

Debido a que se desconocen los valores de los pesos unitarios de los agregados, se utilizarán los valores usuales promedio indicados en la sección III.13 del manual, donde PU = 1.55 Kgf/litro para la arena y PU = 1.45 Kgf/litro para el agregado grueso. Aplicando las fórmulas III.30 y III.31, se obtiene:

Componente	Volumen	Unidades
Cemento (Cv)	6.79	sacos/m3
Agua (a)	176.97	litros/m3
Arena Natural (Av)	502.00	litros/m3
Piedra Picada (Gv)	805.00	litros/m3

Tabla III.45. Resumen de dosificación expresada en volúmenes.

Fuente: Elaboración Propia.

3.4.4. FASE IV: Presentación de Alternativas

Una de las secciones de mayor relevancia en el proyecto, es la selección final de los materiales que se utilizarán para la ejecución de las labores pertinentes, y la sustitución de las cubiertas de techos. Para ello se usaron como base los cálculos y análisis realizados en las fases anteriores, así

como, en la previa investigación de los posibles elementos sustituyentes que en conjunto permiten llevar a cabo una selección óptima del material.

En este punto se realiza el avalúo de los tipos de techos que se encuentran en los presupuestos seleccionados, para llevar a cabo la selección contemplando aspectos significativos como lo son: las características técnicas de cada uno de los materiales y su ajuste a los requerimientos del proyecto, y el ajuste a las condiciones económicas de la administración del núcleo en aras de hacer una selección eficiente para la consecución del proyecto. Dentro de este punto se complementa entonces el análisis de factibilidad económica del mismo, conjuntamente con los estudios económicos antes descritos.

En lo referente al diseño se hace uso de las medidas, planimetría y levantamientos previos para realizar un bosquejo del proyecto, contemplando la selección del material para la sustitución de la cubierta de techo previamente realizada e incluyendo la propuesta del sistema de recolección de aguas pluviales, sistemas de bombeo, tuberías y aspersores para riego, todo esto con la finalidad de poseer un esquema completo de las instalaciones y completar el análisis de factibilidad del sistema antes mencionado, como parte relevante del desarrollo e implementación de el proyecto en ejecución.

3.4.5. FASE V: Elaboración de informe final

Luego de la selección y diversos análisis, así como también los respectivos estudios de factibilidad para la implementación y puesta en marcha del proyecto planteado, se inicia entonces la redacción y estructuración del informe final que presenta toda la esquematización de pasos e investigaciones realizadas que dieron origen a este TEG.

En el mismo orden de ideas, es importante mencionar los pasos ejecutados durante la iniciación del proyecto, los diversos estudios e investigaciones, documentación y trabajo de campo que fueron realizados, así como también los procesos para la obtención de datos e información directamente del núcleo. Dentro de este aspecto se incluyen los basamentos teóricos que fueron aplicados durante el desarrollo del proyecto y la consecución de actividades que fueron estructurando el TEG.

De igual manera se muestran los resultados obtenidos luego de las diversas fases de estudios, procedimientos llevados a cabo durante el análisis de toda la información recuperada, los cómputos métricos y cálculos concernientes al proyecto para la selección del material y para la estructuración de la propuesta del sistema de recolección de aguas pluviales como punto complementario a la actividad principal, como lo fue la sustitución de las cubiertas de techo.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y ANÁLISIS

El análisis de los resultados presentado por el autor, permite clarificar la situación planteada. Al respecto, Hurtado (2000) afirma: “que análisis es un proceso que involucra la clasificación, el procesamiento y la interpretación de la información a partir de los datos obtenidos”. La misma autora sostiene que “la finalidad del análisis es llegar a conclusiones precisas y específicas en relación al evento de estudio y dar respuesta a los objetivos de la investigación.

A continuación se presentan los resultados alcanzados en el desarrollo de cada objetivo específico, los cuales permitieron obtener una propuesta de modificación de las cubiertas de los techos de los galpones del Núcleo Armando Mendoza de la Facultad de Ingeniería de la UCV, considerando la adaptación de tecnologías eco-eficientes de paneles solares y captación y almacenamiento de aguas pluviales.

4.1. Modelación del galpón, diseñado con diferentes normas, utilizando el programa de análisis estructural (SAP2000)

Empleando las características de los modelos definidos en la Fase II y el procedimiento para elaborar los modelos matemáticos indicado en la Etapa 3.4.3.5 ambos del Capítulo III, marco metodológico, se realizó la modelación del galpón.

Las figuras que se muestran a continuación, presentan las vistas en 3D, frontal, lateral y de planta respectivamente del modelo.

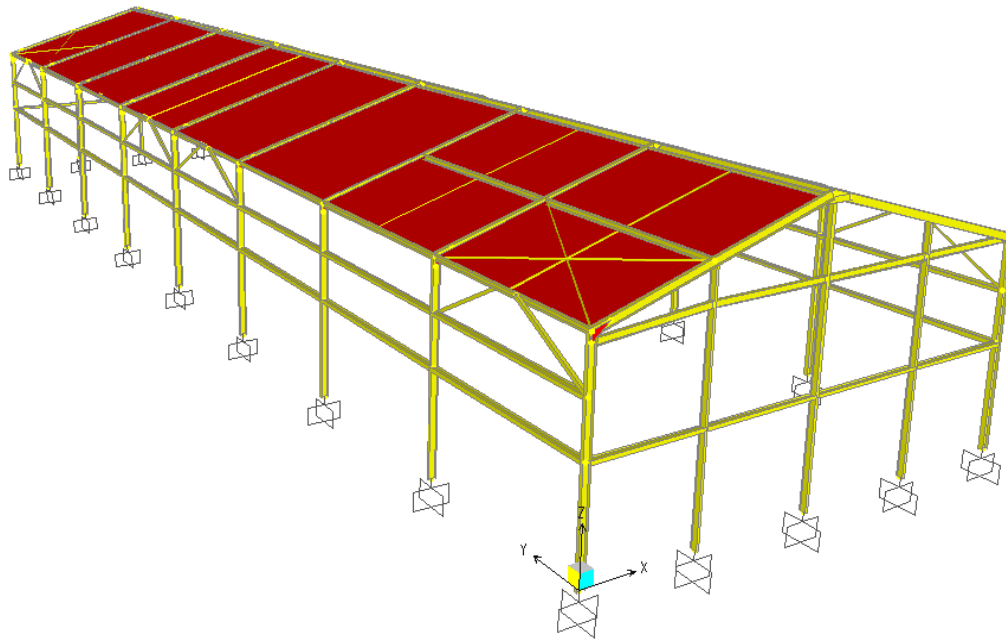


Figura IV.1. Vista en 3D del galpón. Fuente: Elaboración Propia.

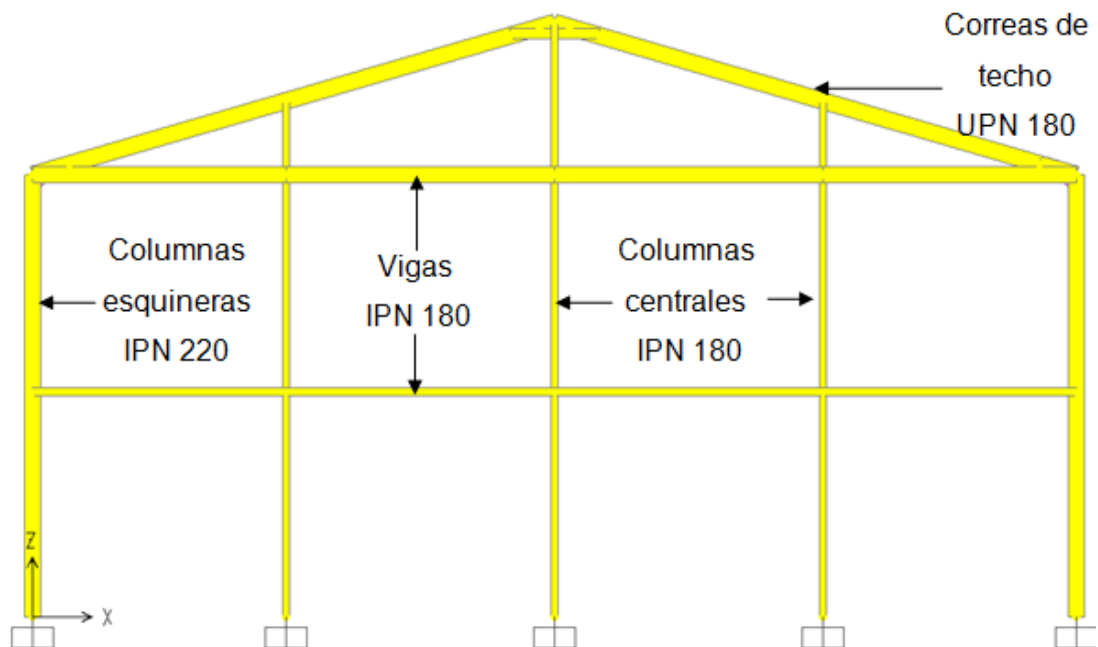


Figura IV.2. Vista frontal del galpón. Fuente: Elaboración Propia.

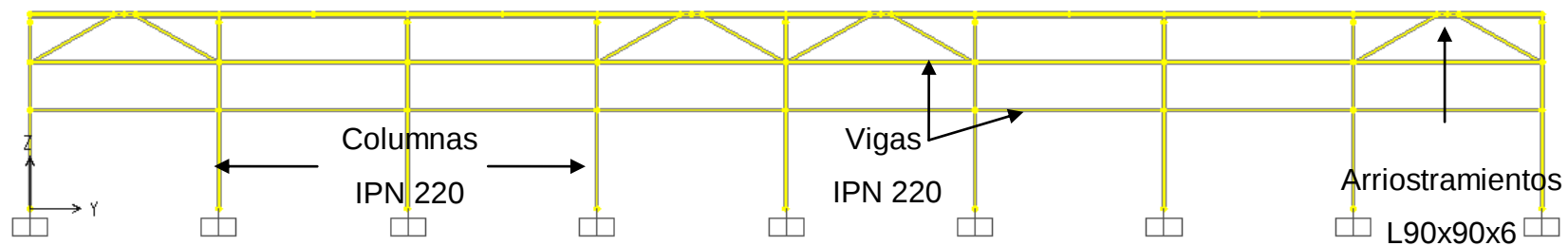


Figura IV.3. Vista lateral del galpón. Fuente: Elaboración Propia.

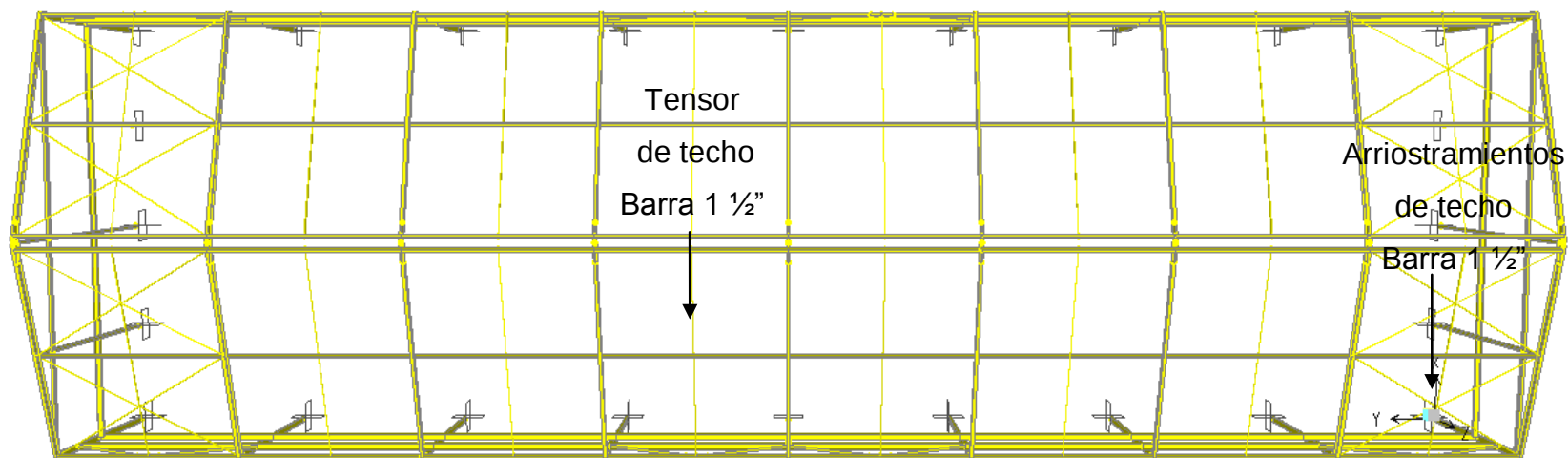


Figura IV.4. Vista en superior del galpón. Fuente: Elaboración Propia.

4.2. Revisión de la Relación Demanda/Capacidad

Este punto en específico, es de gran relevancia para el estudio del TEG, ya que, demuestra la factibilidad técnica del mismo, factor fundamental para la consecución y puesta en marcha de las operaciones en torno a este proyecto.

Dentro de este punto se denotan los factores resaltados en las imágenes que se muestran a continuación, dejando al descubierto la revisión de la relación Demanda/Capacidad a Flexo-Compresión arrojada por el programa, teniendo en cuenta que el mismo, es el punto que otorga mayor énfasis en el estudio del proyecto y que otorga el valor fundamental para su desarrollo, bajo esquema factible demostrando la respuesta generada por la estructura con respecto a las nuevas cargas generadas por la sustitución de material para la cubierta de techo.

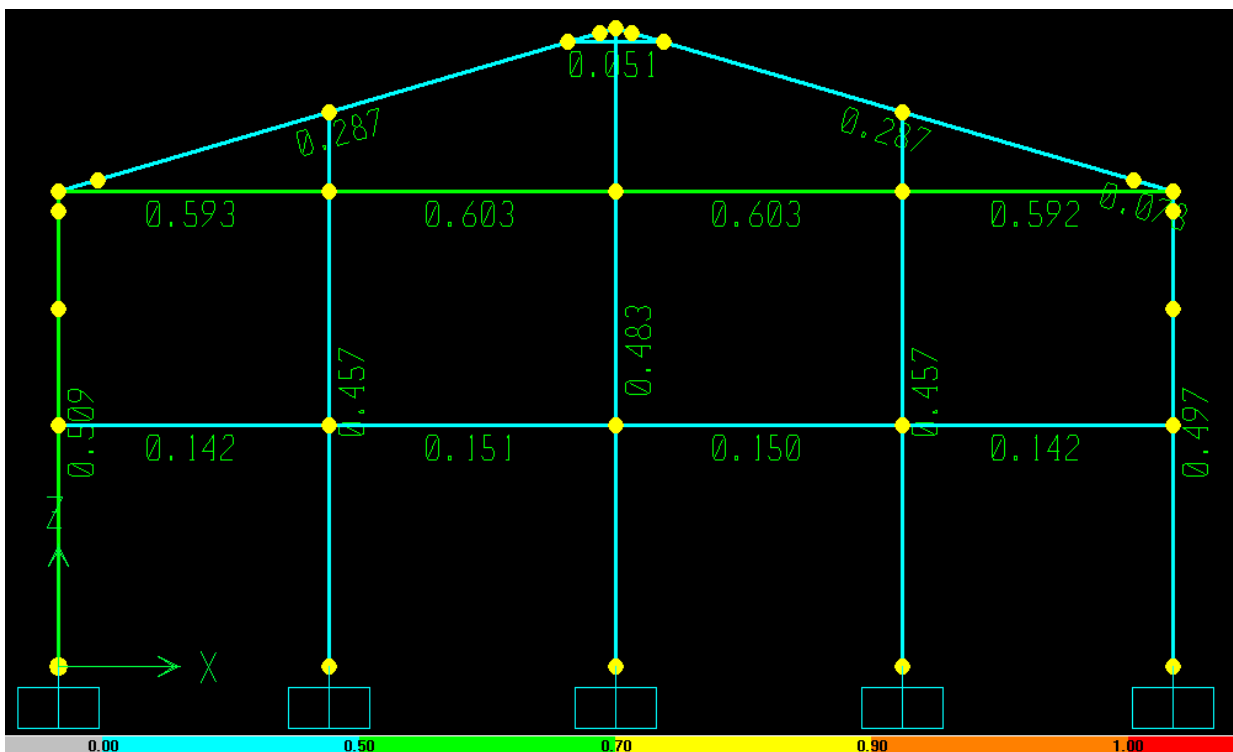


Figura IV.5. Vista frontal del galpón. Fuente: Elaboración Propia.

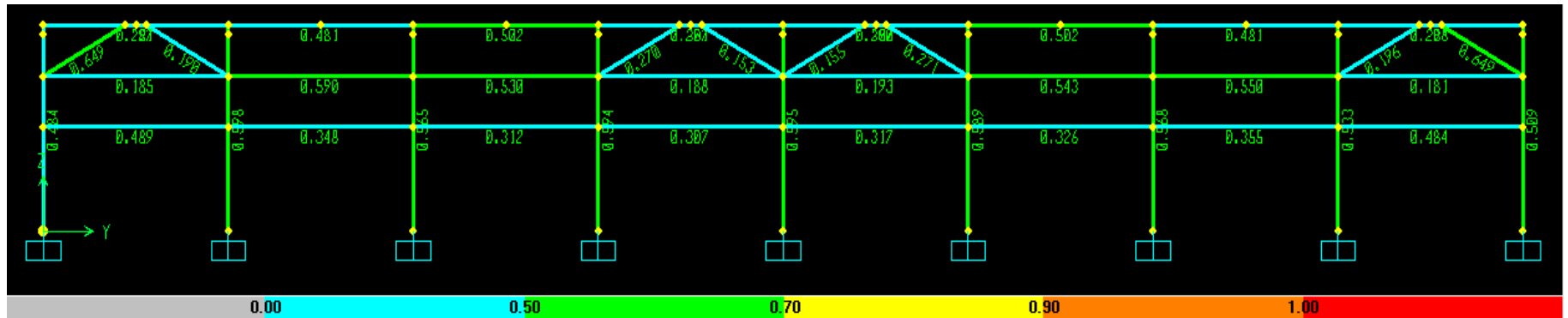


Figura IV.6. Vista lateral del galpón. Fuente: Elaboración Propia.

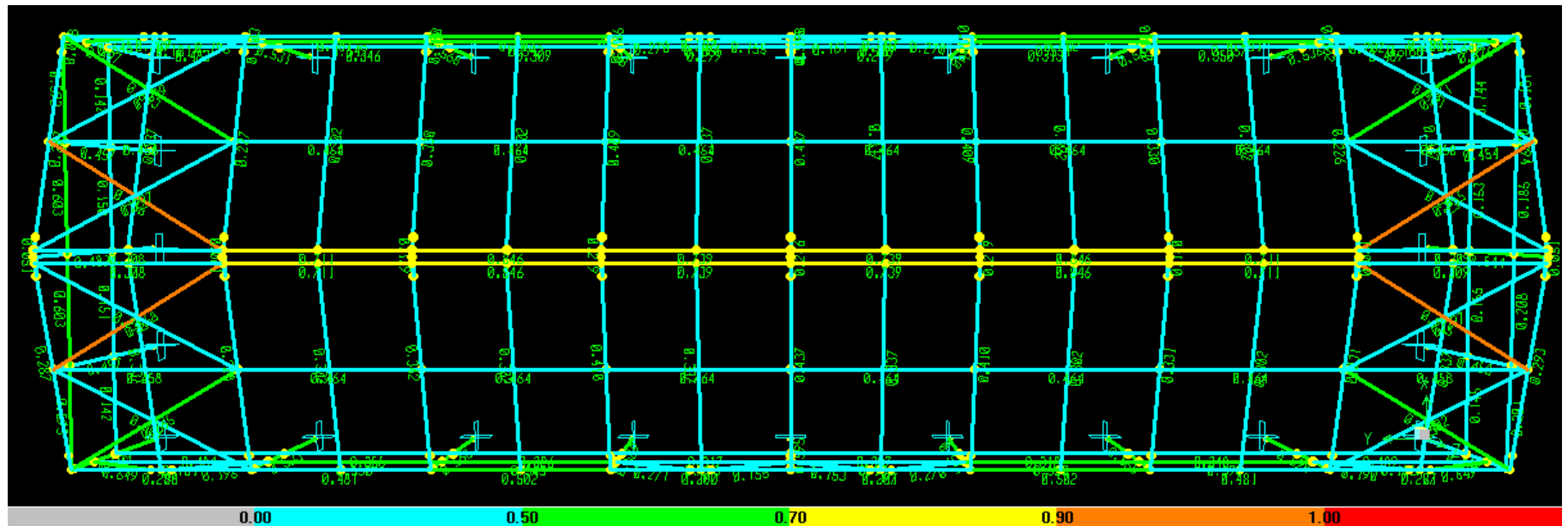


Figura IV.7. Vista en superior del galpón. Fuente: Elaboración Propia.

Luego de observar los diagramas anteriormente presentados se puede concluir que la estructura es estable y los elementos que se encuentran más comprometidos son los arriostramientos de techo ubicados en el rango de 0.90-1.00; cumpliendo así con los requerimientos y parámetros necesarios exigidos por las normas venezolanas para la realización del proyecto.

4.3. Cantidades de obra y presupuestos

Los presupuestos son una planificación fundamental que constituye un instrumento primordial, utilizado para determinar el costo necesario y factible para llevar a cabo el proyecto planteado, es por ello que, han sido realizados con el objetivo de hacer un balance del orden de magnitud de la inversión para ejecutar el TEG. Los costos se han obtenido a partir de bases de datos y precios actuales del mercado.

A continuación se describen detalladamente cada uno de los presupuestos realizados:

4.3.1. Selección de tipo de techo a utilizar

Luego de la revisión respectiva de los parámetros referentes al diseño para la implementación del TEG y corroborada la información pertinente, se procede a la selección del nuevo material para las cubiertas de techo, basada principalmente en la longevidad del material, costos de la misma y su respectivo mantenimiento asegurando así, una eficiencia máxima al momento de elegir el material destinado para tal función.

Para llevar el estudio de las diversas opciones encontradas para la cubierta de techo final, se consultaron una serie de alternativas dentro de las cuales la elegida para la ejecución del proyecto fue basada no solamente en

su precio y acople a la estructura sino también en la posibilidad de realizar la sustitución del mismo en secciones, facilitando así, el trabajo sin ocasionar la inhabilitación total del galpón y por consiguiente, las actividades que se llevan a cabo dentro del mismo.

En la tabla que se muestra a continuación, se pueden apreciar las distintas alternativas que se consideraron para realizar la selección final del material de techo en este proyecto.

EMPRESA	DESCRIPCIÓN	PESO kg/m ²	MONTO (Bs)	OBSERVACIONES	
ECOTEC	Panel compuesto por dos láminas de acero galvanizado pre pintadas (roja por arriba y blanca por abajo) con aislante de poliestireno expandible + sist. Recolección de aguas	10 - 15	222.010,70	No requiere correas adicionales, no soporta la estructura de paneles solares	
Láminas y perfiles del centro	ACERAL 0,60 X 762 X 8300mm G60	6.44	47.436,08	Necesita dos correas adicionales, Acabado natural	vida útil 15 años
	PLACATECHO 1,5" CAL 24	35	196.245,06	mas precio de la dosificación	
LUVITEC	Desmontaje, adecuación, transporte y disposición final de techo de asbesto canal 90	-	860.626,4		
	Cubierta L-400 cal #22, con canales de lluvia	8.42	765.952,58	NO Necesita correas adicionales, Acabo NATURAL, incluye sistema de recolección de agua de lluvias	Más de 20 años vida útil
Veniber	Panel Veniber tipo BC, en AG cal 26, con aislante	9	439.307,59	Sin sistema de recolección de agua, NO requiere correas adicionales	

Tabla IV.1. Resumen de presupuestos para cubiertas de techo y remoción de asbesto.

Fuente: Elaboración Propia.

EMPRESA	DESCRIPCIÓN	PESO kg/m2	MONTO (Bs)	OBSERVACIONES	
CENTROLIT	Desmontaje, adecuación, transporte y disposición final de techo de asbesto canal 90	-	374.908,80		
	Centrolam R-97 Galvanizado Natural cal. 26	4.7	422.979,63	Necesita dos correas adicionales, Acabado NATURAL, incluye sistema de recolección de agua de lluvias	2 AÑOS CAMBIAR LOS GANCHOS
	Centrolam R-97 Galvalume Blanco cal. 26	4.7	500.282,25	Necesita dos correas adicionales, Acabado BLANCO, incluye sistema de recolección de agua de lluvias	
	Centrolam SS50 Natural	5	514.973,98	Necesita dos correas adicionales, Acabado NATURAL, incluye sistema de recolección de agua de lluvias	HASTA 15 AÑOS SIN MATENIMIENTO, POR NO TENER PERFORACIONES
	Centrolam AASS Galvanizado cal 26 Natural, CON relleno de aislante	10.02	900.951,52	Necesita dos correas adicionales, Acabado NATURAL, POSEE AISLANTE, incluye sistema de recolección de agua de lluvias	

Tabla IV.1. Continuación.

Una vez estudiadas todas las alternativas de cubiertas de techo, se trabajará con un panel Veniber tipo BC, en acero galvanizado calibre 26 con aislante de poliuretano, debido a que, se adapta mejor a las exigencias del proyecto como: permite la separación entre correas de techo existente, el trabajo en conjunto con la empresa CENTROLIT encargada de la remoción de las cubiertas de asbesto, y la instalación de paneles fotovoltaicos. A continuación se presenta una tabla con las principales características del material y una imagen del panel escogido.

Tipo de panel	BC
Material	Acero Galvanizado
Calibre	26
Espesor	35 mm
Separación máx. entre apoyos	3.75 m
Aislamiento	Poliuretano
Ancho útil	960 mm
Acabado lámina superior	Nervado
Acabado lámina inferior	Perfilado

Tabla IV.2. Especificaciones de las cubiertas de techo a utilizar.

Fuente: Elaboración Propia.

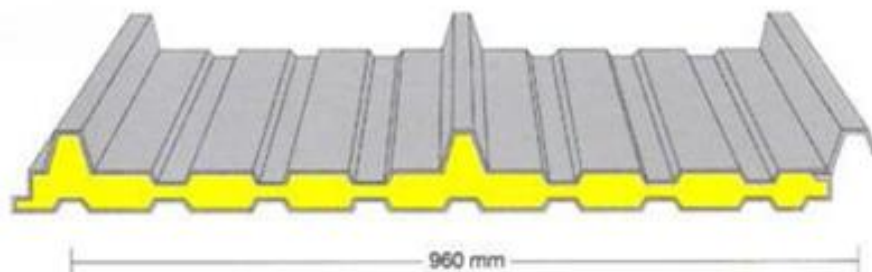


Figura IV.8. Panel BC.

Fuente: Catálogos de productos Veniber (2010).

En el mismo orden de ideas, se presenta el presupuesto referente a la remoción, almacenamiento y disposición final del asbesto y de su nueva propuesta del techo.

DESCRIPCIÓN	COSTO (Bs.)	EMPRESA
Desmontaje, adecuación, transporte y disposición final de techo de asbesto canal 90	374.908,80	CENTROLIT
Dotación e instalación de Paneles Veniber tipo BC, en AG cal 26, con aislante	439.307,59	Veniber

Tabla IV.3. Presupuesto de: desmontaje, adecuación, transporte y disposición final de las cubiertas actuales y las nuevas cubiertas de techo.

Fuente: Elaboración Propia.

4.3.2. Sistema fotovoltaico

Esta sección del trabajo inicialmente plantea dos opciones para la elaboración de un sistema fotovoltaico, la primera consistía en cubrir la demanda de iluminación (interna, externa) y las computadoras y la segunda tomará en cuenta sólo la iluminación. A continuación se muestra una tabla, donde se puede apreciar el costo de esas dos alternativas.

EMPRESA	DESCRIPCIÓN	MONTO (Bs.)	ALTERNATIVAS
Energías Alternativas: Solar y Eólica de Venezuela, S.A.,	SSFV para cargas de iluminación y computadoras del Núcleo Cagua-UCV. Esta propuesta no contempla los tubos de iluminación LED.	11.797.445,23	ALTERNATIVA 1
	SSFV para alimentar las cargas de iluminación del Núcleo Cagua-UCV. Esta propuesta no contempla los tubos de iluminación LED.	8.009.687,44	ALTERNATIVA 2
SAGET	Tubo LED SMD 17W T8 120cm AC 100-277V AC 60HZ	799.590,40	Válido para las 2 alternativos
	Sistema solar fotovoltaico interconectado a la RED compuesto por 480 paneles solares de 210Wp (Vatios pico) para una potencia de 90,72kWp. Dos torres de inversores (con 6 inversores c/u) de 42kW c/u. Para ser conectados a un voltaje de 208V o 277V AC 60Hz. A ser instalado en el techo del galpón (Estimada en 800m ²).+ INSTALACION	7.815.118,08	ALTERNATIVA 1
	Sistema solar fotovoltaico independiente a la red compuesto por 60 paneles solares fotovoltaicos de 200Wp c/u, 3 controladores de carga MPPT 80A / 48V, 1 banco de baterías de 48V a 2200Ah C20, 2 inversores de onda senoidal pura de 48V a 220V AC 60Hz de 3000W c/u, estructura de soporte, conexiones y protecciones eléctricas.	1.353.318,89	ALTERNATIVA 2

Tabla IV.4. Resumen de presupuestos de sistemas solares fotovoltaicos.

Fuente: Elaboración Propia.

Observando la tabla anterior se puede apreciar el alto costo del sistema solar fotovoltaico, para satisfacer la demanda generada por las computadoras y la iluminación, es por esto que, se plantea una tercera alternativa, que incluirá solamente la iluminación de un salón de clases como se expone en el capítulo III. En la tabla que se muestra a continuación se presenta el presupuesto estimado para dicha opción:

Descripción	Especificaciones	Cantidad	Precio unitario(Bs)	Total (Bs)
Batería	12 V y 100 Amper horas	34	2100,99	71.433,66
Regulador de carga	TS-60, 60 A	2	2500	5.000,00
Inversor	12 VDC/110-220VAC a frecuencia de trabajo 60Hz y una potencia nominal de 1000W	1	1795,8	1.795,80
Panel Fotovoltaico	210 Wp, 12VDC	11	5270,25	57.972,75
Tubo LED	T8 120cm AC 100-277V AC 60HZ	36	776	27.936,00
Instalación y otros elementos	20% del costo total de los materiales y equipos anteriormente descritos			32.827,64
			Total	196.965,90

Tabla IV.5. Resumen de presupuestos alternativa tres.

Fuente: Elaboración Propia.

En resumen la tabla anterior enmarca los detalles que conforman la alternativa seleccionada ya que, se adapta tanto a los requerimientos del proyecto como al presupuesto del UCV, afianzando la factibilidad técnica y económica de esta propuesta.

4.3.3. Sistema de captación y almacenamiento de aguas pluviales

A continuación se presenta el presupuesto para la elaboración del sistema de captación y almacenamiento de aguas pluviales.

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO (Bs)	PRECIO TOTAL (Bs)
Sistema de recolección y distribución de aguas				
Válvula check 1"	pza	1	108,26	108,26
Flotante 3/4"	pza	1	108,52	108,52
Bomba succión negativa 1 HP	pza	1	903,45	903,45
Tanque De 8 Litros Para Sistema Hidroneumático	pza	1	360,00	360,00
Tanque plástico de 320 litros (Interceptor 1º aguas)	pza	1	550,00	550,00
Aspersores ajustables a 360º, 180º y 90º	pza	17	135,00	2.295,00
Tubería PVC 3/4"	m	156.75	18,48	2.896,74
Codos 3/4" (90º)	pza	12	24,81	297,72
Tee 3/4"	pza	14	26,28	367,92
Válvula de bola de 3/4" (Acero Inoxidable)	pza	3	180,00	540,00
Tubería PVC 1"	m	15	24,69	370,35
Codos 1" (90º)	pza	3	9,31	27,93
Tee 1"	pza	1	14,63	14,63
Válvula de Bola de 1" (Acero Inoxidable)	pza	2	350,00	700,00
Tubería PVC 2"	m	0.7	66,24	46,37
Codos 2" (90º)	pza	3	35,20	105,60
Tubería PVC 3"	m	60.55	116,57	7.058,31
Codos 3" (90º)	pza	5	122,41	612,05
Tee 3"	pza	4	160,12	640,48
Reducción de 3" a 2"	pza	3	50,12	150,36
Reducción de 3" a 1"	pza	1	23,47	23,47
Válvula de Bola de 3" (PVC)	pza	2	660,00	1.320,00
			Subtotal	19497.16

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO (Bs)	PRECIO TOTAL (Bs)
TANQUE DE AGUA				
Cemento gris	sacos	41.50	32.00	1.328,00
Arena	m3	2.70	250.00	675,00
Piedra picada	m3	5.15	267.86	1.379,48
Cabilla de 1/2"	Kg	5897.20	5.55	32.729,46
Disco abrasivo de corte para metales	pza	15.00	31.38	470,70
Alambre liso	kg	3.32	16.75	55,61
Escalera de servicio	pza	1.00	1800.00	1.800,00
			Total	57.935,41

* Nota: los valores de precios unitarios fueron extraídos del listado de precios referenciales de APV obras (04/05/2011).

Tabla IV.6. Resumen de presupuesto del sistema de captación y almacenamiento de aguas pluviales. Fuente: Elaboración Propia.

Otro componente del sistema de captación de aguas pluviales, son el conjunto de canales o canaletas para la recolección de agua, el presupuesto del mismo se presenta a continuación:

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
Suministro e instalación canales de recolección de aguas de lluvia				
Canales y bajantes de agua de lluvia				86.400,00
			Total	86.400,00

Tabla IV.7. Resumen de presupuesto del suministro y instalación de canales de recolección de aguas pluviales. Fuente: Elaboración Propia.

4.3.4. Presupuesto general del TEG

Una vez presentados todos los presupuestos referentes a la selección de la cubierta de techo a utilizar, el sistema fotovoltaico y el sistema de captación y almacenamiento de aguas pluviales, se procede a realizar una tabla resumen de las propuestas del TEG, la cual se presenta a continuación:

DESCRIPCIÓN	COSTO (Bs.)
Desmontaje, adecuación, transporte y disposición final de techo de asbesto canal 90	374.908,80
Dotación e instalación de Paneles Veniber tipo BC, en AG cal 26, con aislante	439.307,59
Sistema solar fotovoltaico	196.965,90
Sistema de captación y almacenamiento de aguas pluviales	57.935,41
Canales para la captación de las aguas de lluvia	86.400,00
Total (Bs.)	1.155.517,70

Tabla IV.8. Resumen del presupuesto general del TEG.

Fuente: Elaboración Propia.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIÓN

En vista de la necesidad del cambio de los techos de los galpones del Núcleo Armando Mendoza de la Facultad de Ingeniería de la UCV, el investigador se plantea adicionalmente la instalación de un sistema fotovoltaico, así como, de captación y almacenamiento de aguas pluviales.

Es importante mencionar que recientemente se abre en la UCV (Núcleo Cagua), la especialidad en Ingeniería de Procesos Industriales, que se basa en el aprovechamiento de cualquier alternativa que permita el uso de recursos naturales reduciendo los efectos negativos en el ambiente.

Es preciso señalar que, el cambio de la cubierta de techos es imprescindible, en vista del gran deterioro que presentan motivado a su larga data de servicio, y por considerarse el asbesto un material nocivo para la salud presentándose como un riesgo latente para la población estudiantil y personal que labora en la esta casa de estudio.

En el mismo orden de ideas, el asbesto es un material que requiere gran cuidado al ser manipulado, motivo por el cual, pocas empresas cumplen con los requisitos y exigencias establecidas en la Norma COVENIN 2251-98, referente al empaque, transporte, almacenamiento y disposición final del mismo; es por ello que, el presupuesto para ser removido es elevado. En efecto, se sugiere el cambio de cubierta de techo por un panel Veniber tipo

BC, en acero galvanizado calibre 26 con aislante de poliuretano, siendo esta la alternativa más factible, ya que, se adecua a los requerimientos de la ejecución del TEG.

Una de las prioridades que el TEG enmarca es la actualización de las cubiertas de techo del núcleo como un factor de gran relevancia para dar continuidad a las propuestas planteadas anteriormente, como es el sistema fotovoltaico el cual consiste en transformar la energía solar en energía eléctrica, llevándose a cabo mediante paneles solares fotovoltaicos, que se encuentran elaborados con celdas de silicio, encargadas de capturar la energía solar, la cual será aprovechada para hacer funcionar la iluminación del salón seleccionado.

De acuerdo con lo antes planteado en el TEG, se evidencia que la tercera propuesta “la iluminación de sólo un salón de clases” es la más factible, ya que, disminuyen los costos de la ejecución del proyecto; esto se debe a que se reduce los componentes a utilizar tales como: baterías, reguladores de cargas, inversor, paneles fotovoltaico, tubos fluorescentes, entre otros. En el mismo orden de ideas es importante mencionar, que se toma el salón de clase N°307, por su cercanía al sistema solar fotovoltaico, el cual se encuentra ubicado al final del galpón.

Con la implementación de estos sistemas se genera una reducción del consumo en lo que a electricidad se refiere y promueve la utilización de estos métodos para el aprovechamiento óptimo de esta energía renovable, siendo importante mencionar que la ubicación del Núcleo favorece la recolección solar, cumpliendo entonces con los intereses del mismo en promover alternativas que mejoren la calidad de vida reduciendo los efectos al medio ambiente.

Seguidamente se ofrece la instalación de un sistema que permita recolectar las aguas pluviales y aprovecharlas en el mantenimiento y conservación de las áreas verdes, así entonces se ofrece una opción para el riego de la zona seleccionada del Núcleo; con esta alternativa del sistema antes mencionado se otorga un beneficio en el ahorro del agua proveniente de la distribución local, que pueda ser destinada para otro fin.

Ahora bien, es necesario resaltar que este proyecto aún y cuando tiene una importante incidencia en los aspectos ya descritos, se encuentra fuera de los parámetros o marcos presupuestarios de la institución, debido a que, ésta no cuenta con los recursos económicos suficientes para emprender esta propuesta a pesar de la gran cantidad de beneficios que la misma puede generar para la población estudiantil y personal que labora ahí; esto en virtud a la situación actual universitaria y del país.

Sin embargo es importante mencionar que existe gran apertura por parte de Profesores y Estudiantes de la UCV (Núcleo Cagua), ante la ejecución del TEG como propuesta factible para un futuro de emprendimiento y cambios continuos, encaminados hacia la conservación de los recursos renovables y el bienestar de las personas que hacen vida en la institución, ofreciéndoles una mejor calidad de vida.

5.2. RECOMENDACIONES

Se presentan a continuación unas iniciativas que pueden ser beneficiosas para el desempeño de las actividades a ejecutar para este TEG y las consecuencias positivas que traiga su implementación:

- Sustitución de las cubiertas de techo en los galpones del Núcleo. La ejecución de esta actividad es requerida no sólo por el visible deterioro del material existente, lo cual sugiere una alerta en cuanto a las condiciones de seguridad para su normal desempeño, sino también porque el componente actual está considerado como un elemento nocivo en exposición prolongada.
- Implementar el uso de la energía solar como una alternativa en la sustitución, que permitan aminorar los consumos masivos de la electricidad aprovechando así, otros recursos renovables que traigan beneficios para el Núcleo disminuyendo los efectos negativos en el medio ambiente.
- Aprovechar las aguas pluviales, su recolección y almacenamiento, como una alternativa que permita disminuir el consumo innecesario del agua tratada u orientarlo a otros fines que requieran de ella, utilizando el agua de lluvia en la conservación y mantenimiento de áreas verdes del Núcleo Armando Mendoza.
- Realizar jornadas de concientización a la población estudiantil en cuanto al uso de los recursos renovables en todos los aspectos y los beneficios que traen para la comunidad ucevista, de igual manera, enfatizar la necesidad de desarrollar nuevas tendencias en la búsqueda de fuentes de energías limpias y su implementación tanto en la universidad como fuera de ella.

- Informar al estudiantado en cuanto a las nuevas tendencias de materiales para las cubiertas de techo, enfatizando todos los aspectos positivos que traen los mismos y la relación costo/beneficio que estos aporten para el desarrollo de próximos proyectos afines.
- Presentar a los altos dirigentes de esta casa de estudios esta propuesta orientando su debida aprobación y ejecución en beneficio de la comunidad estudiantil, personal docente, administrativo y obrero que desarrolla sus actividades diarias en el núcleo Armando Mendoza.
- De ser aprobado este proyecto, realizar una planificación orientada a la ejecución del mismo por secciones, es decir, que las actividades sean distribuidas equitativamente para evitar al máximo la suspensión total de las actividades diarias que se llevan a cabo en las instalaciones y, de esta manera, beneficiar tanto a la institución como al cuerpo estudiantil ofreciendo mejoras que afiancen las buenas condiciones del núcleo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Arnal, E. (2007). *Proyecto y Contrucción de Galpones Modulares*. Caracas: SIDETUR.
2. *Artistas de la Construcción*. (11 de Octubre de 2009). Recuperado el 04 de Febrero de 2011, de <http://artistasdlaconstruccionv.blogspot.com/2009/10/techos.html>
3. Bazan, E.y Minhetti, C. (2003). *Propuesta para el adecuado manejo de los desechos peligrosos: Referencia empresa de la Zona Industrial Municipal Norte, Valencia, Estado Carabobo*. Trabajo Especial de Grado no Publicado. Universidad de Carabobo. Valencia.
4. Centro de Formación y Adiestramiento de Petróleos de Venezuela. (1991). *Remoción y disposición de Asbestos*. Maracaibo.
5. *Constitución de la República Bolivariana de Venezuela. Oficial Extraordinaria N° 5.453*. (24/03/2000).
6. Dubs de Moya, R. (2002). El Proyecto Factible: Una Modalidad de Investigación. *SAPIENS*. Vol 3, número 002 , 6-7.
7. Estevez, F. (1993). *Boletín Informativo de FranCa*. FranCa Información.
8. Global Environmental Management. (2009). *Manual de Capacitación para la Participación Comunitaria*.
9. (1984). *Gobierno de Onatorio: Informe de la Comisión Real sobre cuestiones de Salud y Seguridad relativas al uso del Amianto en Ontario*. VOL 1. Canada.
10. *Guía de diseño para Captación del Agua de Lluvia*. (2004). Lima.
11. *Guía de Integración de Solar Fotovoltaica*. (2008). Madrid: Madrid Solar.
12. Hurtado, J. (2000). *Metodología de la Investigación Olística*. SYPAL.
13. Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Occidente. (1995). *Notas sobre el curso de Energía Solar*. Jalisco.

14. *Ley Orgánica de Prevención, Condiciones y Medio Ambiente de Trabajo*. (2005, Julio 26). Gaceta Oficial de la República Bolivariana de Venezuela, 38.236 (Extraordinario).
15. *Ley Orgánica de Salud*. (1998, Noviembre 11). Gaceta Oficial de la República Bolivariana de Venezuela, 36.579 (Extraordinario).
16. *Ley Orgánica del Trabajo*. (1990, Junio 19). Gaceta Oficial de la República Bolivariana de Venezuela, 5.152 (Extraordinario).
17. *Ley Penal del Ambiente*. (1992, Enero 3). Gaceta Oficial de la República Bolivariana de Venezuela, 4.358 (Extraordinario).
18. *Ley sobre Sustancias, Materiales y Desechos Peligrosos*. (2001, Noviembre 13). Gaceta Oficial de la República Bolivariana de Venezuela, 5.554 (Extraordinario).
19. Madrid Solar. (2006). *Guía de Energía Solar*. Madrid: Industrias Graficas el Instalador, S. L.
20. *Manual Sobre Energía Renovable: Solar Fotovoltaica* (1era ed.). (2002). San Jose, Costa Rica: BUN-C.A.
21. Merlo, S. (2010). *Dotaciones, Aducción, Piezas Sanitarias, Tanque y Sistemas de Abastecimiento de Aguas en Edificaciones*. Caracas.
22. Montoya, J. (2001). *Hormigón Armado basado en la EHE*. España: Gustavo Gili, SA.
23. Mujica, N., & Arteta, J. M. (2008). Asbesto en Venezuela. *Ciencia & Trabajo* , 21-24.
24. Organización Panamericana de la Salud. (2003, Marzo). *Captación de Agua de Lluvia para Consumo Humano: Especificaciones Técnicas*. Perú.
25. PDVSA-INTEVEP. (2007). *Museo Geológico Virtual de Venezuela*. Disponible: <http://www.pdvsa.com/lexico/museo/minerales/asbesto.htm> (Consulta: 2010, noviembre).
26. Porrero, J. (2009). *Manual del Concreto Estructural*. Caracas: Impresos Minipres C.A.

27. *Procedimiento Técnico Administrativo Aplicable para la Remoción de Asbestos y Materiales de Asbestos.* (2009).
28. Sabino, C. (1992). *EL PROCESO DE INVESTIGACIÓN.* Caracas: Panapo.
29. Sanoja, M. (1990). *El asbesto en Venezuela. Salud de los Trabajadores.* Venezuela.
30. Universidad Pedagógica Experimental Libertador. (2006). *Manual de Trabajos de Grado de Especialización y Maestría y Tesis Doctorales.* Caracas: FEDUPEL.
31. Youssef, C. (2003). *Estado de Conocimientos de las Cubiertas Metálicas. Trabajo Especial de Grado no Publicado.* Universidad de Cataluña. España.

ANEXOS

ANEXO A

COMUNICADO ESCRITO POR PARTE DE LA DIRECCIÓN DEL NÚCLEO
ARMANDO MENDOZA DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA DE LA UCV,
CAGUA

UNIVERSIDAD CENTRAL
DE VENEZUELA



FACULTAD DE INGENIERIA
NUCLEO CAGUA
DIRECCION

Febrero, 02 2011

Nº _____

Ciudadana
DAVID R. BRAVO H.
Facultad de Ingeniería U. C. V.
Presente.-

Por medio de la presente me dirijo a usted; en la oportunidad de informarle que nos parece interesante y apropiada la Propuesta planteada de realizar una Tesis de Grado que trate sobre la problemática de los techos del Núcleo y su cambio por una opción Ecológica y que a su vez sea referencia para otro tipo de proyecto en la Universidad.

Esperamos que su Propuesta sea aprobada y exitosa.



Profa. Isabel Díaz
Directora Coordinadora

ANEXO B

ESTADO ACTUAL DEL NÚCLEO ARMANDO MENDOZA DE LA FACULTAD
DE INGENIERÍA DE LA UCV, CAGUA

ANEXO B-1
[Situación Actual de las Cubiertas de Techo]



ANEXO B-2
[Área de Instalación del Sistema de Riego]



ANEXO B-3

[Área de Ubicación del Tanque de Almacenamiento]



ANEXO C
PROPUESTA DE TECHOS DE GALPONES

**Propuesta de Techos de Galpones del Núcleo Armando Mendoza de la
Facultad de Ingeniería de la UCV, Cagua.**

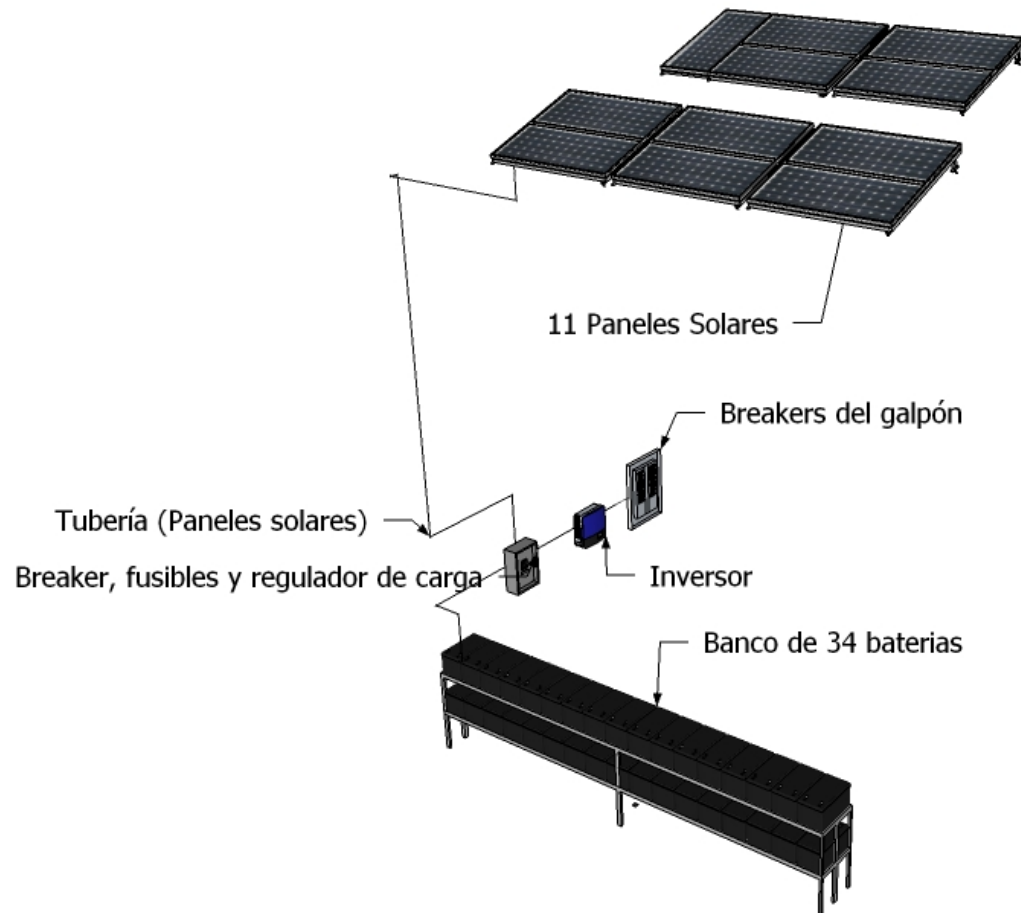


Fuente: Elaboración propia.

ANEXO D
SISTEMA SOLAR FOTOVOLTAICO

ANEXO D-1

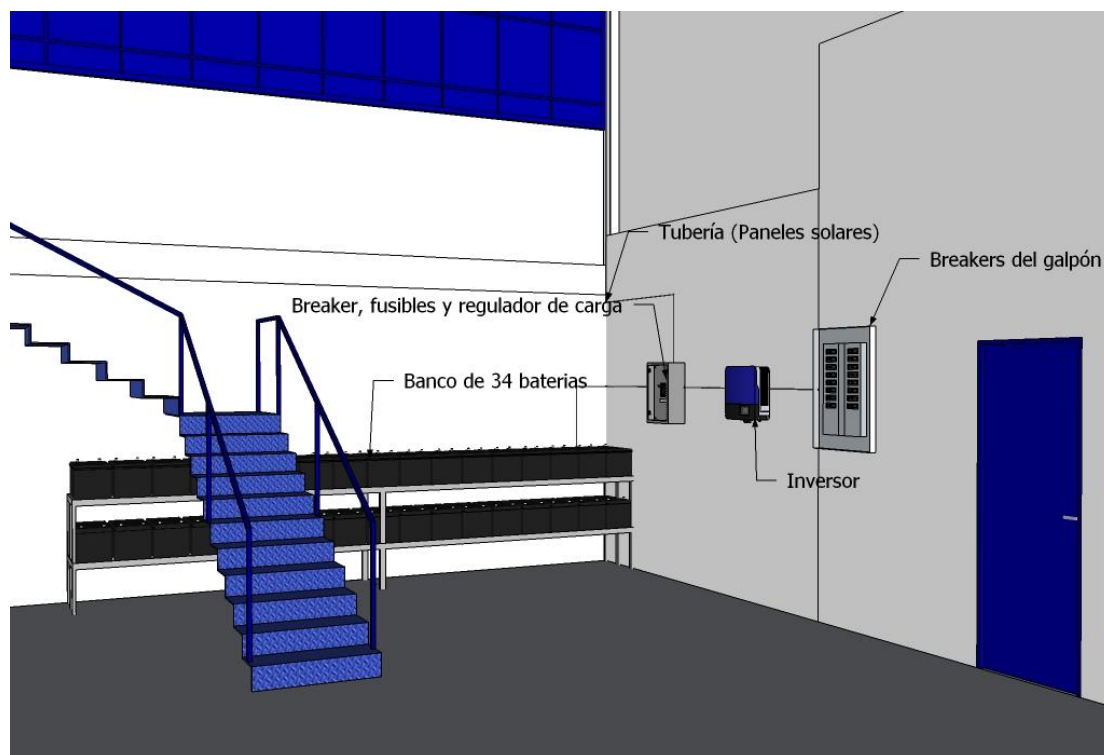
[Propuesta de Esquema del sistema fotovoltaico]



Fuente: Elaboración propia.

ANEXO D-2

[Propuesta de Ubicación de los Elementos del Sistema Fotovoltaico]



Fuente: Elaboración propia.

ANEXO D-3

[Propuesta de Ubicación de Paneles Solares en la Cubierta de Techo]



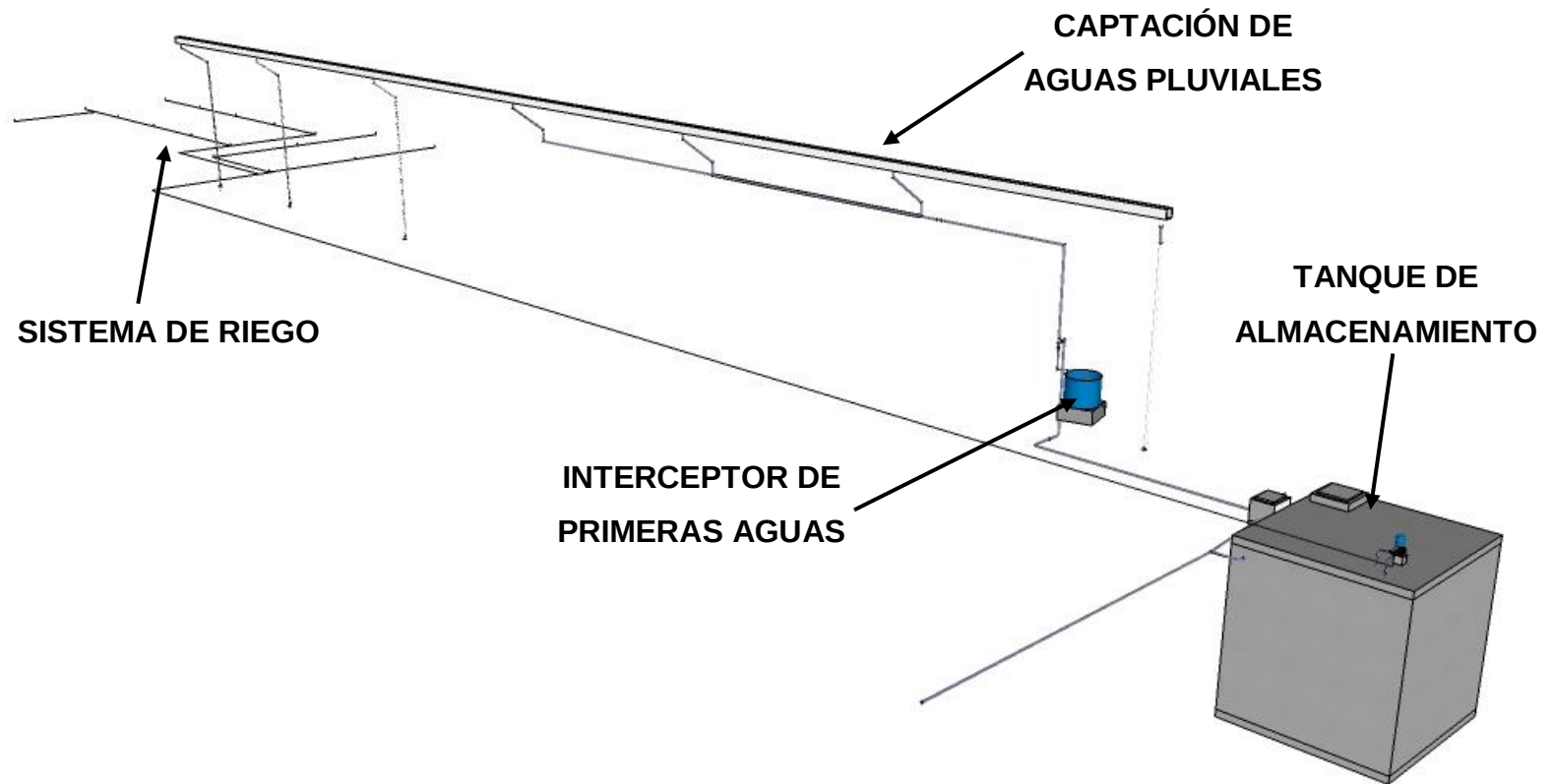
Fuente: Elaboración propia.

ANEXO E

PROPUESTA DEL SISTEMA DE CAPTACIÓN Y ALMACENAMIENTO DE
AGUAS PLUVIALES

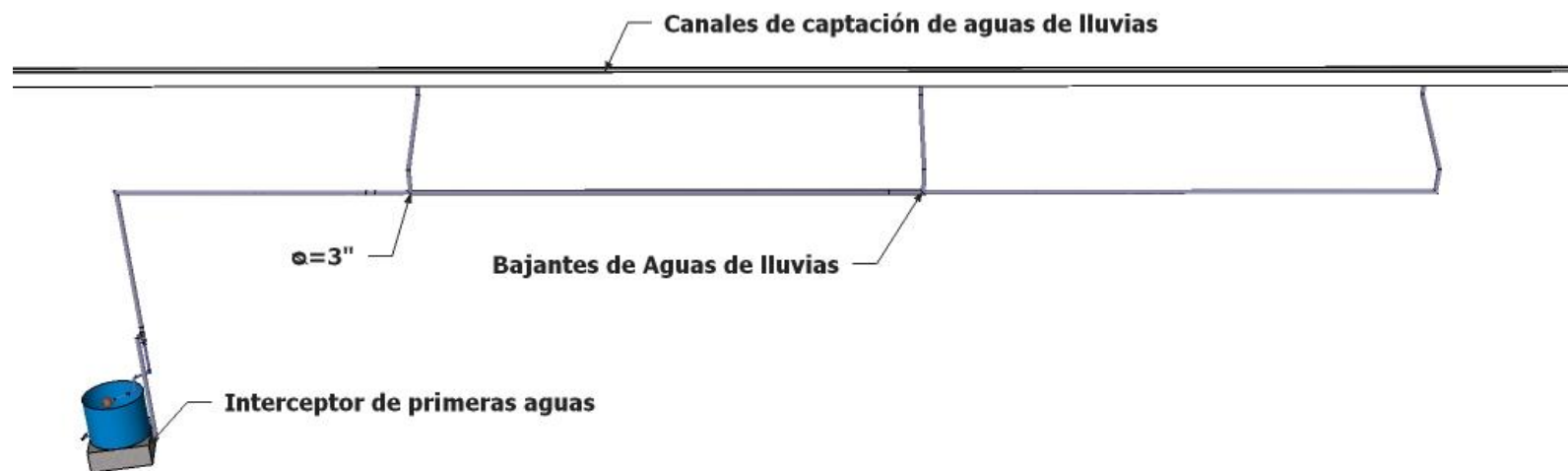
ANEXO E-1

[Isometría del Sistema de Captación, Almacenamiento y Distribución de Aguas Pluviales]



Fuente: Elaboración propia.

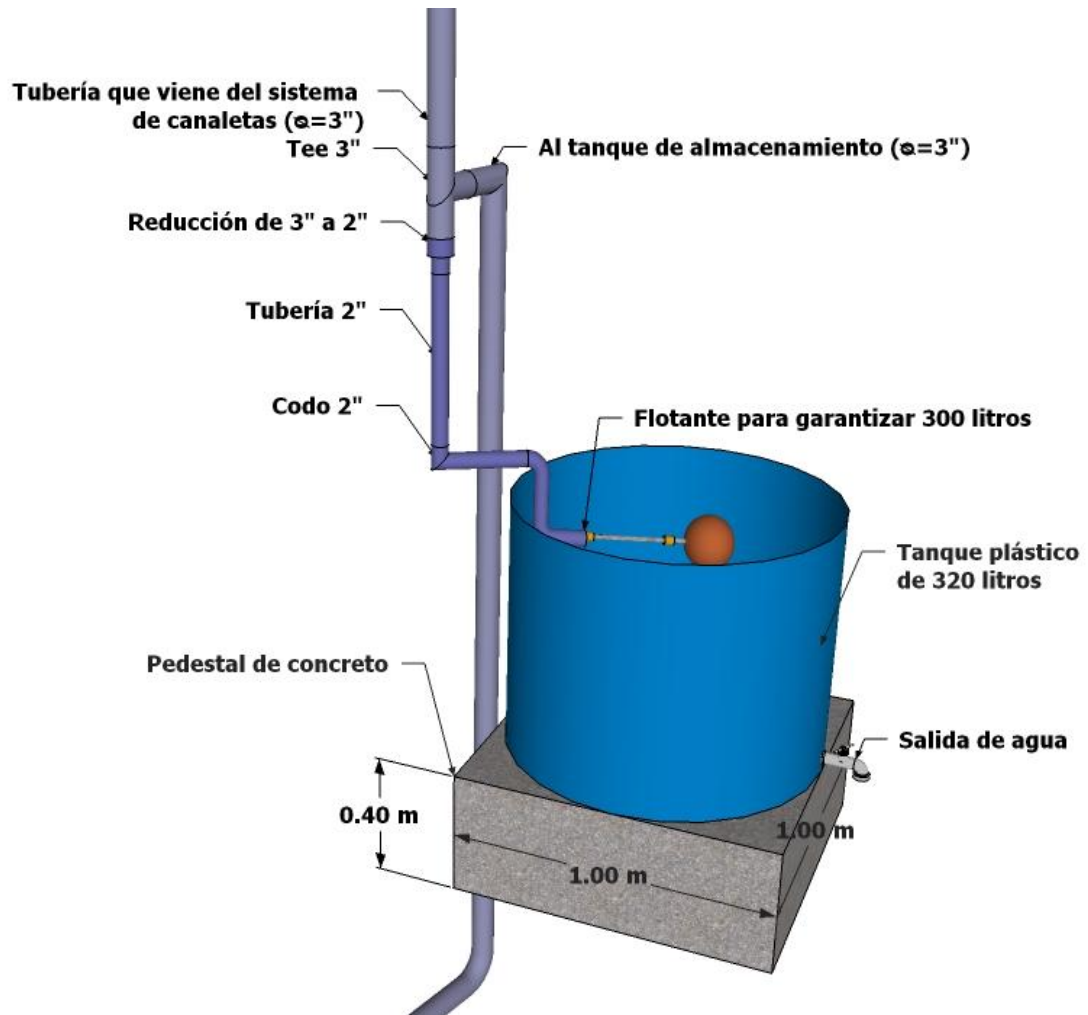
ANEXO E-2
[Esquema de Recolección de Aguas de Lluvia]



Fuente: Elaboración propia.

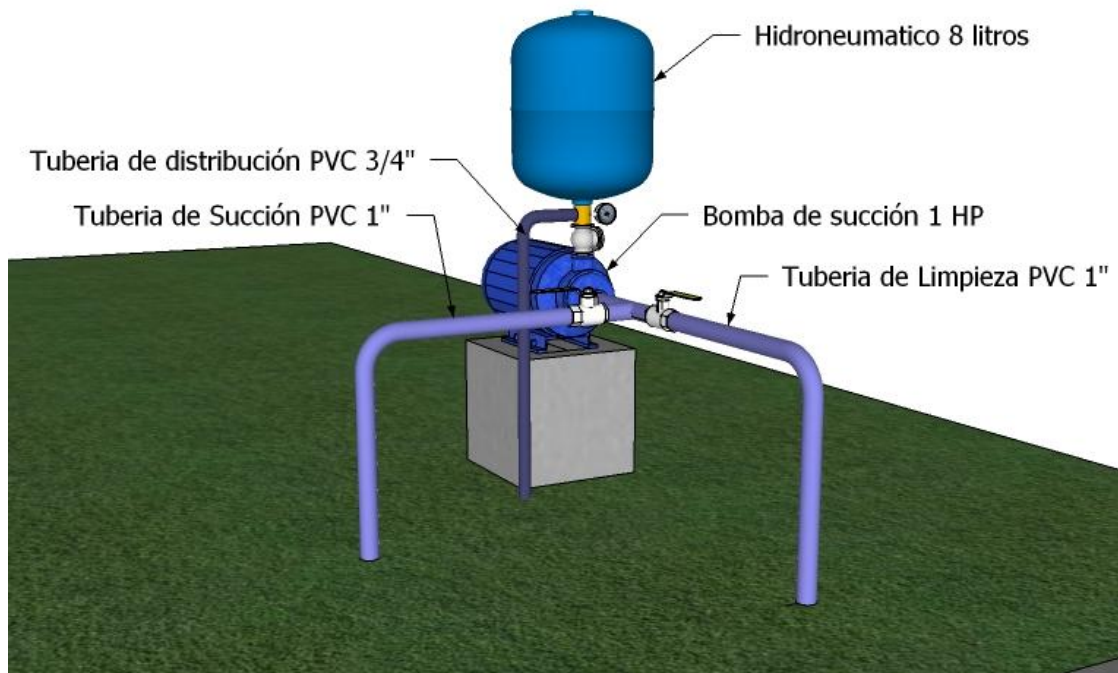
ANEXO E-3

[Interceptor de Primeras Aguas de Lluvia]



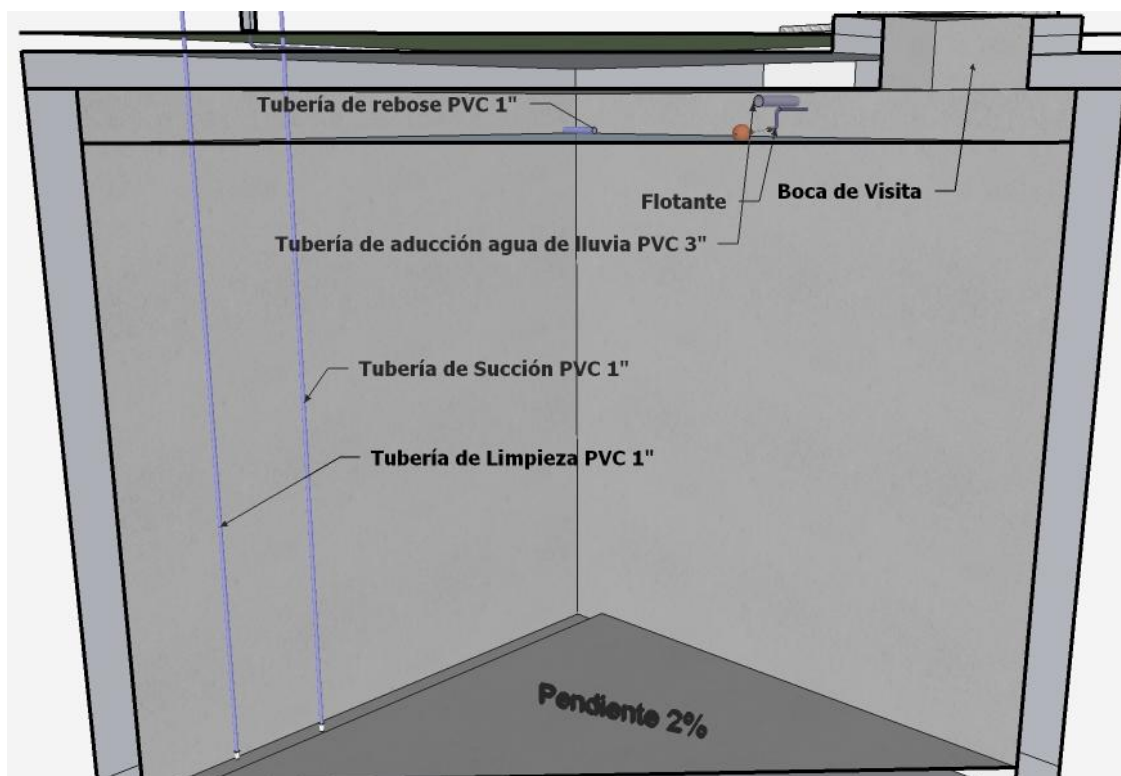
Fuente: Elaboración propia.

ANEXO E-4
[Sistema Hidroneumático]



Fuente: Elaboración propia.

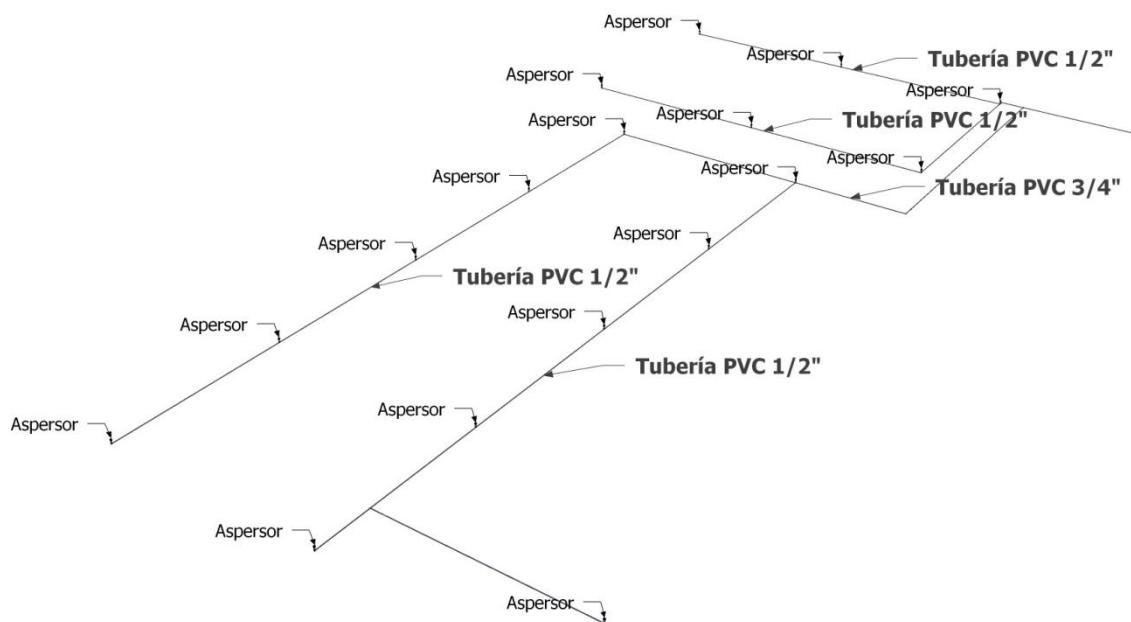
ANEXO E-5
[Elementos del Tanque de Almacenamiento]



Fuente: Elaboración propia.

ANEXO E-6

[Propuesta del Sistema de Riego de Jardines]



Fuente: Elaboración propia.

ANEXO E-7

[Propuesta de Ubicación del Tanque de Almacenamiento]



Fuente: Elaboración propia.

ANEXO E-8
[Propuesta de Ubicación del Sistema de Riego]



Fuente: Elaboración propia.

ANEXO F
PRESUPUESTOS DE CUBIERTAS DE TECHO Y REMOCIÓN DE
ASBESTO

ANEXO F-1



Rif: J-31319322-4 Nit: 0411205258

Z.I. La Trinidad, Av. González Rincones N°. 175, Edif. Industrias Isotex, C.A.
Caracas - Venezuela
Teléfonos: (0212) 945.30.94 / 945.36.35 / 945.27.45 Fax: (0212) 943.23.49
www.grupoisotex.com e-mail: proyectoventas@cantv.net

Presupuesto: CLV00000000008175

Fecha: 06/09/2011 12:00:00a.m. Página: 1

Cliente: FIUCV, CAGUA	Contacto:	
Rif:	Nit:	
Dirección:		
Teléfono:	Fax:	Vendedor:

Descripción	Unid.	Cantidad	Precio Unitario	Precio Total
TERMOANEL100 EPS 15KG/M3 ROJO-BLANCO	MT2	637,28	235,55	150.111,30
Panel compuesto por un núcleo de poliestireno expandible de 15 Kg/m ³ . y dos láminas de acero galvanizado pre-pintados al horno. La lámina superior de color ROJO JANITZIO y 0.45 mm de calibre. La lámina inferior de color BLANCO IMPERIAL y 0.35 mm de calibre. Soporta luces de apoyo hasta 4.00 mts.				
CANAL DES 610 ROJO 45	UND6,000	16,00	774,30	12.388,80
Canal de lluvia cerrada				
REMATE LATERAL ROJO 45	UND6,000	7,00	266,70	1.866,90
Remate lateral de acero galvanizado para paneles de 10 cm. Pre-pintado al horno de color Rojo Janitzio. 0.45 mm de calibre.				
CANAL FRONTAL ROJO 45	UND6,000	39,00	406,51	15.853,89
Canal de Lluvia Remate Frontal de acero galvanizado, pre-pintado al horno de color Rojo Janitzio. 0.45 mm de calibre y 50 cm de desarrollo de la lámina. Para termopanel de 10 cm. de espesor. C/ pieza de 6.00 m.				
CUMBRERA DES 610 ROJO 45	UND6,000	8,00	406,51	3.252,08
Cumbra para techo de acero galvanizado, CON anime. pre-pintado al horno de color Rojo Janitzio. 0.45 mm calibre y 60 cm de desarrollo de la lámina. + Negativo				
FLANCHE ROJO JANIT. CON ANIME DES 300-045	UND6,000	39,00	200,13	7.805,07
SELLADOR NP1 GRIS	UND	45,00	92,20	4.149,00
Sellador Color Gris para juntas y solapes.				
SubTotal:				198.223,84
I.V.A:				23.786,86
Flete:				0,00
Total Operacion Bs.				222.010,70

Notas: * Presupuesto sujeto a cambio sin previo aviso. * Descarga corre por cuenta del cliente. * Esta cotización corresponde solo al suministro del material. * Cualquier elemento no contemplado en esta propuesta sera cotizado aparte. * Importante verificar las medidas expuestas con las puestas de obra. La empresa no se hace responsable por las medidas suministradas en la orden de compra. * Notifique al momento del pago si es agente de retención.	Tiempo de Entrega: * Quince (15) días hábiles contados a partir de la recepción de su orden de compra con as medidas exactas verificadas en Obra conjuntamente con el pago. Retiros en Planta: 15 Días Hábiles Despacho: 15 a 30 Días Hábiles. Condiciones de pago: * 100% contra cambio de día para mantener los precios fijos hasta el final del proyecto. Condiciones de Compra: * Enviar Fotocopia del RIF. y depósito Bancario junto con la O/C.
--	--

Documentación * Al momento de efectuar el anticipo se emitirá un recibo de pago; se despachará con Notas de Entregas y las Facturas serán enviadas al Cliente.
--

Elaborado por: PROYECTOS_4

Aprobado por el Cliente:



Rif: J-31319322-4 Nit: 0411205258

Z.I. La Trinidad, Av. González Rincónes N°. 175, Edif. Industrias Isotex, C.A.
Caracas - Venezuela
Teléfonos: (0212) 945.30.94 / 945.36.35 / 945.27.45 Fax: (0212) 943.23.49
www.grupoisotex.com e-mail: proyectoventas@cantv.net

Presupuesto: CLV000000000008175

Fecha: 06/09/2011 12:00:00a.m. Página: 2

Cliente: FIUCV, CAGUA	Contacto:
Rif:	Nit:
Dirección:	
Teléfono:	Fax: Vendedor:

Descripción	Unid.	Cantidad	Precio Unitario	Precio Total
TORNILLO Ø 6,3 x 130 Tornillos galvanizados autorroscantes de 130 mm. de longitud	UND	640,00	3,92	2.508,80
ARANDELA Ø 6,7 x 19 GOMA-GALVANIZADA Arandela Ø 6,7 x 19 Goma-Galvanizada	UND	640,00	0,45	288,00

SubTotal:	198.223,84
I.V.A:	23.786,86
Flete:	0,00
Total Operación Bs.	222.010,70

Notas:

- * Presupuesto sujeto a cambio sin previo aviso.
- * Descarga corre por cuenta del cliente.
- * Esta cotización corresponde solo al suministro del material.
- * Cualquier elemento no contemplado en esta propuesta será cotizado aparte.
- * Importante verificar las medidas expuestas con las puestas de obra.
- La empresa no se hace responsable por las medidas suministradas en la orden de compra.
- * Notifique al momento del pago si es agente de retención.

Tiempo de Entrega:

- * Quince (15) días hábiles contados a partir de la recepción de su orden de compra con las medidas exactas verificadas en Obra conjuntamente con el pago.

Retiros en Planta: 15 Días Hábiles Despacho: 15 a 30 Días Hábiles.

Condiciones de pago:

- * 100% contra cambio de día para mantener los precios fijos hasta el final del proyecto.

Condiciones de Compra:

- * Enviar Fotocopia del RIF. y depósito Bancario junto con la O/C.

Documentación

* Al momento de efectuar el anticipo se emitirá un recibo de pago; se despachará con Notas de Entregas y las Facturas serán enviadas al Cliente.

Elaborado por: PROYECTOS_4

Aprobado por el Cliente:

ANEXO F-2

[Presupuesto de Nuevas Cubiertas de Techo]

LáminasyPerfiles
delCentro



RIF: J-002031417

NIT: 0016205419

Cotización

Cliente

Nombre UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA ING-CAGUA
RIF: J-
Dirección AV. UNIV. CRUCE CON AV GRAN MARISAL CAGUA
Ciudad CAGUA Estado ARAGUA CP
Teléfono 0416-3477988

Fecha 11-oct-11

Nº presupuesto

Representante DAVID BRAVO

Vendedor ext: OFICINA

Cantidad	Descripción	Precio unitario	TOTAL
252	ACERAL 0,60 X 762 X 8300mm G60 PRIMERA LAS CORREAS DEBEN ESTAR SEPARADAS A UN MÍNIMO DE 2,50 MTS "AGREGAR DOS CORREAS MAS POR AGUA" FAVOR DEPOSITAR A NOMBRE DE: Nº CUENTAS BANCARIAS DE: LAMINAS Y PERFILES DEL CENTRO, C.A. RIF: J-00203141 - 7 MERCANTIL 0105-0094-02-1094425176 PROVINCIAL 0108-0942-81-0100000484 BANCARIBE 0114-0222-41-2220068717 EXTERIOR 0115-0052-80-1000983828 BOD 0118-0048-25-0006238983 BANESCO 0124-0067-90-0673011772 PLAZA 0138-0015-49-0150570457 FONDO COMUN 0151-0130-08-3000040480 DEL TESORO 0163-0217-19-2173002875 BICENTENARIO 0175-0319-71-0161032845 BNC 0191-0147-96-2100001922 DE: TRANSPORTE NP, C.A. RIF: J-31253674-8 PROVINCIAL 0108-0942-84-0100011028 CORBANCA 0121-0223-28-0105867810 BANESCO 0134-0067-96-0673043186 BICENTENARIO 0175-0319-72-0161032742	Bs 168,07	Bs 42.353,64

Detalles de

- ☐ Contado
☐ Crédito Días
☐ Cheque

Ejecutiva de Vtas Francis Bordones

Validez de la oferta

Subtotal	Bs 42.353,64
Flete	
Total Neto	Bs 42.353,64
ICSVM 12%	Bs 5.082,44
TOTAL	Bs 47.436,08

ANEXO F-3

[Presupuesto de Nuevas Cubiertas de Techo]



PRODUCTOS GALVANIZADOS CASTILLITO PROGALCA, C.A.

RIF: J-31253679-9

NIT: 0378014964

Cotización —

Cliente		Fecha	
Nombre	UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA- CAGUA	11-oct-11	
RIF:	V-000000000	Nº presupuesto	
Dirección	AV UNIV. CRUCE CON AV. GRAN MARISCAL CORINSA	Representante	ING. DAVID BRAVO
Ciudad	CAGUA Estado ARAGUA CP	Vendedor ext:	OFICINA
Teléfono			

Cantidad	Descripción	Precio unitario	TOTAL
192	PLACATECHO 1,5" CAL 24 0,60X1000X3900mm	Bs 394,52	Bs 75.747,84
192	PLACATECHO 1,5" CAL 24 0,60X1000X4550mm	Bs 460,28	Bs 88.373,76
94	TAPA DEBORDE DE 7,5 CM X 2,40 MTS	Bs 73,80	Bs 6.937,20
52	KILOS DE FIBRA DE POLIPROPILENO	Bs 80,00	Bs 4.160,00

DEPOSITAR A NOMBRE DE:

SERVICIO DE FLETE DEPOSITAR A NOMBRE DE :

PRODUCTOS GALVANIZADOS CASTILLITO, C.A.

RIF: J-31253679-9

BANESCO 0134-0067-93-0673043151

VENEZUELA 0102-0349-04-0000062705

EXTERIOR 0115-0052-83-1000991392

PROVINCIAL 0108-0942-84-0100010994

CORPBANCA 0121-0223-29-0105867829

BICENTENARIO 0158-0016-04-0161032739

CASA PROPIA 0410-0033-35-0331016611

TRANSPORTE NP, C.A.

RIF: L-31253679-9

BANESCO 0134-0067-96-0673043186

PROVINCIAL 0108-0942-84-0100011028

CORPBANCA 0121-0223-28-0105867810

BICENTENARIO 0158-0016-04-0161032742

Subtotal Bs 175.218,80

Flete

Total Neto Bs 175.218,80

ICSVM 12% Bs 21.026,26

TOTAL Bs 196.245,06

Detalles de

- ☐ Contado
☐ Crédito Dias
☐ Cheque

Ejecutiva de Vtas Francis Bordones

Validez de la oferta Calculada con dólar en la tasa vigente

ANEXO F-4

[Presupuesto de Nuevas Cubiertas de Techo y Remoción de Asbesto]



G.L.V. GRUPO LUVITEC VENEZUELA, C.A.

Nº RIF.: J-30735178-0

Página Nº: 1

Fecha: 05/12/2011

PRESUPUESTO Nº 0160-11

Obra: REMOCIÓN DE LÁMINAS DE ASBESTO CEMENTO CANAL 90, TRANSPORTE, DISPOSICIÓN FINAL DE LOS DESECHOS PELIGROSOS. SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE PANELES LUVITEC L-400 CALIBRE # 22 ACABADO NATURAL, SIN AISLANTE Y CANALES DE AGUAS DE LLUVIA EN ACERO GALVANIZADO CAL #22. UBICACIÓN: CAGUA, EDO. ARAGUA
PRESUPUESTO Nº 0160-11
ATENCIÓN: ING. DAVID BRAVO
TELEF.: 0416-347 79 88

Contrato Nº: UCVC0160

Propietario: UCV NUCLEO CAGUA

PARTIDA	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P.U.	TOTAL Bs
<u>REMOCION DE ASBESTO</u>					
1	S/C ELABORACION DE PROTOCOLOS Y EXAMENES MEDICOS PARA SER PRESENTADOS ANTE LA DIRECCION GENERAL DE SALUD AMBIENTAL.	S.G	1,00	15.870,00	15.870,00
2	S/C SUMINISTRO DEL PRODUCTO ASBEST-TEC, INCLUYE TRANSPORTE	M2	1.728,00	8,29	14.325,12
3	S/C DESMONTAJE DE LAMINAS DE ASBESTO CEMENTO CANAL 90, CUMBRERAS Y ALERO INCLUYE ALMACENAMIENTO TEMPORAL A PIE DE OBRA, EQUIPO DE SEGURIDAD SEGUN NORMAS VIGENTES, PESO ESTIMADO 25 KGR/M2	M²	1.728,00	189,73	327.853,44
4	S/C ADECUACION DE LAS LAMINAS DE ASBESTO CANAL 90, SELLADO EN BOLSAS ESPECIALES DE POLIETILENO INCLUYENDO EQUIPO DE SEGURIDAD SEGUN NORMAS VIGENTES, PESO ESTIMADO DE 25 KGR/M2	M²	1.728,00	60,98	105.373,44
5	S/C TRANSPORTE Y DISPOSICION FINAL DEL ASBESTO / CEMENTO EN RELLENO DE SEGURIDAD UBICADO EN MARACAIBO, EDO. ZULIA	TON	43,00	9.190,80	395.204,40
<u>NUEVA CUBIERTA L-400 CAL # 22</u>					
6	S/C SUMINISTRO DE PANEL PARA CUBIERTA DE TECHO LUVITEC L-400, EN ACERO GALVANIZADO NACIONAL CAL # 22. ESPESOR: 0.70 mm, ACABADO NATURAL, RECUBRIMIENTO G-60, EN PANELES DE ANCHO 0.305 Y ALTURA DE NERVIÓ 10 cms 4" INCLUYE CLIPS DE ANCLAJES Y TORNILLOS AUTOTALDRANTES.	M2	1.484,60	214,16	317.941,94
7	S/C SUMINISTRO DE REMATE EN ACERO GALVANIZADO NACIONAL CAL #24, ESPESOR 0.60 mm, ACABADO NATURAL.	ML	131,60	60,47	7.957,85
8	S/C INSTALACION DE PANEL TIPO L-400, CAL #22 PARA CUBIERTA DE TECHO	M2	1.478,40	89,92	132.937,73



G.L.V. GRUPO LUVITEC VENEZUELA, C.A.

Nº RIF.: J-30735178-0

Página Nº: 2

Fecha: 05/12/2011

PRESUPUESTO Nº 0160-11

Obra: REMOCIÓN DE LÁMINAS DE ASBESTO CEMENTO CANAL 90, TRANSPORTE, DISPOSICIÓN FINAL DE LOS DESECHOS PELIGROSOS. SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE PANELES LUVITEC L-400 CALIBRE # 22 ACABADO NATURAL, SIN AISLANTE Y CANALES DE AGUAS DE LLUVIA EN ACERO GALVANIZADO CAL #22. UBICACIÓN: CAGUA, EDO. ARAGUA
PRESUPUESTO Nº 0160-11
ATENCIÓN: ING. DAVID BRAVO
TELEF.: 0416-347 79 88

Contrato Nº: UCVC0160

Propietario: UCV NUCLEO CAGUA

PARTIDA	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P.U.	TOTAL Bs
9	S/C INSTALACION DE REMATES EN ACERO GALVANIZADO NACIONAL CAL #24	ML	131,60	121,74	16 020,98
	<u>CANALES DE AGUAS DE LLUVIA</u>				
10	S/C SUMINISTRO DE CANALES DE AGUAS DE LLUVIA EN ACERO GALVANIZADO CAL #22. INCLUYE ELEMENTOS DE FIJACION.	ML	192,00	206,26	39 601,92
11	S/C INSTALACION DE CANAL DE AGUAS DE LLUVIA EN ACERO GALVANIZADO CAL #22	ML	192,00	276,02	52 995,84
	<u>TRANSPORTES</u>				
12	S/C TRANSPORTE DE PANELES DE CUBIERTAS DE LA PLANTA A LA OBRA	VIAJE	2,00	6 210,00	12 420,00
13	S/C TRANSPORTE DE REMATES DE LA PLANTA A LA OBRA	VIAJE	1,00	3 450,00	3 450,00
14	S/C TRANSPORTE DE CANALES DE LA PLANTA A LA OBRA	VIAJE	1,00	3 450,00	3 450,00
15	S/C TRANSPORTE DE MATERIALES Y EQUIPOS	VIAJE	2,00	3 450,00	6 900,00

Total Bs: 1.452.302,66
(12,00 %) I.V.A.: 174.276,32
TOTAL GENERAL: 1.626.578,98

POR LUVITEC GTE. DE OPERACION

ING. ISMAEL PEREIRA

POR LUVITEC ANALISTA DE COSTOS.

T.S.U. M^{te} TERESA MARCANO



LUVITEC
VENEZUELA
G.L.V. GRUPO LUVITEC VENEZUELA C.A.
R.I.F. Nº J-30735178-0

POR LUVITEC GTE. DE VENTAS

ING. GABRIELA SOSA

Propietario:

UCV- NUCLEO CAGUA

ANEXO F-5

[Presupuesto de Nuevas Cubiertas de Techo (Alternativa Seleccionada)]

	INSTITUCIÓN: UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA - NÚCLEO INGENIERÍA - CAGUA AL: Sr. Alejandro Guillen PARA: PRESUPUESTO DE NUEVAS CUBIERTAS DE TECHO A LA: 01/01/2012	PRESUPUESTO FECHA:	28876
VENIBER C.A			12-2-12
Universidad Central de Venezuela Núcleo Ingeniería – Cagua Atencion: Ing. / Prof. Alejandro Guillen			
CUBIERTA VENIBER PANEL BC - 35mm NUCLEO UCV CAGUA - Estado Aragua			
		0244-4471505	0244-4472633
DE APROBAR EL PRESUPUESTO FAVOR EMITIR ORDEN DE COMPRA			Ing. Tibaire Valero

DESCRIPCIÓN	UND	CANT	PRECIO	TOTAL
SUMINISTRO DE:				
1.-Panel Veniber tipo BC, en AG cal 26. Nervado por arriba y perfilado por abajo, aislante poliuretano, espesor 35mm. Ancho útil 960mm. Acabado Liso. Sin Pintar.	M2	710.00	310.00	220,100.00
2.-Remate Frontal en AG cal 26. Sin Pintar. 148 Piezas de 2.40	ML	355.20	45.00	15,984.00
3.-Remate Lateral en AG cal 26. Sin Pintar. 8 Piezas de 2.40	ML	19.20	60.00	1,152.00
5.-Remate techo pared en AG cal 26. Sin Pintar. 100 Piezas de 2.40	ML	240.00	65.00	15,600.00
4.-Remate Cumbra en AG cal 26. Sin Pintar. 29 Piezas de 2.40	ML	69.60	82.00	5,707.20
5.-Remate Contra cumbra en AG cal 26. Sin Pintar. 21 Piezas de 2.40	ML	50.40	65.00	3,276.00
5.-Elementos de fijación.	UND	1,775.00	4.00	7,100.00
6.-Pintura en paneles cara interna, color azul.	M2	887.50	42.00	37,275.00
7.-Pintura en remate Frontal cara externa, color azul.	M2	78.14	42.00	3,282.05
8.-Pintura en remate Lateral cara externa, color azul.	M2	6.72	42.00	282.24
INSTALACION				
1.-Panel Veniber tipo BC	M2	710.00	80.00	56,800.00
2.-Remates Varios	ML	734.40	40.00	29,376.00
3.-Impermeabilizacion entre juntas	UND	1.00	7,100.00	7,100.00
NOTA: * Este presupuesto no incluye canales de agua. * Este presupuesto no incluye andamios ni equipos de elevación. * Este presupuesto no incluye gastos de sindicato.				
Entrega: CAGUA Estado ARAGUA				
La aprobación de este presupuesto indica la conformidad por parte del cliente			SUB-TOTAL:	403,034.49
			I.V.A 9%	36,273.10
			TOTAL	439,307.59

ANEXO F-6
[Presupuesto de Remoción de Asbesto]



Urb. Ind Carabobo. Novena Trasnversal Galpón Elimeca, detrás del C.C. Ara. Valencia
Tífs.: (0241) 832.38.20, 832.50.55 Fax: (0241)8320615 e-mail: centrolit@cantv.net. Página web: www.centrolit.com.ve,centrolit.valencia1@gmail.com
Rif: J-30031765-0

Valencia, 14 de Febrero de 2012

Ingeniero
DAVID BRAVO
Presente.-

Ref.: Cotización N° VCH-19811

Estimados Señores:

De acuerdo a lo solicitado, a continuación tenemos el agrado de presentarles nuestra oferta, por el desmontaje adecuación, transporte y disposición final para su obra de cambio de techo de asbesto ubicado en Cagua.

DESCRIPCION	CANTIDAD	UD	P.U. (Bs.)	TOTAL (Bs.)
Desmontaje, adecuación, transporte y disposición final de techo de asbesto canal 90	1,594.00	M2	210.00	334,740.00
SUB-TOTAL :				334,740.00
I.S.V.(12%):				40,168.80
TOTAL GEN.:				374,908.80

ANEXO F-7

[Presupuesto de Nuevas Cubiertas de Techo]



RIF.: J-30031765-0

Urb. Ind Carabobo. Novena Trasversal Galpón Elimeca, detrás del C.C. Ara. Valencia

Tlfs.: (0241) 832.38.20, 832.50.55 Fax: (0241) 8320615 e-mail: centrolit@cantv.net, centrolit.valencia1@gmail.com

Pag. Web: www.centrolit.com.ve

Valencia, 14 de Febrero de 2012

Ingeniero
DAVID BRAVO
Presente.-

Ref.: Cotización N° VCH-19911

Estimados Señores:

A continuación les presentamos oferta preliminar para el techo de su obra en Cagua-Edo. Aragua. Estamos cotizando Centrolam R-97, lámina canal trapezoidal con nervios de refuerzo y canal anti-sifón, ondas de 35 mm de alto, fabricado en acero Galvanizado calibre 26 (espesor promedio 0,45 mm) tipo G-90 color natural.

DESCRIPCION	Cantidad	Precio Bs.F.	Total Bs.F.
M2 Centrolam R-97 Galvanizado Natural cal. 26	1,594.00	85.57	136,398.58
Cajas ganchos galvanizados	31.00	180.00	5,580.00
M.L. Sistema de cumbreras (estimado)	96.00	125.00	12,000.00
M.L. Flashings desarrollo 0,20 mt. (estimado)			
MI de suministro de canales de agua de lluvia des 1,20 mts calibre 18	192.00	461.00	88,512.00
M2 Montaje techo Centrolam R-97	1,594.00	45.00	71,730.00
MI montaje de canales de agua de lluvia	192.00	308.00	59,136.00
Fletes, traslados	1,594.00	2.70	4,303.80
Subtotal			377,660.38
IVA (12 %)			45,319.25
TOTAL			422,979.63

ANEXO F-8

[Presupuesto de Nuevas Cubiertas de Techo]



Urb. Ind Carabobo. Novena Trasnversal Galpón Elimeca, detrás del C.C. Ara. Valencia
Tlfs.: (0241) 832.38.20, 832.50.55 Fax: (0241)8320615 e-mail: centrolit@cantv.net, centrolit.valencia1@gmail.com
Pag. Web: www.centrolit.com.ve

Valencia, 14 de Febrero de 2012

Ingeniero
DAVID BRAVO
Presente.-

Ref.: Cotización N° VCH-200

Estimados Señores:

A continuación les presentamos oferta preliminar para el techo de su obra en Cagua-Edo.Aragua. Estamos cotizando Centrolam R-97, lámina canal trapezoidal con nervios de refuerzo y canal anti-sifón, ondas de 35 mm de alto, fabricado en acero Galvalume calibre 26 (espesor promedio 0,48 mm) prepintado al horno color blanco. Galvalume es una acero protegido por una capa de aluminio-zinc, con las ventajas de que es más fresco y 2 a 3 veces más duradero que el acero galvanizado convencional.

DESCRIPCION	Cantidad	Precio Bs.F.	Total Bs.F.
M2 Centrolam R-97 Galvalume Blanco cal. 26	1,594.00	128.87	205,418.78
Cajas ganchos galvanizados	31.00	180.00	5,580.00
M.L. Sistema de cumbreras (estimado)	96.00	125.00	12,000.00
M.L. Flashings desarrollo 0,20 mt. (estimado)			
MI de suministro de canales de agua de lluvia des 1,20 mts calibre 18	192.00	461.00	88,512.00
M2 Montaje techo Centrolam R-97	1,594.00	45.00	71,730.00
MI montaje de canales de agua de lluvia	192.00	308.00	59,136.00
Fletes, traslados	1,594.00	2.70	4,303.80
Subtotal			446,680.58
IVA (12 %)			53,601.67
TOTAL			500,282.25

ANEXO F-9

[Presupuesto de Nuevas Cubiertas de Techo]



Urb. Ind Carabobo. Novena Trasversal Galpón Elimeca, detrás del C.C. Ara. Valencia

Tlfs.: (0241) 832.38.20, 832.50.55 Fax: (0241)8320615 e-mail: centrolit@cantv.net, centrolit.valencia1@gmail.com

Pag. Web: www.centrolit.com.ve

Valencia, 14 de Febrero de 2012

Ingeniero

DAVID BRAVO

Presente.-

Ref.: Cotización N° VCH-20111

Estimados Señores:

A continuación les presentamos nuestra oferta para el techo de su obra en Cagua. Estamos cotizando Centrolam SS50, techo con ondas de 2" de alto fabricado en acero galvanizado G-90 calibre 26. Centrolam SS50 es un techo moderno y atractivo, sin perforaciones y con el solape lateral cosido mecánicamente lo cual, unido a su alta onda de 2", le da gran seguridad contra filtraciones y una larga vida libre de mantenimiento.

DESCRIPCION	Cantidad	Precio Bs.F.	Total Bs.F.
M2 Centrolam SS50 Natural	1,594.00	135.00	215,190.00
ML Cumbresas	96.00	125.00	12,000.00
MI de suministro de canales de agua de lluvia des 1,20 mts calibre 18	192.00	461.00	88,512.00
M2 Montaje techo Centrolam SS50	1,594.00	50.00	79,700.00
MI montaje de canales de agua de lluvia	192.00	308.00	59,136.00
Fletes, traslados	1,594.00	3.30	5,260.20
Subtotal			459,798.20
IVA (12 %)			55,175.78
TOTAL			514,973.98

ANEXO F-10

[Presupuesto de Nuevas Cubiertas de Techo]



Urb. Ind Carabobo, Novena Trasnversal Galpón Elimeca, detrás del C.C. Ara. Valencia

Tlfs.: (0241) 832.38.20, 832.50.55 Fax: (0241)8320615 e-mail: centrolit@cantv.net, centrolit.valencia1@gmail.com

Pag. Web: www.centrolit.com.ve

Valencia, 14 de Febrero de 2012

Ingeniero

DAVID BRAVO

Presente.-

Ref.: Cotización N° VCH-20211

Estimados Señores:

A continuación les presentamos nuestra oferta preliminar por un techo aislado Centrolam. Estamos cotizando Centrolam AASS, techo con onda de 50 mm de altura, relleno de aislante (espesor total del panel 100 mm) y fabricado en lámina Galvanizada calibre 26 (0,45 mm) acabado natural. Este es un techo moderno, atractivo y duradero que aísla del ruido y del calor. Se instala a largo completo y la fijación se realiza sin perforar la lámina, para larga vida libre de mantenimiento.

DESCRIPCION	Cantidad	Precio Bs.F.	Total Bs.F.
M2 Centrolam AASS Galvanizado cal 26 Natural	1,594.00	320.00	510,080.00
M.L. Sistema de Cumbresas	96.00	125.00	12,000.00
MI de suministro de canales de agua de lluvia des 1,20 mts calibre 18	192.00	461.00	88,512.00
M2 Montaje techo Centrolam SS50	1,594.00	80.00	127,520.00
MI montaje de canales de agua de lluvia	192.00	308.00	59,136.00
Fletes, traslados	1,594.00	4.50	7,173.00
TOTAL			804,421.00
IVA (12%)			96,530.52
GRAN TOTAL			900,951.52

ANEXO G
PRESUPUESTOS DE SISTEMAS SOLARES FOTOVOLTAICOS (S.S.F.)

ANEXO G-1

[Presupuesto de Tubos LED]



SAG CONSTRUCCIONES Y SUMINISTROS, C.A.
RIF: J-29482306-8

OFERTA ECONÓMICA NRO. 20100852

Fecha: Valencia, 19 de septiembre de 2011

DATOS DEL CLIENTE

NOMBRE/RAZÓN SOCIAL:

RIF:

DOMICILIO FISCAL: :

PERSONA CONTACTO: DAVID BRAVO

TELÉFONOS: 0416-3477988

COTIZACIÓN

Ítem	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	TOTAL Bs.
1	Tubo LED SMD 17W T8 120cm AC 100-277V AC 60HZ	Und.	920	776,00	713.920,00
SUB-TOTAL					713.920,00
IVA (12%)					85.670,40
TOTAL					799.590,40

ANEXO G-2

[Presupuesto de S.S.F. Interconectado a la Red]



SAG CONSTRUCCIONES Y SUMINISTROS, C.A.
RIF: J-29482306-8

OFERTA COMERCIAL NRO. 20100853A

Fecha: Valencia, 20 de Septiembre de 2011

DATOS DEL CLIENTE

NOMBRE/RAZÓN SOCIAL:

RIF:

DOMICILIO FISCAL:

PERSONA CONTACTO: DAVID BRAVO

TELÉFONOS: 0416-3477988

COTIZACIÓN

Ítem	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	TOTAL Bs.
1	Sistema solar fotovoltaico interconectado a la RED compuesto por 480 paneles solares de 210Wp (Vatios pico) para una potencia de 90,72kWp. Dos torres de inversores (con 6 inversores c/u) de 42kW c/u. Para ser conectados a un voltaje de 208V o 277V AC 60Hz. A ser instalado en la azotea del hotel (Estimada en 800m ²).	Und.	1	6.343.440,00	6.343.440,00
4	Instalación	Und.	1	634.344,00	634.344,00
SUBTOTAL					6.977.784,00
IVA (12%)					837.334,08
TOTAL					7.815.118,08

ANEXO G-3

[Presupuesto de S.S.F. Independiente a la Red]



SAG CONSTRUCCIONES Y SUMINISTROS, C.A.
RIF: J-29482306-8

OFERTA COMERCIAL NRO. 20100853B

Fecha: Valencia, 20 de Septiembre de 2011

DATOS DEL CLIENTE

NOMBRE/RAZÓN SOCIAL:

RIF:

DOMICILIO FISCAL:

PERSONA CONTACTO: DAVID BRAVO

TELÉFONOS: 0416-3477988

COTIZACIÓN

Ítem	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	TOTAL Bs.
1	Sistema solar fotovoltaico independiente a la red compuesto por 60 paneles solares fotovoltaicos de 200Wp c/u, 3 controladores de carga MPPT 80A / 48V, 1 banco de baterías de 48V a 2200Ah C20, 2 inversores de onda senoidal pura de 48V a 220V AC 60Hz de 3000W c/u, estructura de soporte, conexiones y protecciones eléctricas.	Und.	1	1.050.713,42	1.050.713,42
4	Instalación	Und.	1	157.607,01	157.607,01
SUBTOTAL					1.208.320,44
IVA (12%)					144.998,45
TOTAL					1.353.318,89

ANEXO G-4

[Presupuesto de S.S.F. para Cargas de Iluminación y Computadoras]



Energías Alternativas: Solar y Eólica de Venezuela, S.A.

Urb. Los Caobos, Av. Buenos Aires, Edif. Kontiki, Piso 3, Oficina 5-A
Caracas - 1050, Distrito Capital
RIF.: J-31466020-9
Tel: +58-212-793.41.98
Fax: +58-212-793.97.58
www.energiasolardevenezuela.com - info@energiasolardevenezuela.com

Presupuesto

No. **20110919** -

EQUIPOS

Cliente SSFV PARA CARGAS DE ILUMINACION Y COMPUTADORAS DEL NUCLEO CAGUA-UCV

Razón Social: <u>David Bravo</u> Dirección: _____ Ciudad: _____ RIF/NIT: _____ Tel: <u>0416 3477988</u>	Fecha: <u>19/09/2011</u> Cond. de pago: <u>De contado</u> Entrega: <u>Caracas</u>
---	---

Cantidad	Descripción	Precio Unitario	TOTAL (BsF)
1.444	Módulos Fotovoltaicos ES-A-210-FA3, 210 Wp, 12VDC	4.462,71	6.444.153,24
91	Controlador de carga TS-60, 60 A	2.500,00	227.500,00
1.592	Batería AGM sellada, C ₂₀ : 100Ah, 12Vdc	2.340,00	3.725.280,00
14	Inversor 5kW, 48VDC/110-220VAC, onda pura	9.750,00	136.500,00

Datos de cuenta bancaria:

Titular: E.A.S.E.V., S.A.

Banco: Banesco

Número de Cuenta: 0134-0032-69-0321030858

Tipo de Cuenta: Corriente

SubTotal	10.533.433,24
I.V.A. (12%)	1.264.011,99
TOTAL (BsF.)	11.797.445,23

ANEXO G-5

[Presupuesto de S.S.F. para Cargas de Iluminación]



Energías Alternativas: Solar y Eólica de Venezuela, S.A.

Urb. Los Caobos, Av. Buenos Aires, Edif. Kontiki, Piso 3, Oficina 5-A

Caracas - 1050, Distrito Capital

RIF.: J-31466020-9

Tel: +58-212-793.41.98

Fax: +58-212-793.97.58

www.energiasolardevenezuela.com - info@energiasolardevenezuela.com

Presupuesto

No. **20110919** -

EQUIPOS

Ciente

SSFV PARA ALIMENTAR LAS CARGAS DE ILUMINACION DEL NUCLEO CAGUA-UCV

Razón Social: David Bravo

Dirección: _____

Ciudad: _____

RIF/NIT: _____

Tel: _____

0416 3477988

Fecha: 19/09/2011

Cond. de pago: De contado

Entrega: Caracas

Cantidad	Descripción	Precio Unitario	TOTAL (BsF)
984	Módulos Fotovoltaicos ES-A-210-FA3, 210 Wp, 12VDC	4.462,71	4.391.306,64
62	Controlador de carga TS-60, 60 A	2.500,00	155.000,00
1.080	Batería AGM sellada, C ₂₀ : 100Ah, 12Vdc	2.340,00	2.527.200,00
8	Inversor 5kW, 48VDC/110-220VAC, onda pura	9.750,00	78.000,00

Datos de cuenta bancaria:

Titular: E.A.S.E.V., S.A.

Banco: Banesco

Número de Cuenta: 0134-0032-89-0321030858

Tipo de Cuenta: Corriente

SubTotal 7.151.508,64

I.V.A. (12%) 858.180,80

TOTAL (BsF.) 8.009.687,44

ANEXO H
PRESUPUESTOS CANALES DE AGUAS DE LLUVIAS

DUCTOS Y SERVICIOS INDUSTRIALES MARTINEZ MARTINEZ C.A

RIF: J-30827854-8

Caracas 10 de Abril de 2012

Atención

Sr. David Bravo

Presente.

Por medio de la presente tenemos el agrado de someter a su consideración el presupuesto general de suministro e instalación de Canales de recolección de aguas de lluvia de acuerdo al plano adjunto a este presupuesto:

Descripción	CANT	PRECIO UNITARIO	TOTAL
TRABAJOS PRELIMINARES			
SUMINISTRO E INSTALACION CANALES DE RECOLECCION DE AGUAS DE LLUVIA, ELABORADAS EN LAMINAS GALVANIZADAS DE CALIBRE 22MM, INCLUYE ANCLAJE A PAREDES EXTERNAS DEL CONJUNTO, UNION CON REMACHE Y SELLOS DE IPANCRIL DE ALTA RESISTENCIA, INCLUYE BAJANTES CADA 8 METROS. VER DISEÑO 1	192 MTS	450 Bs	86.400,00
TOTAL PRESUPUESTO			86.400
TIEMPO DE DURACION: 8 DIAS HABILES			
PRECIO NO INCLUYE IVA			

Ubicación: CAGUA ESTADO ARAGUA. Los precios fijados en el presupuesto de obras le serán mantenidos por 15 días hábiles, el precio aquí detallado no incluye I.V.A.

De ser aprobado por usted, debe dirigirse a nuestras oficinas administrativas a fin de protocolizar el respectivo contrato de obra privado, recordándole que al momento de la firma en nuestras oficinas debe presentar un cheque no endosable a favor de DUCTOS Y SERVICIOS INDUSTRIALES MARTINEZ MARTINEZ C.A. por el 60% del monto total del presupuesto anexo.

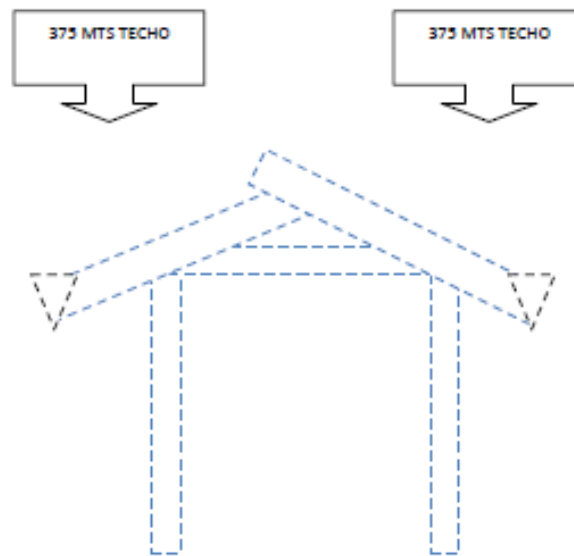
DUCTOS Y SERVICIOS INDUSTRIALES MARTINEZ MARTINEZ C.A

Atte.

ANGGELO MARTINEZ
GERENTE GENERAL
0424-1797645

DISEÑO 1

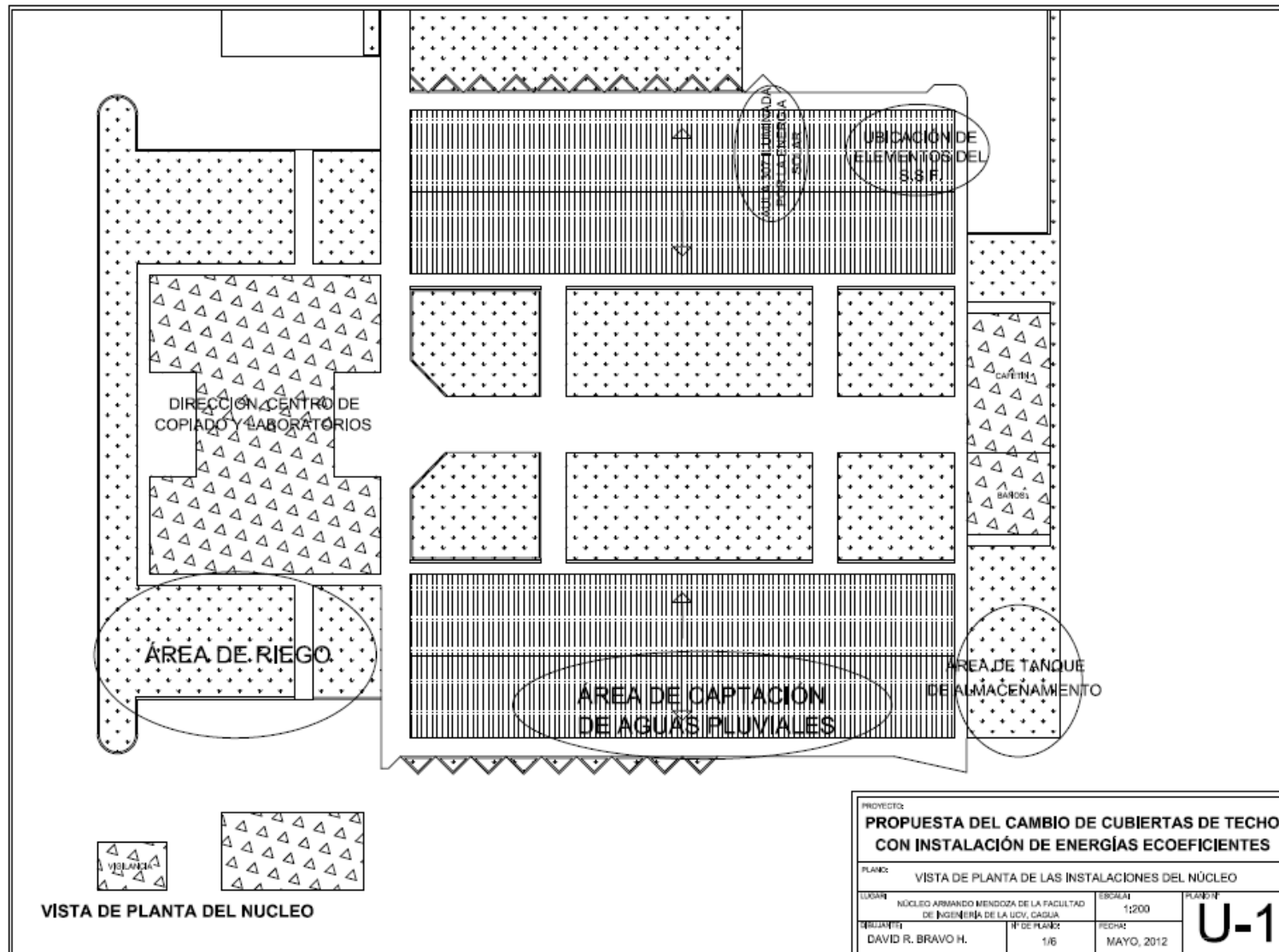
CANAL INDUSTRIAL



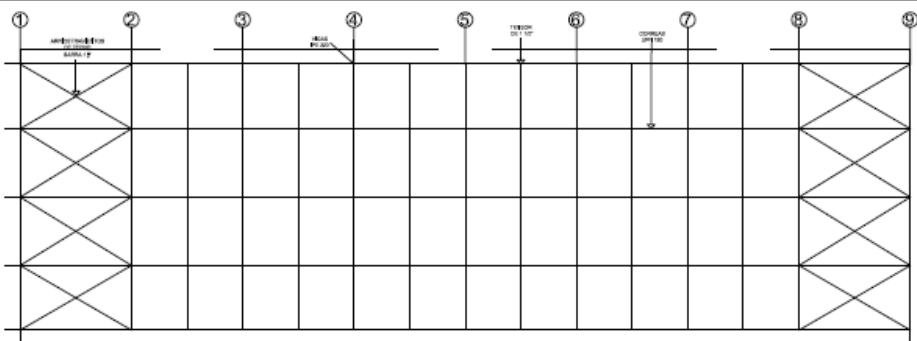
AREA DE CAPTACION DE LLUVIA: 750 MTS 2 DIVIDIDO EN 2 AGUAS
CANAL DISEÑANDA PARA ACOGER EL CAUDAL RESULTANTE DE AGUA,
MEDIDAS, 3"X10"X10"X2"

ANEXO I
PLANOS

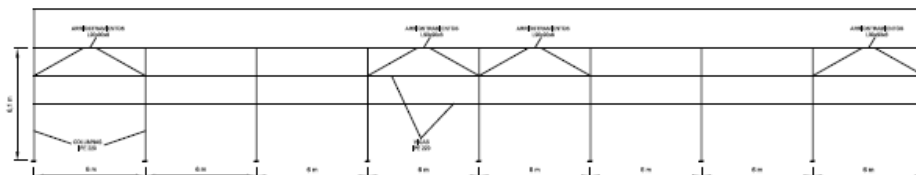
ANEXO I-1
[Vista de Planta de las Instalaciones del Núcleo]



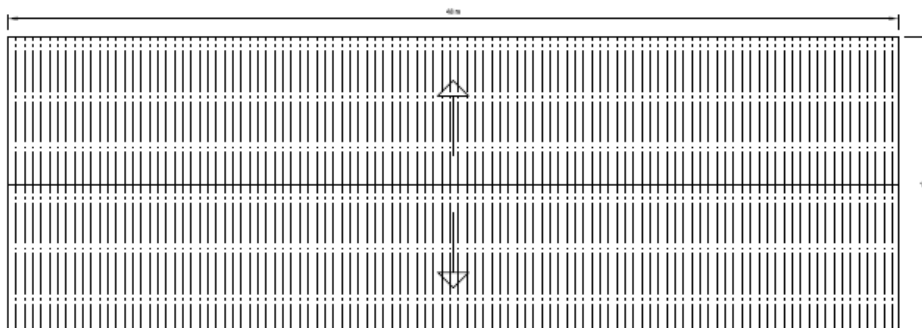
ANEXO I-2
[Detalle de Estructuras de los Galpones]



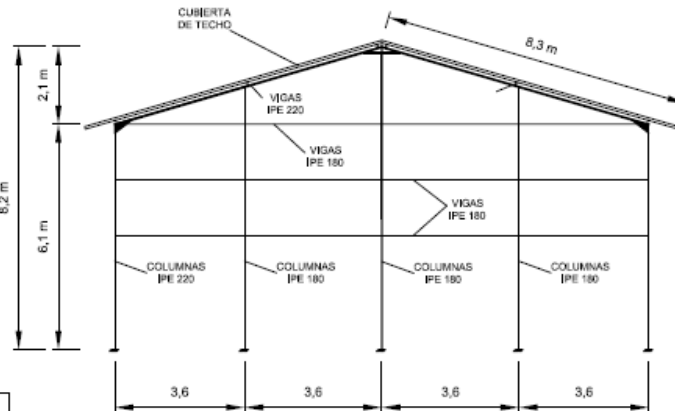
ESTRUCTURA DE ACERO DEL TECHO VISTA PLANTA
ESCALA 1:100



**VISTA LONGITUDINAL
DETALLE DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES**
ESCALA 1:100



VISTA DEL TECHO
ESCALA 1:100



**VISTA TRANSVERSAL
ELEM. ESTRUCTURALES**
ESCALA 1:50

PROYECTO:
**PROPUESTA DEL CAMBIO DE CUBIERTAS DE TECHO
CON INSTALACIÓN DE ENERGÍAS ECOEFICIENTES**

PLANO:
DETALLE DE ESTRUCTURA DE LOS GALPONES

LUGAR:
NÚCLEO ARMANDO MENDOZA DE LA FACULTAD
DE INGENIERÍA DE LA UCV, CAGUA

ESCALA:
VARIAS

PLANO N°

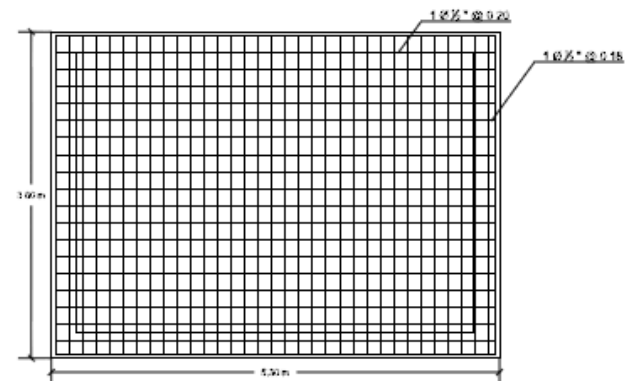
DIBUJANTE:
DAVID R. BRAVO H.

N° DE PLANO:
2/6

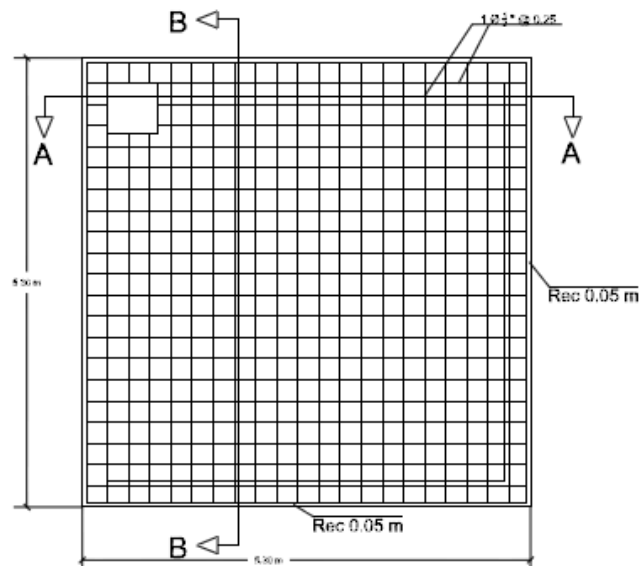
FECHA:
MAYO, 2012

E-1

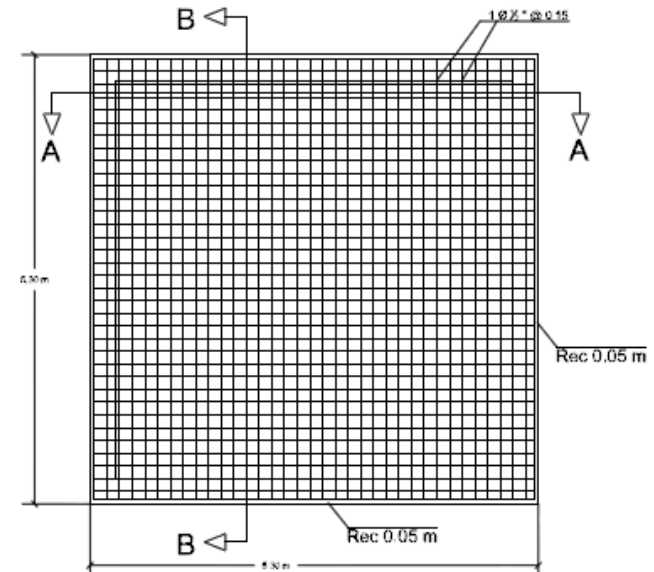
ANEXO I-3
[Detalle del Acero de Refuerzo del Tanque de Almacenamiento de
Aguas Pluviales]



DETALLADO DEL ACERO DE REFUERZO DE LAS PAREDES DEL TANQUE



DETALLADO DEL ACERO DE REFUERZO DE LA TAPA TANQUE



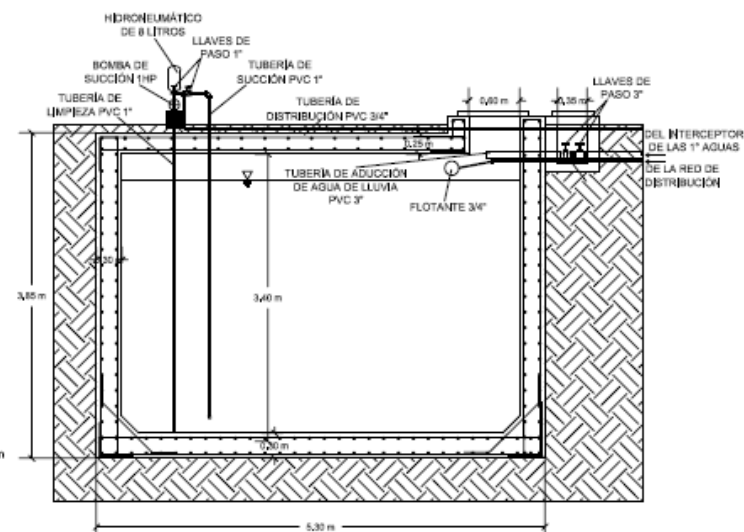
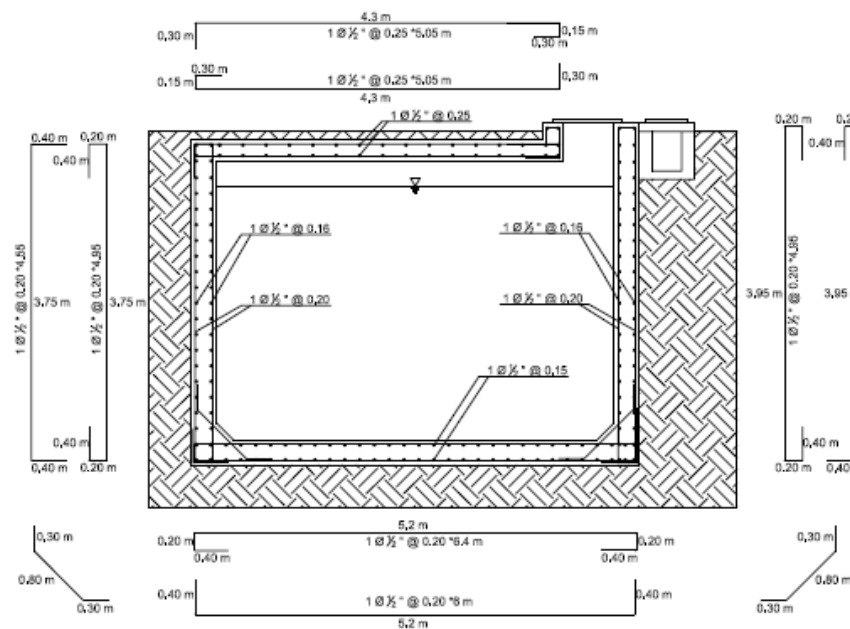
DETALLADO DEL ACERO DE REFUERZO DEL FONDO DEL TANQUE

PROYECTO			
PROPUESTA DEL CAMBIO DE CUBIERTAS DE TECHO CON INSTALACIÓN DE ENERGÍAS ECOEFICIENTES			
PLANO:		DETALLE DEL ACERO DE REFUERZO DEL TANQUE DE ALMACENAMIENTO DE AGUAS PLUVIALES	
LUGAR:	NÚCLEO ARMANDO MENDOZA DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA DE LA UCV, CAGUA	ESCALA:	1:50
DISEÑANTE:	DAVID R. BRAVO H.	Nº DE PLANOS:	3/8
		FECHA:	MAYO, 2012

E-2

ANEXO I-4

[Corte A-A del Tanque de Almacenamiento de Aguas Pluviales]

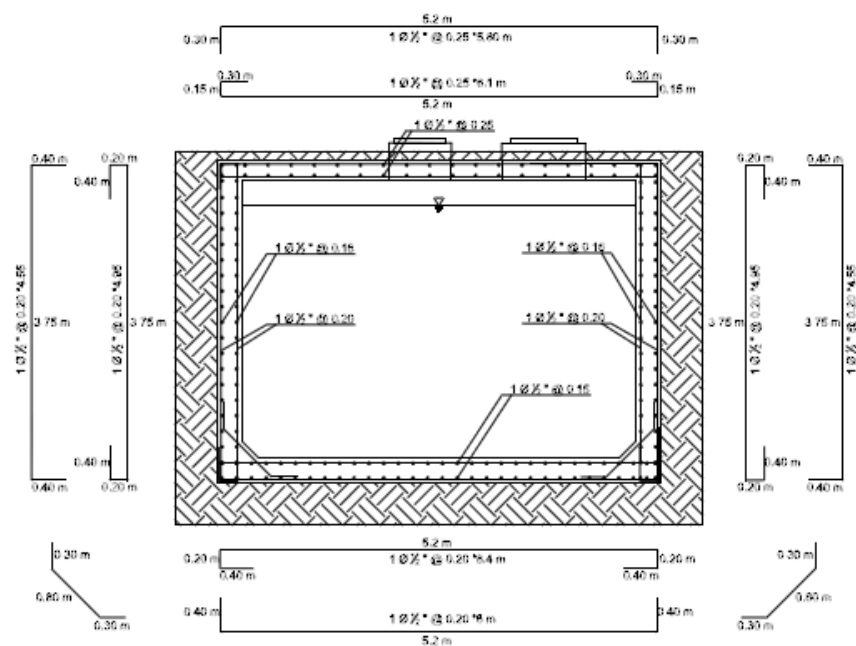


PROYECTO:		
PROPUESTA DEL CAMBIO DE CUBIERTAS DE TECHO CON INSTALACIÓN DE ENERGÍAS ECOEFICIENTES		
PLANO:		
CORTE A-A DEL TANQUE DE ALMACENAMIENTO DE AGUAS PLUVIALES		
LUGAR:	NÚCLEO ARMANDO MENDOZA DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA DE LA UCY, CAGUA	ESCALA: 1:50
DIBUJANTE:	DAVID R. BRAVO H.	FECHA: MAYO, 2012
Nº DE PLANO:	4/6	

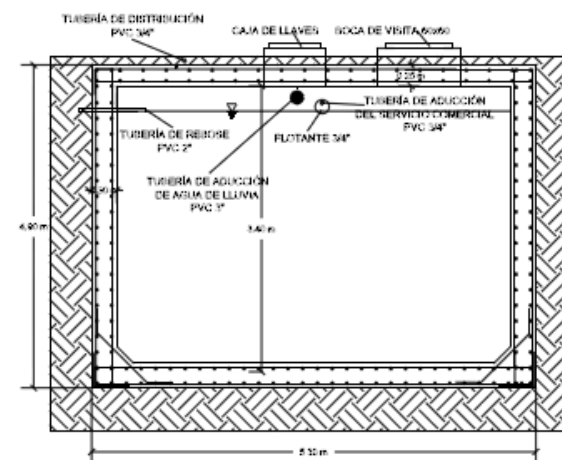
E-3

ANEXO I-5

[Corte B-B del Tanque de Almacenamiento de Aguas Pluviales]



**CORTE B-B
DETALLADO DEL ACERO DE REFUERZO DEL TANQUE**



**CORTE B-B
DETALLADO DE LOS ELEMENTOS DEL TANQUE**

PROYECTO:			
PROPUESTA DEL CAMBIO DE CUBIERTAS DE TECHO CON INSTALACIÓN DE ENERGÍAS ECOEFICIENTES			
PLANO:			
CORTE B-B DEL TANQUE DE ALMACENAMIENTO DE AGUAS PLUVIALES			
LUGAR:	NÚCLEO ARMANDO MENDOZA DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA DE LA UCV, CAGUA	ESCALA:	1:50
DISEÑANTE:	DAVID R. BRAVO H.	Nº DE PLANO:	5/6
		FECHA:	MAYO, 2012

E-4

ANEXO I-6
[Red de Aducción y Distribución de Aguas Pluviales]

