

TRABAJO ESPECIAL DE GRADO

**EVALUACION DE ENERGIAS RENOVABLES EN VENEZUELA
APLICADAS A LAS ESTACIONES RADIO BASES MOVILNET**

Presentado ante la Ilustre
Universidad Central de Venezuela
Por el Ing. Reinaldo A. Valbuena C.
Para optar al Título de Especialización en Sistemas de Potencia

Caracas, 2010

TRABAJO ESPECIAL DE GRADO

**EVALUACION DE ENERGIAS RENOVABLES EN VENEZUELA
APLICADAS A LAS ESTACIONES RADIO BASES MOVILNET**

TUTOR ACADEMICO: Prof. Alexander Cepeda

TUTOR INDUSTRIAL: Ing. Jesús Diez

Presentado ante la Ilustre
Universidad Central de Venezuela
Por el Ing. Reinaldo A. Valbuena C.
Para optar al Título de Especialización en Sistemas de Potencia

Caracas, 2010

DEDICATORIA

Este nuevo objetivo alcanzado con perseverancia y dedicación se lo dedico a mi Abuela Petra Sofía, ya que estoy seguro que estará orgullosa de este nuevo logro ya que de ella solo aprendí a estar en una constante mejora y superación tanto personal como académica para ser un ser humano con principios morales bien fundamentados.

Adicionalmente este proyecto se lo dedico a mi hijo Ricardo Ignacio, un Angelito que me envió Dios para darme alegría y trasmitirme una ternura que solo un Padre puede comprender, mi hijo me da la fuerza día tras día a superarme y buscar ser el mejor en mi área de manera de poderle brindar la mejor calidad de vida posible y poderle brindar todas las comodidades que yo recibí de mis padres y hacerlo un hombre de bien.

AGRADECIMIENTOS

Primero que nada quiero agradecerle a Dios por guiarme en este camino el cual se me presentaron una serie de obstáculos y dificultades que con su apoyo supe sortearlas y salir airoso de las mismas para poder alcanzar este nuevo objetivo académico dentro mi carrera profesional.

Así mismo agradezco al personal docente de la Escuela de Ingeniería Eléctrica, que con mística y trabajo me dictaron cada una de las asignaturas que curse durante la especialización, dentro del cual hago un reconocimiento especial al Prof. Alexander Cepeda por ser el Tutor de mi proyecto de grado. Así mismo y no menos importante a la Asistente de la oficina de Postgrado la Sra. Gipsy, la cual en todo momento me oriento en cada uno de los trámites administrativos siempre con paciencia y dedicación.

Por último a mi querida madre la cual siempre me apoyo y sobre todo me motivo en la última parte de la carrera donde tuve ciertos traspiés pero con su motivación continúe adelante.

Valbuena C. Reinaldo A.

**EVALUACION DE ENERGIAS RENOVABLES EN VENEZUELA
APLICADAS A LAS ESTACIONES RADIO BASES MOVILNET**

**Tutor Académico; Prof. Alexander Cepeda. Tutor Industrial: Jesús Diez. Tesis.
Caracas, UCV. Facultad de Ingeniería. Escuela de Ingeniería Eléctrica. Opción:
Especialización en Sistemas Eléctricos de Potencia. Año 2010**

Palabras Claves: Generación; Radiobase; Implementación.

Resumen.

Se presenta la evaluación, resultados y análisis de la implementación de las Energías Renovables (Solar y Eólico) para ser aplicadas en las estaciones Radiobases Movilnet que operan bajo las tecnologías CDMA y GSM. También se realiza una comparación y análisis de la factibilidad económica de los Sistemas de Generación de Energía Renovable con respecto a los Sistemas Convencionales que permite establecer un criterio objetivo de selección.

ÍNDICE GENERAL

Dedicatoria.....	iii
Agradecimientos	iv
Resumen.....	v
Índice General.....	vi
Índice de Figuras.....	ix
Índice de Tablas	xii
Índice de Fotografías.....	xiv
Índice de Gráficos	xv

CAPÍTULO I: Introducción

1.1 Antecedentes.....	1
1.2 Planteamiento del problema.....	3
1.3 Objetivos.....	4
1.3.1 OBJETIVO GENERAL.....	4
1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	4
1.4 Metodología.....	5

CAPÍTULO II: Marco Teórico

2.1 Sistemas Fotovoltaicos.....	7
2.1.1 COMPONENTES DEL SISTEMA FOTOVOLTAICO	8
2.1.1.1 <i>Modulo Solar Fotovoltaico PV</i>	8
2.1.1.2 <i>Caja de Unión de Celdas Solares</i>	13

2.1.1.3	<i>Controlador Solar</i>	14
2.1.1.4	<i>Banco de Baterías de Almacenaje</i>	16
2.1.1.5	<i>Mantenimiento de Paneles Fotovoltaicos y Baterías</i>	17
2.1.2	Método Para Cálculo De Paneles Fotovoltaicos.....	18
2.2	Sistemas Eólicos	27
2.2.1	COMPONENTES DEL SISTEMA EÓLICO	30
2.2.1.1	<i>Turbina de Viento</i>	31
2.2.1.2	<i>Soporte de Turbina de Viento (Torre Venteada)</i>	32
2.2.1.3	<i>Controlador Turbina de Viento</i>	33
2.2.1.4	<i>Mantenimiento de Turbina Eólica</i>	34
2.3	Parámetros Climáticos Básicos en Estaciones eólico-solares.....	34
2.4	Confiabilidad en Sistemas de Generación.	37
2.5	Homer (Hybrid Optimization Model for Electric Renewables)	40
2.6	Aspectos Básicos de Economía	43
2.7	Fundamentos en la Dirección de Proyectos.....	46

CAPÍTULO III: Descripción del Sistema Bajo Estudio

3.1	Ubicación y Condiciones Climáticas de las Estaciones radiobases.....	50
3.2	Ubicación Geográfica de las Radiobases y sus Condiciones Ambientales....	55
3.3	Cargas Actuales de las radiobases	73
3.4	Adecuación de los Consumos Energéticos en las radiobases	74
3.5	Características Técnicas, Cálculos y Dimensionamiento	76
3.5.1	PANELES SOLARES	76
3.5.2	AEROGENERADORES	85
3.6	Conexión de las Baterías al Sistema de Generación.....	87

3.7	Confiabilidad del Sistema.....	91
3.8	Diagramas Unifilares del Sistema eólico-solar.....	95

CAPÍTULO IV: Estudio de Factibilidad Económica

4.1	Costos Anuales de Generación, Sistema actual y propuesto	102
4.2	Análisis Económico de RadioBases en Estudio.....	110
4.2.1	ERB LOS TESTIGOS	112
4.2.2	ERB KAMARATA BOLÍVAR	117
4.3	Relación de Métodos entre SIstemas de Generación.....	122
4.4	Estandarización de las radiobases a Nivel Nacional.....	130
4.5	Estudio de la Dirección del Proyecto de Energía Alternativa.....	133

CAPÍTULO V: Conclusiones y Recomendaciones

5.1	Conclusiones.....	135
5.2	Recomendaciones	138
	Referencias Bibliográficas	139
	Fuentes Bibliográficas	141

ANEXOS

Anexo A: Planos de las ocho (08) Estaciones Radiobases en Estudio

Anexo B: Manuales de Componentes de Sistemas Eólicos - Solares

INDICE DE FIGURAS

FIGURA 1. Esquema de Sistema de Energía Fotovoltaico	8
FIGURA 2. Componentes de Celda Fotovoltaica	9
FIGURA 3. Curva de la Función I-V con la Energía Solar Recibida.....	10
FIGURA 4. Curva de la Función I-V con la Temperatura	10
FIGURA 5. Tipos de Células Fotovoltaicas	11
FIGURA 6. Bases y Soportes de Paneles Solares.....	12
FIGURA 7. Caja de Unión de Paneles Solares.....	13
FIGURA 8. Controlador Solar.....	15
FIGURA 9. Estados de Carga de las Baterías de plomo-acido.....	16
FIGURA 10. Baterías VRLA de Gel y Contenedor outdoor	17
FIGURA 11. SOFTWARE Sistemas Foto Galvánicos.....	26
FIGURA 12. Rendimiento Aerogenerador en Función al Número de Palas.....	28
FIGURA 15. Esquema de Sistema de Energía eólico-solar	30
FIGURA 16. Turbina de Viento	31
FIGURA 17. Esquema de Turbina Eólica con Soporte	32
FIGURA 18. Controlador Eólico.....	33
FIGURA 19. Curva de Parámetro de Incidencia Solar Pico.....	35
FIGURA 20. Variación de la Velocidad Promedio los Vientos y Rosa de los Vientos en la Isla de la Orchila entre los Años 1988-1989.....	37
FIGURA 21. Software HOMER.....	42
FIGURA 22. Diagrama de Barras (GANTT)	48
FIGURA 23. Ubicación de las ERB Escogidas en Venezuela	52

FIGURA 24. Potencial de Energía Solar y Eólica en Venezuela	53
FIGURA 25. DIstribución de Potencial EÓLICO-SOLAR en Venezuela	53
FIGURA 26. Diseño de un Sistema de Generación híbrido (solar-eólico-motor)	88
FIGURA 27. Diseño de un Sistema de Generación híbrido (solar-motogenerador).....	89
FIGURA 28. Diseño de un Sistema de Generación híbrido (eólico - motogenerador).....	89
FIGURA 29. Variación de la Reserva de Baterías ante la Peor Condición de Carga (4 días).....	91
FIGURA. 30. Método de los Cortes Mínimos	134
FIGURA. 31. Diagrama de Barras y/o Gantt los testigos	134
FIGURA 32. PLANO 1: Isla los Monjes Dependencias Federales	ANEXO A-1
FIGURA 33. PLANO 2: Archipiélago Isla de Aves Dependencias Federales	ANEXO A-2
FIGURA 34. PLANO 3: La Tortuga, Dependencias Federales.....	ANEXO A-3
FIGURA 35. PLANO 4: Los Testigos, Dependencias Federales.....	ANEXO A-4
FIGURA 36. PLANO 5: Buena Vista del Meta, Estado Apure	ANEXO A-5
FIGURA 37. PLANO 6: Hacienda Las Culatas, Estado Apure	ANEXO A-6
FIGURA 38. PLANO 7: Maroa, Estado Amazonas	ANEXO A-7
FIGURA 39. PLANO 8: Kamarata, Estado Bolívar.....	ANEXO A-8
FIGURA 40. Modem Satelital de Redescom.....	ANEXO B-1
FIGURA 41. Características Modem REDESCOM.....	ANEXO B-2
FIGURA 42. Bateria de GEL.....	ANEXO B-3
FIGURA 43. Curvas de Carga y Descarga Bateria de GEL	ANEXO B-4

FIGURA 44. Inversor DC/AC para modem satelital.....	ANEXO B-5
FIGURA 45. Paneles Solares suntech	ANEXO B-6
FIGURA 46. Curva de Carga y Descarga de Paneles Solares SUNTECH.....	ANEXO B-7
FIGURA 47. Turbina Eólica.....	ANEXO B-8
FIGURA 48. Equipo Minishelter con Rectificador AC/DC Huawei.....	ANEXO B-9
FIGURA 49. Especificaciones Tecnicas MINISHELTER Huawei.....	ANEXO B-10
FIGURA 50. Luz de Baliza Solar	ANEXO B-11
FIGURA 51. Especificaciones Técnicas Luz de Baliza Solar	ANEXO B-12
FIGURA 52. Motogeneradores GENESAL.	ANEXO B-13
FIGURA 53. Especificaciones Técnicas Motogeneradores GENESAL	ANEXO B-14

INDICE DE TABLAS

TABLA 1. Parámetros de Bancos de Baterías VRLA de Gel	22
TABLA 2. Clasificación de los Vientos según su Potencial Eólico	29
TABLA 3. Clasificación de los Vientos según su Velocidad	29
TABLA 4. Escenarios de Falla en Dos Situaciones	40
TABLA 5. Estimación Promedio de Demanda de las Cargas en Radio Bases	73
TABLA 6. Consumo para Sistema Alternativo de Energía Eólico-Solar	76
TABLA 7. Parámetros de Celda Fotovoltaica	77
TABLA 8. Parámetros de Controlador Solar	77
TABLA 9. Resumen de Resultados Paneles Solares	84
TABLA 10. Parámetros de la Turbina de Viento	84
TABLA 11. Parámetros de Soportes de Turbina de Viento	86
TABLA 12. Método de los Cortes Mínimos	92
TABLA 13. Presupuesto Sistema de Generación Alternativo Componente Externo	105
TABLA 14. Presupuesto Sistema de Generación Alternativo Componente Interno	106
TABLA 15. Presupuesto de Transferencia Tecnológica	106
TABLA 16. Premisas Macroeconómicas de la Inflación y Devaluación	107
TABLA 17. Premisas Macroeconómicas de la Inflación y Devaluación Real ...	108
TABLA 18. Tabulador de Precios de Sistema Convencional	110
TABLA 19. Tabulador de Precios de Sistema Alternativo	111
TABLA 20. Estimación Financiera Convencional para Isla los Testigos	114

TABLA 21. Estimación Financiera Eólico-Solar con Motogenerador de 50kVA Isla los Testigos.....	115
TABLA 22. Estimación Financiera Eólico-Solar con Motogenerador de 10kVA Isla los Testigos	116
TABLA 23. Estimación Financiera Eólico-Solar sin Motogenerador Isla los Testigos.....	117
TABLA 24. Estimación Financiera Convencional para Kamarata.....	119
TABLA 25. Estimación Financiera Solar con Motogenerador de 50kVA Kamarata	120
TABLA 26. Estimación Financiera Solar con Motogenerador de 10kVA Kamarata	121
TABLA 27. Estimación Financiera Solar sin Motogenerador Kamarata.....	122
TABLA 28. Relaciones Costos Sistemas de Generación Los Testigos y Kamarata	123
TABLA 29. Comparación de Precios de Inversión Durante 5 Años (escenario 1 y 2) con Motor 50kVA	124
TABLA 30. Comparación de Precios de Inversión Durante 5 Años (escenario 1 y 2) con Motor 10kVA	125
TABLA 31. Comparación de Precios de Inversión Durante 5 Años (escenario 1 y 3) con Motor 50kVA	126
TABLA 32. Comparación de Precios de Inversión Durante 5 Años (escenario 1 y 2) con Motor 10kVA.....	127
TABLA 33. Comparación de Precios de Inversión Durante 5 Años (escenario 1 y 4).....	128
TABLA 35. Resultados Económicos software homer	130

INDICE DE FOTOS

FOTO 1. Estaciones Eólico - Solares en Zona Costera	12
FOTO 2. Estaciones Solares en Zona Áridas	12
FOTO 3. Ejemplo de Caja de Unión Solar	13
FOTO 4. Ejemplo de Contenedores de Bancos de Baterías	17
FOTO 5. Ejemplo de Turbina Eólica en Zona Costera.....	33
FOTO 6. Isla Los Monjes, Estación Radio Base Actual CDMA Satelital y Muelle.....	56
FOTO 7. Isla de Aves, Estación Radio Base CDMA Satelital y Plataforma Armada	58
FOTO 8. Isla La Tortuga	60
FOTO 9. Isla La Tortuga, Visión Aérea y Puesto de la Fuerza Armada.....	60
FOTO 10. Isla Los Testigos, Visión Aérea y Puesto de la Fuerza Armada	62
FOTO 11. Isla Los Testigos, Casa de la Fuerza Armada.....	62
FOTO 12. Buena Vista Del Meta, Puesto Fronterizo Guardia Nacional.....	64
FOTO 13. Buena Vista Del Meta, Estación Radio Base Actual CDMA Satelital.....	64
FOTO 14. Las Culatas Apure, Ubicación Estación Radio Base CDMA Y GSM.....	66
FOTO 15. Acceso a la Estación Hacienda Las Culatas	67
FOTO 16. Maroa Amazonas, Estación Radio Base Actual CDMA.....	68
FOTO 17. Maroa Amazonas, Vista Estación Y Puesto Guardia Nacional.....	69

FOTO 18. Pueblo Indígena Kamarata	70
FOTO 19. Vista de Pista de Aterrizaje y Comunidad Indígena.....	71
FOTO 20. Central Hidroeléctrica 60 kVA de Comunidad Kamarata.....	72

INDICE DE GRÁFICOS

GRÁFICO 1. Gráfica Comparativa de Sistemas de Generación Los Testigos con Motor de 50kVA.....	123
GRÁFICO 2. Gráfica Comparativa de Sistemas de Generación Los Testigos con Motor de 10kVA.....	124
GRÁFICO 3. Gráfica Comparativa de Sistemas de Generación Kamarata con Motor de 50kVA	125
GRÁFICO 4. Gráfica Comparativa de Sistemas de Generación Kamarata con de Motor de 10kVA.....	126
GRÁFICO 5. Gráfica Comparativa de Sistemas de Generación Los Testigos sin Motor	127
GRÁFICO 6. Gráfica Comparativa de Sistemas de Generación Kamarata sin Motor	128

LISTA DE SÍMBOLOS Y ABREVIATURAS

CDMA	Acceso múltiple por división de código
GSM	Sistema Global para las Comunicaciones Móviles
UMTS	Sistema Universal de Telecomunicaciones Móviles
BTS	Estación base de telefonía móvil
DBS	Difusión Directa Satelital
V	Unidad de Tensión eléctrica (Volt)
Prime	Permanente
Stand By	Respaldo
Ah	Ampere Hora
USD	Dólares Americanos
VRLA	Válvula Reguladora de Escape de Gases Ácidos
AGM	Conglomerado de Alfombrilla Vitrosa
A	Unidad de corriente eléctrica (Ampere)
TUV	Normas Medioambientales Alemanas
UL	Underwriters Laboratories (Normas de Seguridad)
CE	Conformidad europea (Normas Europeas Calidad)
IEC	Comisión Eléctrica Nacional
°C	Grados Centígrados
ANSI	Instituto Americano de Estándares
Circuito Breaker	Interruptor
F	Frecuencia del Sistema eléctrico
Fp	Factor de potencia
Hz	Unidad de Frecuencia (Hertz)
PCL	Fusible Limitador de Corriente
ISO	Organización de Estándares Internacionales
kV	Unidad de Voltaje (kilo Volt)
kVA	Unidad de Potencia Aparente (kilo Volt-Ampere)
kVAR	Unidad de Potencia Reactiva (kilo Volt-Ampere Reactivo)

kW	Unidad de Potencia Activa (Kilo Watt)
MVA	Unidad de Potencia Aparente (Mega Volt-Ampere)
MVAR	Unidad de Potencia Reactiva (Mega Volt- Ampere Reactivo)
MW	Unidad de Potencia Activa (Mega Watt)
Q	Potencia Reactiva (k VAR, MVAR)
R	Resistencia Eléctrica
NASA	Administración Nacional de Aeronáutica y del Espacio
η_i	Eficiencia de los elementos que operan en corriente alterna.
Np	Número de Paneles Solares conectados en Paralelo
Ns	Número de Paneles Solares conectados en Serie
P	Potencial Total cargas en Corriente Continua DC (W)
T	Tiempo de Operación por día de las cargas (h)
Vavg	Voltaje Promedio del Controlador Solar (V)
Ipv	Corriente de Operación de un Modulo Solar (A)
Tmin	Indecencia Promedio del peor mes del año (h)
Ks	Perdidas del Sistema
η_b	Eficiencia de absorción del Banco de Baterías
Npv	Número de Paneles Solares
Cb	Capacidad de la Batería
D	Días de Respaldo (Días)
Vb	Voltaje de Operación de la Batería (V)
DOD	Porcentaje de Descarga Profunda
Kb	Coefficiente de capacidad de la Batería
ERB	Estación Radio Base
HSP	Hora Solar Pico
L	Litro
UND	Unidades
SG	Suma Global

CAPÍTULO I

INTRODUCCION

1.1 ANTECEDENTES

Hoy en día existen diversas fuentes de energía alternativa que en general intentan resolver la problemática de generar electricidad manteniendo limitado su efecto contaminante y que además puedan emplearse en lugares geográficamente remotos donde no es posible o resulta sumamente costoso realizar un tendido de líneas de transmisión para poder llevar el servicio eléctrico. Algunas de estas fuentes de energía emplean recursos naturales como el viento, el sol entre otros, para obtener la energía eléctrica.

Actualmente según las nuevas políticas del estado venezolano, donde se quiere electrificar regiones remotas con poblaciones desde 500 habitantes, así como en sitios más poblados pero con serias deficiencias en la prestación de dicho servicio, se presentan problemas de suministro de energía por parte de las compañías de servicio eléctrico nacional ya sea por las distancias, condiciones topográficas o por el difícil acceso hacia estas poblaciones. Muchas veces se tiene que recurrir a la utilización de equipos electrógenos (Motogeneradores) para poder generar energía eléctrica. Generalmente las configuraciones de los Motogeneradores son: *Prime* (permanentes) y *Stand By* (respaldo) por lo que las cantidades de combustible son significativas a la hora de reabastecer dicho combustible por no tener acometida eléctrica en la mayoría de los casos. Es importante destacar que en el tema del precio del combustible (escaso en estas zonas) complica aún más el asunto y hasta se convierte en un factor de riesgo en muchas ocasiones para las empresas contratistas de operación y mantenimiento la custodia de grandes cantidades de Diesel o Gasoil, ya que el mismo está regulado por el Estado a precios irrisorios en comparación al costo real del mismo a nivel internacional por lo que el transporte del mismo se presta al contrabando o hurto del hidrocarburo del cual las cantidades asociadas dependerán de las capacidades de los tanques de almacenamiento y la relación de consumo vendrá asociada a la

carga de la estación y las horas de autonomía que se requiera en la misma de manera tal que el tiempo fuera de servicio sea prácticamente nulo y además tomando en cuenta como factor adicional el mantenimiento periódico que requieren los motores acarreado para Movilnet las consecuencias a nivel económico de los problemas que de esta logística se deriven y los altos costos asociados.

Es por esto que se ha estado estudiando la posibilidad de utilizar los recursos naturales a través de Sistemas Alternativos para poder generar la energía principalmente a través de paneles solares y generación eólica, buscando estandarizar las configuraciones en función de la ubicación de los sitios y las demandas. Esto llevaría a depender mucho menos del combustible Diesel o algún derivado para el suministro de energía eléctrica a través de Motogeneradores o grupos electrógenos. Para el caso de las Telecomunicaciones en Venezuela, la empresa Movilnet ha empezado a explorar estas alternativas en paralelo con el Estado.

Este trabajo se centra en la evaluación de energías alternativas aplicadas en el área de las telecomunicaciones a través de la empresa Movilnet. De acuerdo a los altos costos antes mencionados se establecerá un análisis económico donde se pueda establecer la factibilidad de estos proyectos desde el punto de vista financiero a mediano y largo plazo, que permita de esta manera tener un punto de vista objetivo tanto técnico como económico del proyecto que se plantea desarrollar.

1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Telecomunicaciones Movilnet C.A. tiene previsto llevar a cabo una evaluación integral de los diferentes formas de generaciones de Energías Renovables en Venezuela, de manera que permita incrementar la cobertura en zonas despobladas, aisladas o sencillamente incomunicadas, con la finalidad de mejorar la cobertura de la red inalámbrica del país actual se plantea llevar cabo la implementación de sistemas de generación solar y eólico en la zona norte-costera y sur-fronteriza del país respectivamente, ya que en la actualidad existe un déficit de generación de energía eléctrica en estas zonas o no están conectadas al sistema interconectado nacional lo que trae como consecuencia que el único sistema de generación sea a través de grupos electrógenos que operan a través de combustible Diesel lo que dificulta la situación por lo complicado y costoso que significa llevar dicho combustible a estas zonas, los nuevos sistemas de energía propuestos deberán satisfacer los requerimientos de carga asociados a las estaciones CDMA y GSM respectivamente.

Para ello se ha de determinar la mejor alternativa técnico-económica para plantear el proyecto de evaluación de energías renovables en Venezuela aplicadas a Radiobases Movilnet.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 Objetivo General

Realizar la evaluación técnica y económica de las alternativas de generación de potencia a través de la estandarización de soluciones de energías renovables para estaciones Radiobases Movilnet que funcionan actualmente con Motogeneradores permanentes en zonas remotas o de difícil acceso.

1.3.2 Objetivos Específicos

1.3.2.1 Elaborar un mapa de energías renovables factibles por regiones en Venezuela, en base a las condiciones climáticas.

1.3.2.2 Modelar, simular y analizar las soluciones de energías renovables dependiendo de las zonas geográficas del país y de los consumos energéticos de las Radiobases actuales y planificadas de Movilnet ubicadas en zonas de difícil acceso o zonas aisladas.

1.3.2.3 Analizar desde el punto de vista técnico los equipos de energía utilizados en las estaciones radio bases estándar y compararlos con los que serán utilizados en sistemas alternos de energía que en el caso en estudio serán solar y eólico.

1.3.2.4 Determinar la confiabilidad desde el punto de vista eléctrico para la implementación de los sistemas alternativos de energía.

1.3.2.5 Determinar la factibilidad económica de la posible aplicación de las soluciones de energías renovables y compararlas con los costos estándares que demuestren y/o justifiquen su implementación en estaciones Radiobases.

1.3.2.6 Plantear soluciones estandarizadas de acuerdo a las regiones de instalación en los diferentes tipos de Radiobases a nivel nacional.

1.4 Metodología

Con el objeto de cumplir los objetivos planteados para la realización del trabajo especial se planea llevar a cabo las siguientes actividades:

- Recopilación de la información climática de nuestro país específicamente desde el punto de vista eólico y de radiación solar, con la finalidad de poder identificar las zonas más favorables para la implementación de estas nuevas formas de generación alternativa.
- Verificación de capacidades de generación de paneles solares y turbinas eólicas en función de la carga que van energizar.
- Investigación de parámetros de viento y sol a través de longitud y latitud de los sitios seleccionados para la implementación de las soluciones alternativas.
- Recolección de la información relacionada con las demandas actuales y futuras de las estaciones radio bases Movilnet.
- Comparación de varios métodos de cálculo de paneles solares que permitan configurar un arreglo fotovoltaico acorde a los lugares donde serán instalados.
- Verificar y analizar la instalación de sistemas híbridos de generación que a su vez convivan con grupos electrógenos de generación donde estos últimos actúen solamente como respaldo o back up del sistema principal.
- Consultar las tecnologías actuales en sistemas eólicos y solares para la especificación estándar para las demandas de las radio bases Movilnet.

- Modelación del Sistema Eléctrico de la solución, mediante unifilares donde se ilustren todas las partes que componen la solución de energías renovables.
- Estudio de las distintas opciones de generación alternativa así como el respaldo asociado, lo cual permita comprender las opciones que podrán ser aplicadas en las estaciones radio bases.
- Análisis económico de la implementación de las soluciones de generación alternativa, que permita establecer un punto de comparación entre este método innovador y los métodos tradicionales.
- Elaboración de gráficos y cuadros comparativos con estudios económicos a corto, mediano y largo plazo que permitan apreciar el impacto económico de la implementación de estas tecnologías.
- Análisis de resultados, planteamientos de conclusiones y recomendaciones basadas en los diversos estudios de implementación de soluciones de energías renovables en las regiones del país seleccionadas.

CAPÍTULO II

MARCO TEORICO

2.1 Sistemas Fotovoltaicos

La energía solar es aquella que se puede obtener directamente del sol. La cantidad de radiación solar recibida depende de numerosos factores, y en este caso, Venezuela se encuentra en una situación ventajosa respecto a otros países por sus condiciones climáticas y su ubicación geográfica, con una gran incidencia de rayos solares percibidos durante casi todo el año. ¹

Con el uso de la energía solar, el sistema de energía alternativo suministra potencia estable. El sistema trabaja con la luz del sol en el día y en la noche con el almacenamiento de energía en las baterías, asurando funcionamiento continuo en días soleados como en días lluviosos.

La cantidad de energía eléctrica producida por un sistema fotovoltaico depende básicamente de la eficiencia de los módulos y de la radiación solar incidente (insolación). Dicha radiación tiene un valor variable en función de la distancia entre la Tierra y el Sol, o de la latitud de la localidad donde están instalados los módulos fotovoltaicos. También es importante la inclinación de los módulos, una correcta inclinación influye mucho en la cantidad de energía solar captada y por lo tanto en la cantidad de energía eléctrica producida.

La presencia de la atmósfera, implica una serie de fenómenos sobre la radiación incidente, entre los cuales se encuentra el efecto de filtro que reduce considerablemente la intensidad de la radiación en el suelo y la fragmentación de la luz.

¹ Tomas Perales, *Energías Renovables*, México, México DF. Editorial Limusa (2006).

2.1.1 Componentes del Sistema Fotovoltaico

2.1.1.1 Modulo Solar

2.1.1.2 Cajas de Unión de Paneles

2.1.1.3 Controlador Modulo Solar

2.1.1.4 Baterías de Almacenaje

A continuación se muestra un sencillo esquema de cómo funciona un sistema de generación de energía fotovoltaico.

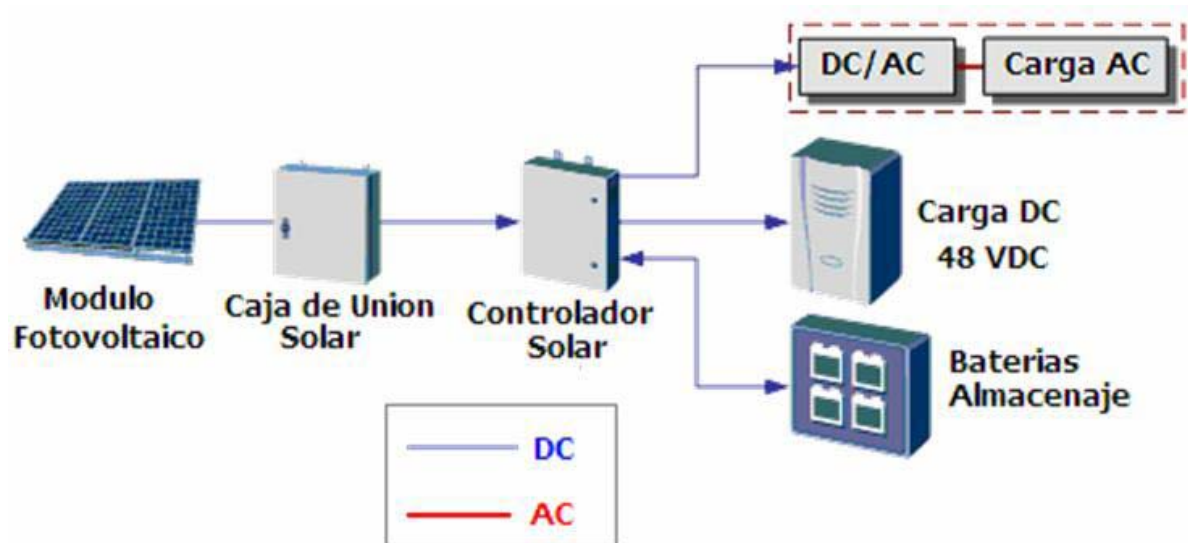


Figura 1. Esquema de Sistema de Energía Fotovoltaico [22]

2.1.1.1 Modulo Solar Fotovoltaico PV

La celda Fotovoltaica es una estructura de diseño óptimo para carga directa de baterías de 2Vdc, 6Vdc, 12Vdc, 24 y 48Vdc, según la configuración del sistema.

Sus Características son:

- Cada célula de la batería usa doble-capa de contacto redundante para asegurar una fiabilidad alta de circuito.
- El modulo solar tiene una vida útil de 25 años.
- El material utilizado permite alta durabilidad y protección contra la humedad.
- El modulo solar debe tener certificados de autenticación a nivel internacionales tales como TUV, UL, ISO, CE y IEC.

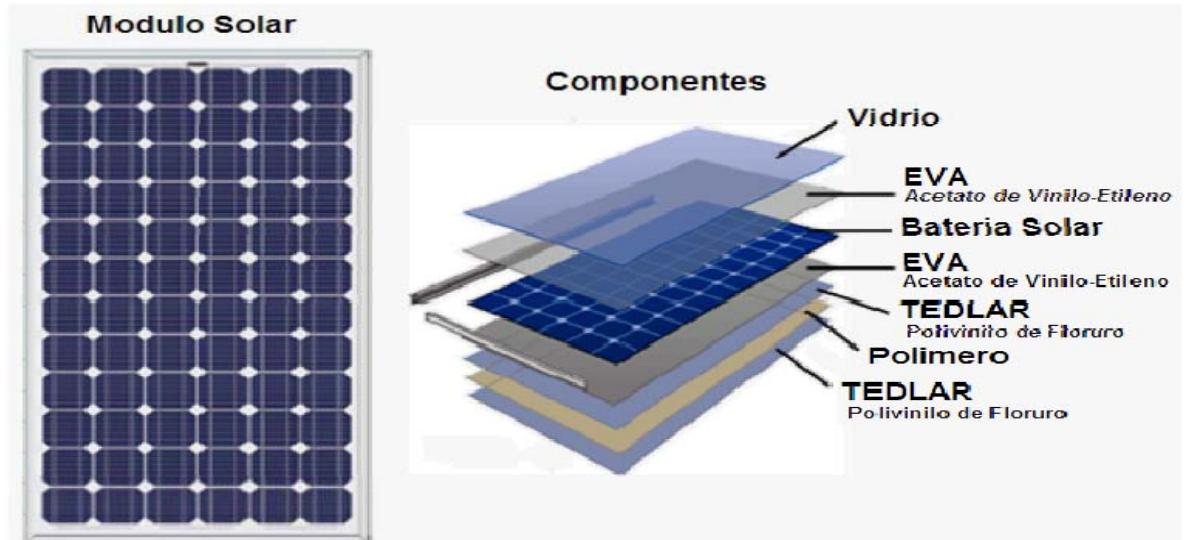


Figura 2. Componentes de Celda Fotovoltaica [23]

Además de las características físicas del panel fotovoltaico este también tiene una serie de características o parámetros eléctricos, las cuales se explican a continuación:

- **Voltaje de Red Máximo (V_{mp}):** Valor de la tensión cuando el panel está suministrando la máxima intensidad de corriente.
- **Potencia Pico de Consumo (P_{max}):** Indica la máxima potencia obtenida en las condiciones especificadas. Su valor corresponde al producto de los parámetros V e I máximos.
- **Corriente de Potencia Máxima Potencia (I_{mp}):** Corriente suministrada a la máxima Potencia, se considera este parámetro el representativo de la corriente nominal.
- **Corriente de Cortocircuito (I_{sc}):** Representa la máxima corriente que puede proporcionar el panel bajo condiciones de tensión cero.
- **Tensión a circuito abierto (V_{oc}):** Especifica la tensión máxima que puede proporcionar el panel sin carga.
- **Coefficiente de Temperatura de I_{sc} :** Indica en porcentaje, la alteración de este parámetro con la temperatura, por ejemplo $0,050 \%/^{\circ}C$
- **Coefficiente de Temperatura de V_{oc} :** Indica en $mV/^{\circ}C$, la alteración de la tensión en circuito abierto con la temperatura, por ejemplo $70 \%/^{\circ}C$
- **Coefficiente de Temperatura de la Potencia:** Indica el signo y valor de la alteración de la potencia con la temperatura, por ejemplo $-0,45 \%/^{\circ}C$

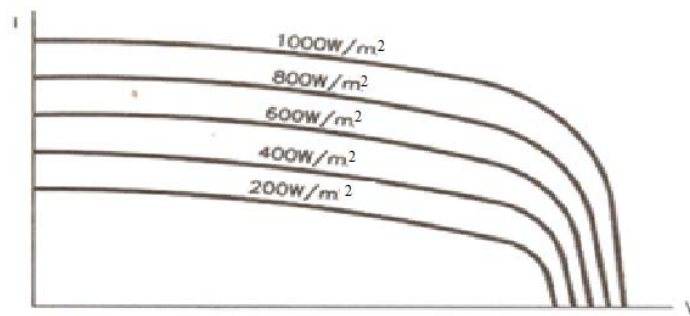


Figura 3. Curva de la Función I-V con la Energía Solar Recibida [24]

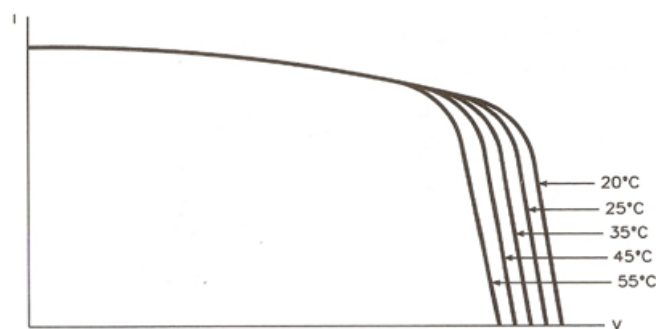


Figura 4. Curva de la Función I-V con la Temperatura [24]

Dentro de los paneles fotovoltaicos estos se pueden clasificar en tres tipos, los cuales se muestran a continuación

Tipo de Célula	Rendimiento	Características
Monocristalino	15-18 %	<ul style="list-style-type: none"> • Cristal único • Buen Rendimiento • Color Azul Homogéneo
Policristalino	12-14 %	<ul style="list-style-type: none"> • Diferentes Cristales Elementales • Precio Inferior al Monocristalino • Diferentes tonalidades de azul
Amorfo	Menor al 10%	<ul style="list-style-type: none"> • Capa Delgada • Células flexibles en forma de lamina • Color Marrón Homogéneo

Figura 5. Tipos de Células Fotovoltaicas [24]

Los paneles solares son instalados en unos soportes que pueden ser instalados en tierra. Se pueden instalar 4 módulos solares por cada soporte. Estos módulos solares pueden ser orientados en ángulos de 15°, 25°, 35° y 45°. El soporte puede ajustarse horizontalmente para acomodar los paneles solares. Así mismo pueden colocarse encima de alguna edificación o techo de casa siempre y cuando tenga la inclinación antes mostrada de acuerdo al lugar donde vaya a ser instalada. En general se considera un nivel práctico que las variaciones de +/- 15° no afectan sustancialmente al rendimiento energético del sistema captador.

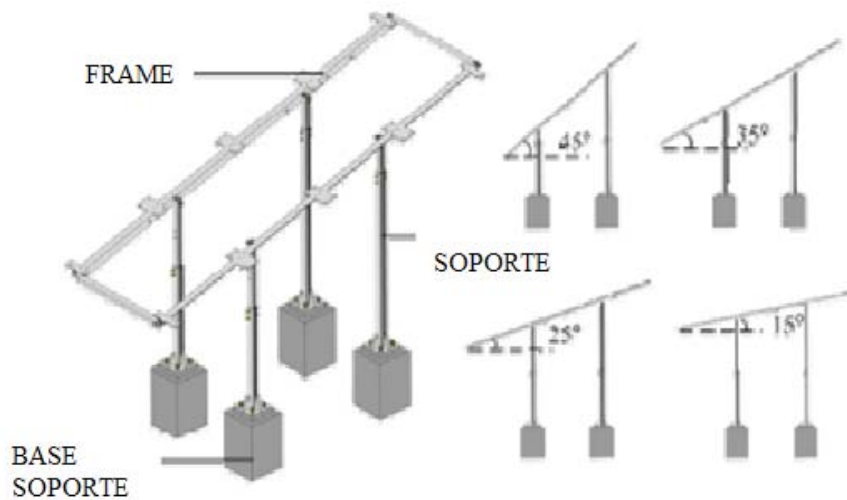


Figura 6. Bases y Soportes de Paneles Solares [22]



Foto 1. Estaciones Eólico - Solares en Zona Costera [22]



Foto 2. Estaciones Solares en Zona Áridas [22]

Entre alguna de sus características tenemos:

- Resiste Velocidades de viento de 144 km/h.
- Componentes son instalados con sujetadores antirrobo.
- Materiales inoxidables

2.1.1.2 Caja de Unión de Celdas Solares

Elemento de distribución de potencia, el cual es usado para la conexión en paralelo del arreglo de los módulos solares y protección pararrayo. La caja de unión de módulos solares contiene terminales de alambre, protección para la entada y salida de los paneles solares.

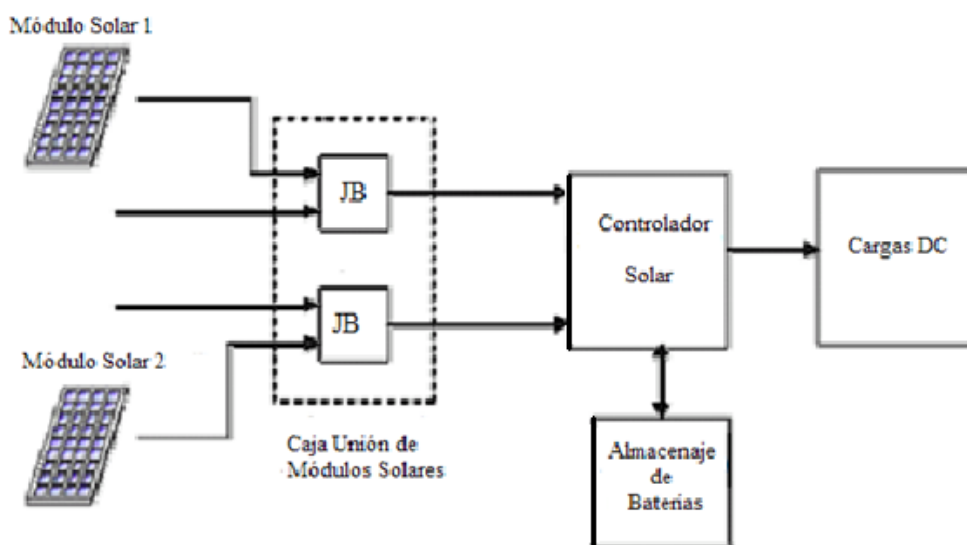


Figura 7. Caja de Unión de Paneles Solares [22]



Foto 3. Ejemplo de Caja de Unión Solar [22]

2.1.1.3 Controlador Solar

Controla la potencia suministrada por la energía solar hacia el equipo y a las baterías, asegurando que el almacenamiento a las baterías y el requerimiento hacia los equipos trabajen en un rango normal de voltaje y corriente.

Características

- Controla más de seis Módulos Solares.
- Ajusta el voltaje de carga flotante de sistema de potencia de las baterías de acuerdo su temperatura extendiendo, así el periodo de vida de las baterías.
- Mejora, ecualización y prueba de carga automática.
- Previene a las baterías de una descarga profunda.
- Todas las alarmas pueden ser flexiblemente conectadas a un usuario definido de salida.
- La interfaz RS-485/232 puede realizar monitoreo centralizado local y remoto sobre el sistema de potencia reduciendo el número de operadores a cero.
- Auto diagnóstico automático y de chequeo.
- Protección con palabra clave, sobre parámetros de operación que ayuda a prevenir operaciones erróneas.
- Puede enviar datos y diagnósticos del sistema de operación a través de su interfaz RS-485/232.

Funciones:

Protección a la Sobrecarga: Cuando la corriente total excede el valor normal, el controlador desconecta la carga.

Protección de Descarga Inversa: Previene la descarga inversa cuando el voltaje de entrada es más bajo que el almacenado en la batería (o las entradas del rectificador paralelo y turbina de Viento).

Protección Polaridad Inversa: Cuando la polaridad del modulo solar o las baterías de almacenaje están conectada de forma inapropiada, el controlador puede protegerse a sí mismo y a la carga.

Protección a Corto Circuito

Protección de circuito abierto para Almacenaje de Baterías.

Protección Controlador de Temperatura.

Protección Voltaje Bajo/Alto Almacenamiento de Batería



Figura 8. Controlador Solar [25]

2.1.1.4 Banco de Baterías de Almacenaje

Las baterías del almacenamiento tipo GEL, guardan energía eléctrica suficiente para ser suministrada al equipo cuando el recurso de energía solar es insuficiente. Las baterías del almacenamiento pueden trabajar con el controlador solar para estabilizar el voltaje y rendimiento del sistema.

Funciones

- El sistema solar está configurado con monobloques de baterías de almacenaje de 2Vdc, 6Vdc, 12Vdc, 24 y 48Vdc.
- Un grupo de almacenaje de baterías consta de 24 unidades de 2V c/u, para un total de 5 grupos, formando así el sistema de 48Vdc, en el caso que nuestro sistema de cargas operan a este nivel de tensión.
- El sistema solar utiliza estos grupos de baterías conectados en paralelo.
- Cuando la temperatura está por debajo de 20 °C las baterías de GEL (en carga flotante) pueden ser usadas por más de 20 años (condición ideal).

En el proceso de regulación de carga se pueden dar cuatro situaciones, que son indicadas en la figura 9, cuya descripción es la siguiente:

- **Carga Total:** recarga completa de las Baterías en las primeras horas de luz solar.
- **Regulación:** periodo de regulación, generalmente en el modo PWM (impulsos de anchura variable en función de la carga requerida), para restaurar la capacidad de las baterías como consecuencia del consumo producido.
- **Flotación:** cuando las baterías están completamente recargadas, el regulador pasa al modo flotante, estado en el que se mantiene mientras que no se produzcan cambios significativos en el consumo.
- **Ecualización:** proceso de optimización de la carga de las baterías del tipo electrolítico líquido con una tensión suficientemente alta para que produzca gas y remover así el sulfato de plomo de las placas y agitar el electrolito, el cual tiende a estratificarse en las operaciones normales.

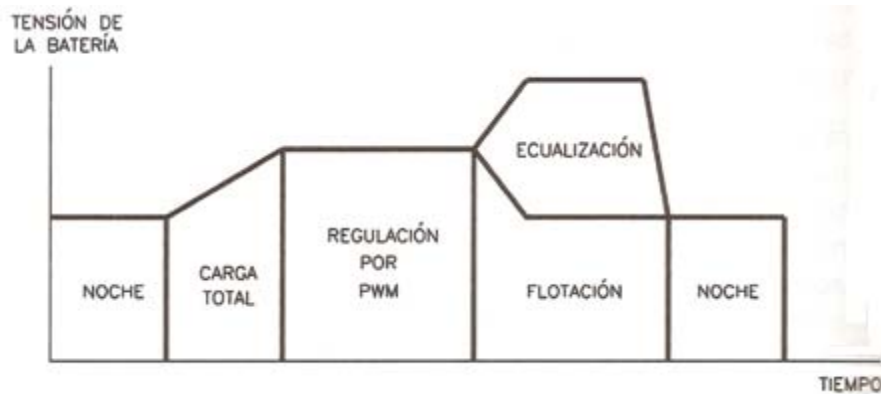


Figura 9. Estados de Carga de las Baterías de Plomo-Acido [24]

Componentes

Las baterías de tanto de Plomo Acido como de GEL están conformadas por los siguientes componentes:

- Terminales y sistema sellado
- Válvula de seguridad a prueba de explosión
- Plato tubular positivo y Plato tubular negativa
- Separador
- Cubierta de batería y armazón



Figura 10. Baterías VRLA de Gel y Contenedor Outdoor [26]



Foto 4. Ejemplo de Contenedores de Banco de Baterías [22]

2.1.1.5 Mantenimiento de Paneles Fotovoltaicos y Baterías.²

a) Paneles Fotovoltaicos:

- En el caso de los paneles el mantenimiento es mínimo. Básicamente sirve con mantenerlos lo más limpios posibles teniendo en cuenta el nivel de suciedad ambiental y asegurarse de que las conexiones están bien ajustadas.
- En el caso del regulador, al tratarse de un equipo simple su mantenimiento es mínimo.
- Verificar que no haya terminales flojos ni rotos, que las conexiones estén bien apretadas y que los conductores se hallen en buenas condiciones.
- Verificar que la estructura de soporte esté en buenas condiciones. En caso de que ésta no se encuentre protegida para condiciones extremas de intemperie (es decir, que no sea de aluminio, acero inoxidable o galvanizado), dar tratamiento con pintura anti óxido.
- Podar sistemáticamente los árboles que puedan provocar sombra en el panel solar fotovoltaico.

² Conceptos, Operación y Mantenimiento de Sistemas Fotovoltaicos, Corporación Intelec, 2007

b) Baterías:

- Verifique que el local de ubicación de las baterías de acumulación esté bien ventilado y que las baterías se encuentren protegidas de los rayos solares.
- Mantenga el nivel de electrólito en los límites adecuados (adicione solamente agua destilada cuando sea necesario para reponer las pérdidas ocasionadas durante el gaseo). Se recomienda, en la práctica, que siempre el electrólito cubra totalmente las placas, entre 10 y 12 mm por encima del borde superior. En caso de que la caja exterior de la batería de acumulación sea transparente y posea límites de nivel del electrólito, este se situará entre los límites máximo y mínimo marcados por el fabricante.
- Limpie la cubierta superior de la batería y proteja los bornes de conexión con grasa antioxidante para evitar la sulfatación
- Verifique que los bornes de conexión estén bien apretados.
- Verifique que el uso de las baterías sea el adecuado y que su estructura de soporte esté sura y en buen estado.

2.1.2 Método para cálculo de Paneles Fotovoltaicos.

Actualmente existen varios métodos para calcular los paneles fotovoltaicos para un sistema de generación solar, sin embargo todos ellos tienen varios factores en común los cuales inducen a que los cálculos convergen en una solución bastante similar por lo que se basan en hallar un balance entre la generación y el consumo.

1er. Método³:

a) Cálculo de la Energía de Consumo del Sistema

a.1) En Corriente directa o continua (DC)

a.2) En Corriente Alterna (AC)

a.3) Cálculo del número de amperes – hora total por día de consumo:

$$Carga\ Total\ \frac{Ah}{dia}(DC) = Total\ \frac{Ah}{dia}(DC) + Total\ \frac{Ah}{dia}(AC) * 1,10 \quad (2.1)$$

El factor 1,10 es para convertir el consumo de CA a CD al pasar por el inversor o convertidor de corriente continua en alterna, ya que los módulos o paneles y las baterías electroquímicas sólo producen este tipo de corriente. Este factor considera una eficiencia de 90 % en la conversión a plena carga del equipo.

a.4) El total de A-h/día calculado en a.3 debe ser multiplicado por un factor de seguridad de sobredimensionado (20%), ya que este tiene en cuenta el envejecimiento de los paneles y baterías, polvo y suciedad sobre el panel y fallo en las conexiones eléctricas del cableado y otros accesorios eléctricos.

$$Carga\ Total\ \frac{Ah}{dia}(DC)Def = Carga\ Total\ \frac{Ah}{dia}(DC) * 1,20 \quad (2.2)$$

b) Cálculo del número de módulos o paneles en paralelo:

No. total de módulos o paneles en paralelo (Np)

$$Np = \frac{Carga\ Total\ \frac{Ah}{dia}(DC)Def}{Imax * \# HSP} \quad (2.3)$$

³ www.cubasolar.cu/biblioteca/energia/energia15/HTML/Articulos.htm, Prof. Idalberto Chavez

Donde:

I máx: Corriente máxima que entrega el módulo dada por el fabricante.

No. HSP: número de horas de Sol máximo promedio

c) Cálculo del número de módulos o paneles en serie:

No. total de módulos o paneles (N_s) = Voltaje nominal en serie (12, 24, V)(NM.) / Voltaje nominal módulo solar (6,12,24 V)

d) El número total de módulos o paneles será de:

$$N_{pv} = N_{paralelo} \times N_{serie} \quad (2.4)$$

e) Cálculo de la capacidad banco de baterías en A-H.

Se calcula la capacidad del banco de baterías de la siguiente forma:

$$C_{bat} (Ah) = \frac{Carga\ Total\ \frac{Ah}{dia} (DC) Def * Nd}{F_{rend} * PDD} \quad (2.5)$$

Donde:

N: Número de días de autonomía del sistema elegido.

Frend: Factor de rendimiento de las baterías en el ciclo de carga –descarga (90 %).

P.D.D: Profundidad de descarga diaria permitida al banco de baterías electroquímicas. En general, para baterías del tipo estacionaria de plomo ácido con bajo contenido de antimonio (Sb) en la placa positiva se recomienda una profundidad de 70 % (0,7), para placa de Plomo Calcio (Ca) se recomienda una profundidad de descarga diaria de 50 % (0,5). Sí se utiliza una batería de Plomo ácido del tipo de arranque automotriz se recomienda 30 % de profundidad (0,3). Para todas ellas la densidad del electrolito recomendada es de 1,2115 (+/- 15 %) g/ml en función de nuestro clima tropical.

2do. Método⁴:

a) Cálculo de los Consumos AC y DC del Sistema

$$P = \frac{\sum_{i=0}^m P1i * t1i}{24} + \sum_{j=0}^n \frac{P2j}{\mu} * t2j / 24 \quad (2.6)$$

Donde:

P: Potencia total del sistema en Vatios

P1i: Potencia de los elementos que operan en corriente continúa.

T1i: Tiempo de operación de los elementos que operan en corriente continúa.

P2j: Potencia de los elementos que operan en corriente alterna.

T2j: Tiempo de operación de los elementos que operan en corriente alterna.

μ : Eficiencia del Modulo Inversor.

b) Cálculo de Paneles Fotovoltaicos en Paralelo y Serie

$$Np = \frac{Ptotal * top}{[Vavg * Ipv * Tmin * (1 - ks) * \mu b]} \quad (2.7)$$

$$Npv = Nparalelo \times Nserie \quad (2.4)$$

Donde:

Np: Número de Paneles Solares conectados en Paralelo

Ns: Número de Paneles Solares conectados en Serie

P: Potencia Total de las cargas en Corriente Continua DC (W)

top: Tiempo de Operación por día de las cargas (h/día)

Vavg: Voltaje Promedio del Controlador Solar (V)

Ipv: Corriente de Operación de un Modulo Solar (A)

Tmin: Indecencia (HSP) medio del peor mes del año (h)

Ks: Pérdidas del Sistema

μb : Eficiencia de absorción del Banco de Baterías

Npv: Número de Paneles Solares

⁴ Proyecto de Cobertura Rural CDMA-GSM, Huawei Venezuela 2010

c) Cálculo de la Capacidad del Banco de Baterías.

$$C(Ah) = \frac{Pt \cdot D \cdot top}{Vb \cdot Kb \cdot DOD} \quad (2.8)$$

Donde:

C: Capacidad de la Batería

P: Potencial Total de las cargas en Corriente Continua DC (W)

D: Días de Respaldo (Días)

t: Tiempo de Operación por día de las cargas (h/día)

Vb: Voltaje de Operación de la Batería (V)

DOD: Porcentaje de Descarga Profunda recomendada por el fabricante está entre 10% al 20%

Kb: Coeficiente de capacidad de la Batería (Densidad del Electrolito)

Baterías Solares	Tiempo de Respaldo	1D	2D	3D	4D	5D	6D	7D	8D	9D	10D
Tipo de Batería	AGM	0,984	1,057	1,09	1,12	1,14	1,152	1,171	1,183	1,202	1,21
	GEL	0,99	1,11	1,14	1,16	1,16	1,16	1,16	1,17	1,17	1,18

Tabla 1. Parámetros de Bancos de Baterías VRLA de GEL [26]

3er. Método⁵:

a) Cálculo de las Cargas AC y DC del Sistema

Este método se realiza bajo la sumatoria de las Potencias de todos los elementos del Sistema en Wh/día de la siguiente manera:

Cargas DC

Equipo	Cantidad	Consumo (W)	Tiempo (h/día)	Potencia (Wh/día)
Totales				Σ Wh/día

Cargas AC

Equipo	Cantidad	Consumo (W)	Tiempo (h/día)	Potencia (Wh/día)
Totales				Σ [Wh/día] * F inv

Cabe destacar que el factor de corrección del Inversor es considerado 1,15

$$Pt = \sum \frac{Wh}{dia} (DC) + \sum \frac{Wh}{dia} * Finv (AC) \quad (2.9)$$

b) Cálculo del Consumo Total diario

Posteriormente se calculara en consumo Total diario dividiendo entre la Tensión de operación del sistema.

$$I (Ah/dia) = \frac{Pt}{Vop} \quad (2.10)$$

Donde:

I (Ah/día): Consumo Total Diario.

Pt: Potencia Total del sistema en un día (Wh)

Vop: Tensión de Operación del Sistema

⁵ www.energianatural.com.ar/index/html, Ing. José Luis Castro (KYOCERA)

c) Cálculo de Paneles Fotovoltaicos en Paralelo y Serie

Por último se calcular el número de paneles en paralelo que se requieren se acuerdo al factor de Hora Solar pico y la Corriente que entrega el panel fotovoltaico.

$$Np = \frac{I(Ah)}{Iop*HSP} (2.11)$$

$$Npv = Nparalelo \times Nserie (2.4)$$

Donde:

Np: Número de Paneles Solares conectados en Paralelo

Ns: Número de Paneles Solares conectados en Serie

Npv: Número de Paneles Solares

HSP: Hora Solar Pico

Iop: Corriente de Operación

I (Ah/dia): Consumo Total Diario.

4to. Método⁶:

a) Cálculo de las Cargas AC y DC del Sistema

Este método se basa para calcular el número de paneles fotovoltaicos calcular la demanda media diaria de electricidad, por lo que hay que conocer que equipos se van a conectar como su consumo. Se deben tener en cuenta tanto los aparatos que funcionan con corriente continua (CC) como los que funcionan con corriente alterna (AC). La formula a utilizar para calcular las demandas será la siguiente:

$$\begin{aligned} \text{Consumo Equipo } N^{\circ}1 * \text{Horas Conectado} + \dots n) &= \text{Consumo Total DC} \\ \text{Consumo Equipo } N^{\circ}1 * \text{Horas Conectado} + \dots n) * Fc &= \text{Consumo Total AC} \end{aligned}$$

Es decir, se ponen todos los equipos (1, 2, 3.....n), se multiplica por las horas que estarán conectados o en operación (cifras medias) y se multiplica por un factor de corrección Fc. Este Factor compensa las perdidas en la instalación. Por ejemplo el inversor se estima que incremente las pérdidas totales hasta un 40%.

$$\text{Electricidad suministrada por un Modulo} = \text{Potencia del Modulo} * \text{HSP}$$

b) Cálculo de Paneles Fotovoltaicos en Paralelo y Serie

Para calcular la energía diaria que puede suministrar un modulo se debe conocer las radiaciones solares y/o las horas solares pico de irradiación de la zona en estudio, así como la inclinación adecuada, para esto se aplica la siguiente fórmula:

$$Np = \frac{\text{Demanda Media Diaria (Wh)}}{\text{Energia diaria suministrada por Modulo (Wh)}} \quad (2.12)$$

$$Npv = Nparalelo \times Nserie \quad (2.4)$$

⁶ Energías Renovables, Fundamentos, Tecnologías y Aplicaciones, Antonio Madrid

c) Cálculo de la Capacidad del Banco de Baterías.

Para calcular la autonomía del sistema, se estima en función del número de días de respaldo que se desea, con esto se podrá dimensionar todo el sistema de respaldo de manera tal que la carga este energizada en todo momento sin que sufra interrupciones.

A continuación se muestra la formula a emplear para dicho cálculo:

$$B = \frac{D \cdot A}{N \cdot C} \quad (2.13)$$

B: Numero de baterías conectadas en paralelo

D: Demanda de Energía diaria (Ah)

A: Autonomía del Sistema (días)

N: Nivel tolerable de descarga (50% - 80%)

C: Capacidad del Banco de Batería

5to. Método:

Este método de cálculo es un programa desarrollado por el Ingeniero Electricista Adrian Gabriel Parraga Arias, el cual laboró en la Gerencia de Energía de Movilnet por 4 años tiempo en el cual desarrollo una serie de programas, donde el que más destacado es el realizado bajo lenguaje de Programación Visual Basic, el cual se basó en una serie de investigaciones y varios estudios para poder realizar el simulador de Sistemas Foto galvánicos.



Figura 11. Software Sistemas Foto galvánicos [27]

2.2 Sistemas Eólicos

La energía eólica como bien todos sabemos es la obtenida del viento y es utilizada mediante el uso de máquinas eólicas (o aeromotores) capaces de transformar la energía eólica en energía mecánica de rotación utilizable, ya sea para accionar directamente las máquinas, como para la producción de energía eléctrica. En este último caso, el sistema de conversión, (que comprende un

generador eléctrico con sus sistemas de control y de conexión a la red) es conocido como aerogenerador.

La aparición del viento está relacionada con el proceso de calentamiento y enfriamiento de masas de aire entre diferentes regiones, y con ello en la generación de una energía cinética que se expresa de la siguiente manera:

$$E = \frac{1}{2} * mV^2 \quad (2.14)$$

Donde:

M: masa del aire en kg

V: Velocidad del viento en metros/segundos

E: Energía en Joules

La carencia de uniformidad de la radiación solar sobre la superficie terrestre provoca movimientos convectivos de aire. El más cálido asciende y en su lugar lo ocupan masas de aire más frías, pero al elevarse se enfrían, aumentan su densidad y descienden, repitiendo este proceso constantemente. Por lo tanto se puede expresar lo antes explicado bajo la siguiente fórmula:

$$P = \frac{1}{2} * \rho * A * V^3 * Cp \quad (2.15)$$

Donde:

P: Potencia en Vatios

ρ : Densidad del Aire en g/m^3

A: Área de Barrido del Rotor del aerogenerador en m^2

V: Velocidad del Viento en metros/segundo

Cp: Coeficiente de Potencia, el cual está situado entre 0,4 y 0,5 para generación de electricidad

Otro modo de relacionar la potencia obtenida del aerogenerador con la energía del viento que atraviesa el rotor, es el rendimiento aerodinámico, cuya expresión es la siguiente:

$$\eta = \frac{\text{Potencia del Aerogenerador}}{\text{Potencia del Viento}}$$

$$\eta = \frac{N}{\left[\frac{\rho * A * V^3}{2} \right]} \quad (2.16)$$

El rendimiento aerodinámico también depende del número de palas del aerogenerador. El parámetro TSR (TIP Speed Ratio) o relación de velocidad específica constituye el parámetro representativo de la velocidad del rotor en rpm.

A continuación en la siguiente figura donde se muestra el rendimiento en función del número de Palas.

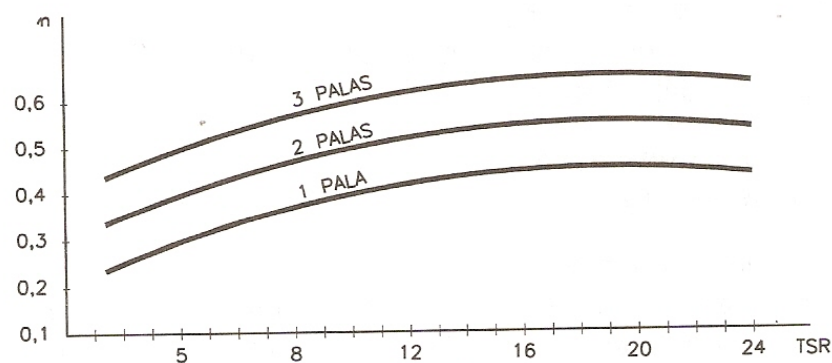


Figura 12. Rendimiento Aerogenerador en Función al Número de Palas [24]

En cuanto al recurso eólico puede clasificarse por clases a partir de la altura de la medición, densidad y velocidad del viento. Se muestran dos tablas que concentra la información de las clases de viento y el rango de velocidades de cada clase. Se deben obviar las clases del 1 al 3 ya que no son vientos apropiados para el desarrollo de proyectos de generación eólica.

Clase	Descripción Típica	Velocidad de Viento (m/s) h=10m	h=50m	
			Velocidad de Viento (m/s)	Densidad de Potencia (W/m ²)
1	Pobre	< 4,4	< 5,6	< 200
2	Insignificante	4,4 - 5,1	5,6 - 6,4	200 - 300
3	Común	5,1 - 5,6	6,4 - 7,0	300 - 400
4	Bueno	5,6 - 6,0	7,0 - 7,5	400 - 500
5	Excelente	6,0 - 6,4	7,5 - 8,0	500 - 600
6	Sobresaliente	6,4 - 7,0	8,0 - 8,8	600-800
7	Magnífico	> 7,0	> 8,8	> 800

Tabla 2. Clasificación de los vientos según su potencial eólico [27]

Fuerza	Velocidad (m/s)	Situación
0	0 - 0,2	Calma
1	0,3 - 1,5	Aire Ligero
2	1,6 - 3,3	Brisa Ligera
3	3,4 - 5,4	Brisa Apacible
4	5,5 - 7,9	Brisa Moderada
5	8,0 - 10,7	Brisa Fresca
6	10,8 - 13,8	Brisa Fuerte
7	13,9 - 17,1	Brisa muy Fuerte
8	17,2 - 20,7	Vendaval
9	20,8 - 24,4	Vendaval Fuerte
10	24,5 - 28,4	Tormenta
11	28,5 - 32,6	Tormenta Violenta
12	Mas de 32,7	Huracán

Tabla 3. Clasificación de los vientos según su Velocidad [24]

A continuación se muestran unas variables que sirven para establecer si en un sitio es factible la implementación de un sistema Eólico, el cual básicamente se basa en la velocidad promedio del viento en el sitio seleccionado y una herramienta de suma importancia llamado rosa de los vientos, el cual permite establecer el sentido del recorrido del viento con lo cual permita determinar en qué sentido deben ser colocadas las aspas de la turbina de viento, de manera que la energía cinética producida por el viento sea la más eficiente posible y se pueda obtener la velocidad deseada en m/s y poder alcanzar los kilovatios que se tengan planificados.

En nuestro caso de estudio los sistemas eólicos sólo podrán ser utilizados en los sitios del área norte costera por los índices de la velocidad del viento en estas zonas como ya se nombró. Así mismo sistemas se estima que convivan siempre en conjunto con el sistema teniendo siempre como unidad de generación alterna un grupo electrógeno o Moto generador como muestra el siguiente diagrama.

Para nuestros casos en estudio se pretende instalar aerogeneradores de baja capacidad, tomando en cuenta que nuestras estaciones radio bases se están diseñando para que la demanda no supere los 2 kW. Aerogenerador de viento de baja potencia está compuesto por los siguientes elementos:

2.2.1 Componentes del Sistema Eólico

2.2.1.1 Turbina de Viento

2.2.1.2 Soporte de Turbina de Viento o Torre Venteada

2.2.1.3 Controlador de Turbina de Viento

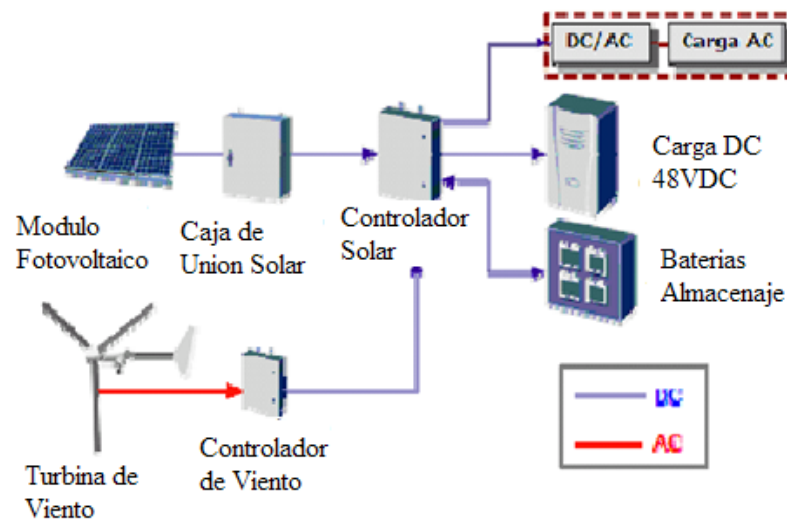


Figura 13. Esquema de Sistema de Energía Eólico-Solar [22]

2.2.1.1 Turbina de Viento

Componentes

- Impulsor: Consiste en un cilindro magnético y tres aspas. Su función es convertir la energía de viento en energía mecánica.
- Generador: Convierte la energía mecánica en energía eléctrica.
- Componente de Cola: Ajusta a la dirección del viento y protege la turbina.
- Cono Nariz: Cambia la dirección del viento, y aprovecha en mayor grado el uso del viento.

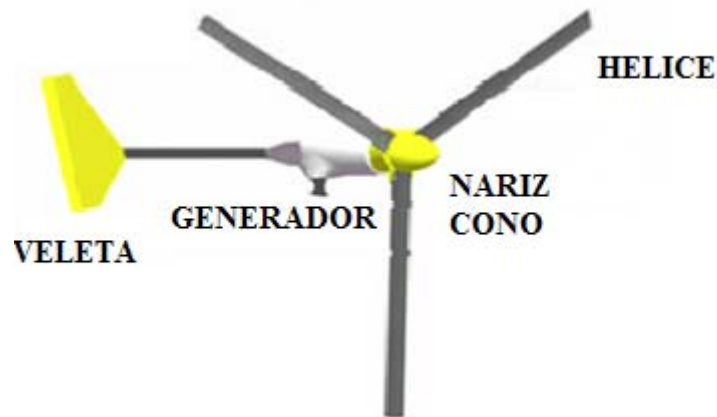


Figura 14. Turbina de Viento [29]

Características

- Diseño en forma de alas.
- Consistente en tres partes removibles.
- Aspas de vidrio de reforzado plástico de alta resistencia.
- Sellada contra polvo, a prueba de ventiscas de sal para evitar corrosión interna de la estructura
- Estructura simple, y de fácil mantenimiento.

Los Parámetros de un Controlador Eólico tenemos:

- Tasa Consumo de Potencia
- Máximo Consumo de Potencia
- Tasa Velocidad del Viento

- Velocidad Viento de salida
- Corte en Velocidad del Viento
- Diseño Velocidad Viento Máxima
- Diámetro de la Aspa
- Peso
- Par
- Tipo de Generador
- Salida de potencia del generador Potencia
- Material del Aspa

2.2.1.2 Soporte de Turbina de Viento (Torre Venteada)

Los parámetros del soporte de una turbina de viento se tienen:

- Tipo
- Altura de Torre
- Capacidad de Resistencia al Viento
- Superficie de Zinc

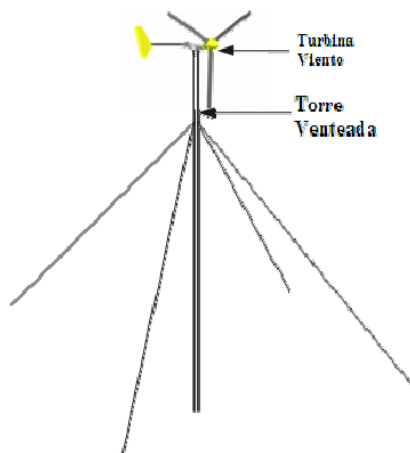


Figura 15. Esquema de Turbina Eólica con Soporte [29]



Foto 5. Ejemplo Soporte de Turbina Solar en Zona Costera [22]

2.2.1.3 Controlador Turbina de Viento

Convierte la potencia AC proveniente del generador de la turbina de viento a voltaje estándar que cumpla con los requerimientos del bus del sistema. Esta potencia es suministrada a los equipos y al almacenaje en Baterías.



Figura 16. Controlador Eólico [29]

Funciones

- Rectificación del voltaje de salida: El controlador rectifica la potencia AC de la turbina de viento a potencia DC.
- Protección a las baterías contra sobrecargas: Cuando el voltaje de almacenaje de baterías está por debajo del umbral, la energía del viento es conectada para recargar las baterías. Cuando el voltaje de las baterías está por encima del umbral, la entrada de potencia es desconectada.
- Protección a la turbina de viento y controlador contra cortocircuitos.
- Corriente de Salida
- Índice de Eficiencia
- Voltaje de Salida

2.2.1.4 Mantenimiento de Turbina Eólica

- Se recomienda a los 3 meses el ajuste y comprobación de pernos para evitar vibraciones.
- En rutina de Mantenimiento Menor se recomienda ajuste y engrase.
- En rutina de Mantenimiento Mayor se recomienda revisión exhaustiva del Motor y verificación de giro de las Palas.
- Cada 18 meses se recomienda el cambio del aceite de la Multiplicadora como del Grupo Hidráulico.
- Verificación y ajuste de las palas ya que este componente es el más susceptible a fallar en el Sistema Eólico.

2.3 Parámetros Climáticos Básicos en Estaciones Eólico-Solares

Para determinar con cierta exactitud las condiciones climáticas de cada zona, se utiliza generalmente herramientas climatológicas o software que permiten estimar e incluso calcular ciertos parámetros climáticos que nos permitan dimensionar o diseñar sistemas de energía alternativos, una de las aplicaciones más completas y usada es la data suministrada por la *NASA, Surface Meteorology*

and Solar Energy⁷, la cual permite obtener una gran variedad de características con sólo conocer la latitud y longitud del lugar que se desee.

Para ésta investigación no son necesarios todos los parámetros que allí se muestran, por lo que para nuestro estudio seleccionaremos:

- **Promedio mensual de insolación en una superficie horizontal** (Monthly Averaged Insolation Incident on a Horizontal Surface)

Promedio de 22 años (22-year Average): La cantidad promedio mensual de la incidencia de radiación solar total en una superficie horizontal a la superficie de la tierra durante un mes dado, se promedió durante ese mes sobre 22 años. El valor promedio de cada publicación mensual se evalúa como el promedio numérico de los valores de cada 3 horas durante el mes dado. Unidades: kWh/m²/día

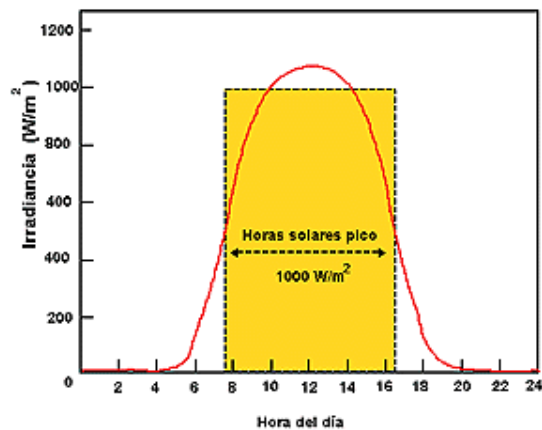


Figura 17. Curva de Parámetro de Incidencia Solar Pico [30]

Es importante mencionar que este parámetro fundamental es el que interviene en el dimensionado de las instalaciones fotovoltaicas ya que corresponde al número de horas en las que cada metro cuadrado de superficie captadora obtiene de modo constante 1.000 Watt de Energía, se estima que la media diaria de HPS (Hora Solar Pico) está situada entre 3 y 6 horas, dependiendo del lugar de ubicación de los paneles.

⁷ <http://eosweb.larc.nasa.gov/cgi-bin/sse/grid.cgi?email=danielpuma@hotmail.com>

- **Promedio mensual de horas de luz al día** (Monthly Averaged Daylight Hours)

Promedio (Average): números de horas al día entre la salida y puesta del sol. La determinación del promedio de horas de luz del día para cada mes está basada en el promedio mensual del día. Unidades: horas

- **Promedio mensual de la velocidad del viento a 10 m sobre la superficie de la tierra** (Monthly Averaged Wind speed At 10 m Above The Surface Of The Earth)

Promedio mensual de la velocidad del viento en un mes determinado, promediado sobre ese mes para un periodo de 10 años. Los valores de velocidad de viento son para 10 m sobre la superficie de la tierra. Cada valor promediado se evalúa como el promedio numérico de valores cada 3 horas durante el mes dado. Unidades: m/s.

A continuación se presenta un gráfico que muestra la variación del viento así como la rosa de los vientos, perteneciente a un estudio realizado por la Armada Venezolana en la Isla de la Orchilla, del cual es posible estimar que toda la zona norte costera del estado venezolano donde se obtendrá un comportamiento bastante similar.

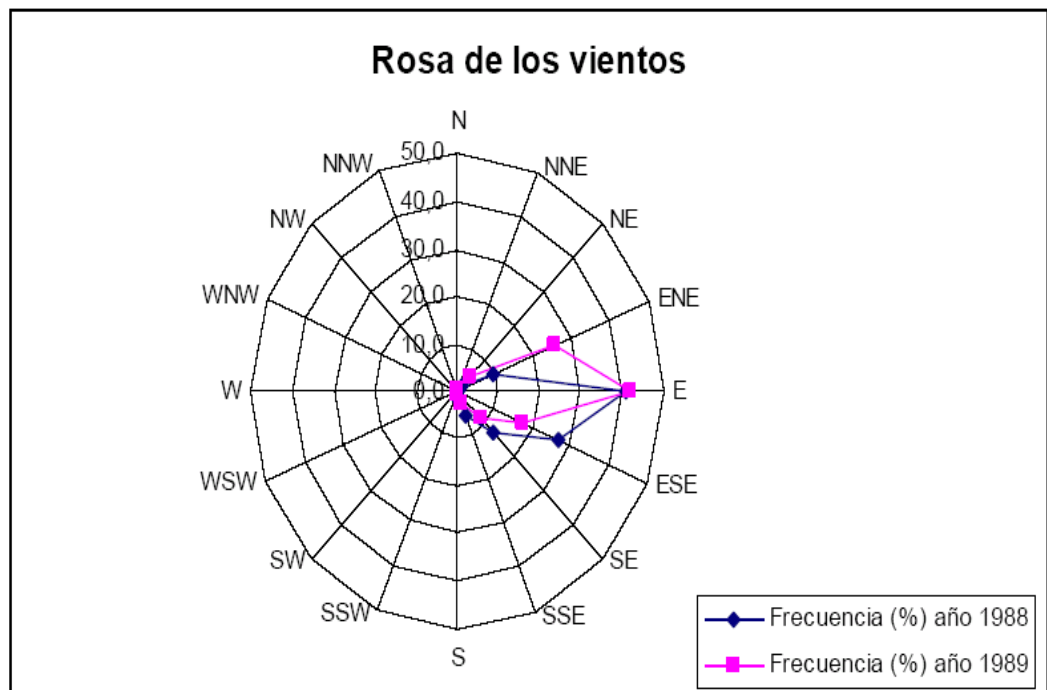
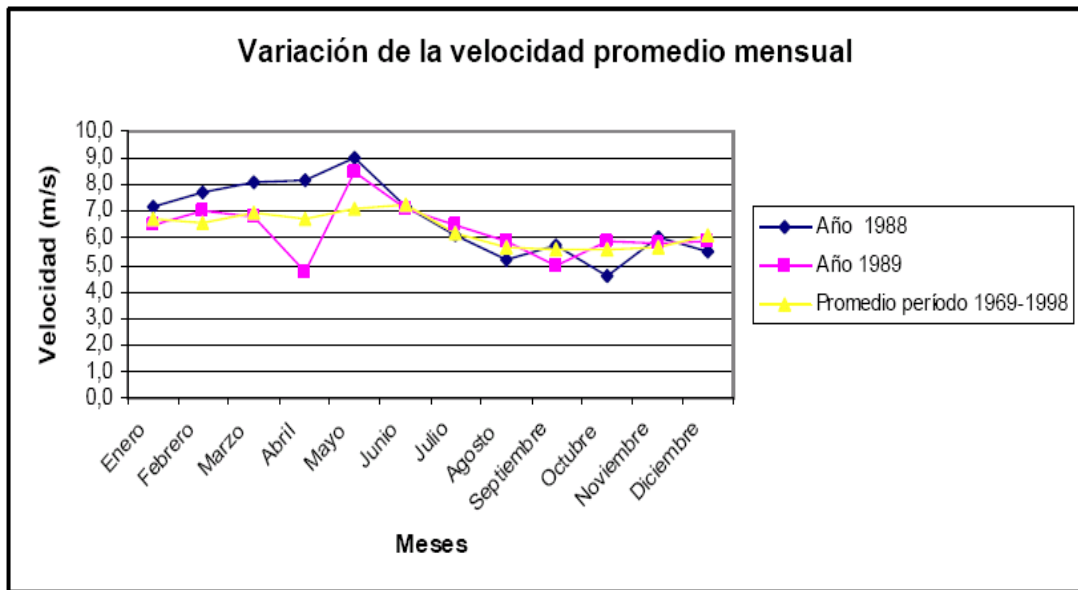


Figura 18. Variación de la Velocidad Promedio los Vientos y Rosa de los Vientos en la Isla de la Orchilla entre los años 1988-1989. [33]

2.4 Confiabilidad en Sistemas de Generación.

La confiabilidad de un sistema de energía eléctrica se mide por la capacidad de alimentar todas las demandas de energía hechas por los usuarios, sin fallas en periodos prolongados. Un criterio muy común es instalar suficiente capacidad de generación para evitar cortes a los usuarios, que duren más de un día en un periodo de 5 años promedio. La cantidad específica de capacidad de generación de reserva requerida para alcanzar esta meta se determina mediante probabilidad matemática.⁸

Definición básica de Probabilidad:

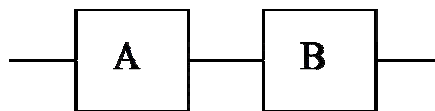
$$P(A) = \frac{Na}{Nt}$$

Na = Número de casos que ocurre A

Nt = Número de casos Totales

Donde: $0 < P(A) < 1$

Por ejemplo, en el siguiente diagrama de bloques podemos deducir:



$P(\text{funcionamiento}) = P(Aok \text{ y } Bok)$ y Si A y B son independientes, entonces

$$P(\text{funcionamiento}) = P(Aok) \times P(Bok)$$

$$= Ra \times Rb$$

$$= (1-Qa) \times (1-Qb)$$

Donde:

Ri = Probabilidad de Funcionamiento

Qi = Probabilidad de Falla

$$Ri + Qi = 1$$

⁸ Donald Fink y Wayne Beaty, Manual de la Ingeniería Eléctrica, McGraw Hill, Tomo II, Capitulo 12, Mexico 1997.

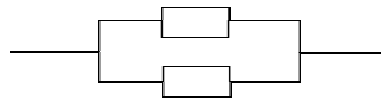
2.4.1 Método de los Cortes Mínimos⁹

Se basa en la combinación de todos los elementos que al fallar cortan todos los caminos entre las fuentes y el punto de interés del sistema que no es más que la carga.

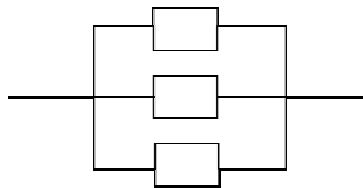
- **Primer Orden: Falla de un elemento**



- **Segundo Orden: Falla simultanea de dos elementos**



- **Tercer Orden: Falla simultanea de Tres elementos**



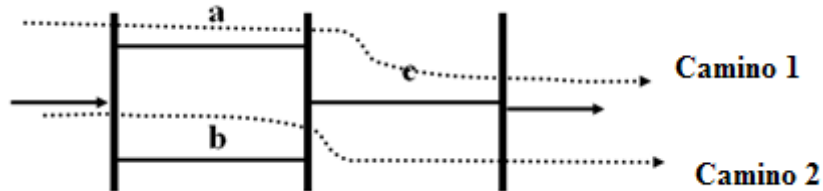
Deducción de Cortes:

- 1) Deducir todos los caminos
- 2) Construir la matriz de incidencia. Si un elemento pertenece a un camino se coloca 1
- 3) Si todos los elementos de alguna columna de la matriz de incidencia son distintos de cero, la componente asociada a esa columna forma un corte mínimo de primer orden
- 4) Combine las columnas de la matriz. Si todos los elementos de las columnas combinados son distintos de cero, las componentes asociadas a esas columnas forman un corte de segundo orden. Posteriormente se eliminan los cortes que contengan cortes mínimos de primer orden

⁹ Claudio Rocco, Confiabilidad en Sistemas de Potencia, UCV

5) Se repite 4) combinando tres columnas al mismo tiempo. Se eliminan los cortes que contengan cortes mínimos de primer y segundo orden

6) Continuar hasta llegar al corte de máximo orden



Determinación de caminos desde fuente hasta la carga:

1) a y c

2) b y c

Camino	Elementos		
	a	b	c
1	1	0	1
2	0	1	1

Tabla 4. Escenarios de Falla por Dos Situaciones

* Si todos los elementos de una columna son 1

⇒ CORTE DE 1° ORDEN

* Si la suma lógica de 2 columnas producen una columna de todos 1

⇒ CORTE DE 2° ORDEN

* Se verifica que no contengan cortes de orden inferior

Verificando los caminos del gráfico anterior se obtiene:

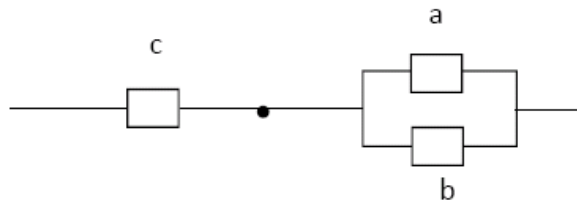
C 1° Orden Mínimo

A+B 2° Orden Mínimo

A+C 2° Orden NO Mínimo

B+C 2° Orden NO Mínimo

A+B+C 3° Orden NO Mínimo



$$P_i(\text{falla}) \approx P(C_a \cup C_b \cup C_c \cup \dots)$$

La probabilidad de operación aproximada para la carga **$P(\text{oper}) \approx 1 - P(\text{falla})$**

2.5 HOMER (Hybrid Optimization Model for Electric Renewables)¹⁰

El programa Homer Energy, es un software que permite modelar como una poderosa herramienta para el diseño y análisis de sistemas híbridos de potencia, los cuales contengan múltiples fuentes de generación tanto convencionales como no convencionales tales como Generadores, Turbinas de Viento, Paneles Fotovoltaicos, Hidroelectricidad, Baterías, Biomasa entre otras. Dicho software es utilizado por miles de personas a nivel mundial.

Básicamente este programa entre una de sus virtudes es ayuda a determinar que tan óptimo pueden ser los recursos renovables tales como el viento y el sol y como estos pueden ser integrados para la generación de energía en sistemas híbridos. Ingenieros y profesionales en general usan esta herramienta para simular diferentes sistemas de energía y que les permite comparar los resultados y obtener una proyección bastante realista de los montos de inversión tanto para la implementación como los relacionados con la operación y mantenimiento.

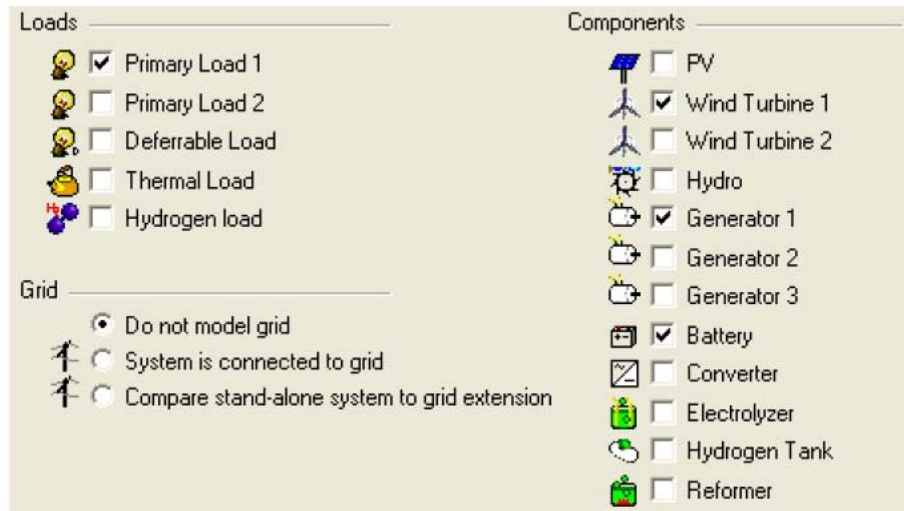
El programa Homer determina la viabilidad económica de un sistema híbrido de energía, optimiza el diseño y permite comprender realmente como un sistema híbrido con recursos naturales renovables trabaja, con estas estimaciones económicas permite establecer el riesgo financiero que puede significar la implementación de un proyecto energía híbrido.

¹⁰ Peter Lilienthal y Tom Lambert, Colorado, Estados Unidos, www.homerenergy.com, 2001

Este es un software bastante sencillo el cual fue elaborado por un grupo de Ingenieros en Boulder, Colorado y sus siglas HOMER en español significan Optimización de Modelos Híbridos de Energías Renovables para ser comercializado y desarrollado por el Laboratorio Nacional de Energías renovables de la división del Departamento de Energía de los Estados Unidos de América.

Todas las simulaciones se realizan en base a la data que se le suministre el usuario del Sistema Híbrido de Generación para que pueda arrojar las estimaciones más precisa posibles, dicha información no es más que capacidad de las unidades de generación convencionales y no convencionales, costos de inversión tanto iniciales como operativos, curva de demanda de la carga a ser alimentada, factores climáticos tales como radiación solar, velocidad del viento, así como también precio del combustibles entre otros factores que son variables principales dentro de un sistema híbrido de generación.

A continuación se muestran una serie de ventanas de simulación del programa HOMER para visualizar el proceso de inclusión de datos y entrega de resultados.



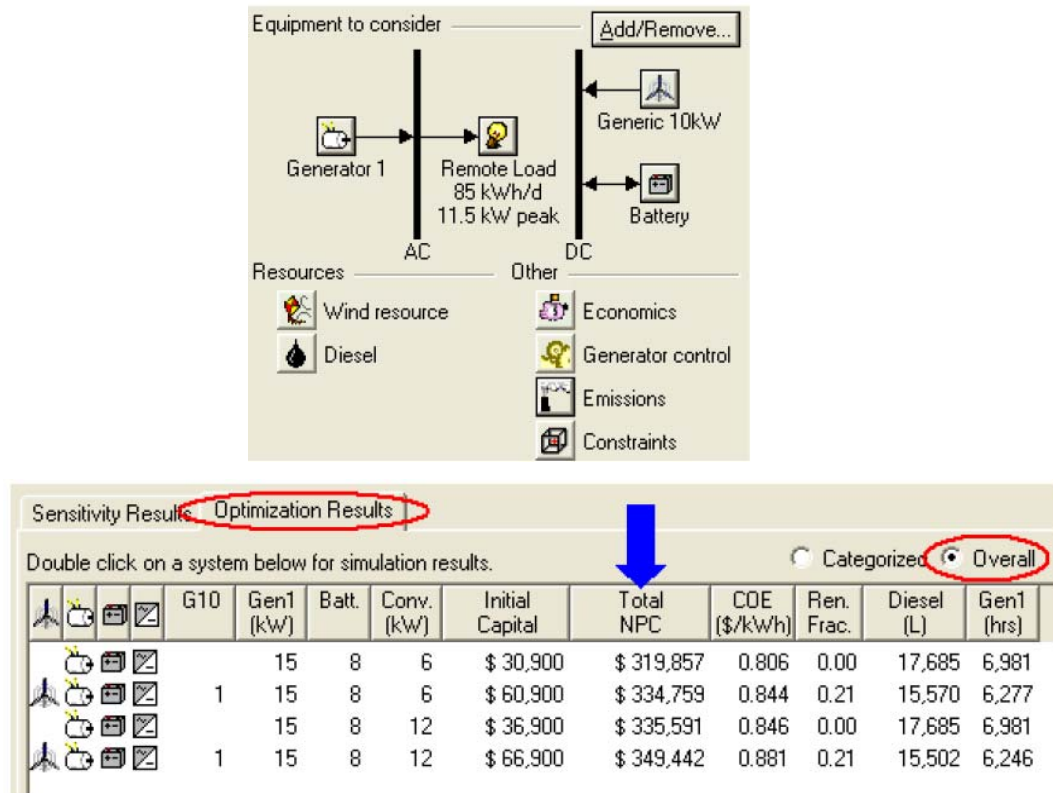


Figura 19. Bosquejos de Software HOMER [34]

Donde los parámetros más importantes resaltar que muestra el programa son los siguientes:

- Gn: Generadores
- Label: Capacidad Nominal del Motor
- Hn: Capacidad del Banco de Baterías
- Converter: Inversor DC/AC
- COE: Costo de Energía y se define como el costo promedio por KWh producido al sistema eléctrico.
- Initial Capital: Es el costo inicial del proyecto y/o de un componente cuando es iniciado un proyecto.
- Operating Cost: Es la suma de la tasa anual de los costos de O&M, costo de combustible menos los gastos que pueden ser optimizables.
- Total NPC: El costo presente neto del sistema cuando el mismo va a iniciar algún proyecto.
- Ren. Fran: Es el cociente de la producción de energía de fuentes renovables contra la producción de energía convencional.

En la tablas anteriores se puede apreciar fácilmente como se le van introduciendo los elementos y variables al sistema Híbrido de energía y los resultados a nivel de costos que este arroja.

Así mismo el software luego de varias simulaciones a través de algoritmos se obtiene la viabilidad técnica y económica en diferentes escenarios de acuerdo a los elementos con el cual se obtiene el costo presente de la configuración deseada.

2.6 Aspectos Básicos de Economía ¹¹

Para analizar la factibilidad de un proyecto de Ingeniería debe analizarse algunos aspectos económicos básicos para decidir si el mismo es implementando o no, varios aspectos son los que engloban tomar este tipo de decisiones las cuales evidentemente tienen un componente técnico y económico respectivamente.

A continuación se presentan una serie de conceptos de economía explicados de forma sencilla.

Economía: Estudio de la manera en que la sociedad utiliza los recursos escasos para producir mercancías valiosas y distribuirlas entre sus individuos.

Macroeconomía: Estudio el funcionamiento de la economía en su conjunto. Examina el nivel de crecimiento nacional, la inflación, el empleo y la oferta monetaria.

Microeconomía: Analiza el comportamiento de los componentes específicos de la economía tales como la industria, las empresas, las economías domésticas. Estudia cómo se fijan los precios, que determina el precio de la tierra, el capital y el trabajo y se estudia las virtudes y defectos del mecanismo de mercado.

Economía centralizada: Aquella en la que el gobierno toma las decisiones relacionadas con la producción y la distribución de bienes y servicios. El Estado es dueño de una buena parte de los medios de producción (tierra y capital).

¹¹ Economía, Paul Samuelson y William Nordhaus, McGraw Hill, 14va. Edición, 1993

Economía de mercado: Aquella en la que los individuos y las empresas privadas toman las principales decisiones relacionadas con la producción y el consumo.

Economía Mixta: Es la más común, en una economía mixta hay elementos de economía de mercado pero el Estado desempeña un papel en fijar la regulación y las normas que rigen la vida económica, así como producir los servicios educativos, policiales, de defensa, regular la contaminación, etc.

Costo de oportunidad: Es el valor del bien o beneficio al que se renuncia cuando se toma una decisión o se hace una elección. Una decisión tiene un costo de oportunidad porque elegir una cosa en un mundo de escasez implica renunciar a alguna otra cosa.

La demanda: La curva de la demanda es la relación entre el precio P y la cantidad de un bien Q en el mercado, manteniéndose constantes todas las otras variables. Otros elementos además del precio que afectan la demanda son: renta media, crecimiento de la población, precios afines.

Oferta: Es la relación entre el precio P de un bien y la cantidad que se produce Q, manteniendo constantes todas las otras variables. Curva de pendiente positiva. Cuando sube el precio de un bien (se mantiene constante todo lo demás) los compradores reducen la demanda.

Costo Total de producción de una empresa es el gasto monetario total necesario para un nivel de producción.

Costo Fijo es el gasto monetario en que se incurre aunque no se produzca nada y en general no resulta afectado por las variaciones de la cantidad en el nivel establecido.

El Costo Variable representa los gastos que varían con el nivel de producción, como la materia prima, los salarios.

El Costo Marginal: Es el costo adicional de producir una unidad adicional de producto. Es uno de los conceptos más importantes de la economía. La curva de costo marginal vs. Producción tiene forma de U

En el caso de la Generación de Energía Eléctrica la Potencia Activa eléctrica inyectada o tomada en un punto dado de una Red Eléctrica durante un tiempo, a una tensión y frecuencia dada (energía en kWh a tensión y F fijas) se obtienen de recursos renovables y no renovables los cuales hacen variar los aspectos económicos de la Generación de dicha Potencia.

- Generación con combustibles fósiles (no renovables): Impacto importante de los costos variables. Costos marginales crecientes.
- Generación con combustibles renovables (hidráulica, eólica, biomasa, solar): Impacto importante de los costos fijos. Costos variables muy bajos o nulos y Costos marginales decrecientes.

Tasa Interna de Retorno

La tasa interna de retorno o tasa interna de rentabilidad (TIR) de una inversión, está definida como la tasa de interés con la cual el valor actual neto o valor presente neto (VAN o VPN) es igual a cero. El VAN o VPN es calculado a partir del flujo de caja anual, trasladando todas las cantidades futuras al presente. Es un indicador de la rentabilidad de un proyecto, a mayor TIR, mayor rentabilidad.

Se utiliza para decidir sobre la aceptación o rechazo de un proyecto de inversión. Para ello, la TIR se compara con una tasa mínima o tasa de corte, el coste de oportunidad de la inversión (si la inversión no tiene riesgo, el coste de oportunidad utilizado para comparar la TIR será la tasa de rentabilidad libre de riesgo). Si la tasa de rendimiento del proyecto expresada por la TIR supera la tasa de corte, se acepta la inversión; en caso contrario, se rechaza.

El criterio general para saber si es conveniente realizar un proyecto es el siguiente:

- Si $TIR \geq r \rightarrow$ Se aceptará el proyecto. La razón es que el proyecto da una rentabilidad mayor que la rentabilidad mínima requerida (el coste de oportunidad).
- Si $TIR < r \rightarrow$ Se rechazará el proyecto. La razón es que el proyecto da una rentabilidad menor que la rentabilidad mínima requerida.

Comparación de proyectos excluyentes. Dos proyectos son excluyentes si sólo se puede llevar a cabo uno de ellos. Generalmente, la opción de inversión con la TIR más alta es la preferida, siempre que los proyectos tengan el mismo riesgo, la misma duración y la misma inversión inicial. Si no, será necesario aplicar el criterio de la TIR de los flujos incrementales.

Proyectos Especiales: también llamado el problema de la inconsistencia de la TIR. Son proyectos especiales aquellos que en su serie de flujos de caja hay más de un cambio de signo. Estos pueden tener más de una TIR, tantas como cambios de signo. Esto complica el uso del criterio de la TIR para saber si aceptar o rechazar la inversión.

2.7 Fundamentos en la Dirección de Proyectos¹²

Una vez que un proyecto de Ingeniería es Factible tanto en el aspecto técnico como económico, se debe tener un control del mismo de manera que pueda ser dirigido y se cumplan todas las premisas establecidas cuando el proyecto fue concebido de manera tal que el mismo genere la rentabilidad y cumpla los objetivos trazados.

Por lo antes comentado todo proyecto de Ingeniería debe tener un cronograma que incluye, por lo menos, una fecha de inicio planificada y una fecha de finalización planificada para cada actividad del cronograma. Si la planificación de recursos se realiza en una etapa temprana, el cronograma del proyecto permanecerá con carácter de preliminar hasta que las asignaciones de recursos hayan sido confirmadas, y se establezcan las fechas de inicio y de finalización planificadas.

¹² Fundamentos de la Dirección de Proyectos, PMBOOK, 3era. Edición.

Este proceso generalmente tiene lugar no más tarde de la conclusión del plan de gestión del proyecto. Un cronograma objetivo del proyecto también puede desarrollarse con fechas de inicio objetivo y fechas de finalización objetivo definidas para cada actividad del cronograma. El cronograma del proyecto puede presentarse en forma de resumen, a veces denominado cronograma maestro o cronograma de hitos, o presentarse en detalle. A pesar de que un cronograma del proyecto puede presentarse en forma de tabla, se presenta más a menudo en forma gráfica, usando uno o más de los siguientes formatos:

- **Diagramas de red del cronograma del proyecto:** Estos diagramas, con información de la fecha de la actividad, generalmente muestran tanto la lógica de la red del proyecto como las actividades del cronograma del camino crítico del proyecto. Estos diagramas pueden presentarse en el formato de diagrama de actividad en el nodo o en el formato de diagrama de red del cronograma según escala de tiempo, que a veces se denomina diagrama de barras lógico, como se muestra para el cronograma detallado en la Figura 19. Este ejemplo también muestra cómo se planifica cada paquete de trabajo como una serie de actividades del cronograma relacionadas.
- **Diagramas de barras.** Estos diagramas, en los que unas barras representan las actividades, muestran las fechas de inicio y finalización de las actividades, así como las duraciones esperadas. Los diagramas de barras son relativamente fáciles de leer y se usan frecuentemente en presentaciones de dirección. Para la comunicación de control y de dirección, se usa una actividad resumen más amplia y completa, que a veces se denomina actividad hammock, entre hitos o a través de múltiples paquetes de trabajo interdependientes, y se representa en informes de diagramas de barras. Un ejemplo de esto es la parte del cronograma resumen de la Figura 19 que se presenta en un formato estructurado EDT.
- **Diagramas de hitos.** Estos diagramas son similares a los diagramas de barras, pero sólo identifican el inicio o la finalización programada de los productos entregables más importantes y las interfaces externas clave.

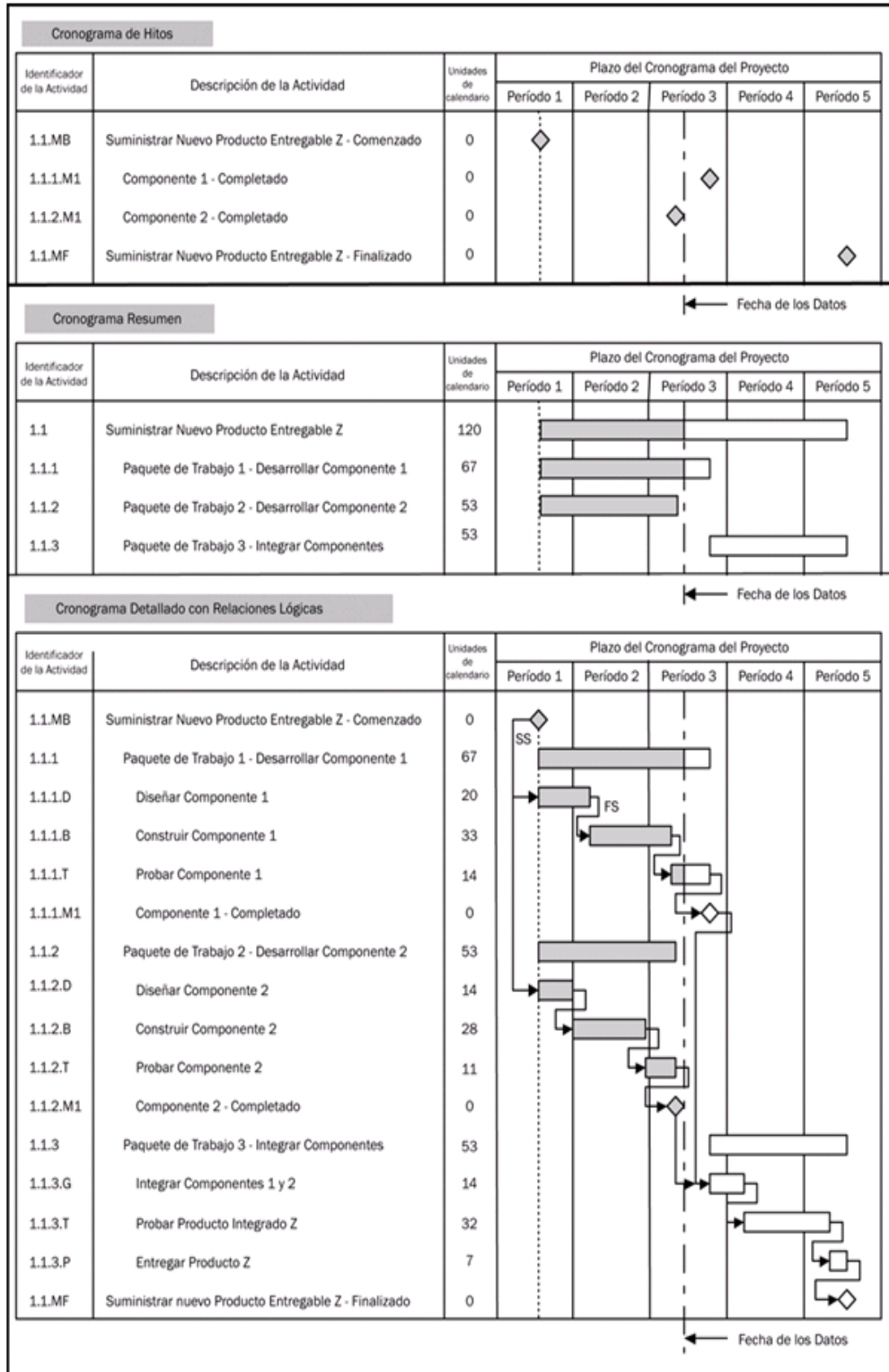


Figura 20. Diagrama de Barras (Gantt) [31]

La figura 20 muestra el cronograma para un proyecto de muestra en etapa de ejecución, con el trabajo en curso informado hasta la fecha de los datos, que a veces también se denomina “a la fecha de” o “fecha actual”. La figura muestra la fecha de inicio real, la duración real y la fecha de finalización real para las actividades del cronograma completadas; la fecha de inicio real, la duración restante y la fecha de finalización actual para las actividades del cronograma cuyo trabajo está en curso; y la fecha de inicio actual, la duración original y la fecha de finalización actual para las actividades del cronograma en las que el trabajo aún no ha comenzado. Para un cronograma del proyecto simple se muestra una representación gráfica de un Cronograma de Hitos, un Cronograma Resumen y un Cronograma Detallado donde se observan visualmente las relaciones entre los tres niveles diferentes de presentación del cronograma.

CAPÍTULO III

DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA BAJO ESTUDIO

A continuación se analizarán los aspectos necesarios para estudiar la factibilidad técnica para la implementación de energías renovables como métodos de generación en las estaciones Radiobases Movilnet. Dado que son sistemas que involucran al medio ambiente para la generación de energía, se estudiaron las condiciones climáticas, velocidad de los vientos, radiación solar, entre otros aspectos así como las zonas donde se encuentran ubicadas las Radiobases donde se pretende sean aplicadas estos sistemas de generación.

3.1 Ubicación y Condiciones Climáticas de las Estaciones Radiobases

En primera instancia se establecieron dos zonas en el territorio nacional como prueba piloto de estudio. La finalidad de esto es lograr la estandarización de los tipos de Radiobases a los cuales se les pueda implementar, como método de alimentación las energías renovables bien sea eólica, solar o ambas simultáneamente.

Básicamente el país se dividen en dos regiones horizontales: costera (norte) y fronteriza (sur) y dependiendo de las condiciones climáticas y de servicios públicos que se presenten en cada zona, existen diversos métodos de generación de energía eléctrica para la alimentación de las Radiobases de Movilnet.

Las localidades escogidas, después de hacer un sondeo fueron: En la región Costera el Isla Los Monjes, Los Testigos, Isla de Aves y La Tortuga y en la región fronteriza Sur, Buena Vista del Meta (Apure), Las Culatas de Apure, Maroa (Amazonas) y Kamarata (Bolívar).

Actualmente únicamente se encuentran en operación las estaciones Isla Los Monjes, Isla de Aves, Buena Vista del Meta y Maroa, todas estas funcionan con grupos electrógenos en forma permanente (Prime), inclusive todas estas estaciones operan con dos Motogeneradores en alternancia en periodos de 15 días

cada uno de manera tal que siempre la estación tenga un grupo electrógeno en operación, aunque en ocasiones ambos se apagan para ahorrar combustible.

Por lo tanto una de las ideas que se propone es que el Sistema de Energías Renovables sea la fuente principal de generación y que los Motogeneradores operen como fuente alterna o sencillamente retirarlo del sitio tomando en cuenta lo que conlleva el mantenimiento y suministro de combustible en estos sitios tan remotos y de acceso especial. En el caso de Los Monjes e Isla de Aves, se busca la sustitución y/o cambio de los Motogeneradores como fuente principal de energía y que pasen a ser fuentes alternas o secundarias por razones principalmente de contaminación ambiental ya que estas dependencias federales son parque nacional y por consiguiente los derrames y ruidos que generan los Motogeneradores son impactantes para el ambiente (Flora y Fauna), además de que por ser Islas se dificulta el transporte de combustible, siendo la única forma a través de embarcaciones de la armada y al depender de ellos el servicio de la estación queda algunas veces condicionado a la manipulación del Motogenerador el cual necesita un mantenimiento en forma frecuente por existir altos niveles de salinidad y desgaste de los mismos así como el suministro de combustible (Diesel y/o Gasoil), lo cual resulta sumamente costoso para Movilnet.

Por otra parte en la parte sur del país seleccionaron en la parte sur del país Buena Vista del Meta (Apure), Las Culatas de Apure, Maroa (Amazonas) y Kamarata (Bolívar) por la gran dificultad que existe actualmente para llegar a esas localidades, debido a que resulta muy riesgoso por razones de seguridad transitar con combustible (Diesel y/o Gasoil) por esos sectores ya que todavía no se ha logrado establecer un sistema de seguridad que resguarde a todo aquel que se dirija a esas zonas con este tipo de hidrocarburo el cual es objeto contrabando entre las fronteras de Brasil, Colombia en inclusive con pobladores de la zona. Por este motivo en estos lugares si se propone la sustitución definitiva de los grupos electrógenos y que sea implementando los sistemas de energías renovables.

A continuación se muestra un mapa de Venezuela en el cual se señala la ubicación de las Radiobases escogidas:

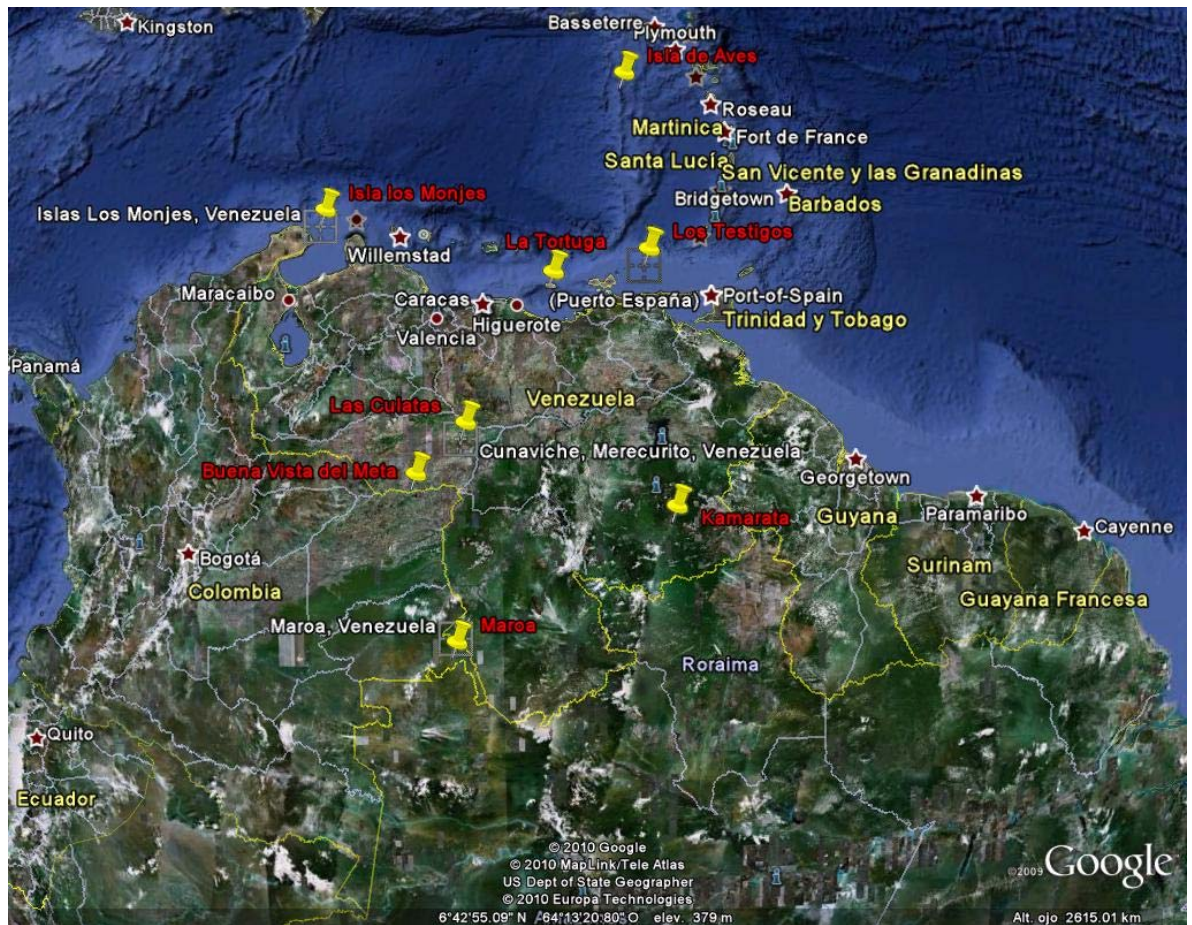


Figura 21. Ubicación de las ERB escogidas en Venezuela [32]

Seleccionados los lugares a ser evaluados, se muestra un mapa de Venezuela en el cual se detallan las diversas condiciones climáticas, donde se puede observar tanto los niveles de radiación solar como la velocidad de los vientos de las diferentes regiones del país, lo cual es una buena referencia para poder determinar que energías renovables resultan factibles en cada región en estudio.

A continuación se presenta un mapa en el cual se detalla el potencial de energía eólica y solar en el país, según datos arrojados por el Ministerio de Ciencia y Tecnología:

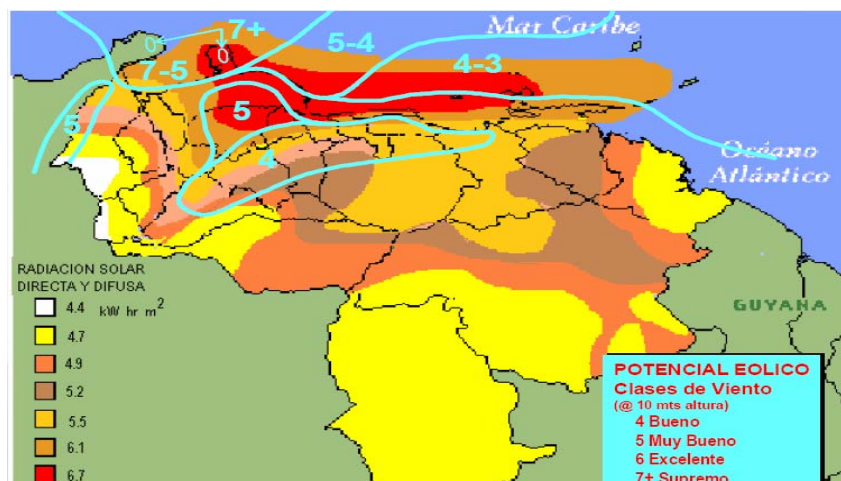


Figura 22. Potencial de Energía Solar y Eólica en Venezuela ¹³

Una vez observado el Potencial Solar y Eólico de acuerdo a los índices de radiación solar y clases de viento, nos disponemos a mostrar una distribución en el territorio nacional de las zonas donde son factibles la implementación de sistemas de generación eólico, solar o ambas según sea el caso. En general se puede observar que en la mayoría del territorio es viable el desarrollo de proyectos con paneles fotovoltaicos, mientras para proyectos eólicos la zona norte costera es la más factible para el desarrollo de este tipo de soluciones.

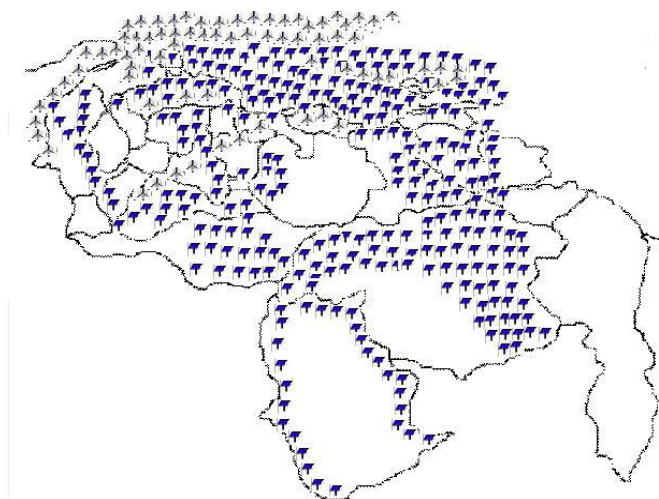




Fig. 23 Distribución de Potencial Eólico-Solar en Venezuela

-  **Panales Solares**
-  **Turbinas Eólicas**

¹³ EXPOSICION INDUSTRIAL INTERNACIONAL DE ENERGIA EOLICA, Universidad Simón Bolívar (2008).

Analizando los mapas mostrados donde se especifica la clasificación de acuerdo al tipo de viento para una altura de 10m y radiación solar optima se plantearon los métodos posiblemente más factibles dependiendo de la región. Así, para la Isla Los Monjes, Los Testigos, Isla de Aves y La Tortuga el sistema a implementarse podría bien ser un híbrido compuesto por aerogeneradores, paneles solares y Motogenerador sólo como stand by en caso de requerirse, ya que la incidencia de los rayos solares se encuentra en unos de sus máximos niveles al igual que la velocidad de los vientos. En el caso de Buena Vista del Meta (Apure), Las Culatas de Apure, Maroa (Amazonas) y Kamarata (Bolívar) puede ser igualmente un sistema híbrido compuesto pero sólo con paneles solares y Motogeneradores como stand by en caso de requerirse, ya que a pesar de que la radiación solar no es máxima, sus niveles son suficientes para generar energía y como respaldo (horas nocturnas o escasa radiación solar) esto claro está en función del consumo real de las estaciones que de antemano sabemos que son de bajo consumo además de proponer la posibilidad de mantener un Motogenerador.

A partir de la clasificación tanto en la parte solar como eólica y conociendo la clase de viento y la intensidad de radiación en un sitio determinado, se puede saber si es recomendable hacer un estudio de factibilidad para un proyecto que considere generación eólica a través de un aerogenerador y/o generación solar a través de paneles solares. Dado que las localidades escogidas son actualmente Radiobases existentes ya en funcionamiento (Excepto Los Testigos y La Tortuga en la zona norte costera) y (Kamarata y Las Culatas en la zona sur), por lo que se va a llevar a cabo una adecuación del método de generación de energía eléctrica existente tomando en cuanto la generación alternativa, siendo consideradas las opciones más factibles de las zonas en estudio de acuerdo a los índices eólico y solar que determinen que tipo de sistema de generación se proponga. Por lo tanto, primeramente hay que conocer como está compuesto respectivamente cada sistema, es decir, el consumo de cada uno de los equipos (potencia), la distribución de los mismos, el tipo de establecimiento, entre otros aspectos.

3.2 Ubicación Geográfica de las Radiobases y sus Condiciones Ambientales

Para determinar con cierta exactitud las condiciones climáticas de cada zona, se utilizó una aplicación denominada: *NASA, Surface Meteorology and Solar Energy*, la cual permite obtener una gran variedad de características con sólo conocer la latitud y longitud del lugar que se desee.

Por lo tanto, una vez conocidos los significados de cada parámetro a ser evaluado, los mismos son mostrados a continuación para las zonas donde se ubica cada radiobase específicamente.

1. ERB Archipiélago Los Monjes, Dependencias Federales.
2. ERB Archipiélago Isla de Aves, Dependencias Federales
3. ERB Isla La Tortuga, Dependencias Federales
4. ERB Archipiélago de Los Testigos, Dependencias Federales.
5. ERB Buena Vista del Meta, Estado Apure
6. ERB Hacienda Las Culatas, Estado Apure
7. ERB Maroa, Estado Amazonas
8. ERB Comunidad Indígena Kamarata, Estado Bolívar

Estaciones Radio Bases en la zona norte costera del país:

1) **Isla Los Monjes (12°21'42" N, 70°54'0" W)**

La ERB Isla Los Monjes se encuentra ubicada en el Archipiélago Los Monjes, en terreno adyacente al sismómetro y a la Estación Movistar a 20 m. del faro, perteneciente a las Dependencias Federales de la República Bolivariana de Venezuela. Específicamente entre el área de desembarco (Motogeneradores) y faro (CDMA y GSM). El acceso al Archipiélago se realiza por vía marítima ó por vía aérea (Helicóptero) a través de la FAN. Vía Marítima se realiza desde el puerto de la Armada Nacional en Punto Fijo Estado Falcón, con patrulleras de la armada, siendo el tiempo de navegación de aprox. 4 horas. Una vez en el Archipiélago el acceso al área de interés se realiza por una caminería peatonal, en concreto, desde el área del muelle.



Foto 6: Isla los Monjes, Estación Radio Base Actual CDMA Satelital [35]

Esta Radiobases es del tipo outdoor, es decir, los equipos se encuentran sobre una losa a la intemperie protegida por muros tipo bloque. El sistema de generación está formado por dos Motogeneradores de 50 kVA con un tanque de almacenamiento de combustible con capacidad para 6.500 litros cada uno más un tanque auxiliar de 20.000 litros. (Ver Plano Propuesto en Anexo 1)

A continuación se mostrarán los parámetros climáticos de la estación Los Monjes.

Parameters for Solar Cooking:

Monthly Averaged Insolation Incident On A Horizontal Surface (kWh/m ² /day)													
Lat 11,367 Lon -63,1	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Annual Average
22-year Average	5,82	6,50	7,04	6,98	6,85	6,93	7,14	7,24	6,75	6,08	5,61	5,36	6,54

Solar Geometry:

Monthly Averaged Daylight Hours (hours)													
Lat 11,36 Lon -63,1	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Annual Average
Average	11,5	11,7	12,0	12,4	12,6	12,8	12,7	12,5	12,2	11,8	11,5	11,4	12,2

Meteorology (Wind):

Monthly Averaged Wind Speed At 10 m Above The Surface Of The Earth For Terrain Similar To Airports (m/s)													
Lat 11,367 Lon -63,1	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Annual Average
10-year Average	7,32	7,59	7,43	6,30	5,62	6,46	6,52	5,64	4,70	4,42	5,16	6,57	6,13

2) Isla de Aves (15° 40' 18" N, 63° 36' 59" W)

Isla de Aves es una pequeña y remota isla venezolana de aproximadamente 4,5 ha, ubicada en el Caribe al oeste de las islas de Sotavento, a 110 km al oeste de Guadalupe y Dominica. Tiene una longitud que no excede los 150 m y su punto máximo es de 2 msnm en un día calmo. En algunas ocasiones, durante fuertes tormentas, la isla queda sumergida completamente. La isla forma parte de las Dependencias Federales de la República Bolivariana de Venezuela. En ella se ha instalado una base militar por parte de las fuerzas navales de Venezuela, levantada sobre pilotes para protegerla de la marea. Algunos estados del Caribe junto con Dominica reclaman esta isla como parte de este último, llamado por ellos como *Bird Island*. Sin embargo, este reclamo no ha sido reconocido por Venezuela, ya que la isla representa un bastión político-territorial de la república, dado que extiende las aguas territoriales de Venezuela desde su costa hasta prácticamente el centro del Mar Caribe. Es un lugar de descanso y reproducción para las aves marinas y para la tortuga verde (*Chelonia mydas*). La isla está compuesta de arena y algunas vegetaciones. El área es peligrosa para la navegación y muchos barcos han naufragado en su costa. No debe ser confundida con Archipiélago Las Aves en el grupo de Los Roques que está mucho más cerca del territorio continental venezolano.



Foto 7: Isla de Aves, Estación Radio Base Actual CDMA Satelital y Plataforma Armada. [35]

Esta radio base es del tipo Indoor, es decir, los equipos se encuentran dentro de la plataforma de la armada. El sistema de generación está formado por un Motogeneradores de 50 kVA y un tanque de almacenamiento de combustible con capacidad para 6.500 litros. Aunque cabe destacar que en este caso el Gasoil es suministrado por la armada. (Ver Plano Propuesto en Anexo 2). A continuación se mostrarán los parámetros climáticos de la estación Isla de Aves.

Parameters for Solar Cooking:

Monthly Averaged Insolation Incident On A Horizontal Surface (kWh/m ² /day)													Annual Average
Lat 7,033 Lon -63, 7	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	
22-year Average	5,47	6,24	6,95	7,26	7,1	6,88	7,05	7,05	6,45	5,97	5,3	5,16	6,41

Solar Geometry:

Monthly Averaged Daylight Hours (hours)													
Lat 7,033 Lon -63, 7	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Annual Average
Average	11,3	11,6	12	12,4	12,8	13	12,9	12,6	12,2	11,8	11,4	11,2	12,1

Meteorology (Wind):

Monthly Averaged Wind Speed At 10 m Above The Surface Of The Earth For Terrain Similar To Airports (m/s)													
Lat 7,033 Lon -63, 7	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Annual Average
10-year Average	5,97	5,04	3,83	3,01	3,97	9,15	10,6	9,94	5,48	3,95	5,52	6,04	6,05

3) **La Tortuga** (10° 55' 0" N, 65° 18' 0" W)

La Tortuga está ubicada en el sur del Mar Caribe a los 65° 18' oeste y 10° 55' norte, a unos 30 km de Río Chico (Miranda), estado Miranda; a 170 km de Caracas; a 140 km de la Isla de Margarita; a unos 85 km de la laguna de Unare en el estado de Anzoátegui y a 120 km del estado Nueva Esparta. La forma de la isla es similar a una elipse de 12 km medidos de Norte a Sur y 25 km de Este a Oeste. Posee junto con los cayos adyacentes aproximadamente 156,6 km² (15.665 hectáreas) de extensión, lo que la convierte en la segunda en cuanto a tamaño de Venezuela, después de Margarita. (Ver Plano Propuesto en Anexo 3)



Foto 8: Isla La Tortuga [35]

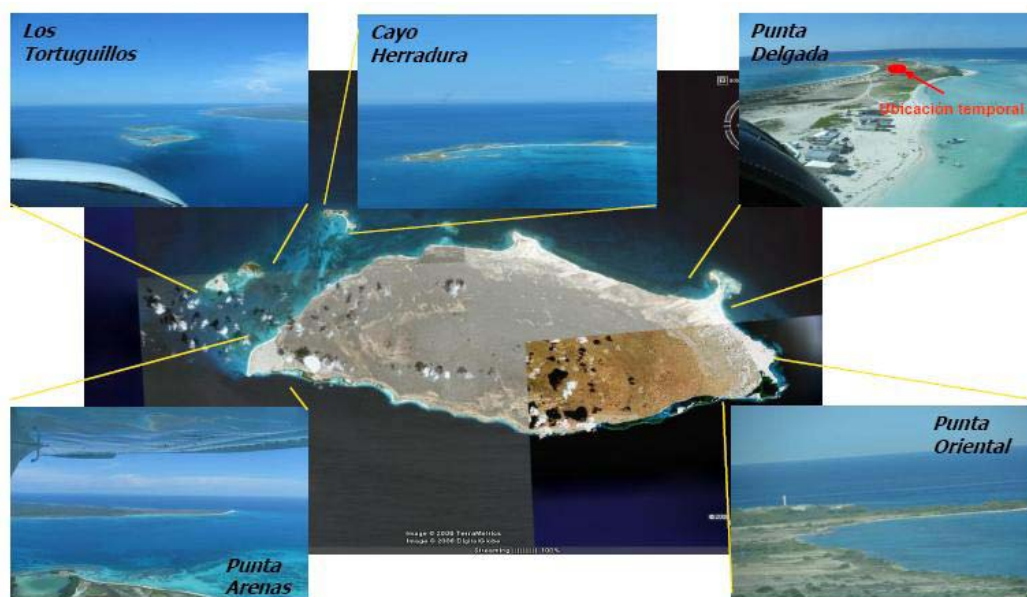


Foto 9: Isla la Tortuga, visión aérea y puesto de la Fuerza Armada [35]

A continuación se mostrarán los parámetros climáticos de la estación La Tortuga.

Parameters for Solar Cooking:

Monthly Averaged Insolation Incident On A Horizontal Surface (kWh/m²/day)													
Lat 7,033 Lon -68,517	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Annual Average
22-year Average	5,74	6,64	7,21	7,39	6,57	5,81	6,35	6,70	6,56	6,05	5,45	5,29	6,32

Solar Geometry:

Monthly Averaged Daylight Hours (hours)													
Lat 7,033 Lon -68,517	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Annual Average
Average	11,7	11,9	12,0	12,2	12,4	12,5	12,4	12,3	12,1	11,9	11,8	11,7	12,2

Meteorology (Wind):

Monthly Averaged Wind Speed At 10 m Above The Surface Of The Earth For Terrain Similar To Airports (m/s)													
Lat 7,033 Lon -68,517	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Annual Average
10-year Average	5,41	4,90	3,90	3,10	3,97	9,22	8,24	7,25	4,72	3,43	4,17	5,22	5,29

4) Los Testigos (11° 22' 0" N, 63° 6' 0" W)

Se encuentra al noroeste de la Isla de Margarita y está constituido por ocho islas con una población de 197 habitantes para 2001, casi todos emparentados, en su mayoría de origen margariteño. Las islas en su conjunto poseen aproximadamente 6,53 km² de superficie, y se puede llegar a ellas a bordo de barcos y/o botes que parten desde el vecino estado Nueva Esparta. El Archipiélago Los Testigos está localizado a aproximadamente 425 km (255 millas) al noreste de la ciudad de Caracas, y a 80 km (48 millas) al noreste de la Isla de Margarita. Las islas poseen un clima cálido, semi-árido y agradable casi todo el año, similar al del vecino Archipiélago de Los Frailes. Existe una pequeña base militar de guardacosta operada por la Armada de Venezuela, en la isla Testigo Grande.



Foto 10: Isla Los Testigos, visión aérea y puesto de la Fuerza Armada [35]



Foto 11: Isla Los Testigos, Casa de la Fuerza Armada [35]

Este tipo de radio bases se están planteando que sean del tipo Outdoor y ambas tengan el sistema fotovoltaico y eólico, dejando como fuente de generación alterna un Motogenerador de forma opcional. (Ver Plano Propuesto en Anexo 4).

A continuación se mostrarán los parámetros climáticos de la estación Los Testigos.

Parameters for Solar Cooking:

Monthly Averaged Insolation Incident On A Horizontal Surface (kWh/m²/day)													
Lat 11,367 Lon -63,1	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Annual Average
22-year Average	5,76	6,46	7,10	7,30	7,00	6,64	6,74	6,90	6,85	6,33	5,66	5,43	6,52

Solar Geometry:

Monthly Averaged Daylight Hours (hours)													
Lat 11,36 Lon -63,1	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Annual Average
Average	11,5	11,7	12,0	12,3	12,6	12,7	12,7	12,5	12,2	11,8	11,6	11,4	12,1

Meteorology (Wind):

Monthly Averaged Wind Speed At 10 m Above The Surface Of The Earth For Terrain Similar To Airports (m/s)													
Lat 11,367 Lon -63,1	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Annual Average
10-year Average	6,25	6,37	6,49	6,23	5,58	5,57	5,46	5,38	5,1	5,25	5,42	5,63	5,73

Estaciones Radio Bases en la zona sur del país:

5) **Buena Vista del Meta** (6° 10' 22" N 68° 35' 15"W)

La ERB Buena Vista del Meta se encuentra en la esquina noroeste del "Puesto Fronterizo San Carlos del Meta" de la Guardia Nacional, en el municipio Pedro Camejo del estado Apure, el cual se encuentra a aproximadamente 160 m de la ribera norte del río Meta. Al Puesto Fronterizo San Carlos del Meta de la Guardia Nacional se llega vía fluvial por el río Meta desde el pueblo Puerto Páez, el cual queda a 50 km al norte de Puerto Ayacucho, se debe remontar el río Meta hacia el oeste (río arriba) desde Puerto Páez hasta el Puesto Fronterizo San Carlos del Meta, el tiempo de recorrido es de aproximadamente 1 hora en "Piraña" (Lancha artillada de la Guardia Nacional). (Ver Plano Propuesto en Anexo 5)



Foto 12: Buena Vista del Meta, Puesto Fronterizo Guardia Nacional [35]



Foto 13: Buena Vista del Meta, Radio Base Actual CDMA Satelital. [35]

A continuación se mostrarán los parámetros climáticos de la estación Buena Vista del Meta

Parameters for Solar Cooking:

Monthly Averaged Insolation Incident On A Horizontal Surface (kWh/m²/day)													
Lat 6,167 Lon -68,583	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Annual Average
22-year Average	5,95	6,51	7,08	6,76	5,96	5,20	5,34	5,96	6,12	6,06	5,49	5,29	5,94

Solar Geometry:

Monthly Averaged Daylight Hours (hours)													
Lat 6,167 Lon -68,583	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Annual Average
Average	11,7	11,9	12,0	12,2	12,4	12,5	12,4	12,3	12,1	11,9	11,8	11,7	12,2

Meteorology (Wind):

Monthly Averaged Wind Speed At 10 m Above The Surface Of The Earth For Terrain Similar To Airports (m/s)													
Lat 6,167 Lon -68,583	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Annual Average
10-year Average	4,09	4,04	3,30	2,92	4,28	6,03	4,72	4,38	3,79	3,77	3,33	3,72	4,03

6) Hacienda Las Culatas Apure (7° 9' 0,6" N, 71° 56' 51,7" W)

El área de interés para la ERB Movilnet propuesta se encuentra en una parcela dentro de la Finca Las Culatas, la cual se encuentra en el Sector Santa Rosa, a unos 55km de la población de Guachara, Municipio Achaguas, Edo. Apure. La vialidad de acceso desde el pueblo de Guachara es una vialidad agrícola en tierra en su totalidad y se encuentra en mal estado, esta vía llega al río Cunaviche el cual debe ser cruzado por medio de chalana, propulsada manualmente por medio de sogas, en temporada de lluvia (Junio-Noviembre), según los pobladores se puede cruzar directamente con vehículos de doble tracción en época de sequía (Diciembre-Mayo), a partir del río Cunaviche la vialidad se convierte en caminos de tierra improvisados y hechos a medida de los pasos de vehículos, en el recorrido se deben cruzar varios ríos, estos se

encuentran lo suficientemente bajos como para el paso directo con vehículos de doble tracción, esta situación es hasta el río Quitaparo, el cual también se debe cruzar mediante chalana manual en época de lluvia (Junio-Noviembre), según los habitantes del lugar se puede cruzar directamente con vehículos de doble tracción en época de sequía (Diciembre-Mayo), el río Quitaparo es el último río a cruzar antes del área de interés y se encuentra a 600 m aprox. de éste, dentro de la finca existen caminos improvisados de tierra, hechos a medida del paso de vehículos, dichos caminos pueden cambiar dependiendo de la temporada que se encuentre (lluvia o sequía). (Ver Plano Propuesto en Anexo 6)



Foto 14: Las Culatas Apure, ubicación propuesta para Estación Radio Base CDMA y GSM [35]



Foto 15. Acceso a la Estación Hacienda Las Culatas [35]

A continuación se mostrarán los parámetros climáticos de la estación Las Culatas.

Parameters for Solar Cooking:

Monthly Averaged Insolation Incident On A Horizontal Surface (kWh/m ² /day)													
Lat 7,9 Lon -69,1	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Annual Average
22-year Average	5,85	6,52	7,01	6,63	5,74	4,80	5,07	5,72	5,97	5,89	5,47	5,47	5,85

Solar Geometry:

Monthly Averaged Daylight Hours (hours)													
Lat 7,9 Lon -69,1	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Annual Average
Average	11,7	11,9	12,0	12,2	12,4	12,5	12,5	12,3	12,1	11,9	11,8	11,7	12,0

Meteorology (Wind):

Monthly Averaged Wind Speed At 10 m Above The Surface Of The Earth For Terrain Similar To Airports (m/s)													
Lat 7,9 Lon -69,1	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Annual Average
10-year Average	3,78	3,46	2,99	3,02	4,32	6,43	4,99	4,75	4,30	3,81	3,19	3,62	4,05

7) **Maroa Amazonas** (2°43'19'', 67°33'33'')

Maroa es una de las poblaciones pertenecientes al estado Amazonas y posee una superficie de 13.802 km² y una población de más de 10.000 habitantes, en donde existe una temperatura promedio de 25 a 40 grados de temperatura con altos índices de humedad. Se encuentra localizado al sudoeste del Estado Amazonas, en la República Bolivariana de Venezuela, limitado al norte-este con San Fernando de Atabapo y al sur-este con San Carlos de Río Negro, al este con el Municipio Atabapo y al oeste con la República de Colombia. La estación se encuentra ubicada en la calle Lara cruce con calle Ayacucho, Puesto de la Guarda Nacional N°9, Destacamento de Frontera N°94, segundo pelotón tercera compañía. (Ver Plano Propuesto en Anexo 7).



Foto 16: Maroa Amazonas, Estación Radio Base Actual CDMA [35]



Foto 17: Maroa Amazonas, Vista Aérea Estación Radio Base y Puesto Guardia Nacional [35]

A continuación se mostrarán los parámetros climáticos de la estación Maroa Amazonas.

Parameters for Solar Cooking:

Monthly Averaged Insolation Incident On A Horizontal Surface (kWh/m²/day)													
Lat 2,71 Lon -67,55	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Annual Average
22-year Average	5,93	6,78	6,96	6,50	5,71	5,48	5,46	5,76	6,08	6,11	5,98	5,62	6,03

Solar Geometry:

Monthly Averaged Daylight Hours (hours)													
Lat 2,71 Lon -67,55	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Annual Average
Average	11,7	11,9	12,0	12,2	12,4	12,5	12,4	12,3	12,1	11,9	11,8	11,7	12,0

Meteorology (Wind):

Monthly Averaged Wind Speed At 10 m Above The Surface Of The Earth For Terrain Similar To Airports (m/s)													
Lat 2,71 Lon -67,55	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Annual Average
10-year Average	3,90	4,13	3,11	2,94	4,23	4,22	3,57	3,58	3,18	4,05	3,94	3,63	3,70

8) Kamarata Bolívar (5° 42" 48,7" ; 62° 20" 29,8")

Terreno al lado de extensión de Escuela Padre Eulogio Villagrán, Comunidad Indígena de Kamarata, Municipio Gran Sabana, Estado Bolívar. Para llegar a la Comunidad Indígena de Kamarata se realiza por vía aérea a través de avionetas tipo Cesna de 5 pasajeros con un tiempo de vuelo de aprox. 2 horas, las cuales son de pequeñas aerolíneas privadas y salen desde el aeropuerto de Ciudad Bolívar. En la Comunidad Indígena existen carreteras de tierra, las cuales llegan hasta el área de interés desde la pista de aterrizaje; también existen 2 vehículos que pertenecen a la Alcaldía, los cuales son un Camión 350 y una Pick-up. (Ver Plano Propuesto en Anexo 8).



Foto 18: Pueblo Indígena Kamarata [35]



Foto 19: Vista de Pista de Aterrizaje y Comunidad Indígena. [35]



Foto 20: Central Hidroeléctrica EDELCA de 60kVA de Comunidad Kamarata [35]

A continuación se mostrarán los parámetros climáticos de la estación Kamarata.

Parameters for Solar Cooking:

Monthly Averaged Insolation Incident On A Horizontal Surface (kWh/m²/day)													
Lat 5,7 Lon -62,33	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Annual Average
22-year Average	5,27	5,56	5,73	5,46	4,97	4,97	5,16	5,41	5,71	5,43	5,09	4,95	5,31

Solar Geometry:

Monthly Averaged Daylight Hours (hours)													
Lat 5,7 Lon -62,33	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Annual Average
Average	11,8	11,9	12,0	12,2	12,3	12,4	12,4	12,3	12,1	12,0	11,8	11,8	12,1

Meteorology (Wind):

Monthly Averaged Wind Speed At 10 m Above The Surface Of The Earth For Terrain Similar To Airports (m/s)													
Lat 5,7 Lon -62,33	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Annual Average
10-year Average	2,59	2,80	2,95	2,81	2,42	2,08	1,86	1,79	1,87	1,98	2,09	2,35	2,29

Una vez conocidas las variables climáticas de las zonas en análisis, se procede a determinar el sistema de Energías Renovables más adecuado como método de alimentación energética para cada una de las Radiobases, resaltando ciertas características del recurso solar y eólico para su aplicación según sea el caso.

Con los parámetros antes explicados tomaremos las coordenadas geográficas del Archipiélago Los Testigos como referencia para la zona norte costera y de igual manera tomaremos las coordenadas de Comunidad Indígena Kamarata como referencia para la zona sur, así como también serán las estaciones seleccionadas para el análisis técnico-económico para la implementación de los sistemas de generación eólico-solar.

3.3 Cargas Actuales de las Radiobases

A continuación se muestra una tabla en la cual se detalla la distribución de toda la carga que compone a esta radiobase en sitios despoblados o aislados con los equipos convencionales:

F.P.= 0,90						
DESCRIPCION	CANT.	kW	kW TOT.	kVA TOT.	(*) F.D.%	kVA
LOSA DE EQUIPOS						
TOMA CORRIENTE E ILUMINAC. DE GAB.	2,00	0,17	0,34	0,38	60,00	0,19
ILUMINACIÓN DE LOSA DE EQUIPOS	2,00	0,06	0,12	0,13	60,00	0,07
EQUIPO (AC/DC) RECTIFICADOR	1,00	22,50	22,50	25,00	35,00	8,75
BALIZAJE	5,00	0,10	0,50	0,56	100,00	0,56
RESERVA INSTALADA	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
LOSA DE MOTOGENERADOR						
TOMA CORRIENTE E ILUMINAC. DE GAB.	2,00	0,17	0,34	0,38	60,00	0,19
ILUMINACIÓN DE LOSA DE EQUIPOS	2,00	0,06	0,12	0,13	100,00	0,13
CARGA CONECTADA DEMANDA ESTIMADA						9,89
CARGA ESTIMADA TOTAL						
TABLERO PP1				9,89		9,89
ALUMBRADO EXTERIOR				0,00		0,00
OTRAS CARGAS				0,00		0,00
CARGA CONECTADA				9,89		
DEMANDA						9,89
RESERVA	20 %					1,97
DEMANDA MÁXIMA (KVA)						11,85

Tabla 5. Estimación Promedio de demanda de las cargas las estaciones

Radio Bases en Estudio de Bajo Consumo con Equipos Convencionales [35]

(*) Factor de Demanda: Es la razón de la demanda máxima a la carga total conectada, expresada como un porcentaje.¹⁴

¹⁴ Código Eléctrico Nacional, 7ma Revisión, Fondonorma 200, CODELECTRA, 2004

Una vez conocidas las características de cada ERB a ser adecuada, se procedió al estudio de las energías renovables para poder determinar los tipos de configuraciones de cada una de las estaciones en estudio, ya que para las Radiobases escogidas tanto en la región norte costera como la sur se planteó la adecuación con sistemas híbridos Eólico-Solar-Motogenerador y solar-Motogenerador en caso que sea necesario.

3.4 Adecuación de los Consumos Energéticos en las Radiobases

Una vez planteados los consumos energéticos de cada ERB promedio, se puede llevar a cabo una propuesta en la cual se tratan de adecuar los consumos de cada radiobase al tipo de método de suministro de energía y las diversas tecnologías que se vayan a implementar en esta estaciones tales como CDMA, GSM y/o UMTS.

Es importante destacar que la generación a través del uso de energías renovables resulta costoso ya que se requiere de una gran inversión inicial y por lo tanto se propone realizar un análisis bastante detallado del sistema a ser implementado para que los costos y el espacio requerido por el sistema híbrido no sea mayor y desde el punto de vista económico resulte factible de acuerdo a los costos estándar de una estación radio base.

Con la implementación de equipos de energía de bajo consumo, se pretende lograr dicha adecuación. Por otro lado, se pretende proponer este cambio debido a que los equipos de energías renovables generan directamente en DC y sabiendo que la mayoría de las cargas que se encuentran en las Radiobases puedan ser conectadas y alimentadas a este nivel de Tensión, con la finalidad de eliminar en lo posible convertidores (DC/AC ó DC/DC) que generan pérdidas que no pueden ser despreciadas cuando se desea generar con energías renovables.

A continuación se propondrán una serie de optimizaciones de los equipos de telecomunicaciones así como otras cargas que componen las estaciones en análisis, esto con la finalidad de buscar la manera que las estaciones tengan el mínimo consumo posible manteniendo claro esta todos los servicios asociados de voz y datos.

Los cambios propuestos son:

- En cuanto a la tecnología CDMA se propone que la BTS DBS3900 (CDMA) para sustituir a la BTS Huawei 3606 (CDMA) y en cuanto a la tecnología GSM se propone que la BTS Huawei 3900E (GSM) para sustituir a la BTS Huawei 3012AE (GSM) debido a que el propuesto es un equipo tipo compact, es decir, de bajo consumo energético y adecuado para una zona remota, con la única limitante que puede crecer máximo hasta dos portadoras de voz, datos o una combinación de ambas. Esta sustitución es posible en los sitios propuestos debido a que el tráfico de llamadas en estas zonas es bastante bajo.
- Luminaria de bajo consumo (Luz Blanca Ahorradora) para sustituir luminaria de luz incandescente. La potencia de un bombillo de bajo consumo es de 15W.
- Luz de baliza de Led que se alimenta independientemente a través de un pequeño sistema fotovoltaico ubicado al lado de la misma torre de telecomunicaciones la cual debe ser $\geq 50\text{m}$, ya que de lo contrario se debería instalar una Baliza Tipo Led la cual se alimentaría en -48Vdc.
- Batería Solar de Gel de 800 Ah para sustituir batería de plomo-ácido de 145 Ah convencionales utilizadas en las radio bases Movilnet ya que lo ideal es contemplar a la hora de la instalación de estos métodos alternativos, baterías especialmente creadas para rangos de operación con altos ciclos de carga y descarga.

A la hora de implementar un sistema híbrido de potencia, se debe agregar al consumo energético un porcentaje de reserva, con la finalidad de brindarle al sistema cierta holgura y adicionalmente permitir la instalación de cualquier nueva carga de bajo consumo en la ERB sin necesidad de afectar las instalaciones del sistema ya en operación. Dicho porcentaje puede variar entre un 5 y un 10% en la mayoría de los casos, tomando para esta propuesta un 5% de reserva. Además se debe considerar un porcentaje para la recarga de baterías luego de haber sido sometidas a una descarga profunda (fallas,

tormentas, etc.), siendo un 10% adicional un valor bien considerable y uno por pérdidas (cables, convertidores, inversores, reguladores) el cual se estableció en 15% debido a que se suelen desconocer ciertos parámetros para el cálculo de los sistemas y con esto se logra brindar cobertura a los mismos.

A continuación se muestra la reestructuración de las cargas, de manera tal que sinceremos las cargas de las estaciones en estudio.

DC: Corriente Continua, AC: Corriente Alterna

Tipo de Equipamiento	Tipo de Carga AC/DC	Cantidad	Carga Máxima (W)	Carga Promedio (W)	Tiempo de Carga (h)
Huawei DBS 3900 (CDMA)	DC	1	590	500	24
Huawei BTS 3900E (GSM)	DC	1	510	390	24
Modem Satelital (115 Vac)	AC	1	300	250	24
Luces de Aeronavegación	DC	1	0	0	Tipo Solar
Minishelter (Equipo Rectificador)	AC	1	150	110	24
MIDI Node	DC	1	60	60	24
110/120Vac (Laptop/Otro)	AC	1	100	100	1
Luminarias de Bajo Consumo	AC	4	15	15	6

Tabla 6. Consumo Sincerado para Estimación de Sistema de Energía Eólico-Solar [35]

3.5 Características Técnicas, Cálculos y Dimensionamiento

3.5.1 Paneles Solares

Para nuestros casos en estudio todos los sistemas serán analizados con un sistema mixto de generación, es decir, para la zona norte costera se propone como sistema principal (eólico + solar) y en la zona sur el sistema principal solar únicamente y como sistema alternativo para ambos escenarios un grupo electrógeno o Motogenerador.

A continuación se colocan los parámetros de los paneles Fotovoltaicos

Parámetros	Especificaciones
Voltaje de red Máximo	1000VDC
Potencia Pico de Consumo	180 W
Voltaje optimo de Operación	36 V
Corriente Optima de Operación	5 A
Voltaje de Circuito Abierto	44,8 V
Corriente de Corto Circuito	5,29 A
Dimensiones	1580mmx808mmx35mm
Peso	15.5kg
Temperatura de Operación	-40°C a + 85°C

Tabla 7. Parámetros de Celda Fotovoltaica [22]

Parámetros	Especificaciones
Voltaje de Entrada	0 V DC a 96 V DC Tasa Voltaje: 53.5 VDC
Voltaje de Salida	-60 V DC a -40 V DC Tasa Voltaje:-53.5
Voltaje Carga Flotante de almacenaje de Baterías	52 V DC a 56 V DC Tasa Voltaje: 53.5VDC
Voltaje Carga Ecuilizada de almacenaje de Baterías	54 V DC a 58 V DC, Tasa Voltaje: 56.4VDC
Corriente No-Carga	No más de 0.3 A
Caída de voltaje de carga del circuito	0,7 V DC
Descarga de caída de voltaje del circuito	0,5 V DC
Eficiencia	> 98%
Entrada Modo Diferencial protección para descargas atmosféricas	±3 kA
Salida Modo Diferencial y Modo Común	20 kA
Modo Diferencial Señal Puerto	±3 kA
Modo Diferencial entrada protección para rayo	±3 kA
Salida Modo Diferencial y Modo común	20 kA

Tabla 8. Parámetros de Controlador Solar [22]

A continuación se llevará a cabo el cálculo para estimar el número de paneles solares bajo cinco métodos diferentes, de manera que nos permita tener un criterio de selección del número de paneles a instalar como de banco de baterías de respaldo asociado y la capacidad del aerogenerador en función del consumo estimado de la estación radio base.

1er. Método:

a) Cálculo de la Energía de Consumo del Sistema

a.1) En Corriente directa o continua (DC)

Equipo	Cantidad	Consumo (W)	Voltaje (V)	Tiempo (h/día)	Ah/día
CDMA	1	500	48	24	250
GSM	1	390	48	24	195
MIDI	1	60	48	24	30
Minishelter	1	110	48	24	55
Totales					530 Ah/día

a.2) En Corriente Alterna (AC) @ F.P.= 0,9

Equipo	Cantidad	Consumo (W)	Voltaje (V)	Tiempo (h/día)	Ah/día
Radio Tx	1	30	110	24	7,20
Modem Satelital	1	250	110	24	60,61
Laptop	1	100	110	1	1,01
Luminaria	4	60	110	6	3,63
Totales (AC)					72,45 Ah/día

a.3) Cálculo del número de amperes – hora total por día de consumo, donde la carga AC será multiplicada por la eficiencia del Inversor.

$$Carga\ Total\ \frac{Ah}{dia}(DC) = Total\ \frac{Ah}{dia}(DC) + Total\ \frac{Ah}{dia}(AC) * 1,10$$

$$Total\ DC = 530 + 72,45 * 1,10 = 610,5\ Ah/día$$

a.4) El total de A-h/día calculado en a.3 debe ser multiplicado por un factor de seguridad de sobredimensionado (20%).

$$Carga\ Total\ \frac{Ah}{dia}(DC)_{Def} = Carga\ Total\ \frac{Ah}{dia}(DC) * 1,20$$

$$Carga\ Total = 610,5 * 1,20 = 732,60\ Ah/día$$

c) Cálculo del número de módulos o paneles en paralelo:

No. total de módulos o paneles en paralelo (N_p)

$$N_p = \frac{\text{Carga Total} \frac{\text{Ah}}{\text{día}} (\text{DC}) \text{Def}}{I_{\text{max}} * \# \text{HSP}}$$

$$N_{\text{paralelo}} = \frac{732,60 \text{ Ah/día}}{5A * 5,43 \text{ h/día}} = 26,98 \cong 27$$

$$N_{\text{serie}} = 2$$

d) El número total de módulos o paneles será de:

$$N_{pv} = N_{\text{paralelo}} * N_{\text{serie}}$$

$$N_{pv} = N_p * N_s = 27 * 2 = 54 \text{ paneles}$$

e) Cálculo de la capacidad banco de baterías en A-H:

Se calcula la capacidad del banco de baterías de la siguiente forma:

$$C_{\text{bat}} (\text{Ah}) = \frac{\text{Carga Total} \frac{\text{Ah}}{\text{día}} (\text{DC}) \text{Def} * N_d}{F_{\text{rend}} * PDD}$$

$$C_{\text{bat}} (\text{Ah}) = \frac{732,60 \frac{\text{Ah}}{\text{día}} * 3 \text{ dias}}{0,9 * 0,9} = 2713,33 \text{ Ah}$$

$$C_{\text{bat}} = 2713,33 \text{ Ah}$$

2do. Método:

a) Cálculo de los Consumos AC y DC del Sistema

$$P = \frac{\sum_{i=0}^m P1i * t1i}{24} + \sum_{j=0}^n \frac{P2j}{\mu} * t2j/24$$

$$P = (500 + 390 + 110 + 60) \frac{24}{24} + \frac{[(30 * 250) * \frac{24}{24} + 100 * \frac{1}{24} + 60 * \frac{6}{24}]}{0,8}$$

$$P_{total} = 1433,95 \text{ Watts}$$

b) Cálculo de Paneles Fotovoltaicos en Paralelo y Serie

$$Np = \frac{P_{total} * top}{[V_{avg} * I_{pv} * T_{min} * (1 - ks) * \mu b]}$$

$$Np = \frac{1433,95W * 24h/día}{52V * 5A * 5,43 \frac{h}{día} * (1 - 0,03) * 0,9} = 27,92 \cong 28$$

$$N_{paralelo} = 27,92 \cong 28$$

$$N_{serie} = 2$$

$$N_{pv} = N_{paralelo} * N_{serie}$$

$$N_{pv} = Np * Ns = 28 * 2 = 56 \text{ paneles}$$

c) Cálculo de la Capacidad del Banco de Baterías.

$$C(Ah) = \frac{Pt * D * top}{Vb * Kb * DOD}$$

$$C(Ah) = \frac{1433,95W * 3días * 24h/día}{48V * 1,14 * 0,8}$$

$$C_{bat} = 2.358,47 \text{ Ah}$$

3er. Método:

d) Cálculo de las Cargas AC y DC del Sistema

Este método se realiza bajo la sumatoria de las Potencias de todos los elementos del Sistema en Wh/día de la siguiente manera:

Cargas DC

Equipo	Cantidad	Consumo (W)	Tiempo (h/día)	Potencia (Wh/día)
Totales				\sum Wh/día

$$P_{dc} = (500 + 390 + 110 + 60) * 24h = 25.440 \text{ Wh/día}$$

Cargas AC

Equipo	Cantidad	Consumo (W)	Tiempo (h/día)	Potencia (Wh/día)
Totales				\sum [Wh/día] * F inv

Cabe destacar que el factor de corrección del Inversor es considerado 1,15

$$P_{dc} = [(30 + 250) * 24h + 100 * 1h + 60 * 6h] * 1,15 = 7.728 \text{ Wh/día}$$

$$P_t = \sum \frac{Wh}{día} (DC) + \sum \frac{Wh}{día} * F_{inv} (AC)$$

$$P_t = 25.440 + 7.728 = 33.168 \text{ Wh/día}$$

e) Cálculo del Consumo Total diario

$$I \text{ (Ah/día)} = \frac{P_t}{V_{op}}$$

$$I \left(\frac{Ah}{día} \right) = \frac{33.168 \text{ Wh}}{48V} = 691 \text{ Ah/día}$$

f) Cálculo de Paneles Fotovoltaicos en Paralelo y Serie

$$N_p = \frac{691 \text{ Ah/día}}{5A * 5,43h/día} = 25,45 \cong 26$$

$$N_{serie} = 2$$

$$N_{pv} = N_{paralelo} * N_{serie}$$

$$N_{pv} = N_p * N_s = 26 * 2 = 52 \text{ paneles}$$

4to. Método:

a) Cálculo de las Cargas AC y DC del Sistema

*Consumo Equipo N°1 * Horas Conectado + ... n) = Consumo Total DC*

*Consumo Equipo N°1 * Horas Conectado + ... n) * Fc = Consumo Total AC*

$$\sum P (DC + AC * Factor de Corrección)$$

$$Pt = (500 + 390 + 110 + 60) * 24h + [(30 + 250) * 24 + 100 + 60 * 6]1,4$$

$$Pt = 35.492 Wh/día$$

$$It = \frac{Ptotal}{Voperacion} = \frac{35.492 Wh/día}{48Vdc}$$

$$It = 739,41 Ah/día$$

*Electricidad suministrada por un Modulo = Potencia del Modulo * HSP*

$$Ep = Pmodulo * HSP = 180 W * 5,43 \frac{h}{día}$$

$$Ep = 977,40 Wh/día$$

b) Cálculo de Paneles Fotovoltaicos en Paralelo y Serie

$$Np = \frac{Demanda Media Diaria (Wh)}{Energia diaria suministrada por Modulo (Wh)}$$

$$Np = \frac{35.492 Wh/día}{977,40 Wh/día} = 36,31 \cong 36$$

$$N serie = 2$$

$$Npv = Nparalelo * Nserie$$

$$Npv = Np * Ns = 36 * 2 = 72 paneles$$

c) Cálculo de la Capacidad del Banco de Baterías.

$$N° Banco de Bateria = \frac{Itotal * Autonomia}{Nivel de Descarga * Capacidad Bateria}$$

$$N° Banco de Baterías = \frac{739,41Ah/día * 3días}{0,9 * 800Ah} = 3,08 \cong 3 Bancos$$

$$N° Banco de Baterías = 3 Bancos @ 800 A$$

5to. Método:

Paso 1: Cálculo de las Cargas en Corriente Continua (DC)

UserForm2

Cálculo del Consumo Diario de la Instalación (DC)... Versión de Prueba 1.4A
Versión Beta 1.4A

Numero de elementos y/o Dispositivos	y/o	Horas durante la cual estará activos o funcionando los dispositivos	Potencia de los Dispositivos en Watt (Unitario)	Potencia total de los dispositivos individualmente	
Iluminación 1	0	0	0	0	
Iluminación 2	0	0	0	0	
Motor1	0	0	0	0	
Comunicaciones1	0	0	0	0	Potencia Total Requerida DC 25440
Equipo 1	1	24	500	12000	
Equipo 2	1	24	390	9360	
Equipo 3	1	24	60	1440	
Equipo 4	1	24	110	2640	

Paso 2: Cálculo de las Cargas en Corriente alterna (AC)

UserForm6

Cálculo Consumo Diario de la Instalación (AC)... Versión de Prueba 1.4A
Versión Beta 1.4A

Numero de elementos y/o dispositivos	Horas durante la cual estará activos o funcionando los dispositivos	Potencia de los Dispositivos en Watt (Unitario)	Potencia total de los dispositivos individualmente	
Iluminación 1	4	6	15	360
Iluminación 2	0	0	0	0
Motor 1	0	0	0	0
Motor 2	0	0	0	0
Equipo 1	1	24	250	6000
Equipo 2	1	1	100	100
Equipo 3	1	24	30	720
Equipo 4	0	0	0	0

Potencia Total Requerida AC
7180

Paso 3: Cálculo de Paneles Fotovoltaicos y Capacidad de Bancos de Baterías

UserForm5 Versión de Prueba 1.4A
Versión Beta 1.4A

Cálculo de Baterías, Paneles, Voltajes y otros elementos...

Potencia Total DC
 Wh

Potencia DC con Factor de Corrección
 Wh

Factor de Corrección por pérdidas (Cables, Reguladores y Convertidores)
 %

Rendimiento del Inversor (Solo si es necesario)
 %

Autonomía del Sistema en Días
 Días

Latitud del Sitio a instalar el sistema
 Grados

Factor de Corrección en peor época del año (Solo si es necesario)

Potencia Total AC
 Wh

Potencia AC con Factor de Corrección + Rendimiento Inversor
 Wh

Potencia Total Consumida por el Sistema
 Wh

Capacidad aproximada de la Batería Ah.
 Ah




Voltaje a emplear DC (12V-24V-36V-48V)

Energía en Wh que proporciona cada panel

Factor de Corrección de los Paneles
 %

Número de paneles solares que se requieren

Potencia nominal del panel solar (Watt)
 Wp

De acuerdo a los resultados obtenidos en los cuatro 5 métodos anteriormente explicados, se clasificarán los resultados en un tabla resumen que nos permita establecer un criterio de selección de acuerdo al número de paneles solares así como la capacidad de los bancos de baterías.

Método	Paneles Solares	Capacidad de Baterías Ah
1	54	2713,33
2	56	2358,47
3	52	2303,33
4	72	2400,00
5	50	2526,96

Tabla 9. Resumen de Resultados de Paneles Solares y Capacidad de Baterías

Descartaremos los resultados obtenidos en el 4to. Método por presentar una desviación considerable con el resto básicamente por los factores de corrección considerados. Por lo tanto promediando y estimando un valor acorde con el resto de los métodos de concluye lo siguiente:

- **Número de Paneles Fotovoltaicos = 54 Paneles Serie-Paralelo**
- Con los resultados obtenidos estimaremos el Número de Paneles Seri-Paralelo a través de un promedio de los resultados obtenidos de la siguiente forma:

$$Npv = \frac{Mtd1 + Mtd2 + Mtd3 + Mtd5}{4} = \frac{54 + 56 + 52 + 50}{4} = 53 \cong 54$$

- **Número y Capacidad de Bancos de Baterías = 3 Bancos de 800Ah @ 48Vdc, lo que todo el Banco estará conformado por 2400Ah**

Con este resultado se garantiza que el sistema de baterías pueda respaldar la estación por 3 días continuos y que al alcanzar el 90% de descarga Profunda sólo necesitara 10 horas seguidas para cargarse completamente.

$$Cbat = \frac{2713,33 + 2358,47 + 2303,33 + 2526,96}{4} = 2475,52$$

$$\cong 2400 Ah$$

Con estos resultados se garantiza que el arreglo solar pueda suplir la carga y tener el respaldo adecuado sin mayor problema ante las condiciones climáticas más adversas que puedan presentarse en días nublados.

3.5.2 Aerogeneradores

Para simular únicamente con aerogeneradores como método de obtención de energía, se deben tener claras las velocidades de los vientos en las distintas Radiobases escogidas, lo cual ya fue recopilado anteriormente. Así, el promedio anual de la velocidad del viento para cada ERB medida a 10 m de altura sobre el nivel del suelo es:

- ERB Los Testigos: 5,73 m/s
- ERB Comunidad Indígena Kamarata: 2,29 m/s

Cabe destacar que estos valores se obtienen a partir de los datos obtenidos en la información suministrada por la NASA, en la cual se toma como altura ideal de 10 m para dichas mediciones, por lo que esta es la altura a la cual serán instaladas las turbinas eólicas.

Para nuestro caso a continuación se coloca las especificaciones de la turbina solar a ser empleada.

Parámetros	Especificaciones
Tasa Consumo de Potencia	1000 W
Máximo Consumo de Potencia	1500 W
Tasa Velocidad del Viento	11 m/s
Velocidad Viento de salida	3 m/s
Corte-en Velocidad del Viento	2,5 m/s
Diseño Velocidad Viento Máxima	50 m/s
Diámetro de la Aspa	2.44 m
Peso	34 kg
Par	890 N
Tipo de Generador	De imán Permanente
Salida de potencia del generador Potencia	Tres Fases AC
Material del Aspa	Fibra plástica Reforzado y Fibra de Carbono

• **Tabla 10. Parámetros de la Turbina de Viento [29]**

Parámetros	Especificaciones
Tipo	Torre Venteada con Guaya
Altura de Torre	9 m (3 segmentos de 3m c/u)
Capacidad de resistencia al Viento	≥ 40 m/s
Superficie de Zinc	55 μm .

Tabla 11. Parámetros de soportes de Turbina de Viento [29]

Por lo tanto, a la única radiobase que se le podría hacer una adecuación con aerogeneradores como único método de generación de energía eléctrica serían las ubicadas en la zona norte costera del país ya que la velocidad de sus vientos se encuentra dentro de una clasificación como excelente, a diferencia de las otras dos

donde sus vientos son clasificados como pobres, lo cual ocasiona el descarte de este método como generador de energía.

Además, el hecho de instalar aerogeneradores requiere de un gran espacio totalmente despejado tanto a nivel de terreno como a nivel aéreo ya que el diámetro de sus aspas es relativamente amplio y necesita estar funcionando en un lugar donde no hayan obstrucciones a su alrededor. Para nuestro caso al ser una turbina eólica de baja capacidad las aspas tienen un radio de 1,25 m (véase Anexo 2 en la Figura 33) por lo que el diámetro de giro será 2,5 m y una altura de 9m no representa una amenaza para el ecosistema, específicamente Aves Marinas, ya que esto al ser un Archipiélago está rodeado de varios Islotes que a su vez tienen pequeñas montañas que evitan vuelos rasantes de las aves. Caso contrario puede ocurrir con Isla de Aves que si es una porción de tierra sin protección alguna que si pudiera ocasionar daños al ecosistema, ver Fotos 7, 10 y 11.

En nuestro caso la estación seleccionada será la ubicada en el Archipiélago de Los Testigos, en la cual se colocará un Aerogenerador de 1,0 kW como consumo nominal según Tabla 10 y con esto garantizamos que ante un día nublado o una falla del banco de baterías, el aerogenerador pueda asumir toda la carga de la estación radio base, ya que por cálculos anteriores la Potencia Total de la estación tanto la tecnología CDMA como GSM más los otros componentes de consumo es de 1.433,95 Watt.

3.6 Conexión de las Baterías al Sistema de Generación

Las instalaciones que contemplan como sistema de generación las energías renovables, utilizan en la mayoría de los casos baterías de alta eficiencia como sistema de apoyo y/o respaldo. Dependiendo de la configuración que se tenga del sistema se pueden presentar 4 casos:

1. Sistema Solar - Eólico: la cantidad de energía que se puede aprovechar después de la puesta de sol o en días nublados va a estar determinada por los aerogeneradores y por el número de baterías que se tengan de respaldo. Durante todo el día, los paneles fotovoltaicos, los aerogeneradores o ambos simultáneamente cargan las baterías, las cuales proveen de energía

a la instalación eléctrica según se necesite. En estos casos se instala además un regulador, el cual se encarga de que las baterías se carguen correctamente y ayuda a prolongar su vida útil, protegiéndolas de cargas excesivas y de descargas profundas. Una vez cargadas, el regulador se encarga de que no sea enviada más energía a las mismas, permaneciendo listas, bien sea para cubrir la demanda en horas nocturnas, días nublados o fallas que se puedan presentar en el sistema de generación. Inclusive el mismo controlador puede configurarse de manera que una vez cargadas las baterías comiencen el proceso de descarga entregando parte la energía necesaria a la carga.

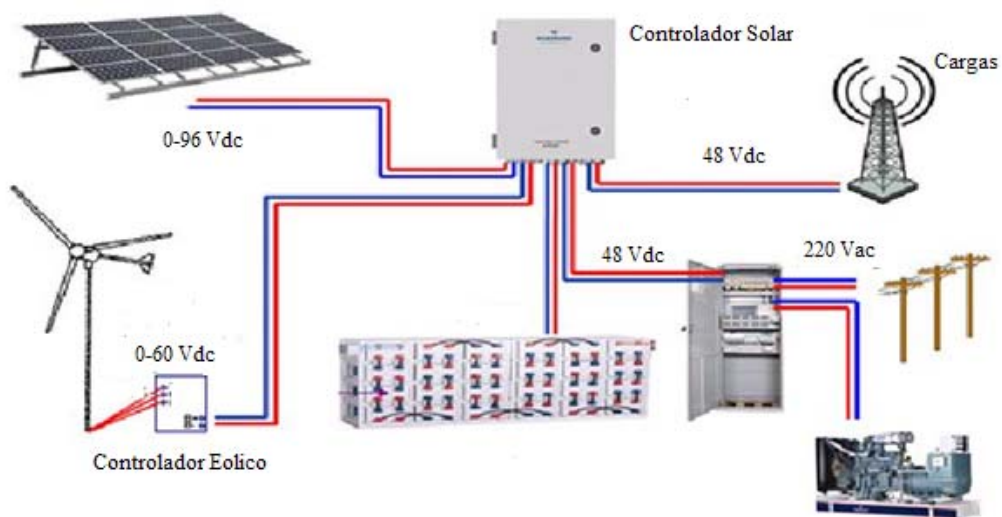


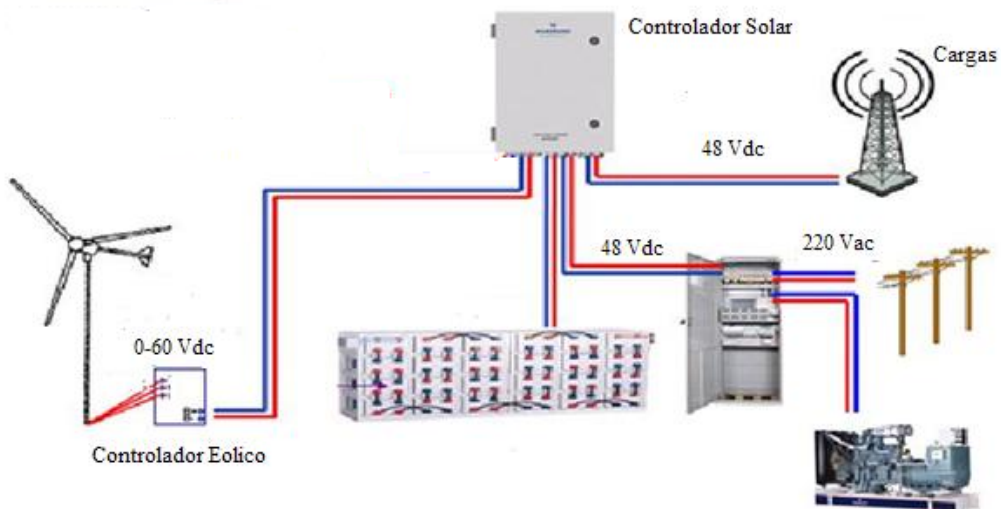
Figura 24. Diseño de un sistema de generación híbrido (Solar-Eólico-Motor) [25]

2. Sistema Solar Puro - Motogenerador: la cantidad de electricidad que se puede aprovechar después de la puesta de sol o en días nublados va a estar determinada por la carga que entregue los bancos de baterías, y en caso de que éstos fallen o se descarguen entrarán en funcionamiento el Motogenerador que se tienen como respaldo, en caso que exista.



**Figura 25. Diseño de un sistema de generación híbrido [25]
(Solar-Motogenerador)**

3. Sistema Eólico-Motogenerador: la cantidad de electricidad que se puede aprovechar en caso que no exista ningún tipo de viento o el mismo sea mayor al permitido por la Turbina Eólica estará determinada por la carga que entregue los bancos de baterías, y en caso de que éstos fallen o se descarguen entrarán en funcionamiento el Motogenerador que se tienen como respaldo.



**Figura 26. Diseño de un sistema de generación híbrido [25]
(Eólico - Motogenerador)**

A través de la figura 30 se trata de demostrar con mayor sencillez el proceso de descarga ante la peor condición considerada para sistemas alternativos, utilizando como ejemplo el caso de los paneles fotovoltaicos. Se puede apreciar que con los días soleados las baterías se recargan a su nivel máximo. La energía consumida durante la noche es restituida por los paneles al día siguiente. Al comenzar el período sin sol (peor escenario), las baterías no pueden ser cargadas. Durante cuatro días se repite este régimen.

Lo mismo puede ocurrir para sistemas eólicos donde la velocidad del viento sea menor a la requerida por el aerogenerador por alteraciones en las condiciones climáticas.

Así mismo en dicho gráfico podemos observar que las Baterías pueden llegar hasta un Máximo Periodo de Descarga (Max. PD) el cual se establece en los días de autonomía con que el sistema de Bancos de Baterías sea Diseñado, que para nuestro caso el Max PD = 90% de la capacidad máxima del banco y cuando este valor sea alcanzada el LVD (Low Disconnect Voltage) ubicado en el controlador solar abrirá al censar bajos niveles de tensión asilando el Banco de Baterías de la Carga y de esta manera queda protegido alargándole la vida útil del mismo. Este gráfico como se explica se cumple a cabalidad sólo cuando el sistema de generación es Simple, es decir, Solar o Eólico Puro, pero en el caso que se tengan las dos fuentes en conjunto, es decir Eólico-Solar, la curva descendente tendrá una pendiente menos pronunciada, ya que durante los días que no haya Sol el Generador aportará un porcentaje importante de la energía requerida por lo que las Baterías sólo entregarán el déficit de corriente que el Controlador determine. Por lo tanto la reposición con carga estará condicionada de las condiciones climáticas (Viento y Sol) para ese determinado momento.

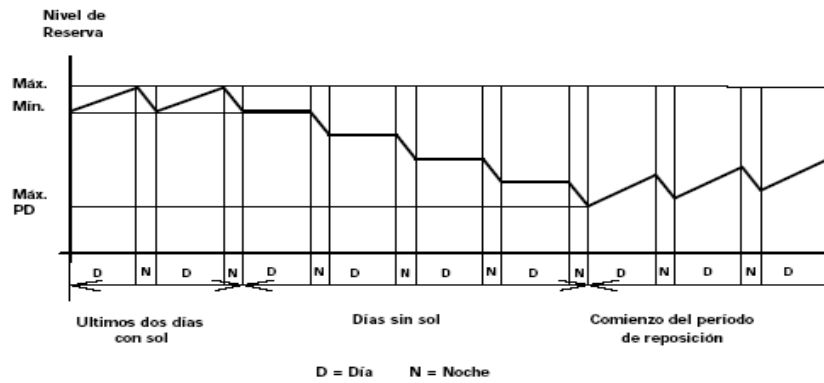


Figura 27. Variación de la reserva de baterías ante la peor condición de carga (4 días) [36]

3.7 Confiabilidad del Sistema

A continuación se realizara el análisis de Confiabilidad del Sistema de Energía Hibrido, bajo el método de los cortes mínimos descrito en el capítulo III en el cual obtendremos un valor de la probabilidad de falla en el sistema a nivel de generación. A través de un diagrama simplificado de nuestro sistema en estudio verificaremos las distintas posibilidades que las unidades de generación alimenten la carga.

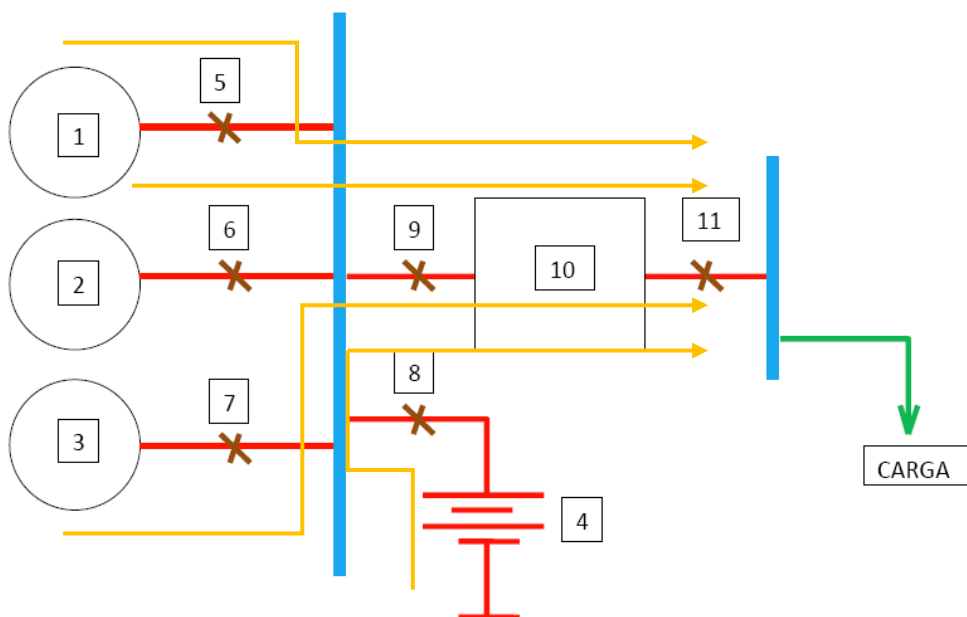


Figura 28. Diagrama del Método de Cortes Mínimos

Evaluando los posibles caminos para la carga y construyendo la matriz de incidencia tenemos:

- Motogenerador 10 kVA (1)
- Paneles Solares (2)
- Turbina Eólica (3)
- Banco de Baterías (4)
- Breakers (5, 6, 7, 8, 9 y 11)
- Controlador Eólico-Solar (10)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	Posibles Caminos hacia la Carga
1	0	0	0	1	0	0	0	1	1	1	1-5-9-10-11
1	1	0	0	0	1	0	0	1	1	1	2-6-9-10-11
0	0	1	0	0	0	1	0	1	1	1	3-7-9-10-11
0	0	0	1	0	0	0	1	1	1	1	4-8-9-10-11

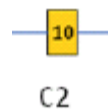
Tabla 12. Método de Cortes Mínimos

Seguidamente verificamos si todos los elementos de alguna columna de la matriz de incidencia son distintos de cero, nos percatamos que existen 3 cortes mínimo de primer orden.

- **9 : Es un corte de 1er orden mínimo**



- **10 : Es un corte de 1er orden mínimo**



- **11 : Es un corte de 1er orden mínimo**

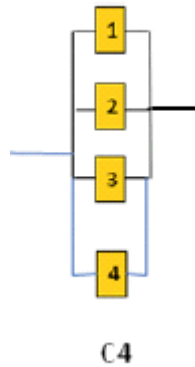


Continuamos realizando la suma lógica de 2 columnas de la matriz para verificar si todos los elementos de alguna columna son distintos de cero. No existen, evaluando se puede apreciar que no existen cortes mínimos de 2 orden.

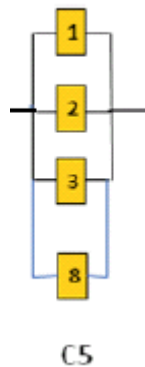
De igual forma evaluando se verifico que no existen cortes mínimos de 3 orden.

Seguidamente realizando la suma lógica de 4 columnas de la matriz para verificar si todos los elementos de alguna columna son distintos de cero; se puede apreciar que existen dos elementos que se muestran a continuación:

- **1-2-3-4** : Es un corte de 4 orden mínimo

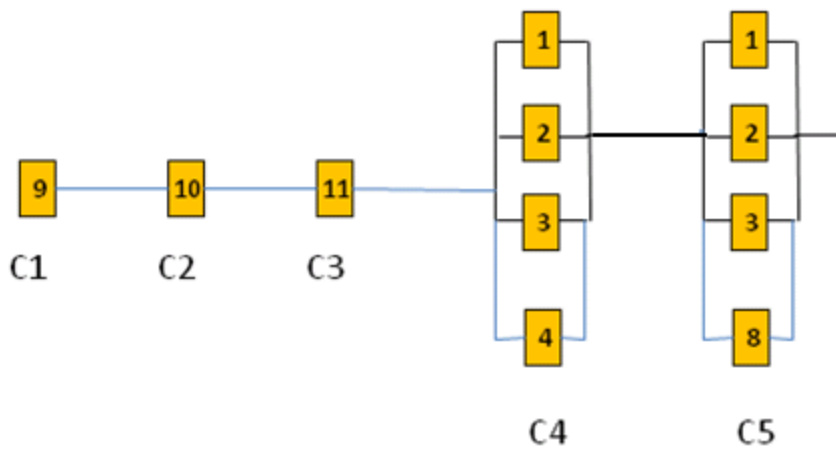


- **1-2-3-8** : Es un corte de 4 orden mínimo



Al evaluar todos los posibles cortes mínimos el resultado para la carga es:

- **9** : Es un corte de 1er orden mínimo
- **10** : Es un corte de 1er orden mínimo
- **11** : Es un corte de 1er orden mínimo
- **1-2-3-4** : Es un corte de 4 orden mínimo
- **1-2-3-8** : Es un corte de 4 orden mínimo



Calculando la probabilidad de falla o pérdida aproximada del sistema tomaremos los siguientes índices de falla para los elementos del sistema:

Para el Motogenerador, elemento 1. Asumiremos $Q = 0,01$

Para el Panel Fotovoltaico, elemento 2. Asumiremos $Q = 0,005$

Para la Turbina Eólica, elemento 3. Asumiremos $Q = 0,04$

Para el Banco de Baterías, elemento 4. Asumiremos $Q = 0,03$

Para los Breakers, elementos 5, 6, 7, 8, 9 y 11. Asumiremos $Q = 0,02$

Para el Controlador Eólico-Solar, elemento 10. Asumiremos $Q = 0,003$

Planteando la ecuación tenemos;

$$P(\text{falla}) \approx P(C1 \cup C2 \cup C3 \cup C4 \cup C5)$$

Calculando un valor aproximado (solo sumamos los $P(Ci)$), tenemos;

$$P(\text{falla}) \approx P(C1) + P(C2) + P(C3) + P(C4) + P(C5)$$

Sustituyendo y calculando:

$$P(\text{falla}) \approx 0,02 + 0,003 + 0,02 + 6,10^{-8} + 4,10^{-8}$$

$$P(\text{falla}) \approx \mathbf{0,0430001}$$

La probabilidad de operación aproximada para la carga

$$P(\text{oper}) \approx 1 - 0,0430001 = \mathbf{0,956999}$$

De acuerdo al resultado obtenido podemos apreciar que el sistema híbrido de energía es confiable y robusto debido a que el mismo presenta varios caminos por el cual va ser alimentada la carga y nos permite observar que aún cuando exista falla en alguno de las fuentes de alimentación el sistema es capaz de suministrar la energía necesaria para que no sea vea interrumpido el servicio.

Así mismo podemos observar que del resultado obtenido de cada 10 eventos pudiera existir la posibilidad de que en un (01) evento el sistema falle, tomando en cuenta que el punto donde se puede presentar dicha falla sería en el alimentador principal de nuestro sistema únicamente ya que por causa de las fuentes de generación no hay problemas ya que tenemos una redundancia de hasta $n+3$ con lo que se garantiza la confiabilidad del sistema.

Así mismo es importante notar que de acuerdo a los estándares de falla que se maneja en la Red de Telecomunicaciones Movilnet, tener una confiabilidad del 96% significa garantizar que el sistema tenga unos indicadores satisfactorios en cuanto al tiempo fuera de servicio que la estación puede estar en un momento dado.

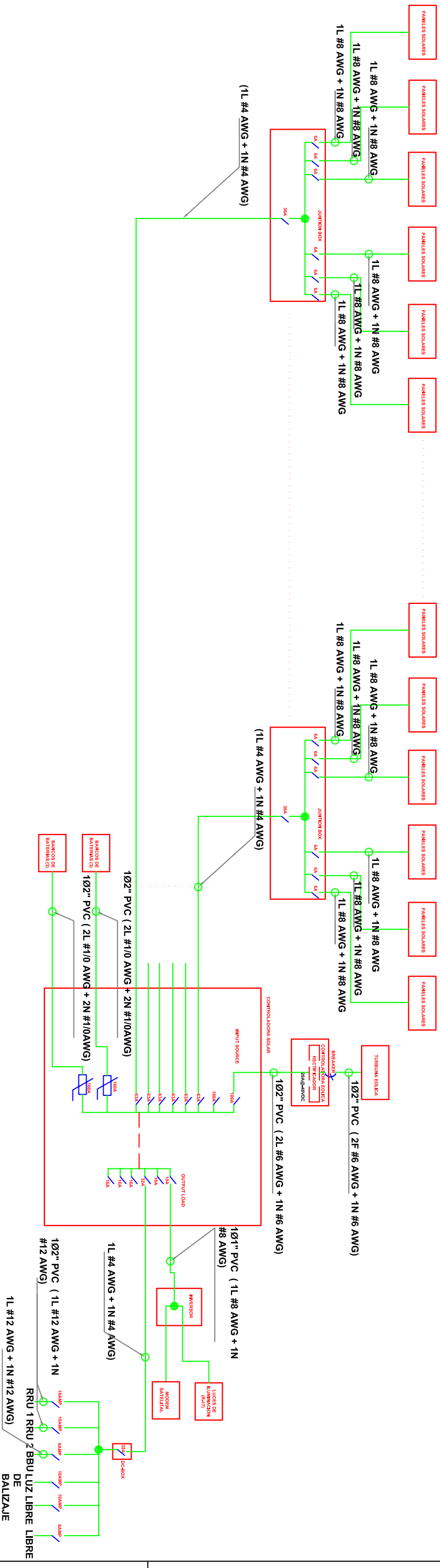
3.8 Diagramas Unifilares del Sistema Eólico-Solar

De acuerdo a los valores obtenidos en las prueba en sitio bajo las diversas configuraciones del sistema, mediante la modelación de varios caso podemos concluir que el sistema en confiable.

Como bien sabemos la confiabilidad de un sistema de energía se mide por su capacidad para alimentar todas las demandas de energía hechas por los usuarios, sin fallas en periodos prolongados. Por ejemplo, un criterio común es instalar suficiente capacidad para evitar interrupciones en el servicio prestado y que duren más de un día en un periodo de 5 años promedio. Los factores principales en los cálculos son los tiempos promedios de corte para las unidades de generación del sistema, en nuestro caso Generación Solar y Eólica respectivamente, así como la capacidad de las unidades más grandes en relación a la magnitud de la carga.

Para cada uno de nuestros Sistemas, la pérdida del Solar en un momento de carga pico no causaría una pérdida de carga, ya que hay suficiente reserva entre la Turbina eólica y los bancos de baterías para cubrir cualquier demanda. También se observó que aun cuando perdamos las dos fuentes de generación los bancos de baterías están en capacidad de suplir la carga por 3 días inclusive, ante la situación atmosférica que no exista viento y los días estén completamente nublados.

Por lo tanto podemos decir que nuestro sistema es confiable desde el punto de energía de la Generación Eléctrica de nuestras fuentes alternativas de Energía. Adicionalmente se estará mostrando el diagrama unifilar general del sistema donde se pueden apreciar el detalle de todos los elementos que lo componen además de algunos diagramas unilaterales resumidos y compactos, en los cuales se muestran los consumos obtenidos de una serie de simulaciones en sitio (Archipiélago Los Testigos) donde se aprecia claramente el compartimiento de los Sistemas (Eólico y Solar) e incluso el aporte de los bancos de baterías y Motogenerador en un momento dado mientras se realizaron las pruebas correspondientes, con los cuales se comprobó que el sistema está bien diseñado, robusto y confiable de acuerdo a la relación generación y demanda de la estación.

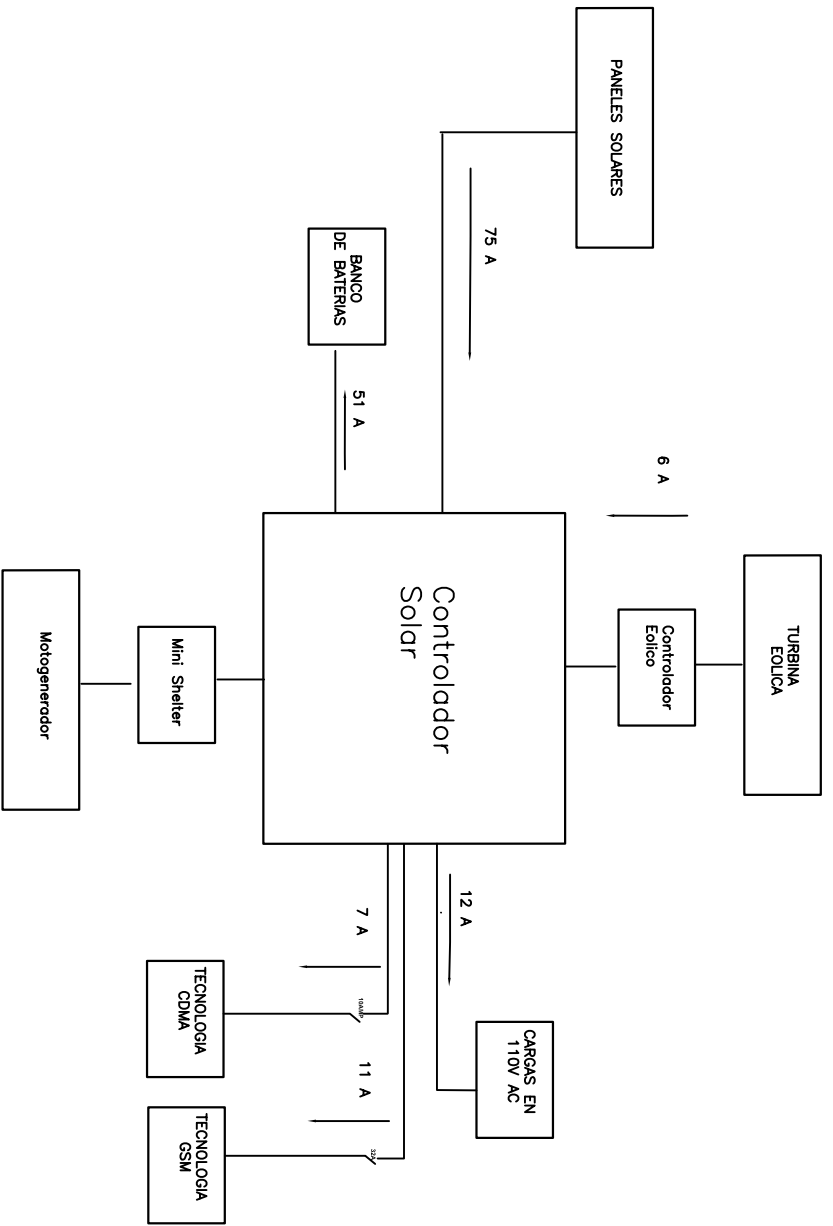


SIMBOLOGIA		LEYENDA	
▾	FRENTE DEL EQUIPO	▬	EQUIPOS HUAWEI A INSTALAR
⊗	CABLEADO ENTRANTE	▬	EQUIPOS/LOSA EXISTENTE
⊙	CABLEADO SALIENTE	▬	LOSA DE CONCRETO NUEVA
		▬	CDMA EXISTENTE
		▬	GSM EXISTENTE
		▬	UMTS A INSTALAR
		▬	ESCALERILLAS NUEVAS
		▬	ESCALERILLAS EXISTENTES
		▬	CANALETAS CONDUIT EXISTENTE
		▬	CANALETAS CONDUIT A INSTALAR
		▬	CABLE MICROCOAXIAL
		▬	CABLEADO DEL FEEDER
		▬	CABLEADO DE FIBRA
		▬	CABLE PUESTA A TIERRA
		▬	CABLE ENERGIA



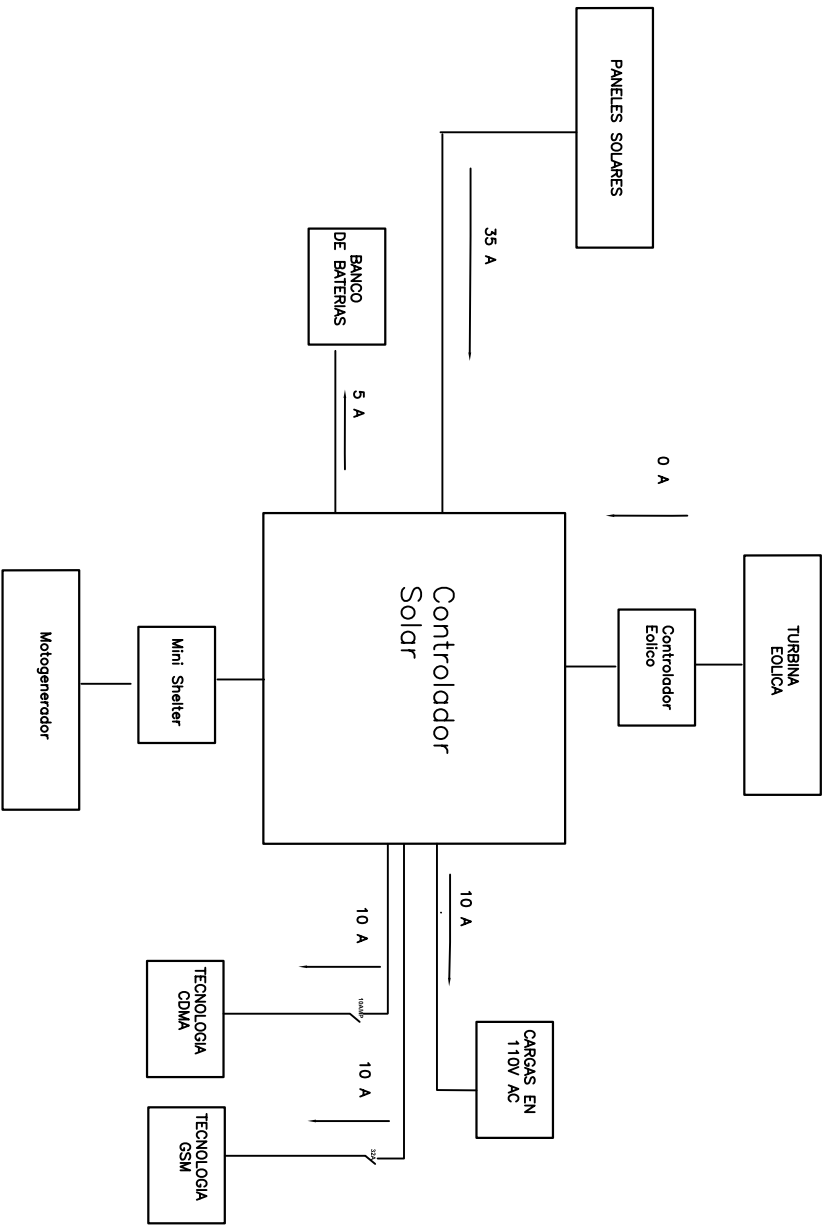
Proyecto: **RURAL COVERAGE MOVLINET**
 E.R.B.: **LOS TESTIGOS**
 Contenido: **DIAGRAMA UNIFILAR**
 Dibujado por: **ING. GUSTAVO CORDOBA**
 Tipo de Celda: **OUTDOOR**
 Supervisado por: **ING. ALEJANDRO VASQUEZ**
 # Archivo:
 Fecha: **NOV 08**
 Escala: **1:1,125**
 Hoja: **1:1**





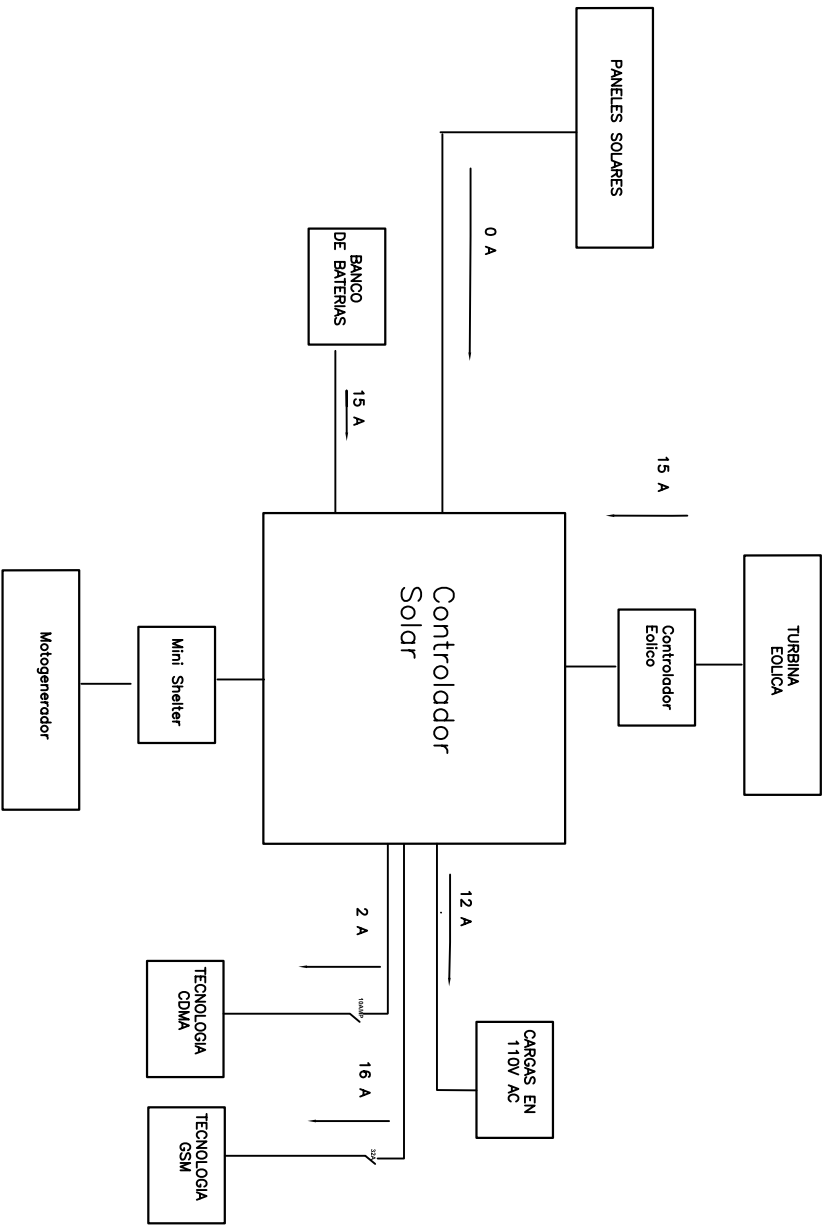
SIMBOLÓGICA		UBICACION DE EQUIPOS		CANALIZACIONES		CABLEADO A INSTALAR	
▷	FRENTE DEL EQUIPO	<input type="checkbox"/>	EQUIPOS HUANO A INSTALAR	IIII	ESCALERILAS NUEVAS	---	CABLE MICROCANAL
⊗	CABLEADO ENTRANTE	<input type="checkbox"/>	EQUIPOS/LOSA EXISTENTE	IIII	ESCALERILAS EXISTENTES	---	CABLEADO DEL FEDEER
⊙	CABLEADO SALIENTE	<input type="checkbox"/>	LOSA DE CONCRETO NUEVA	▬	CANALITA EXISTENTE	---	CABLEADO DE FIBRA
		<input type="checkbox"/>	LOSA EXISTENTE	▬	CANALITA CONDUIT A INSTALAR	---	CABLE PUESTA A TIERRA
		<input type="checkbox"/>	UMTS A INSTALAR			---	CABLE ENERGIA

Proyecto:		RURAL COVERAGE MOVILNET	
E.R.E.:		LOS TESTIGOS SOLAR-EOLICO	
GEMERENCIA DE INFRAESTRUCTURA		Comentario: DIAGRAMA UNIFILAR	
Dibujado por:	Tipo de Cables:	Ubicacion:	Version:
Supervisado por:	# de cables:	Fecha:	Escala:
ING. JESUS DIEZ		JUN 10	1:1



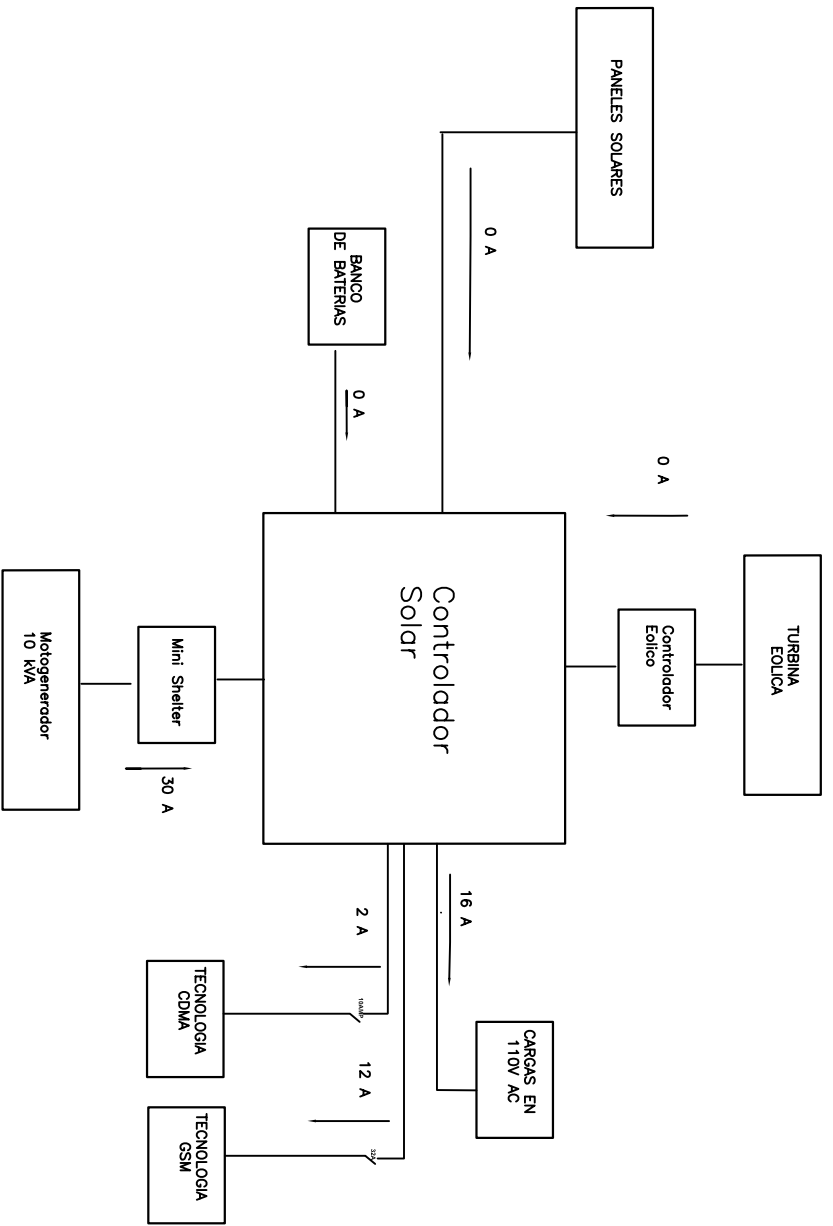
SIMBOLÓGICA		UBICACION DE EQUIPOS		CANALIZACIONES		CABLEADO A INSTALAR	
▷	FRENTE DEL EQUIPO	<input type="checkbox"/>	EQUIPOS HUANO A INSTALAR	IIII	ESCALERILAS NUEVAS	—	CABLE MICROCANAL
⊗	CABLEADO ENTRANTE	<input type="checkbox"/>	EQUIPOS/LISA EXISTENTE	IIII	ESCALERILAS EXISTENTES	—	CABLEADO DE FIBRA
⊙	CABLEADO SALIENTE	<input type="checkbox"/>	LISA DE CONCRETO NUEVA	IIII	CANALITA CONDUIT EXISTENTE	—	CABLE PUESTA A TIERRA
		<input type="checkbox"/>	CDMA EXISTENTE	IIII	CANALITA CONDUIT A INSTALAR	—	CABLE ENERGIA
		<input type="checkbox"/>	GSM EXISTENTE				
		<input type="checkbox"/>	UNTS A INSTALAR				

Proyecto:		RURAL COVERAGE MOVILNET	
E.R.E.:		LOS TESTIGOS - SOLAR	
GENERICIDAD DE INFRAESTRUCTURA:		DIAGRAMA UNIFILAR	
Disponible por	Tipo de Cables	Ubicacion:	Version:
NO VA BIENA	17 anchos	JUN 10	1.1.25
Suplemento por			
ING. JESUS DIEZ			1:1



SIMBOLÓGICA		UBICACION DE EQUIPOS		CANALIZACIONES		CABLEADO A INSTALAR	
▷	FRENTE DEL EQUIPO	<input type="checkbox"/>	EQUIPOS HUANO A INSTALAR		ESCALERILLOS NUEVOS	---	CABLE MICROCANAL
⊗	CABLEADO ENTRANTE	<input type="checkbox"/>	EQUIPOS/LOSA EXISTENTE		ESCALERILLOS EXISTENTES	---	CABLEADO DEL FEDEER
⊙	CABLEADO SALIENTE	<input type="checkbox"/>	LOSA DE CONCRETO NUEVA	▬	CANALERA EXISTENTE	---	CABLEADO DE FIBRA
		<input type="checkbox"/>	LOSA EXISTENTE	▬	CANALERA CONDUIT EXISTENTE	---	CABLE PUESTA A TIERRA
		<input type="checkbox"/>	UNTS A INSTALAR	▬	CANALERA CONDUIT A INSTALAR	---	CABLE ENERGIA

Proyecto:		RURAL COVERAGE MOVILNET	
E.R.E.:		LOS TESTIGOS - EOLICO	
Comentario:		DIAGRAMA UNIFILAR	
Disculda por NO VAL BUENA	Tipo de Cables	Ubicacion:	Version:
Suplemento por	# Archivos	Fecha:	Escalar:
ING. JESUS DIEZ		JUN 10	1:1



SMBOLOGIA		UBICACION DE EQUIPOS		CANALIZACIONES		CABLEADO A INSTALAR	
▷	FRENTE DEL EQUIPO	<input type="checkbox"/>	EQUIPOS HUMANI A INSTALAR	IIII	ESCALERILAS NUEVAS	---	CABLE MICROCANAL
⊗	CABLEADO ENTRANTE	<input type="checkbox"/>	EQUIPOS/LOSA EXISTENTE	IIII	ESCALERILAS EXISTENTES	---	CABLEADO DEL FEDER
⊙	CABLEADO SALIENTE	<input type="checkbox"/>	LOSA DE CONCRETO NUEVA	IIII	CAJAMETA EXISTENTE	---	CABLEADO DE FIBRA
		<input type="checkbox"/>	LOSA EXISTENTE	IIII	CAJAMETA CONDUIT A INSTALAR	---	CABLE PUESTA A TIERRA
		<input type="checkbox"/>	GSM EXISTENTE	IIII	CAJAMETA CONDUIT A INSTALAR	---	CABLE ENERGIA
		<input type="checkbox"/>	UNTS A INSTALAR				

Proyecto:		RURAL COVERAGE MOVILNET	
E.R.E.:		LOS TESTIGOS - MOTOGENERADOR	
GENERICIA DE INFRAESTRUCTURA:		DIAGRAMA UNIFILAR	
Disculado por:	Tipo de Cable:	Ubicacion:	Version:
NO VAL BUENA	17 anchura:	Jun 10	1-1-25
ING. JESUS DIEZ		1-1	

CAPÍTULO IV

ESTUDIO DE FACTIBILIDAD ECONÓMICA

A continuación se llevará a cabo una evaluación de lo que se debe contemplar económicamente al momento de realizar estimaciones de costos sobre un sistema de generación de energía, bien sea un sistema de generación convencional (Motogenerador) como con uno que involucre energías renovables (Solar y Eólico). Además de una comparación de costos totales respecto a la implementación de uno u otro sistema.

4.1 Costos Anuales de Generación de Energía, Sistema Actual y Propuesto

La comparación económica entre ambos tipos de sistemas se realizó de acuerdo a un período de 5 años, el cual es el que se establece la empresa para realizar estudios de factibilidad económica.

Es importante acotar que por la ubicación geográfica de los sitios en estudio, la instalación convencional de los equipos de energía tanto AC como DC de la estación estarán respaldados por dos Motogeneradores operando Prime en forma alternada, mientras que en el caso de nuestra propuesta además del sistema alternativo se propone la instalación de un Motogenerador sólo como respaldo en caso de falla de nuestro sistema principal de respaldo, el cual es propuesto de forma opcional.

Telecomunicaciones Movilnet tiene ciertos estándares en lo que a costos de suministro, transporte e instalación se refiere a través de la Gerencia Nacional de Operación y Mantenimiento y dependiendo de la ubicación de la radiobase que se desea evaluar. En cuanto a los precios estos están establecidos en el Contrato de Mantenimiento, el cual está vigente desde el 26 de Abril del 2010 y con una vigencia de 3 años en cual se establecen una serie de precios y alcances ya tabulados tanto para mantenimientos preventivos como correctivos con el cual estableceremos ciertos costos del proyecto de Energías Renovables.

A continuación se presentan un análisis de precios de las estaciones radiobase de acuerdo a datos y consumos promedios:

- Suministro de un Motogenerador de Combustión de cuatro tiempos promedio (50 kVA): BsF 156.000,00 (USD 60.000,00) mientras que uno de iguales características pero de 10kVA tiene un precio promedio de BsF 26.000,00 (USD 10.000,00) el cual nos servirá de comparación que el que se implementa en forma estándar.
- Suministro, Transporte e Instalación de Equipo de Energía AC/DC y DC/DC: BsF 130.000,00 (Incluye Rectificadores, Convertidores, Breakers, Cableado y Gabinetes de Electrónica y Baterías)
- Transporte de un Motogenerador: BsF 12.500,00 (Asumimos que todos los sitios en estudio son de Logística Especial vía Chalana y/o Avioneta).
- Instalación de un Motogenerador: BsF 25.000,00 (Asumimos que todos los sitios en estudio son de Logística Especial vía Chalana y/o Avioneta).
- Mantenimiento menor de un Motogenerador, el cual se lleva a cabo cada 2 meses aproximadamente: BsF 4.000,00 y/o a las 250 horas de operación, lo que ocurra primero (Cambio de Filtros de Aceite, Aire y Gasoil). Cabe destacar que este tipo de mantenimientos Movilnet asume el transporte hasta el sitio y la manutención y/o viáticos corre por parte de la contratista de mantenimiento.
- Mantenimiento mayor de un Motogenerador, el cual se lleva a cabo cada 6 meses aproximadamente: BsF 20.000,00 y/o a las 10.000 horas de operación, lo que ocurra primero (Incluye un Mantenimiento Menor más el cambio de Válvulas, Batería y Bombas de Inyección). Cabe destacar que este tipo de mantenimientos Movilnet asume el transporte hasta el sitio y la parte de manutención y/o viáticos corre por parte de la contratista de mantenimiento, sin embargo en este tipo de Mantenimientos por ser de gran envergadura también se estila el suministro e Gasoil por lo que el Transporte y Manutención es asumido por la Guarda nacional o Fuerza armada según sea la ubicación del sitio.

- Consumo mensual de combustible de un Motogenerador promedio (50 kVA) operando en modo prime o permanente: 6 a 10 litros por hora, mientras el consumo promedio de un Motor de 10 kVA está alrededor de 2 a 4 litros por hora.
- Costo aproximado por litro de combustible (Gasoil): BsF 0,048 (Precio regulado del mercado venezolano).
- La vida útil de un Motogenerador está alrededor de 10.000, Hrs y la Garantía es de 12 meses, sin embargo se estima que la vida útil si la rutina de mantenimiento es correcta el mismo puede durar más de 15 años.
- Costo del transporte de combustible: BsF 210.000,00 Bimensual (Asumimos que todos los sitios en estudio son de Logística Especial donde el Litro del Gasoil puesto en sitio cuesta BsF 3,5 y asumiendo que la capacidad promedio de un tanque principal más el auxiliar es de 10.000 Litros).

A continuación se mostrarán los costos asociados al Suministro, Transporte e Instalación de todos los componentes asociados al Sistema de Generación Alternativo, así como el costo de la Transferencia Tecnológica.

Equipamiento	Descripción	Cantidad	Precio Unitario (USD)	Total (USD)	Total (BsF)
Componente Externo					
Modulo Solar	Modulo Solar 180W, 36V, 4,68 +/- 0,5A con materiales de Instalación Incluido (Cajas de Unión, Soporte e Instalación de Accesorios para Cajas)	52	1.990,56	103.509,12	269.123,71
Controlador Solar	Controlador Solar, 48V/200A, -20°C a 55°C, Outdoor, IP55C, Protección contra relámpagos (Incluye cable y accesorios de instalación)	1	7.277,60	7.277,60	18.921,76
Banco de Baterías	Baterías Recargables GFMJ-600, Baterías VRLA de GEL, 48V,800Ah, grupo de Baterías de 2V por celda (Incluye Gabinete y Conectores)	3	10.815,20	32.445,60	84.358,56
Sistema Eólico	Sistema de Potencia 48V/1,5kW, incluye torre guiada de 9m	1	5.879,28	5.879,28	15.286,13
Inversor DC/AC	Inversor Compacto 1500-1U-SR series, DC/AC	1	3.645,84	3.645,84	9.479,18
Minishelter	Minishelter Cabinet Subsystem, Environment Conditioning and Monitor Subsystem, AC/DC Power Distribution and Accessories	1	7.021,74	7.021,74	18.256,52
Luz de Baliza Solar	Baliza Solar MBL 160SP, 12V/5W y Batería 12Ah	1	15.172,19	15.172,19	39.447,69
Repuesto de Soporte de Paneles	DKBA4.07.1160	8	93,28	746,24	1.940,22
Repuesto de Sistema Eólico	Partes de Controlador Eólico	1	2.053,04	2.053,04	5.337,90
Repuesto Controlador	Unidad Controladora Emerson Power	1	828,96	828,96	2.155,30
Repuesto Caja de Unión	Caja de Unión, 48V,36V, 6 Entradas con 1 Salida, -20°C a 55°C, Outdoor IP55C, 360 (L)mm*300(H)mm*140(D)mm	2	477,84	955,68	2.484,77
Transporte Internacional	Transporte de todos los materiales Vía Marítima	1	12.000,00	12.000,00	31.200,00
Seguro Internacional	Seguro de Materiales ante todo Riesgo	1	8.000,00	8.000,00	20.800,00
Totales Componente Externo (USD)				199.535,29	518.791,75

Tabla 13. Presupuesto Sistema de Generación Alternativo Componente Externo [35]

Equipamiento	Descripción	Cantidad	Precio Unitario (BsF)	Total (USD)	Total (BsF)
Componente Interno					
Servicios	Documentación de la Ingeniería de Detalle y Visitas al Sitio	1	10.553,81	4.059,16	10.553,81
	Instalación de Turbina Eólica	1	16.374,36	6.297,83	16.374,36
	Instalación de Sistema Solar	3	27.886,90	10.725,73	27.886,90
	Integración de Sistema de Generación	1	4.273,26	1.643,56	4.273,26
	Pruebas de Aceptación de Equipo BTS	1	3.444,80	1.324,92	3.444,80
	Materiales y Herramientas de Instalación	1	3.146,96	1.210,37	3.146,96
Transporte Cagua - Porlamar/Bolívar	Traslado de Materiales Nivel Nacional	1	71.667,58	27.564,45	71.667,58
Totales Componente Interno (BsF)				40.162,70	104.423,02

Tabla 14. Presupuesto Sistema de Generación Alternativo Componente Interno [35]

TOTALS	Total (USD)	Total (BsF)
	250.308,28	650.801,52

TRANSFERENCIA TECNOLOGICA	
Descripción	Monto (BsF)
Entrenamiento en Centro de Entrenamiento Huawei (Curso Cerrado)	
* Precio de Entrenamiento	50.700,00
* Viáticos de los Participantes	35.776,00
Pasaje Aéreo de los Participantes	3.360,00
Sub-Total 1	89.836,00
Entrenamiento en Sitio (Curso Abierto)	
* Precio de Entrenamiento	29.720,00
* Viáticos de los Participantes	3.616,00
Pasaje Aéreo de los Participantes	7.290,00
Sub-Total 2	40.626,00
Sub-Total 1+2	130.462,00
Iva (12%)	15.655,44
TOTALES	146.117,44

Tabla 15. Presupuesto de Transferencia Tecnológica [35]

Como bien se sabe la Transferencia Tecnológica no es más que la capacitación y formación de conceptos básicos tanto técnicos como prácticos por parte del Proveedor de los equipos de Energía del Sistema de Generación Alternativa tanto al personal de Operación y Mantenimiento de Telecomunicaciones Movilnet como a un grupo de la Comunidades donde sean implementados estos equipos.

Además de la información ya conocida, se necesita saber cuáles serán los niveles de inflación del país donde se lleve a cabo el estudio y la devaluación de la moneda con la cual se esté trabajando, ya que según criterio de la Gerencia de Planificación y Evolución Tecnológica de Movilnet para conocer cuál es la inversión total se estima un periodo de 5 años por cada proyecto de acuerdo a las condiciones de cada sitio, las cuales deben ser proyectados los costos que se generen por año al momento donde se inicia la inversión, definido para éste estudio como el año 2010. La única variable que no se ve afectada por la inflación es el combustible, el cual desde hace aproximadamente 20 años no ha sufrido ningún tipo de incremento, y por lo tanto se concluyó que en 5 años permanecerá igual sin ser alterado.

La tabla 10, muestra una proyección en 5 años de la devaluación del Bolívar aproximada con respecto al Dólar Americano y de la inflación del estado venezolano. Dichos datos son estimaciones hechas por el Banco Central de Venezuela, el cual es una entidad del estado que se encarga de velar por la estabilidad monetaria y de precios en el país.

Premisas Macroeconómicas	Año 2010	Año 2011	Año 2012	Año 2013	Año 2014	Año 2015
Tasa de cambio de cierre oficial	2,60	2,60	2,60	2,60	2,60	2,60
Tasa de cambio promedio oficial	2,60	2,60	2,60	2,60	2,60	2,60
Tasa de devaluación	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Tasa de Inflación	0,13	0,11	0,10	0,08	0,07	0,07

Tabla 16. Premisas Macroeconómicas de la inflación y devaluación [35]

En la tabla 11, se pueden apreciar valores que llevados a la realidad actual de Venezuela bajo ciertos indicadores, pero que por ser arrojados por una entidad del gobierno deben ser contemplados por todas las empresas que necesiten hacer estimaciones a largo plazo. Para el caso de éste proyecto, se realizaron estimaciones con valores más cercanos a la realidad de acuerdo a ciertas empresas de análisis económico del país, que pueden presentar cierto margen de error, sin embargo es un aproximado que permite realizar el análisis respectivo.

Premisas Macroeconómicas	Año 2010	Año 2011	Año 2012	Año 2013	Año 2014	Año 2015
Tasa de cambio de cierre oficial	2,60	2,60	2,60	2,60	3,90	3,90
Tasa de cambio promedio oficial	2,60	2,60	2,60	2,60	3,90	3,90
Tasa de devaluación	0,00	0,00	0,00	0,00	0,50	0,00
Tasa de Inflación	0,30	0,28	0,25	0,20	0,15	0,12

Tabla 17. Premisas Macroeconómicas de la inflación y devaluación Real [35]

Una vez conocidos todos los parámetros necesarios con los que se debe hacer la estimación, se procedió a estudiar cada radiobase por separado, comparando la inversión total que habría que hacer en ambos tipos de sistemas de generación de energía (actual y propuesta) para poder concluir posteriormente cuál de ellos es más rentable para la empresa.

Además se debe aclarar que la proyección que se muestra a continuación es únicamente una relación de ahorro en inversión inicial por tipo de sistema de generación energética que son costos fijos y son proyectados en un periodo de tiempo de 5 años, donde no son tomados en consideración los ingresos de facturación de cada Radiobase como otros costos variables, que pudieran permitirnos establecer la Tasa Interna de Retorno (TIR) por la facturación como tal de la estación.

En estos casos es importante definir las variables económicas que engloban el desarrollo de este tipo de proyectos los cuales como se ha comentado tienen una inversión inicial elevada. Sin embargo para el caso de nuestro sistema convencional de energía con dos (02) Motogeneradores que funcionan con Diesel el cual es un recurso energético no renovable genera un impacto importante de los costos variables y presenta costos marginales crecientes, mientras que para el caso de nuestro sistema de Generación alternativa que sólo necesita la luz solar y el viento que son recursos renovables tiene un impacto importante de los costos fijos, pero los costos variables muy bajos o nulos y los costos marginales decrecientes tal como quedara demostrado en los gráficos comparativos.

Este tipo de proyectos son conocidos en el ámbito económico con la característica de “Especiales” ya que la Tasa Interna de Retorno es variable y no es fácil de medir con lo cual hace difícil determinar si mas allá de la inversión

inicial del proyecto como la inversión a mediano y largo plazo hacen factible o no la implementación de este tipo de soluciones. Sin embargo la orientación de Movilnet es generar beneficio social, es decir, llevar las Telecomunicaciones y Tecnología a sitios completamente despoblados y aislados que permitan desarrollar a sus habitantes poder estar comunicados generando mayores oportunidades de desarrollo y preparación, razón por la cual complica un poco establecer ciertos criterios económicos para este tipo de Soluciones Energéticas para una estación Radiobase.

Adicionalmente sabemos que la empresa Telecomunicaciones Movilnet al ser una filial de CANTV, se maneja bajo una economía centralizada ya que el estado toma las decisiones relacionadas con la producción de bienes y servicios, ya que al ser accionista mayoritario de la empresa es la dueña del capital de la empresa que a su vez será invertido en el desarrollo de este tipo de proyectos de cobertura rural.

Una vez planteadas las premisas macroeconómicas se plantearán varias tipologías y configuraciones de nuestros sistemas de energía, que nos permita establecer un estándar de acuerdo a los patrones de consumo y necesidades en los sitios donde se pretendan implementar los siguientes escenarios:

- **Escenario 1:** Dos Motogeneradores de 50kVA + Sistema de Rectificación y Conversión (AC/DC, DC/DC) con sus respectivo respaldo de Banco de Baterías de Plomo Acido.
- **Escenario 2:** Sistema Eólico – Solar con su respectivo Banco de Baterías de GEL + Un Motogenerador de 50kVA/10kVA (Opcional), es decir:
 - * Escenario 2.a se considera con Motor de 50 kVA
 - * Escenario 2.b se considera con Motor de 10 kVA
- **Escenario 3:** Sistema Solar con su respectivo Banco de Baterías de GEL + Un Motogenerador de 50kVA/10kVA (Opcional)
 - * Escenario 3.a se considera con Motor de 50 kVA
 - * Escenario 3.b se considera con Motor de 10 kVA

- **Escenario 4:** Sistema Eólico – Solar con su respectivo Banco de Baterías de GEL
- **Escenario 5:** Sistema Solar con su respectivo Banco de Baterías de GEL

Con estas 5 tipologías trataremos de estandarizar las estaciones de bajo consumo y en sitios aislados o de logística especial para su acceso, con lo cual nos permita sugerir soluciones estandarizadas a patrones y necesidades específicas.

4.2 Análisis Económico de Radiobases en Estudio

Para llevar a cabo el análisis económico de las estaciones en estudio tanto en la zona norte-costera como sur del país, es importante establecer un tabulador de precios el cual permita establecer los costos totales asociados de acuerdo a la configuración de cada sistema.

A continuación se mostrarán los precios de acuerdo la configuración predeterminada:

Tabulador de Precios de Sistema Convencional con 2 Motores de 50kVA						
Ítem	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Total BsF	Total USD
1	Motogenerador 50kVA	UND	2,00	156.000,00	312.000,00	120.000,00
2	Equipo de Energía AC/DC	SG	1,00	130.000,00	130.000,00	50.000,00
3	Baterías 12 Vdc - 155 Ah	UND	30,00	1.950,00	58.500,00	22.500,00
4	Instalación Motogenerador	SG	2,00	25.000,00	50.000,00	19.230,77
5	Traslado Motogenerador	UND	2,00	12.500,00	25.000,00	9.615,38
6	Mantenimiento Menor Motogenerador	UND	8,00	4.000,00	32.000,00	12.307,69
7	Mantenimiento Mayor Motogenerador	UND	4,00	20.000,00	80.000,00	30.769,23
8	Suministro de Gasoil	L	60.000,00	3,50	210.000,00	80.769,23

Tabla 18. Tabulador de Precios de Sistema Convencional [35]

Tabulador de Precios de Sistema Alternativo Eólico-Solar con 1 Motor de 50 kVA / 10kVA						
Ítem	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Total BsF	Total USD
1	Motorgenerador 50kVA	UND	1,00	156.000,00	26.000,00	10.000,00
2	Motorgenerador 10kVA	UND	1,00	26.000,00	26.000,00	10.000,00
3	Sistema Eólico - Solar	SG	1,00	303.331,60	303.331,60	116.666,00
4	Baterías 48 Vdc - 800Ah	UND	3,00	28.119,52	84.358,56	32.445,60
5	Instalación Motorgenerador	SG	1,00	25.000,00	25.000,00	9.615,38
6	Traslado Motogenerador	UND	1,00	12.500,00	12.500,00	4.807,69
7	Mantenimiento Menor Motogenerador	UND	2,00	4.000,00	8.000,00	3.076,92
8	Mantenimiento Mayor Motogenerador	UND	1,00	20.000,00	20.000,00	7.692,31
9	Luz de Baliza Solar	UND	1,00	39.447,69	39.447,69	15.172,19
10	Repuestos Sistema Solar	SG	1,00	6.580,29	6.580,29	2.530,88
11	Repuestos Sistema Eólico	SG	1,00	5.337,90	5.337,90	2.053,04
12	Transporte Internacional	SG	1,00	31.200,00	31.200,00	12.000,00
13	Suro Internacional	SG	1,00	20.800,00	20.800,00	8.000,00
14	Transporte Nacional	SG	1,00	71.667,58	71.667,58	27.564,45
15	Instalación Sistema Solar	SG	1,00	27.886,99	27.886,99	10.725,77
16	Instalación Sistema Solar	SG	1,00	16.374,36	16.374,36	6.297,83
17	Documentación, Integración y Aceptación del Sistema	SG	1,00	21.418,83	21.418,83	8.238,01
18	Suministro de Gasoil Motor 50 kVA	L	20.000,00	3,50	70.000,00	26.923,07
19	Suministro de Gasoil Motor 10 kVA	L	10.000,00	3,50	35.000,00	13.461,53
20	Transferencia Tecnológica	SG	1,00	146.117,44	146.117,44	56.199,02
21	Adquisición de Terreno Adicional	M2	300,00	666,67	200.001,00	76.923,46

Tabla 19. Tabulador de Precios de Sistema Alternativo [35]

4.2.1 ERB Los Testigos

Actualmente no se encuentra instalada ninguna radio base en el sitio. Sin embargo existe el siguiente equipamiento:

- Un Motogenerador de 75 kVA, el cual alimenta el puesto de la armada, ciertas cargas de la Isla tales como un Colegio, Un Barrio Adentro y algunas casas, el mismo presenta fallas constantes por lo que al parecer, existe un proyecto, para la colocación de un grupo de 2 Motogeneradores de 100kVA. De usarse, implicaría realizar un estudio de carga para el consumo de la Armada, el pueblo, Movilnet; escuela, barrio adentro, etc, para determinar si la capacidad de estos Motogeneradores es suficiente para todas las cargas a conectar.

La adecuación de nuestro sistema de energía alternativo propone:

- 54 paneles solares de 180 Watt cada uno.
- 1 Aerogenerador de 1,5 kW.
- 3 Bancos de Baterías de Baterías de 48 Vdc y 800 Ah cada uno.

Así mismo se propondría tener como sistema alterno de respaldo el Motor de la Armada, en caso de falla de nuestro sistema de energía. Para este caso se le solicitaría una carga de 4 kVA a través de una protección de dos polos de 2x20A.

ITEM	Descripción	Costo USD \$	Costo actual Bs. F	Año 2010	Año 2011	Año 2012	Año 2013	Año 2014	Año 2015
1	Suministro de Dos Motogeneradores de 50 kVA	120.000,00	312.000,00	312.000,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2	Suministro, Transporte e Instalación de Equipo de Energía de Rectificación AC/DC	50.000,00	130.000,00	130.000,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
3	30 Baterías de Plomo Acido Selladas Pb (12 V, 155 Ah)	22.500,00	58.500,00	58.500,00	0,00	0,00	70.200,00	0,00	0,00
4	Instalación de Dos Motogeneradores de 50 kVA	N/A	50.000,00	50.000,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
5	Transporte de Dos Motogeneradores de 50 kVA	N/A	25.000,00	25.000,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
6	Mantenimiento Menor de Dos Motogeneradores de 50 kVA (Cambio de Filtros de Aceite, Aire y Gasoil)	N/A	8.000,00	32.000,00	40.960,00	51.200,00	61.440,00	70.656,00	79.134,72
7	Mantenimiento Mayor de Dos Motogeneradores de 50 kVA (Incluye un Mantenimiento Menor más el cambio de Válvulas, Bujías, Batería y Bombas de Inyección).	N/A	20.000,00	80.000,00	51.200,00	64.000,00	76.800,00	88.320,00	98.918,40
8	Costo de transporte de combustible anual para Dos Motogeneradores de 50 kVA para un Tanque Tipo Cubeto de 10,000 Litros (Cada 2 Meses)	N/A	210.000,00	210.000,00	268.800,00	336.000,00	403.200,00	463.680,00	519.321,60
COSTOS *AÑO				897.500,00	360.960,00	451.200,00	611.640,00	622.656,00	697.374,72
COSTO TOTAL 5 AÑOS (USD / Bs. F)		1.546.372,74	4.020.569,12						

Tabla 20. Estimación Financiera del Sistemas de Energía convencional para RBS Isla Los Testigos (Escenario 1)

COSTO TOTAL 5 AÑOS BsF 4.020.569,12 (Escenario 1)

ITEM	Descripción	Costo en \$	Costo Actual Bs. F	Año 2010	Año 2011	Año 2012	Año 2013	Año 2014	Año 2015
1	Suministro de Motogenerador de 50 kVA	60.000,00	156.000,00	156.000,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2	Suministro Sistema Solar-Eólico	116.666,00	303.331,60	303.331,60	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
3	3 Bancos de Baterías VRLA-GEL (48 V, 800 Ah)	32.445,60	84.358,56	84.358,56	0,00	0,00	0,00	145.518,52	0,00
4	Repuestos Sistema Solar	2.530,88	6.580,29	6.580,29	0,00	0,00	12.634,15	0,00	0,00
5	Repuestos Sistema Eólico	2.053,04	5.337,90	5.337,90	0,00	0,00	10.248,78	0,00	0,00
6	Minishelter + Inversor	10.667,58	27.735,71	27.735,71	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
7	Trasporte Internacional	12.000,00	31.200,00	31.200,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
8	Seguro Internacional	8.000,00	20.800,00	20.800,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
9	Iluminación y Luz de Baliza Solar de Bajo Consumo	15.172,19	39.447,69	39.447,69	0,00	0,00	47.337,23	0,00	0,00
10	Conexión Motogenerador-Controlador	N/A	11.494,88	11.494,88	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
11	Transporte Cagua - Porlamar	N/A	71.667,58	71.667,58	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
12	Instalación Turbina Eólica	N/A	16.374,36	16.374,36	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
13	Documentación, Integración y Aceptación del Sistema	N/A	21.418,83	21.418,83	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
14	Instalación Paneles Solares	N/A	27.886,90	27.886,90	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
15	Trasferencia Tecnológica	N/A	146.117,44	146.117,44	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
16	Mantenimiento Anual Sistema Solar-Eólico	N/A	20.000,00	20.000,00	25.600,00	32.000,00	38.400,00	44.160,00	49.459,20
17	Instalación de Motogenerador de 50 kVA	N/A	25.000,00	25.000,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
18	Transporte de Motogenerador 50 kVA	N/A	12.500,00	12.500,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
19	Mantenimiento Menor de Motogenerador de 50 kVA (Cambio de Filtros de Aceite, Aire y Gasoil)	N/A	4.000,00	4.000,00	5.120,00	6.400,00	7.680,00	8.832,00	9.891,84
20	Mantenimiento Mayor Motogenerador de 50 kVA (Incluye un Mantenimiento Menor más el cambio de Válvulas, Bujías, Batería y Bombas de Inyección).	N/A	15.000,00	15.000,00	19.200,00	24.000,00	28.800,00	33.120,00	37.094,40
21	Costo de transporte de combustible anual un Motogenerador de 50 kVA para un Tanque Tipo Cubeto de 10,000 Lts (Cada 6 Meses)	N/A	70.000,00	70.000,00	89.600,00	112.000,00	134.400,00	154.560,00	173.107,20
22	Pago por 300m ² adicionales de Terreno Propiedad Movilnet	N/A	200.000,00	200.000,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
COSTOS *AÑO				1.326.602,65	139.520,00	174.400,00	279.500,16	386.190,52	269.552,64
COSTO TOTAL 5 AÑOS (USD / Bs. F)		990.679,22	2.575.765,97						

Tabla 21. Estimación Financiera del Sistemas de Energía Eólico-Solar mas Motogenerador 50 kVA para RBS Isla Los Testigos (Escenario 2.a)

**COSTO TOTAL 5 AÑOS
(Escenario 2.a) BsF 2.575.765,97**

ITEM	Descripción	Costo en \$	Costo Actual Bs. F	Año 2010	Año 2011	Año 2012	Año 2013	Año 2014	Año 2015
1	Suministro de Motogeneradores de 10 kVA	10.000,00	26.000,00	26.000,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2	Suministro Sistema Solar-Eólico	116.666,00	303.331,60	303.331,60	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
3	3 Bancos de Baterías VRLA-GEL (48 V, 800 Ah)	32.445,60	84.358,56	84.358,56	0,00	0,00	0,00	145.518,52	0,00
4	Repuestos Sistema Solar	2.530,88	6.580,29	6.580,29	0,00	0,00	12.634,15	0,00	0,00
5	Repuestos Sistema Eólico	2.053,04	5.337,90	5.337,90	0,00	0,00	10.248,78	0,00	0,00
6	Minishelter + Inversor	10.667,58	27.735,71	27.735,71	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
7	Trasporte Internacional	12.000,00	31.200,00	31.200,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
8	Seguro Internacional	8.000,00	20.800,00	20.800,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
9	Iluminación y Luz de Baliza Solar de Bajo Consumo	15.172,19	39.447,69	39.447,69	0,00	0,00	47.337,23	0,00	0,00
10	Conexión Motogenerador-Controlador	N/A	11.494,88	11.494,88	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
11	Transporte Cagua - Porlamar	N/A	71.667,58	71.667,58	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
12	Instalación Turbina Eólica	N/A	16.374,36	16.374,36	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
13	Documentación, Integración y Aceptación del Sistema	N/A	21.418,83	21.418,83	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
14	Instalación Paneles Solares	N/A	27.886,90	27.886,90	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
15	Trasferencia Tecnológica	N/A	146.117,44	146.117,44	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
16	Mantenimiento Anual Sistema Solar-Eólico	N/A	20.000,00	20.000,00	25.600,00	32.000,00	38.400,00	44.160,00	49.459,20
17	Instalación de Motogenerador de 10 kVA	N/A	25.000,00	25.000,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
18	Transporte de Motogenerador 10 kVA	N/A	12.500,00	12.500,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
19	Mantenimiento Menor de Motogenerador de 10 kVA (Cambio de Filtros de Aceite, Aire y Gasoil)	N/A	4.000,00	4.000,00	5.120,00	6.400,00	7.680,00	8.832,00	9.891,84
20	Mantenimiento Mayor Motogenerador de 10 kVA (Incluye un Mantenimiento Menor más el cambio de Válvulas, Bujías, Batería y Bombas de Inyección).	N/A	15.000,00	15.000,00	19.200,00	24.000,00	28.800,00	33.120,00	37.094,40
21	Costo de transporte de combustible anual un Motogenerador de 10 kVA para un Tanque Tipo Cubeto de 10,000 Lt (Cada 2 Meses)	N/A	35.000,00	35.000,00	44.800,00	56.000,00	67.200,00	77.280,00	86.553,60
22	Pago por 300m ² adicionales de Terreno Propiedad Movilnet	N/A	200.000,00	200.000,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
COSTOS *AÑO				1.161.602,65	94.720,00	118.400,00	212.300,16	308.910,52	182.999,04
COSTO TOTAL 5 AÑOS (USD / Bs. F)		799.589,37	2.078.932,37						

Tabla 22. Estimación Financiera del Sistemas de Energía Eólico-Solar mas Motogenerador 10 kVA para RBS Isla Los Testigos (Escenario 2.b)

**COSTO TOTAL 5 AÑOS
(Escenario 2.b) BsF 2.078.932,37**

ITEM	Descripción	Costo en \$	Costo actual Bs. F	Año 2010	Año 2011	Año 2012	Año 2013	Año 2014	Año 2015
1	Suministro Sistema Solar-Eólico	116.666,00	303.331,60	303.331,60	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2	3 Bancos de Baterías VRLA-GEL (48 V, 800 Ah)	32.445,60	84.358,56	84.358,56	0,00	0,00	0,00	145.518,52	0,00
3	Repuestos Sistema Solar	2.530,88	6.580,29	6.580,29	0,00	0,00	12.634,15	0,00	0,00
4	Repuestos Sistema Eólico	2.053,04	5.337,90	5.337,90	0,00	0,00	10.248,78	0,00	0,00
5	Minishelter + Inversor	10.667,58	27.735,71	27.735,71	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
6	Trasporte Internacional	12.000,00	31.200,00	31.200,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
7	Suro Internacional	8.000,00	20.800,00	20.800,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
8	Iluminación y Luz de Baliza Solar de Bajo Consumo	15.172,19	39.447,69	39.447,69	0,00	0,00	47.337,23	0,00	0,00
9	Conexión Motogenerador-Controlador	N/A	11.494,88	11.494,88	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
10	Transporte Cagua - Porlamar	N/A	71.667,58	71.667,58	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
11	Instalación Turbina Eólica	N/A	16.374,36	16.374,36	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
12	Instalación Paneles Solares	N/A	27.886,90	27.886,90	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
13	Documentación, Integración y Aceptación del Sistema	N/A	21.418,83	21.418,83	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
14	Trasferencia Tecnológica	N/A	146.117,44	146.117,44	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
15	Mantenimiento Anual Sistema Solar-Eólico	N/A	20.000,00	20.000,00	25.600,00	32.000,00	38.400,00	44.160,00	49.459,20
16	Pago por 300m ² adicionales de Terreno Propiedad Movilnet	N/A	200.000,00	200.000,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
COSTOS *AÑO				1.033.751,74	25.600,00	32.000,00	108.620,16	189.678,52	49.459,20
COSTO TOTAL 5 AÑOS (USD / Bs. F)		553.503,70	1.439.109,62						

Tabla 23. Estimación Financiera del Sistemas de Energía Eólico-Solar para RBS Isla Los Testigos (Escenario 4)

COSTO TOTAL 5 AÑOS (Escenario 4) BsF 1.439.109,62

4.2.2 ERB Kamarata Bolívar

Actualmente está planteada que salga al aire con los siguientes elementos:

- 2 Motogeneradores de 50 kVA cada uno (para el funcionamiento de los dos Motogeneradores se emplea un interruptor de transferencia automática que cuenta con un sistema de control basado en PLC, para el control, supervisión, programación y operación, en alternancia automática, del grupo Motogenerador).
- 30 baterías de 12 V y 155 Ah cada una.
- Sistema de Energía de Rectificación y Conversión (AC/DC) y (DC/DC).

La adecuación de nuestro sistema de energía alternativo propone:

- 52 paneles solares de 180 W cada uno.
- 3 Bancos de Baterías de Baterías de 48 Vdc y 800 Ah cada uno.

Así mismo se propondría tener como sistema alterno de respaldo el Motor de 10 kVA, en caso de falla de nuestro sistema de energía. Sin embargo en este caso se debe considerar la compra y/o adquisición de $300m^2$ adicionales de terreno por la necesidad de espacio que requieren los paneles solares.

ITEM	Descripción	Costo USD \$	Costo actual Bs. F	Año 2010	Año 2011	Año 2012	Año 2013	Año 2014	Año 2015
1	Suministro de Dos Motogeneradores de 50 kVA	120.000,00	312.000,00	312.000,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2	Suministro, Transporte e Instalación de Equipo de Energía de Rectificación AC/DC	50.000,00	130.000,00	130.000,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
3	30 baterías (12 V, 155 Ah)	22.500,00	58.500,00	58.500,00	0,00	0,00	70.200,00	0,00	0,00
4	Instalación de Dos Motogeneradores de 50 kVA	N/A	50.000,00	50.000,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
5	Transporte de Dos Motogeneradores de 50 kVA	N/A	25.000,00	25.000,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
6	Mantenimiento Menor de Dos Motogeneradores de 50 kVA (Cambio de Filtros de Aceite, Aire y Gasoil)	N/A	8.000,00	32.000,00	40.960,00	51.200,00	61.440,00	70.656,00	79.134,72
7	Mantenimiento Mayor de Dos Motogeneradores de 50 kVA (Incluye un Mantenimiento Menor más el cambio de Válvulas, Bujías, Batería y Bombas de Inyección).	N/A	20.000,00	80.000,00	102.400,00	128.000,00	153.600,00	176.640,00	197.836,80
8	Costo de transporte de combustible anual para Dos Motogeneradores de 50 kVA para un Tanque Tipo Cubeto de 10,000 Lts (Cada 2 Meses)	N/A	210.000,00	210.000,00	268.800,00	336.000,00	403.200,00	463.680,00	519.321,60
COSTOS *AÑO				897.500,00	412.160,00	515.200,00	688.440,00	710.976,00	796.293,12
COSTO TOTAL 5 AÑOS (USD / Bs. F)		1.546.372,74	4.020.569,12						

Tabla 24. Estimación Financiera del Sistemas de Energía convencional para RBS Kamarata (Escenario 1)

COSTO TOTAL 5 AÑOS (Escenario 1) BsF 4.020.569,12

ITEM	Descripción	Costo en \$	Costo actual Bs. F	Año 2010	Año 2011	Año 2012	Año 2013	Año 2014	Año 2015
1	Suministro de Motogenerador de 50 kVA	60.000,00	156.000,00	156.000,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2	Suministro de Sistema Solar	110.786,72	288.045,47	288.045,47	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
3	3 Bancos de Baterías VRLA-GEL (48 V, 800 Ah)	32.445,60	84.358,56	84.358,56	0,00	0,00	0,00	145.518,52	0,00
4	Repuestos Sistema Solar	2.530,88	6.580,29	6.580,29	0,00	0,00	12.634,15	0,00	0,00
6	Minishelter + Inversor	10.667,58	27.735,71	27.735,71	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
7	Trasporte Internacional	12.000,00	31.200,00	31.200,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
8	Seguro Internacional	8.000,00	20.800,00	20.800,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
9	Iluminación y Luz de Baliza Solar de Bajo Consumo	15.172,19	39.447,69	39.447,69	0,00	0,00	47.337,23	0,00	0,00
10	Conexión Motogenerador-Controlador	N/A	11.494,88	11.494,88	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
11	Transporte Cagua - Bolívar	N/A	71.667,58	71.667,58	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
13	Instalación Paneles Solares	N/A	27.886,90	27.886,90	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
14	Documentación, Integración y Aceptación del Sistema	N/A	21.418,83	21.418,83	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
15	Trasferencia Tecnológica	N/A	146.117,44	146.117,44	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
16	Mantenimiento Anual Sistema Solar	N/A	15.000,00	15.000,00	19.200,00	24.000,00	28.800,00	33.120,00	37.094,40
17	Instalación de Motogenerador de 50 kVA	N/A	25.000,00	25.000,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
18	Transporte de Motogenerador 50 kVA	N/A	12.500,00	12.500,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
19	Mantenimiento Menor de Motogenerador de 50 kVA (Cambio de Filtros de Aceite, Aire y Gasoil)	N/A	4.000,00	4.000,00	5.120,00	6.400,00	7.680,00	8.832,00	9.891,84
20	Mantenimiento Mayor Motogenerador de 50 kVA (Incluye un Mantenimiento Menor más el cambio de Válvulas, Bujías, Batería y Bombas de Inyección).	N/A	15.000,00	15.000,00	19.200,00	24.000,00	28.800,00	33.120,00	37.094,40
21	Costo de transporte de combustible anual un Motogenerador de 50 kVA para un Tanque Tipo Cubeto de 10,000 Lts (Cada 6 Meses)	N/A	70.000,00	70.000,00	89.600,00	112.000,00	134.400,00	154.560,00	173.107,20
22	Pago por 300m ² adicionales de Terreno Propiedad Movilnet	N/A	200.000,00	200.000,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
COSTOS *AÑO				1.284.604,26	133.120,00	166.400,00	259.651,39	375.150,52	257.187,84
COSTO TOTAL 5 AÑOS (USD / Bs. F)		952.351,54	2.476.114,00						

Tabla 25. Estimación Financiera del Sistema de Energía Solar más Motogenerador 50 kVA para RBS Kamarata (Escenario 3.a)

**COSTO TOTAL 5 AÑOS
(Escenario 3.a) BsF 2.476.114,00**

ITEM	Descripción	Costo en \$	Costo actual Bs. F	Año 2010	Año 2011	Año 2012	Año 2013	Año 2014	Año 2015
1	Suministro de Motogenerador de 10 kVA	10.000,00	26.000,00	26.000,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2	Suministro de Sistema Solar	110.786,72	288.045,47	288.045,47	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
3	3 Bancos de Baterías VRLA-GEL (48 V, 800 Ah)	32.445,60	84.358,56	84.358,56	0,00	0,00	0,00	145.518,52	0,00
4	Repuestos Sistema Solar	2.530,88	6.580,29	6.580,29	0,00	0,00	12.634,15	0,00	0,00
6	Minishelter + Inversor	10.667,58	27.735,71	27.735,71	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
7	Trasporte Internacional	12.000,00	31.200,00	31.200,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
8	Seguro Internacional	8.000,00	20.800,00	20.800,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
9	Iluminación y Luz de Baliza Solar de Bajo Consumo	15.172,19	39.447,69	39.447,69	0,00	0,00	47.337,23	0,00	0,00
10	Conexión Motogenerador-Controlador	N/A	11.494,88	11.494,88	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
11	Transporte Cagua - Bolívar	N/A	71.667,58	71.667,58	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
13	Instalación Paneles Solares	N/A	27.886,90	27.886,90	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
14	Documentación, Integración y Aceptación del Sistema	N/A	21.418,83	21.418,83	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
15	Trasferencia Tecnológica	N/A	146.117,44	146.117,44	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
16	Mantenimiento Anual Sistema Solar	N/A	15.000,00	15.000,00	19.200,00	24.000,00	28.800,00	33.120,00	37.094,40
17	Instalación de Motogenerador de 10 kVA	N/A	25.000,00	25.000,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
18	Transporte de Motogenerador 10 kVA	N/A	12.500,00	12.500,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
19	Mantenimiento Menor de Motogenerador de 10 kVA (Cambio de Filtros de Aceite, Aire y Gasoil)	N/A	4.000,00	4.000,00	5.120,00	6.400,00	7.680,00	8.832,00	9.891,84
20	Mantenimiento Mayor Motogenerador de 10 kVA (Incluye un Mantenimiento Menor más el cambio de Válvulas, Bujías, Batería y Bombas de Inyección).	N/A	15.000,00	15.000,00	19.200,00	24.000,00	28.800,00	33.120,00	37.094,40
21	Costo de transporte de combustible anual un Motogenerador de 10 kVA para un Tanque Tipo Cubeto de 10,000 Lts (Cada 6 Meses)	N/A	35.000,00	35.000,00	44.800,00	56.000,00	67.200,00	77.280,00	86.553,60
22	Pago por 300m ² adicionales de Terreno Propiedad Movilnet	N/A	200.000,00	200.000,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
COSTOS *AÑO				1.119.604,26	88.320,00	110.400,00	192.451,39	297.870,52	170.634,24
COSTO TOTAL 5 AÑOS (USD / Bs. F)		761.261,69	1.979.280,40						

Tabla 26. Estimación Financiera del Sistema de Energía Solar más Motogenerador 10kVA para RBS Kamarata (Escenario 3.b)

**COSTO TOTAL 5 AÑOS
(Escenario 3.b) BsF 1.979.280,40**

ITEM	Descripción	Costo en \$	Costo actual Bs. F	Año 2010	Año 2011	Año 2012	Año 2013	Año 2014	Año 2015
1	Suministro de Sistema Solar	110.786,72	288.045,47	288.045,47	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2	3 Bancos de Baterías VRLA-GEL (48 V, 800 Ah)	32.445,60	84.358,56	84.358,56	0,00	0,00	0,00	145.518,52	0,00
3	Repuestos Sistema Solar	2.530,88	6.580,29	6.580,29	0,00	0,00	12.634,15	0,00	0,00
4	Minishelter + Inversor	10.667,58	27.735,71	27.735,71	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
5	Trasporte Internacional	12.000,00	31.200,00	31.200,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
6	Suro Internacional	8.000,00	20.800,00	20.800,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
7	Iluminación y Luces de Baliza de Bajo Consumo	N/A	65.000,00	65.000,00	0,00	0,00	78.000,00	0,00	0,00
8	Conexión Motogenerador-Controlador	N/A	11.494,88	11.494,88	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
9	Transporte Cagua - Porlamar	N/A	56.667,58	56.667,58	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
10	Instalación Paneles Solares	N/A	27.886,90	27.886,90	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
11	Documentación, Integración y Aceptación del Sistema	N/A	21.418,83	21.418,83	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
12	Trasferencia Tecnológica	N/A	146.117,44	146.117,44	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
13	Mantenimiento Anual Sistema Solar	N/A	15.000,00	15.000,00	19.200,00	24.000,00	28.800,00	33.120,00	37.094,40
14	Pago por 300m ² adicionales de Terreno Propiedad Movilnet	N/A	200.000,00	200.000,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
COSTOS *AÑO				1.002.305,66	19.200,00	24.000,00	119.434,15	178.638,52	37.094,40
COSTO TOTAL 5 AÑOS (USD / Bs. F)		531.027,97	1.380.672,73						

Tabla 27. Estimación Financiera del Sistema de Energía Solar para RBS Kamarata (Escenario 5)

**COSTO TOTAL 5 AÑOS
(Escenario 5) BsF 1.380.672,73**

4.3 Relación de Métodos entre Sistemas de Generación

A partir de los costos anuales anteriormente calculados, se elaboró una tabla comparativa entre los costos de ambos sistemas estimados en 5 años, para así con esto poder concluir que sistema de generación es más rentable desde el punto de vista económico para la empresa.

Radiobase	Años	Sistema de Energía Convencional	Sistema Alternativo (Con Motogenerador 50 kVA)	Diferencia BsF
Los Testigos	5	4.020.569,12	2.575.765,97	1.444.803,15
Kamarata Bolívar		4.020.569,12	2.476.114,00	1.544.455,12

Radiobase	Años	Sistema de Energía Convencional	Sistema Alternativo (Con Motogenerador 10 kVA)	Diferencia BsF
Los Testigos	5	4.020.569,12	2.078.932,37	1.941.636,75
Kamarata Bolívar		4.020.569,12	1.979.280,40	2.041.288,72

Radiobase	Años	Sistema de Energía Convencional	Sistema Alternativo (Sin Motogenerador)	Diferencia BsF
Los Testigos	5	4.020.569,12	1.439.109,62	2.581.459,50
Kamarata Bolívar		4.020.569,12	1.380.672,73	2.639.896,39

**Tabla 28. Relaciones entre los costos de ambos sistemas de generación
ERB Los Testigos y Kamarata**

A continuación se presentan una serie de gráficos donde se muestra la comparación de una manera lineal en el tiempo, entre los sistemas actuales y los propuestos de cada radiobase escenario en un periodo de tiempo de 5 años.

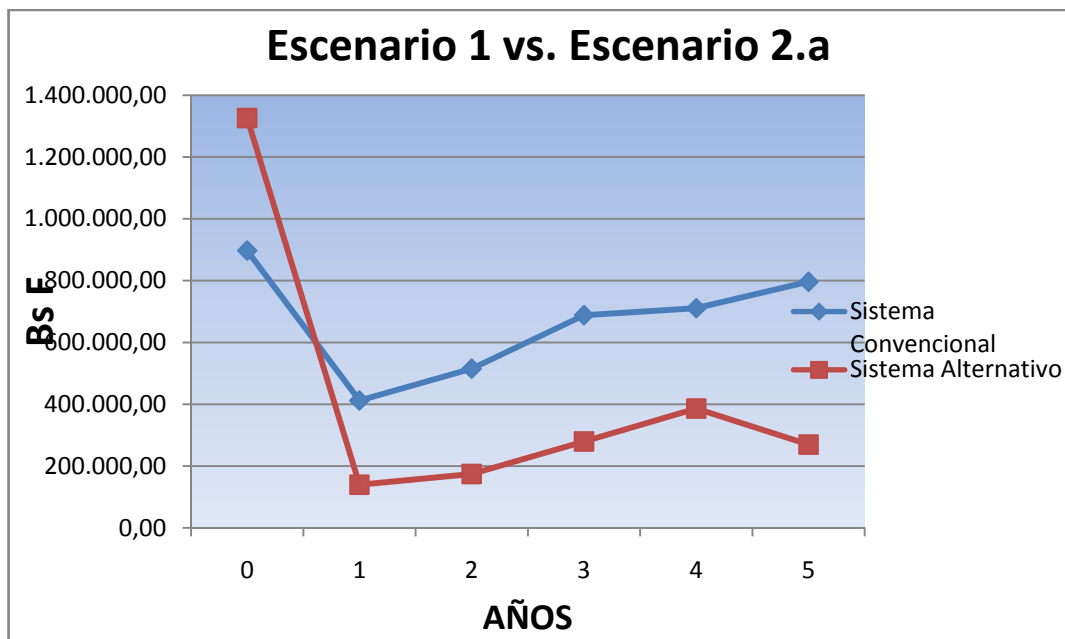


Gráfico 1. Gráfica comparativa de ambos sistemas de generación para Los Testigos con Motogenerador 50 kVA

Año	Sistema Convencional (2 Motores)	Sistema Solar-Eólico (1 Motor)
0	897.500,00	1.326.602,65
1	412.160,00	139.520,00
2	515.200,00	174.400,00
3	688.440,00	279.500,16
4	710.976,00	386.190,52
5	796.293,12	269.552,64
Totales	4.020.569,12	2.575.765,97

Tabla 29. Comparación de Precios de Inversión durante 5 Años (Escenario 1 vs Escenario 2.a)

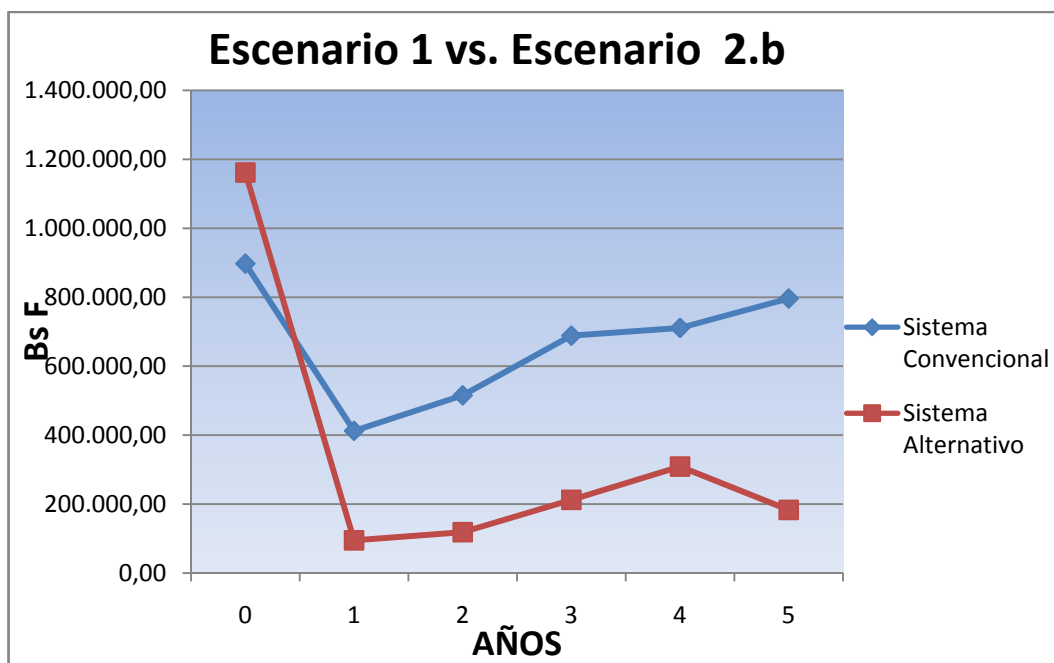


Gráfico 2. Gráfica comparativa de ambos sistemas de generación para Los Testigos con Motogenerador 10 kVA

Año	Sistema Convencional (2 Motores) BsF	Sistema Solar-Eólico (1 Motor @ 10 kVA) BsF
0	897.500,00	1.161.602,65
1	412.160,00	94.720,00
2	515.200,00	118.400,00
3	688.440,00	212.300,16
4	710.976,00	308.910,52
5	796.293,12	182.999,04
Totales	4.020.569,12	2.078.932,37

Tabla 30. Comparación de Precios de Inversión durante 5 Años (Escenario 1 vs Escenario 2)

En esta gráfica se muestran los Escenarios 1 y 2 tanto con Motogenerador de 50 kVA como 10 kVA, en los cuales se puede observar que la diferencia en la procura con una diferencia de BsF. 130.000,00 más económico ya que en cuanto a los gastos operativos y de infraestructura se realiza una aproximación para que los montos no tengan diferencias significativas tomando en cuenta que están ubicados en sitios de difícil acceso y además no son fuente primaria de energía sino que funcionan como respaldo ante falla de las fuentes híbridas de energía, por lo que una vez calculado los costos iniciales para el año cero que para nuestro caso sería

el 2010, observamos que existe una diferencia importante sin embargo en el transcurrir de los cinco años en análisis se observa claramente una tendencia inversa que el momento inicial hasta el punto que al final de este periodo existe una diferencia que representarían un ahorro de 48,29%, haciendo factible la implementación del Sistema de Energía Alternativo.

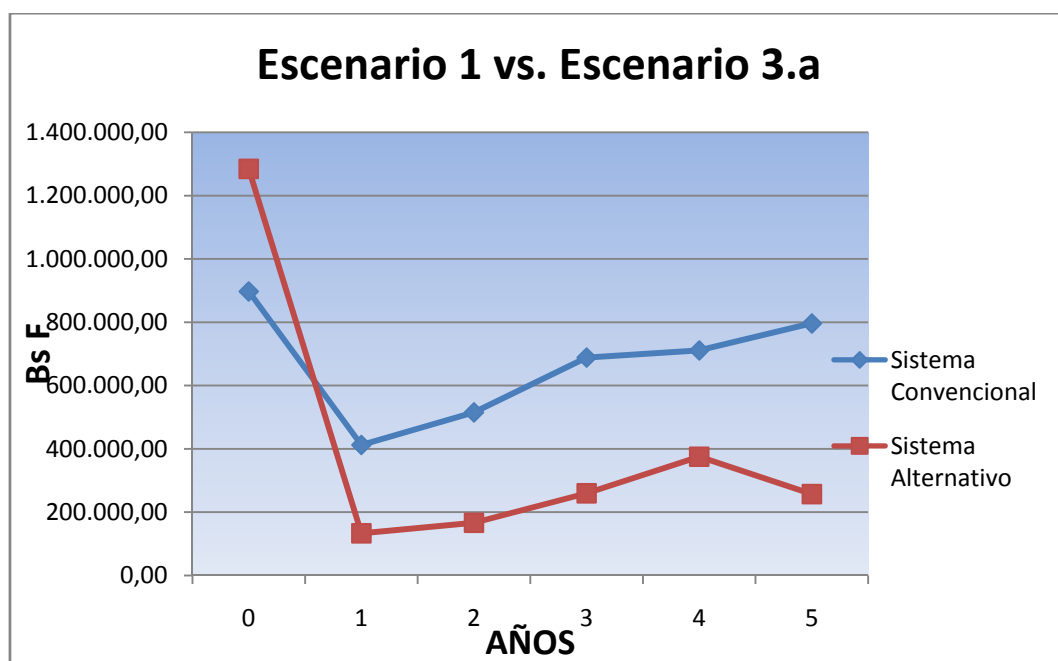


Gráfico 3. Gráfica comparativa de ambos sistemas de generación para Comunidad Indígena Kamarata con Motogenerador 50 kVA

Año	Sistema Convencional (2 Motores)	Sistema Solar (1 Motor)
0	897.500,00	1.284.604,26
1	412.160,00	133.120,00
2	515.200,00	166.400,00
3	688.440,00	259.651,39
4	710.976,00	375.150,52
5	796.293,12	257.187,84
Totales	4.020.569,12	2.476.114,00

Tabla 31. Comparación de Precios de Inversión durante 5 Años (Escenario 1 vs Escenario 3.a)

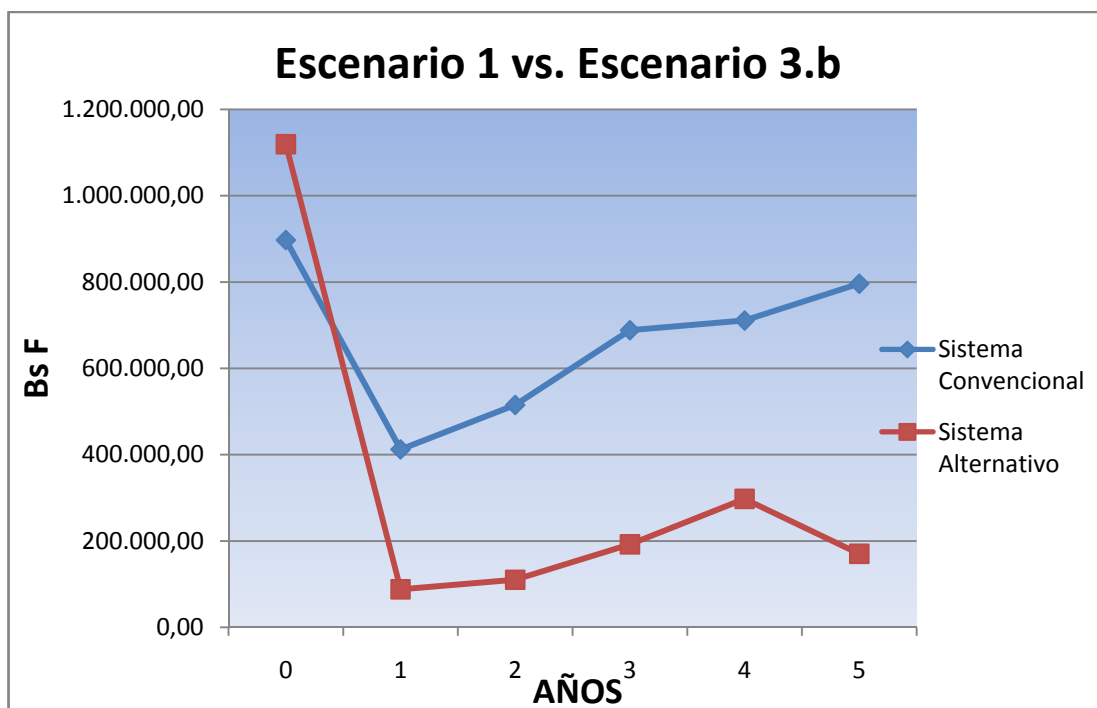


Gráfico 4. Gráfica comparativa de ambos sistemas de generación para Comunidad Indígena Kamarata con Motogenerador 10 kVA

Año	Sistema Convencional (2 Motores) BsF	Sistema Solar (1 Motor) BsF
0	897.500,00	1.119.604,26
1	412.160,00	88.320,00
2	515.200,00	110.400,00
3	688.440,00	192.451,39
4	710.976,00	297.870,52
5	796.293,12	170.634,24
Totales	4.020.569,12	1.979.280,40

Tabla 32. Comparación de Precios de Inversión durante 5 Años (Escenario 1 vs Escenario 3.b)

En esta gráfica se muestran los Escenarios 1 y 3, en los cuales se puede observar una diferencia de inversión para el año cero que para nuestro caso sería el 2010 existe una brecha un poco menos marcada que el gráfico 1, ya que el Escenario 3 no contempla la turbina eólica, sin embargo en el transcurrir de los cinco años en análisis se observa claramente una tendencia inversa que el momento inicial, hasta el punto que al final de este periodo existe una diferencia que representarían un ahorro de 50,77%, haciendo factible la implementación del Sistema de Energía Alternativo.

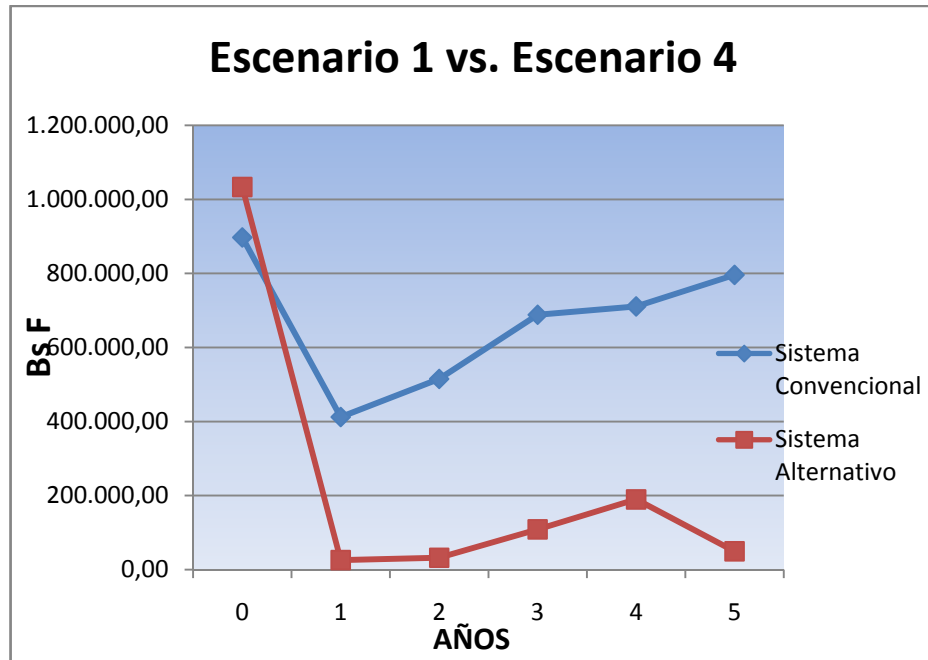


Gráfico 5. Gráfica comparativa de ambos sistemas de generación para Los Testigos

Año	Sistema Convencional (2 Motores) BsF	Sistema Solar-Eólico (Sin Motor) BsF
0	897.500,00	1.033.751,74
1	412.160,00	25.600,00
2	515.200,00	32.000,00
3	688.440,00	108.620,16
4	710.976,00	189.678,52
5	796.293,12	49.459,20
Totales	4.020.569,12	1.439.109,62

Tabla 33. Comparación de Precios de Inversión durante 5 Años (Escenario 1 vs Escenario 4)

En esta gráfica se muestran los Escenarios 1 y 4, en los cuales se puede observar un detalle importante el cual para el año cero que para nuestro caso sería el 2010 existe una brecha pequeña con relación a los gráficos 1 y 2, esta similitud se debe a que el Escenario 4 no contempla Motogeneradores y durante el transcurrir de los cinco años en análisis se observa claramente una tendencia inversa que el momento inicial, hasta el punto que al final de este periodo existe una diferencia

que representarían un ahorro de 64,21%, haciendo factible la implementación del Sistema de Energía Alternativo.

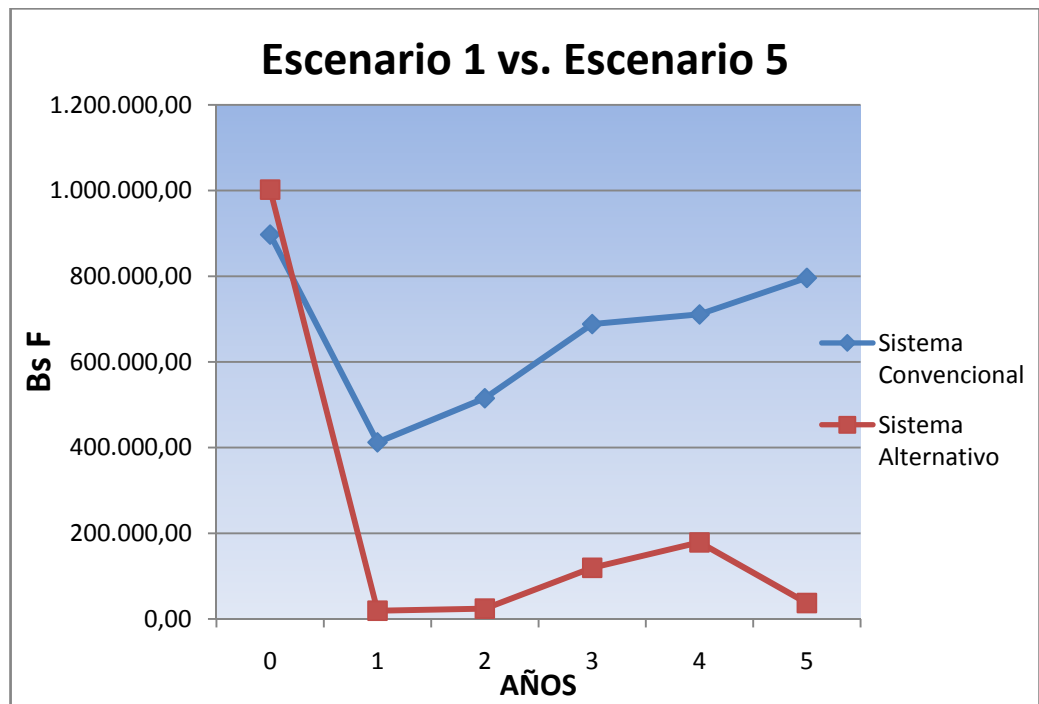


Gráfico 6. Gráfica comparativa de ambos sistemas de generación para Comunidad Indígena Kamarata

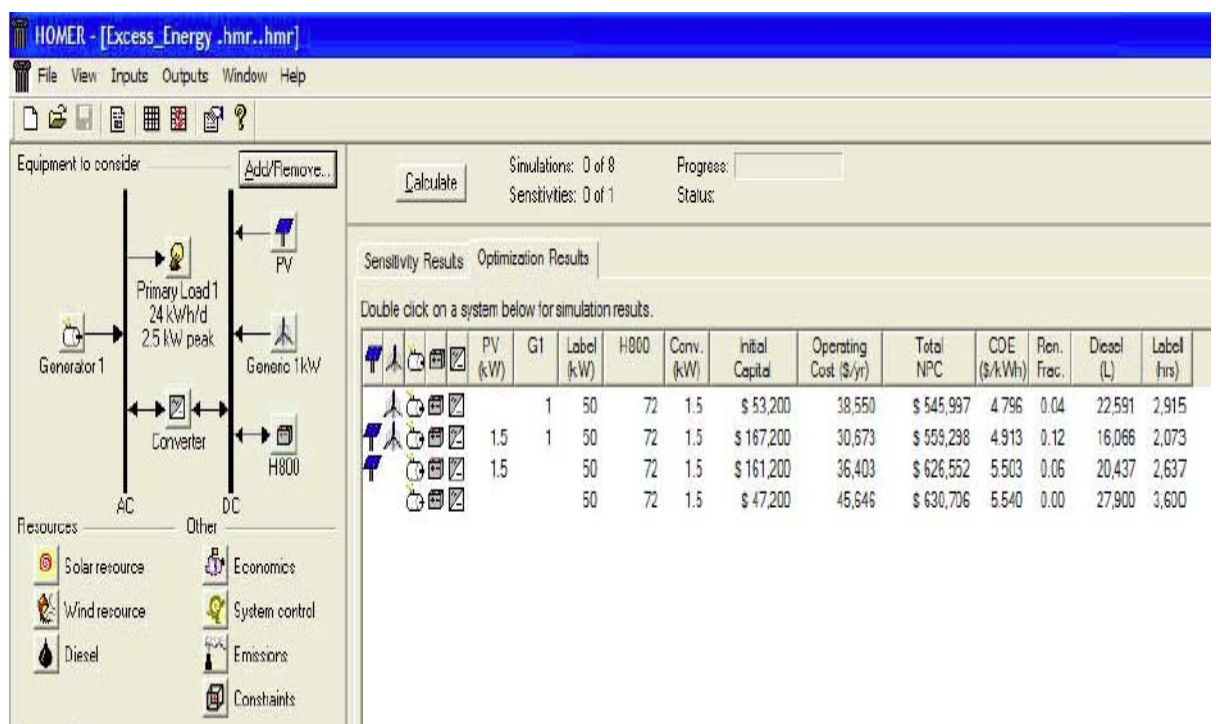
Año	Sistema Convencional (2 Motores) BsF	Sistema Solar (Sin Motor) BsF
0	897.500,00	1.002.305,66
1	412.160,00	19.200,00
2	515.200,00	24.000,00
3	688.440,00	119.434,15
4	710.976,00	178.638,52
5	796.293,12	37.094,40
Totales	4.020.569,12	1.380.672,73

Tabla 34. Comparación de Precios de Inversión durante 5 Años (Escenario 1 vs Escenario 5)

En esta gráfica se muestran los Escenarios 1 y 5, en los cuales se puede observar un detalle importante el cual es que la inversión para el año cero que para nuestro caso sería el 2010 el sistema de energía convencional es incluso un porcentaje más cercano al sistema alternativo a diferencia que los gráficos anteriores, esto se debe a que el Escenario 5 no contempla Motogeneradores ni la

Turbina eólica lo que hace que los costos del sistema sean aún menores y durante el transcurrir de los cinco años en análisis se observa claramente la diferencia de precios durante el periodo en estudio, hasta el punto que al final de este periodo existe una diferencia representaría un ahorro de 65,66 %, haciendo factible la implementación del Sistema de Energía Alternativo.

Una vez obtenido los costos y elaborados los gráficos comparativos de las distintas configuraciones de nuestro sistema híbrido de Energía, a continuación vamos a mostrar los resultados obtenidos con el software HOMER, de manera que podamos tener un punto de comparación entre ambos métodos de cálculo y asegurarnos que los costos asociados sean los más exactos posibles a la realidad y que en ningún caso este proyecto represente un riesgo a nivel económico tanto en la inversión inicial de capital como los relacionados con la operación y mantenimiento.



E: Eólico, M: Motogenerador, S: Solar (1USD = 2.6BsF)

Conf	PV (kW)	G1 (KW)	Label (kW)	H800	Converter (kW)	Initial capital	Operating cost (\$/yr)	Total NPC	COE (\$/kWh)	Renewable fraction	Diesel (L)	Label (hrs)
E-M		1	50	72	1.5	\$ 53,200	38,55	\$ 545,997	4.796	0.04	22,591	2,915
E-M-S	1.5	1	50	72	1.5	\$ 167,200	30,673	\$ 559,298	4.913	0.12	16,066	2,073
M-S	1.5		50	72	1.5	\$ 161,200	36,403	\$ 626,552	5.503	0.06	20,437	2,637
M			50	72	1.5	\$ 47,200	45,646	\$ 630,706	5.540	0.00	27,9	3,6

Tabla 35. Resultados Económicos el Software HOMER

De los resultados obtenidos con el software HOMER y los calculados en forma manual podemos observar que no existe una diferencia significativa entre ambos métodos, tomaremos como punto de comparación el escenario que el sistema opere con Motogenerador se observa que la discrepancia del 20,69 % la cual es atribuible a variables que el programa no contempla tales como costo de la adquisición del espacio físico donde se instalará la estación, transferencia tecnológica y algunos costos misceláneos generales.

Costos Programa HOMER (BsF)	Sistema Alternativo (Con Motogenerador)	Diferencia BsF
1.639.835,60	1.979.280,40	339.444,80

Por lo tanto podemos observar que a través de ambos métodos la estimación financiera en el costo presente de la solución híbrida de energía es consistente con lo que se demuestra que la misma puede ser factible comparándola con los costos de una estación radio base convencional.

4.4 Estandarización de las Radiobases a Nivel Nacional

De acuerdo a los resultados obtenidos en las estaciones radio bases en estudio nos permite estandarizar las estaciones con energía verde por región del país, dividiéndolas dos zonas como los son la Norte – Costera y Sur – Fronteriza, tomando como muestra las Radiobases estudiadas y a partir de éstas tomar un escenario general. Se estandarizaron las cargas, la conexión de las mismas y el método de generación de energía tanto convencional como alternativa según sea el caso.

Para Radiobases Outdoor ubicadas en la zona costera del país, específicamente archipiélagos e islas relativamente pequeñas, donde el tráfico de llamadas es bajo (1 a 2 portadoras entre voz y datos) y 3 días de autonomía, se deben contemplar:

1. Componentes principales de la Estación:

- Estaciones Radio Bases: La BTS DBS3900 (CDMA) y en cuanto a la tecnología GSM se propone que la BTS Huawei 3900E (GSM) para sustituir a la BTS Huawei 3012AE (GSM) debido a que el propuesto es un equipo tipo compact y de bajo consumo energético y adecuado para una zona remota, con la única limitante que puede crecer máximo hasta dos portadoras de voz, datos o una combinación de ambas.
- Equipo de enlace satelital: Un Modem Satelital conectado a un equipo Midi el cual Diplexa los E1 o ancho de Banda de ambas tecnología para transmitirlo al Satélite Simón Bolívar o Intelsat según sea el caso.
- Iluminación: Luces de baliza tipo LED (tiene su propio sistema de generación de energía) para la iluminación de la torre y para la iluminación del sitio, un aproximado de 2 luminarias de bajo consumo.
- Sistema de Generación Solar: 54 paneles solares de 180 W cada uno,
- Sistema de Generación Eólica: Un aerogenerador de 1,5 kW (*)
- Respaldo de Baterías: 3 Bancos de Baterías VRLA de GEL de 800 Ah cada uno.
- Inversor DC/AC, capaz de cubrir la carga de del Modem Satelital para ambas tecnologías (CDMA/GSM), así como las demás cargas como iluminación, labtop y el equipo de radio comunicaciones de la Armada.
- Minishleter: Gabinete Outdoor con Ventilación Forzada a 48Vdc, en el cual se instalaran los equipos de comunicaciones, tales como Inversor, Modem, Midi, y las BTS tanto CDMA como GSM respectivamente.
- De manera Opcional un Motogenerador de 50kVA o/u 10kVA según sea el caso y que el mismo este como respaldo ante los sistemas alternativos.

(*) La Turbina eólica sólo aplica en la Zona Norte Costera.

2. Carga Aproximada de Consumo de la Estación: 1,5 kW

3. Ahorro Anual de Combustible: desde 10.000 a 60.000 litros lo que le equivale a la empresa un ahorro aproximado entre 35.000,00 a BsF 210.000,00.

4. Dióxido de Carbono (CO₂) que se deja de emitir al medio ambiente: por cada litro de Diesel se emiten aproximadamente 2,6 kg de CO₂, por lo que para nuestros casos equivaldrían desde **52.000 kg de CO₂** hasta **156.000 kg de CO₂**, así como también tenemos la equivalencia de que por cada 550 Kg de CO₂ se deja de generar 1 MWh por lo que se dejaría de Generar desde **104 MWh** hasta **312 MWh** aproximadamente. Según el reporte anual de la OPSIS, en el año 2007 la empresas eléctricas en Venezuela consumieron 4 Millones de Barriles de Diesel con lo cual se generaron 6578 GWh, lo cual significa que con cada barril de diesel genero 1,64 MWh aproximadamente. Tomando como referencia que cada barril se cotice en US\$ 15, los 1700 MWh equivaldrán a 1030 Barriles aproximadamente con lo que diariamente este significaría USD 15.455,00 Con esto podemos observar que de parte de Telecomunicaciones Movilnet se realizaría un aporte al estado Venezolano de manera de no consumir este Hidrocarburo, bien sea para uso local o exportación internacional.
5. Inversión Inicial Aproximada por Conceptos de Sistema Alternativo Bs.F **1.161.602,65**, siendo este el costo más el elevado de las configuraciones analizadas.
6. Costo Aproximado del Sistema Alternativo (durante un período de 5 años): **Bs.F 2.078.932,37**, de igual forma que el inciso anterior este el costo más el elevado de las configuraciones analizadas.
7. Este sistema alternativo requiere 300m² de terreno adicionales que el arreglo convencional de energía, esto debido al área adicional que requieren los paneles fotovoltaicos, esto evidentemente tendrá un impacto en la inversión inicial por lo que significa la adquisición de esta porción de terreno adicional lo cual se estima alrededor de BsF 200.000,00.
8. Es importante mencionar que de los montos contemplados en las estimaciones económicas de cada Escenario, existen unos costos no

tangibles que no se consideran, estos costos son aquellos como el pago de viáticos, costos de traslado (Aéreo, Marítimo y/o Terrestre), la no facturación de la estación a causa de los Fuera de Servicio por Fallas en los sistemas de energía o por Condiciones Atmosféricas tomando en cuenta que estas estaciones el medio de transmisión es satelital.

4.5 Estudio de la Dirección del Proyecto de Energías Renovables.

Una vez realizado el análisis tanto técnico como económico del proyecto de Implementación de Energías Renovables es importante que toda empresa tenga el control del mismo, tanto en recursos, tiempo y ejecución del mismo ya que con esto permitirá que el mismo se elabore de acuerdo a lo planificado y permita cumplir las metas y objetivos planteados en la etapa de factibilidad e ingeniería.

Para poder cumplir lo antes explicado existen varias herramientas que permiten realizar mediciones de los progresos y avances de los proyectos, uno de los más comunes es a través de diagramas de barras o el llamado Diagrama de Gantt, que no es más que estableciendo las tareas, responsabilidades y tiempos de ejecución permite medir la eficiencia del proyecto. Para el caso de las estaciones Radiobases Movilnet se presenta el siguiente Diagrama de ejecución el cual fue implementado en la construcción de la estación Archipiélago Los Testigos, donde se observan todas las tareas contempladas en el proyecto.

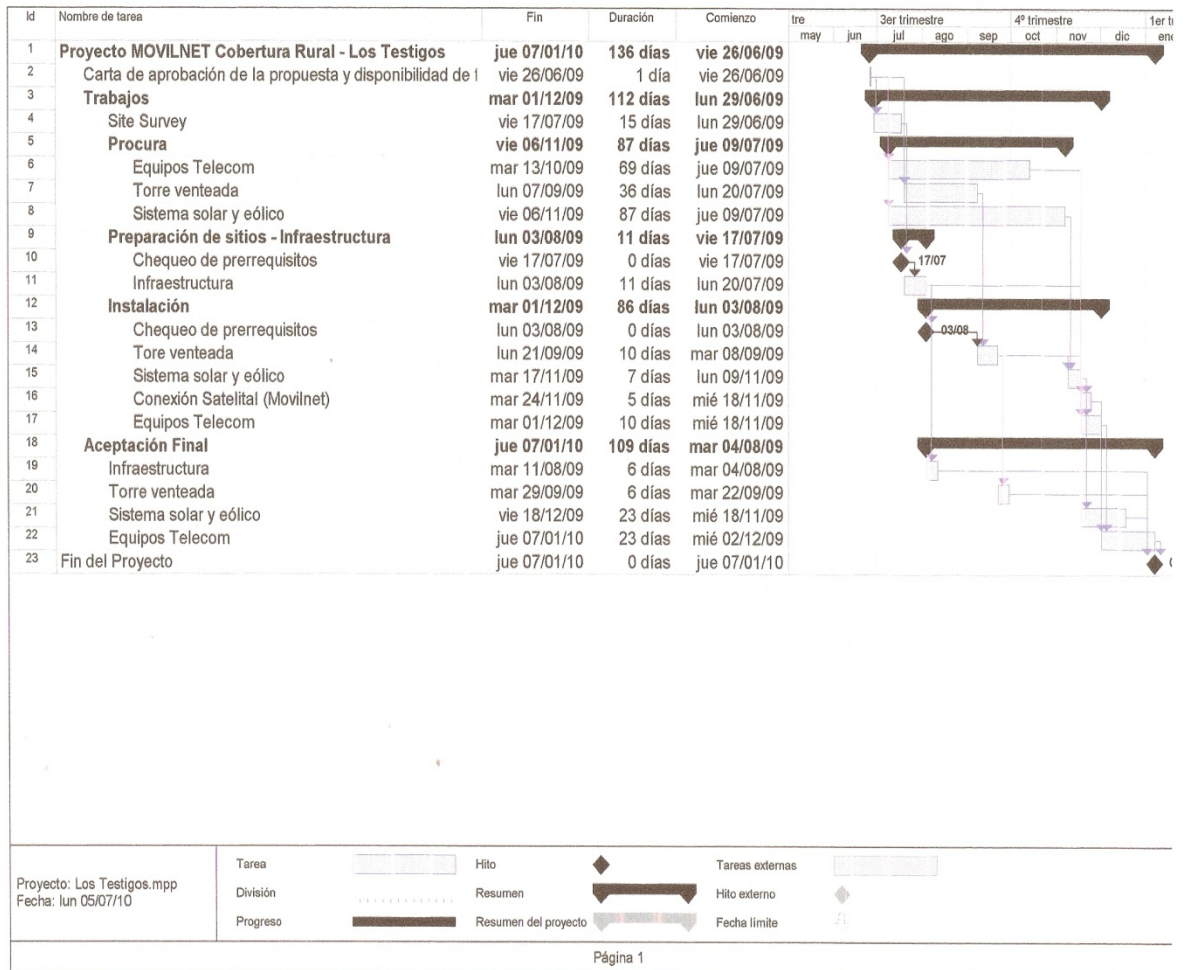


Figura 29. Diagrama de Barras y/o Gantt Los Testigos [31]

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

- En este trabajo se pudo comprobar que es factible la implementación de las tecnologías CDMA y GSM (Voz y Datos) con sistemas de generación alternativa solar y eólica respectivamente en estaciones Radiobases Movilnet.
- Se observó que la inversión inicial del Sistema de Generación es alrededor de 38% mayor a la inversión del Sistema Convencional, pero al evaluarse la inversión final del proyecto proyectado a 5 años se observa que la empresa tendrá un ahorro total aproximado del 60%.
- Se comprobó que el uso de los sistemas de generación alternativa disminuirán considerablemente el uso de combustible Gasoil para ser suministrados a los grupos electrógenos bajo el Sistema Convencional, ya que el sistema eólico-solar es estable y confiable.
- Se observó en los gráficos que la tendencia de inversión tanto inicial como desplazada en el tiempo ilustra el beneficio económico que significan estas soluciones.
- Se puede apreciar que el factor que encarece significativamente el presupuesto estimado de un proyecto en una zona remota es la implementación de uno o más grupos electrógenos ya que los precios del mantenimiento del Motogenerador y el suministro de combustible representando el 30% del monto total de Inversión tomando en cuenta que el mismo al operar en forma permanente o prime tiene alto consumo de Gasoil.
- En lo que se refiere al factor ambiental se observa que se dejara de emitir una cantidad significativa de anhídrido carbónico CO_2 al ambiente.
- Se demostró con varios métodos cálculo el número de paneles fotovoltaicos y Capacidad de Banco de Baterías requeridos para poder suplir la carga necesaria de acuerdo al consumo de la estación Radiobase,

los cuales son bastante similares, pero la diferencia principal entre estos se debe a los factores de corrección y pérdidas que se asumen en cada uno de los métodos.

- Se puede apreciar que el controlador Solar mostrado en la Figura 8, es el cerebro de todo el Sistema de generación, ya que este controlará la cantidad de corriente que aportarán la turbina eólica, paneles solares y Bancos de Baterías a la carga, así como la corriente necesaria para cargar las baterías cuando así se requiera.
- Se demostró que cada sistema de generación Eólico y Solar está en capacidad de poder suplir la carga en caso que alguno de estos falle, con lo que el sistema mostrado es robusto y confiable.
- Se constató la confiabilidad del sistema mediante el método de los cortes mínimos donde se analizaron los distintos caminos por donde la carga puede ser alimentada sin riesgo de interrupción del servicio arrojando una probabilidad de operación por encima del 95%.
- De acuerdo a los resultados económicos obtenidos y las tendencias mostradas en las gráficas se concluye que los sistemas de generación alternativa en sitios remotos no es factible la instalación de un grupo electrógeno por los altos costos que esto conlleva.
- Se pudo demostrar que bajo el software HOMER y métodos de cálculo convencionales los costos se aproximan relativamente, dicha discrepancia obedece a variables particulares de este tipo de proyectos considerados como especiales por encontrarse en zonas totalmente remotas.
- Se puede apreciar que tanto el sistema solar como eólico requieren poco mantenimiento, sin embargo es importante seguir unas rutinas constantes ya que de lo contrario el sistema podrá presentar fallas y posteriores interrupciones en el servicio.
- Se puede concluir que la TIR Tasa Interna de Retorno, es bastante Heterogénea, ya que al considerarse este tipo de Sistemas Proyectos Especiales la misma no es fácil medirla para poder establecer la factibilidad económica real de dichos proyectos.

- Se puede apreciar que este tipo de estaciones son perfectamente aplicables en sitios remotos y para poblaciones iguales o mayores a 500 habitantes, ya que las estaciones son de bajo consumo y el aumento de capacidad se traduce en robustecer el sistema de generación que incrementan los precios.
- Por último puede apreciarse que la Transferencia Tecnológica es importante para este tipo de Proyectos tanto el personal operativo como los pobladores que se beneficien del servicio de Telecomunicaciones y de esta forma el servicio no se tendrá interrupciones.

5.2 Recomendaciones

De acuerdo a los resultados obtenidos tanto por el estudio técnico como económico se plantean las siguientes recomendaciones:

- Llevar a cabo la implementación de Sistemas de Energías Renovables (Solar y Eólico) en las radiobases Movilnet ubicadas en la zona norte costera y sur fronteriza del país.
- Establecer dentro los planes de Expansión de Telecomunicaciones Movilnet la instalación anual de radiobases de energías renovables (verdes) tanto eólico como solar, de manera que este tipo de sistemas pasen a engrosar el portafolio de sistemas de la estatal telefónica.
- Buscar un procedimiento para las estaciones radiobases ya existentes en sitios remotos y que funcionan bajo la energía convencional (2 Motogeneradores permanentes) la manera de realizar una re-ingeniería para convertir el sistema de generación Eólico-Solar o Solar puro de manera que ya los motores no sean necesarios o en su defecto se use uno de ellos (Motores) y reducir el enorme gasto que significa la operación y mantenimiento de los mismos.
- Estandarizar al menos dos tipos de soluciones de generación alternativa (Solar-Eólico) y Solar de manera tal que ya se tenga establecido un tipo de instalación definido de acuerdo a la zona geográfica donde se quiera implementar la Solución Verde.
- Establecer un programa de expansión en sitios remotos del territorio nacional en poblaciones menores a 500 habitantes que permita la inclusión de estas personas al mundo de las telecomunicaciones, lo que a la postre significara desarrollo intelectual y personal en estos poblados de nuestro territorio nacional.
- Difundir a través de las oficinas comerciales y a través de medios televisivos la implementación de estas tecnologías en sitios despoblados y lo que esto significa desde el punto de vista de progreso de las poblaciones como el impacto ambiental positivo que significan estos sistemas verdes.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1) **PERALES BENITO Tomas**, (2006). *Energías Renovables*, México, México DF. Editorial Limusa Noriega Editores, 1era. Edición.
- 2) **CORPORACION INTELEC**, (2007). *Conceptos, operación y mantenimiento de sistemas fotovoltaicos*. Venezuela, Caracas. [Consulta Mayo 2010].
- 3) **CHAVEZ, Idalberto**, (2005). www.cubasolar.cu/biblioteca/energía/energia15/HTML/articulos.htm, Cuba, La Habana. [Consulta Mayo 2010].
- 4) **HUAWEI Technologies**, (2009), Coberturas Rurales, China-Venezuela. [Consulta Abril 2010].
- 5) **CASTRO**, José Luis, (2007). www.energianatural.com.ar/index.html, Argentina, Buenos Aires, KYOCERA. [Consulta Mayo 2010].
- 6) **MADRID Antonio**, (2006). *Energías Renovables, Fundamentos, tecnologías y Aplicaciones*, España, Madrid, Editorial AMV Ediciones, Mundi-Prensa.
- 7) **NASA**, (2008). *Surface Meteorology and Solar Energy*, Estados Unidos, Houston. <http://www.nasa.gov>. [Consulta Marzo 2010]
- 8) **FINK, Donald y BEATY Wayne**, (1997). *Manual de la Ingeniería Eléctrica*, México, Naucalpan de Juarez, Editorial McGraw Hill, 13era Edición, Tomos II y III.
- 9) **ROCCO Claudio**, *Curso Confiabilidad en Sistemas de Potencia*, Universidad Central de Venezuela, 2010
- 10) **SAMUELSON Paul y NORDHAUS William**, (1993). *Fundamentos de la Economía*, México, Ciudad de México, Editorial McGraw Hill, 14va. Edición.
- 11) *Guía de Fundamentos en la Dirección de Proyectos (Guía del PMBOOK)*, Estados Unidos, Pennsylvania, 3era Edición, Project Management Institute, Four Campus Boulevard, Newtown Square.

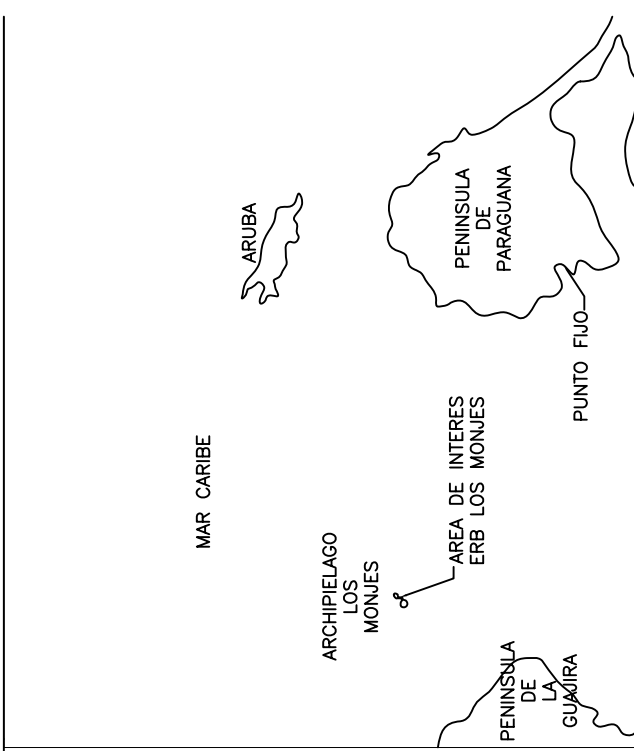
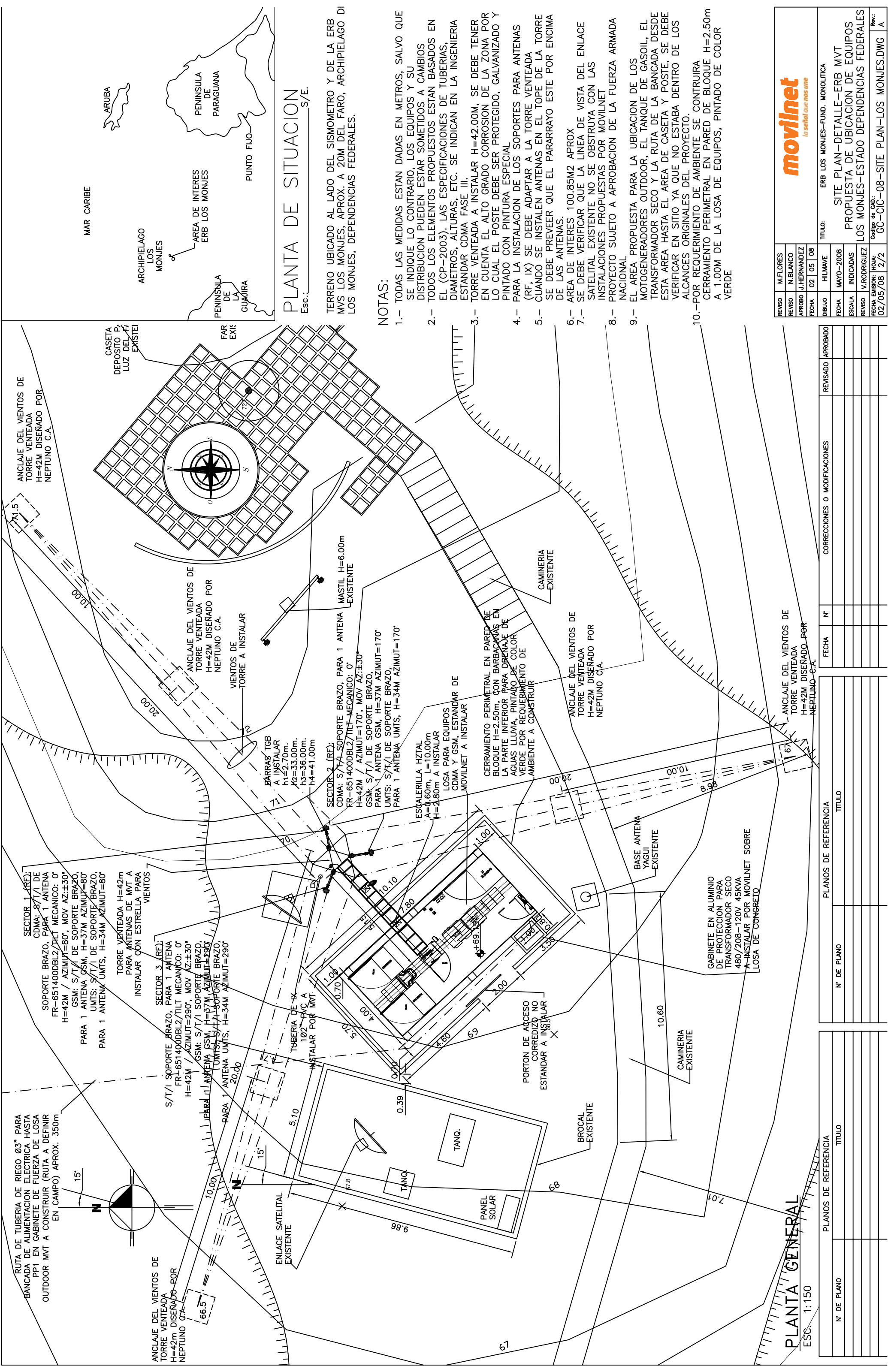
- 12) **EXPOSICION INDUSTRIAL INTERNACIONAL DE ENERGIA EOLICA** (2008). *Generación Eólica en Venezuela*, Venezuela, Caracas. Universidad Simón Bolívar.
- 13) **Código Eléctrico Nacional**, 7ma Revisión, CODELECTRA, Fondonorma 200:2004, Caracas, Venezuela
- 14) **ORTEGA RODRIGUEZ Mario**, (2003). *Energías Renovables*, España, Madrid. Editorial Thomson Paraninfo, 2da. Edición.
- 15) **GRAINGER John & STEVENSON Jr. William**, (1996). *Análisis de Sistemas de Potencia*, México, México DF. Editorial Mac Graw Hill.
- 16) **GASQUET Héctor**, (2007). *Sistemas Fotovoltaicos*, Estados Unidos, Texas. <http://www.epsea.org/esp>. [Consulta Abril 2010]
- 17) **RAMIREZ C., S. y CANO P., E. A**, (2003). *Calidad del Servicio de Energía Eléctrica*, Colombia, Manizales. Universidad Nacional de Colombia.
- 18) **BERMUDEZ B Gabriel L**, (2008). *Especificación de un Sistema de Generación de Energía eléctrica usando Paneles Solares Fotovoltaicos y Convertidores DC/AC*. Venezuela, Caracas. Universidad Central de Venezuela. [Consulta Enero 2010].
- 19) **VIVAS TABORDA Eleazar Alejandro**, (2003). *Estudio de Factibilidad Técnica Económica en la Implementación de un Parque de Generación Eólica en el Municipio Cristóbal Rojas del estado Miranda*. Venezuela, Caracas. Universidad Central de Venezuela. [Consulta Enero 2010].
- 20) **GOOGLE EARTH 4.2**. (2009), Estados Unidos <http://earth.google.com>. [Consulta Abril 2010].
- 21) **OP SIS**, La Oficina de Operación de Sistemas Interconectados de Venezuela, (2010). Ministerio de Energía Eléctrica. [Consulta Abril 2010].

FUENTES BIBLIOGRÁFICAS

- [22] **HUAWEI Technologies, (2009), Coberturas Rurales, China-Venezuela.**
- [23] **<http://ap.suntech-power.com/en/products/utility-scale.html> Suntech – Power, China [Consulta Febrero 2010]**
- [24] **Energías Renovables, Tomas Perales Benito, 2007**
- [25] **http://www.emersonnetworkpower.com/en_US/Products/DCPower/Pages/Default.aspx, Emerson Network Power, China – Venezuela [Consulta Marzo 2010]**
- [26] **China Shoto Batteries, Shuangdeng Sci.&Ind. [Consulta Abril 2010]**
- [27] **Software Sistemas Foto galvánicos, Movilnet, Venezuela (2008)**
- [28] **Exposición Industrial Internacional de Energía Eólica, USB (2008)**
- [29] **http://www.bergey.com/pages/bergey_xl1 Bergey Windpower, New Jersey/New York, USA, [Consulta Marzo 2010]**
- [30] **International Renewable Energy at New Mexico University**
- [31] **PMBOOK, 3era. Edición [Consulta Febrero 2010]**
- [32] **Google Earth 4.2, Abril 2010**
- [33] **Fuerza Armada de Venezuela, 1989**
- [34] **<http://www.homerenergy.com/software.html>, Peter Lilienthal, Founder, Colorado, USA, 1993. [Consulta Diciembre 2010]**
- [35] **Proyecto de Energías renovables, Dirección de Expansión de la Red, Telecomunicaciones Movilnet, Venezuela, 2008.**
- [36] **<http://www.energy-spain.com/energia-solar>; Energía Solar Alicante, España. [Consulta Febrero 2010]**

ANEXOS

Anexo A: Planos de las ocho Estaciones Radiobases en Estudio



PLANTA DE SITUACION
Esc.: _____ S/E.

TERRENO UBICADO AL LADO DEL SISMOMETRO Y DE LA ERB MYS LOS MONJES, APROX. A 20M DEL FARO, ARCHIPELAGO DI LOS MONJES, DEPENDENCIAS FEDERALES.

- NOTAS:**
- 1.- TODAS LAS MEDIDAS ESTAN DADAS EN METROS, SALVO QUE SE INDIQUE LO CONTRARIO, LOS EQUIPOS Y SU DISTRIBUCION PUEDEN ESTAR SOMETIDOS A CAMBIOS
 - 2.- TODOS LOS ELEMENTOS PROPUESTOS ESTAN BASADOS EN EL (CP-2003). LAS ESPECIFICACIONES DE TUBERIAS, DIAMETROS, ALTURAS, ETC. SE INDICAN EN LA INGENIERIA ESTANDAR CDMA FASE III.
 - 3.- TORRE VENTEADA A INSTALAR H=42.00M, SE DEBE TENER EN CUENTA EL ALTO GRADO CORROSION DE LA ZONA POR LO CUAL EL POSTE DEBE SER PROTEGIDO, GALVANIZADO Y PINTADO CON PINTURA ESPECIAL
 - 4.- PARA LA INSTALACION DE LOS SOPORTES PARA ANTENAS (RF. IX) SE DEBE ADAPTAR A LA TORRE VENTEADA
 - 5.- CUANDO SE INSTALEN ANTENAS EN EL TOPE DE LA TORRE SE DEBE PREVEER QUE EL PARARRAYO ESTE POR ENCIMA DE LAS ANTENAS.
 - 6.- AREA DE INTERES 100.85M2 APROX
 - 7.- SE DEBE VERIFICAR QUE LA LINEA DE VISTA DEL ENLACE SATELITAL EXISTENTE NO SE OBSTRUYA CON LAS INSTALACIONES PROPUESTAS POR MOVILNET
 - 8.- PROYECTO SUJETO A APROBACION DE LA FUERZA ARMADA NACIONAL
 - 9.- EL AREA PROPUESTA PARA LA UBICACION DE LOS MOTOGENERADORES OUTDOOR, EL TANQUE DE GASOLIN, EL TRANSFORMADOR SECO Y LA RUTA DE LA BANCADA DESDE ESTA AREA HASTA EL AREA DE CASETA Y POSTE, SE DEBE VERIFICAR EN SITIO YA QUE NO ESTABA DENTRO DE LOS ALCANCES ORIGINALES DEL PROYECTO.
 - 10.-POR REQUERIMIENTO DE AMBIENTE SE CONTRUIRA CERRAMIENTO PERIMETRAL EN PARED DE BLOQUE H=2.50m A 1.00M DE LA LOSA DE EQUIPOS, PINTADO DE COLOR VERDE

REVISO	M.FLORES
REVISO	N.BLANCO
APROBO	J.J.HERNANDEZ
FECHA	02 05 08
DIBUJO	HILMAYE
FECHA	MAYO-2008
ESCALA	INDICADAS
REVISO	V.RODRIGUEZ
FECHA EMISION:	HQA: 02/05/08
Rev.:	2/2

TITULO: ERB LOS MONJES-FUND. MONOLITICA

SITE PLAN-DETALLE-ERB MVT

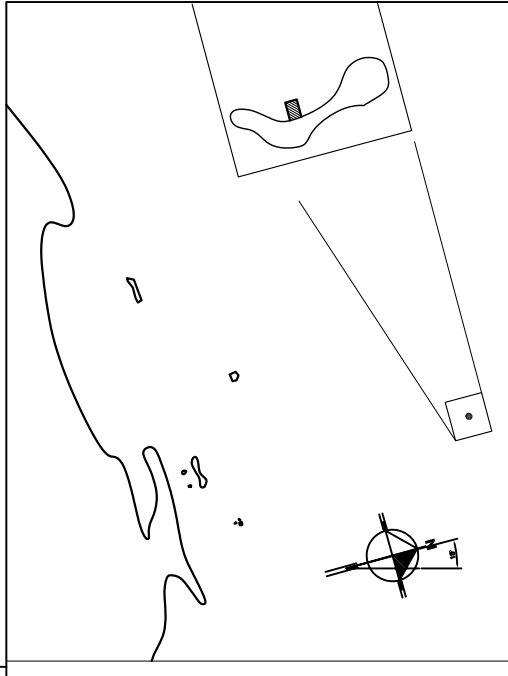
PROPUESTA DE UBICACION DE EQUIPOS

LOS MONJES-ESTADO DEPENDENCIAS FEDERALES

Codigo de CAD: GC-CIC-08-SITE PLAN-LOS MONJES.DWG

PLANOS DE REFERENCIA		CORRECCIONES O MODIFICACIONES		REVISADO APROBADO	
N° DE PLANO	TITULO	FECHA	N°	FECHA	N°

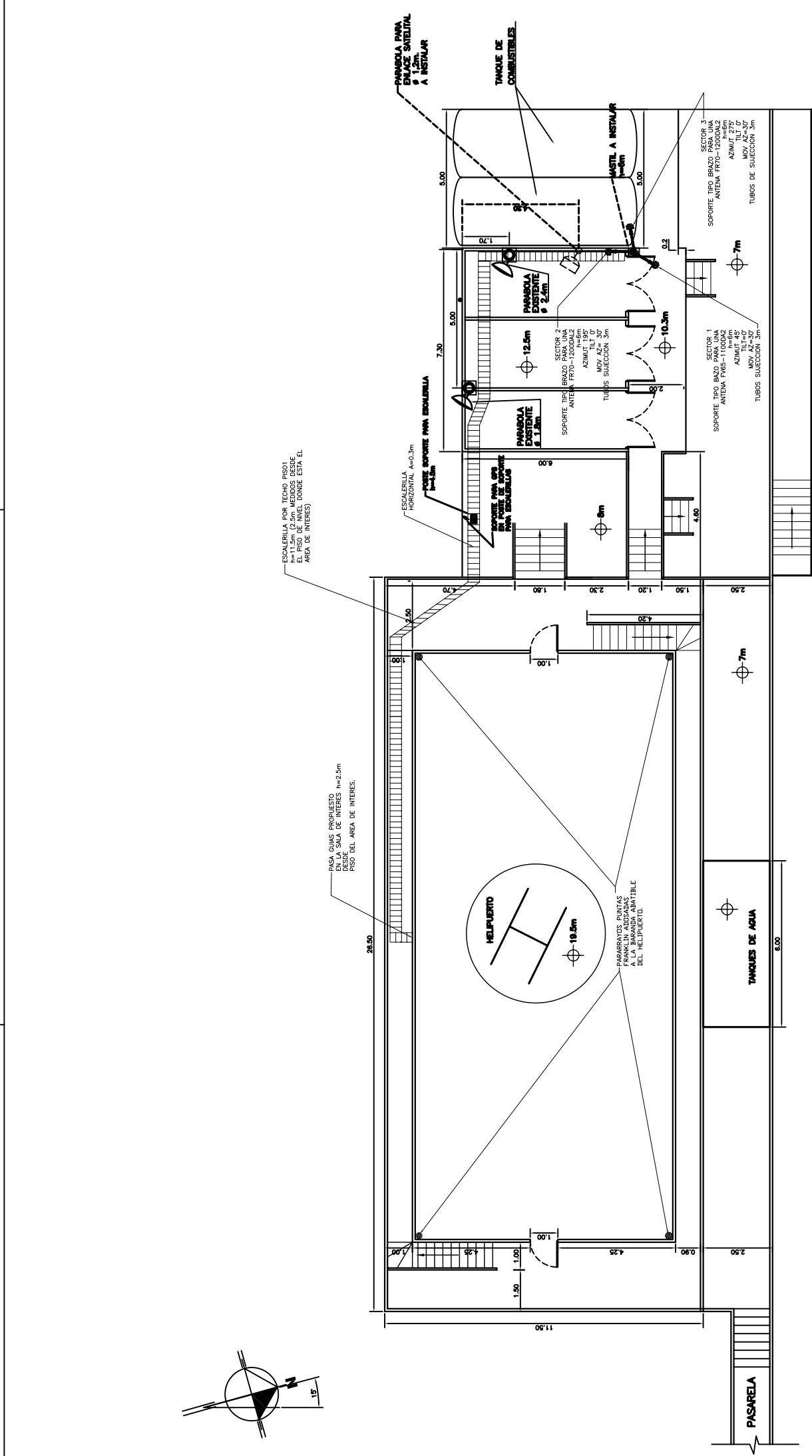
PLANTA GENERAL
ESC. 1:150



PLANTA DE SITUACION

Esc.: _____ S/E.

BASE CIENTIFICO NAVAL "SIMON BOLIVAR", ISLA DE AVES, DEPENDENCIAS FEDERALES.

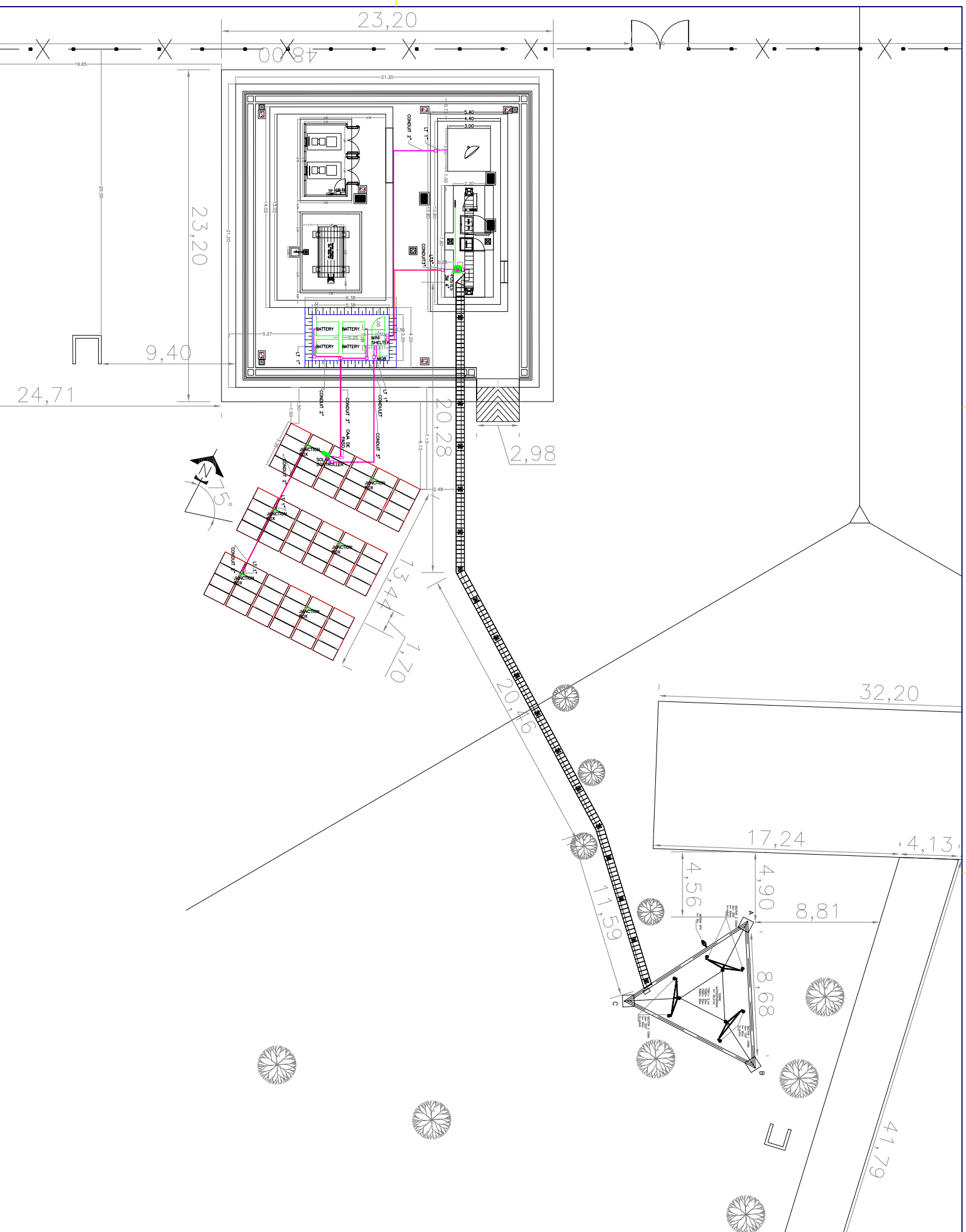


NOTAS:

- 1.- TODAS LAS MEDIDAS ESTAN DADAS EN METROS, SALVO QUE SE INDIQUE LO CONTRARIO, LOS EQUIPOS Y SU DISTRIBUCION PUEDEN ESTAR SOMETIDOS A CAMBIOS.
- 2.- TODOS LOS ELEMENTOS PROPUESTOS ESTAN BASADOS EN EL (CP-2003). LAS ESPECIFICACIONES DE TUBERIAS, DIAMETROS, ALTURAS, ETC. SE INDICAN EN LA INGENIERIA ESTANDAR CDMA FASE III.
- 3.- LA PARABOLA DE IX SE COLOCARA SOBRE UNA VIGA, VER FOTO #3y4 DEL IF DONDE SE APRECIA LA INSTALACION EXISTENTE DE BANTEL Ø 2,4m.



REVISO	L.BORRAS
REVISO	L.BORRAS
APROBO	D.LANDAETA
FECHA	02 13 07
DEBUIO	L.GUERRERO
FECHA	FEB. 07
ESCALA	175
REVISO	D.LANDAETA
FECHA EMISION: HOJA:	13/02/07 1
Titulo:	ISLA DE AVES TERRENO PROPUESTA
Codigo de CAD:	ISLA DE AVES.dwg
Rev.:	A

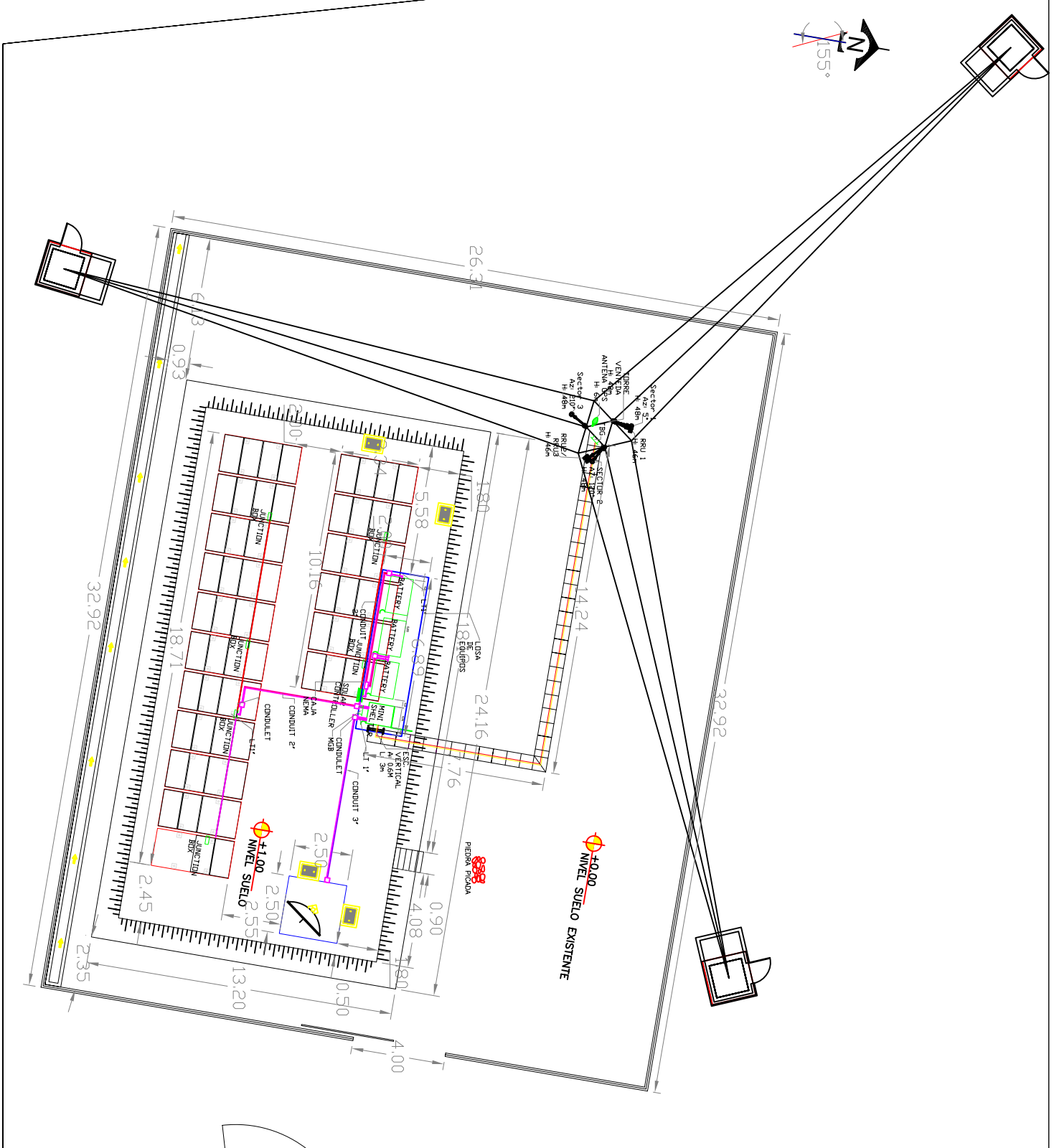
PLANOS DE REFERENCIA		CORRECCIONES O MODIFICACIONES		REVISADO APROBADO	
N° DE PLANO	TITULO	FECHA	N°	FECHA	N°



NOTAS:
 (*) TODAS LAS MEDIDAS ESTAN DADAS EN METROS SALVO SE INDIQUE LO CONTRARIO.

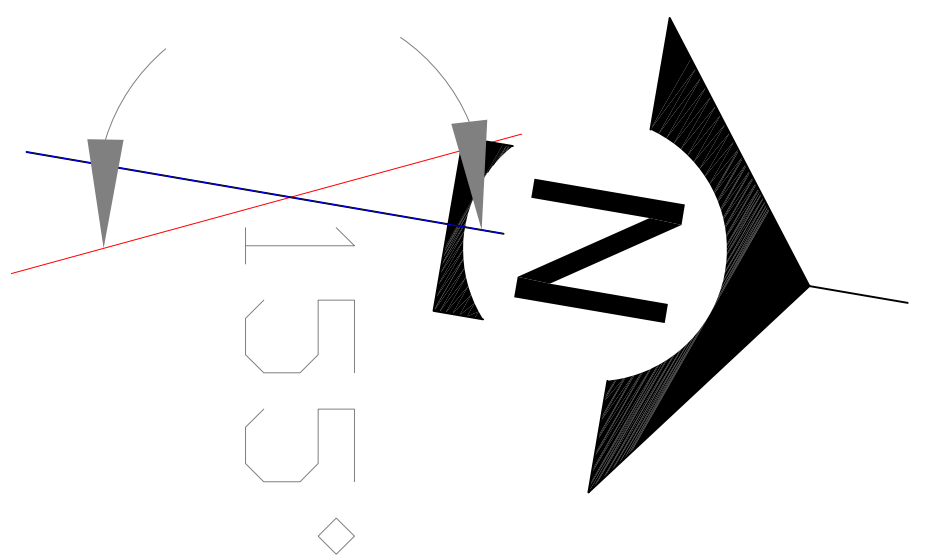
LEYENDA		
SIMBOLOGIA	UBICACION DE EQUIPOS	CANALIZACIONES
▷ FRENTE DEL EQUIPO	EQ. MOVILNET A INSTALAR	ESCALERILLAS NUEVAS
◻ CONEXION A	EQUIPOS HUAWEI A INSTALAR	ESCALERILLAS EXISTENTES
◻ CONEXION A	EQUIPOS/LOSA EXISTENTE	CAVALETA CONDUIT EXISTENTE
◻ CONEXION A	LOSA DE CONCRETO NUEVA	CAVALETA CONDUIT A INSTALAR
◻ CONEXION A	PLATAFORMA METALICA	
◻ CONEXION A	GPS EXISTENTE	
		CABLEADO A INSTALAR
		CABLE MICROCOAXIAL
		CABLEADO DEL FEEDER
		CABLEADO DE ALARMA
		CABLE PUESTA A TIERRA
		CABLE ENERGIA

		Proyecto: GSM MOVILNET			
		E.R.B.: BUENA VISTA DEL META			
GERENCIA DE INFRAESTRUCTURA		Contenido: VISTA DE LA CELDA			
Dibujado por: HUAWEI	Tipo de Celda: OUTDOOR	Ubicacion: APURE	Version: 0	Hoja:	
Supervisado por: HUAWEI	# Archivo:	Fecha: FEB 10	Escala: S/E	Hoja: 2.5	



SIMBOLOGIA		UBICACION DE EQUIPOS		CANALIZACIONES		CABLEADO A INSTALAR	
▷	FRENTE DEL EQUIPO	□	EQUIPOS HUAWEI A INSTALAR		ESCALERILLAS NUEVAS	—	CABLE MICRODAXIAL
◻	CONEXION A	□	EQUIPOS/LOSA EXISTENTE		ESCALERILLAS EXISTENTES	—	CABLEADO DEL FEEDER
◻	CONEXION A	+	ANTENA CDMA EXISTENTE	□	CANALETAS CONDUIT EXISTENTES	—	CABLEADO DE FIBRA
◻	CONEXION A	+	ANTENA GSM/UMTS EXISTENTE	□	CANALETAS CONDUIT A INSTALAR	—	CABLE PUESTA A TIERRA
◻	CONEXION A	+	ANTENA GSM/UMTS A INSTALAR	□	CANALETAS CONDUIT A INSTALAR	—	CABLE ENERGIA
◻	CONEXION A	+	MICROONDAS EXISTENTE	□			

LEYENDA



Proyecto: **ENERGIA ALTERNATIVA**

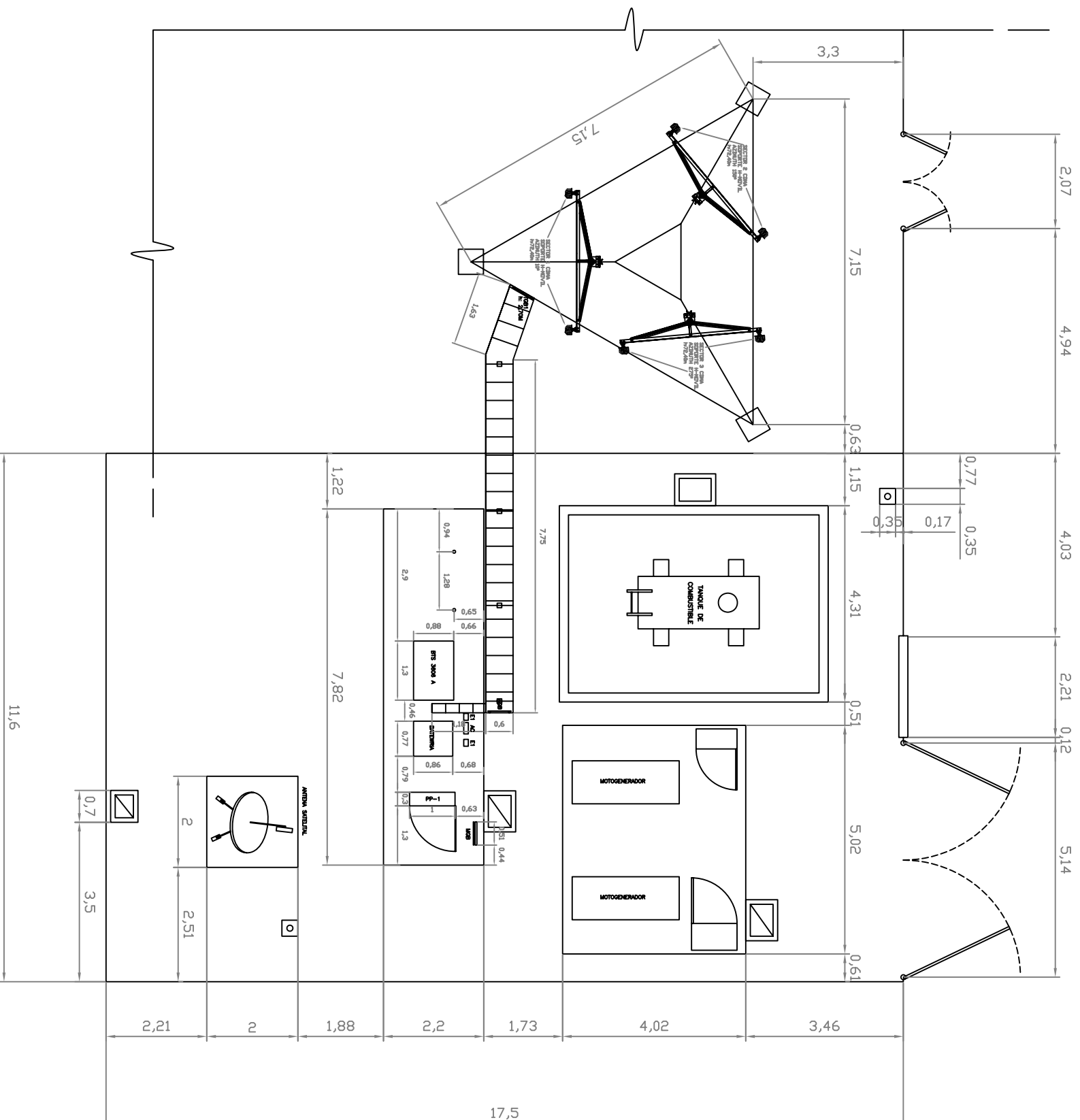
E.R.B.: **LA CULATA**



Contenido: **MINI-SHELTER**

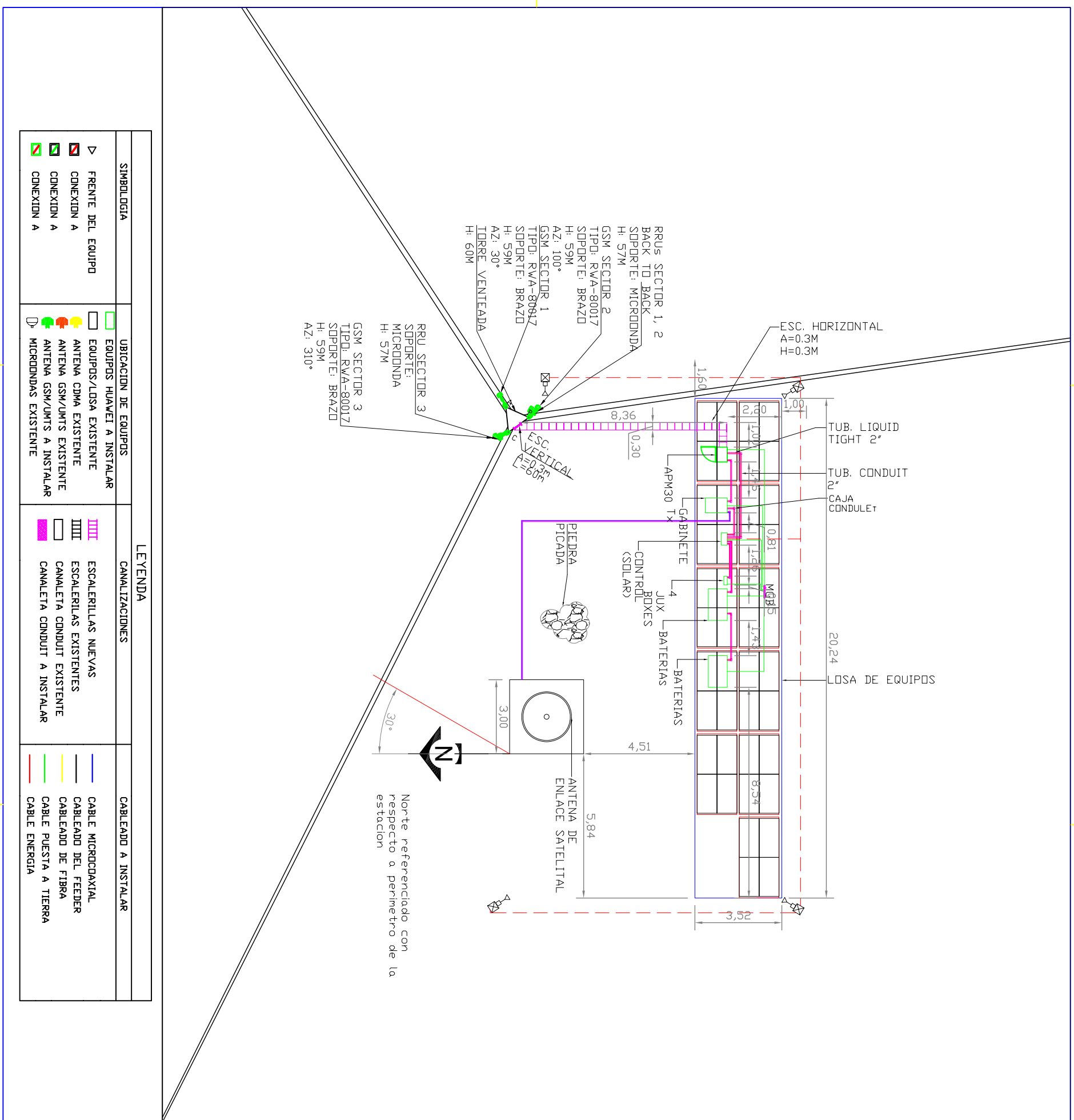
Dibujado por:	ING. ANDREINA SERAFIN	Tipo de Celda:	OUTDOOR	Ubicacion:		Version:	1	Hojas:	2-4
Supervisado por:	ING. ANDREINA SERAFIN	# Archivo:		Fecha:	FEB 2010	Escala:	1:1		

NOTAS:
 (*) TODAS LAS MEDIDAS ESTAN DADAS EN METROS SALVO SE INDIQUE LO CONTRARIO.



LEYENDA	
SIMBOLÓGIA	UBICACION DE EQUIPOS
▷ FRENTE DEL EQUIPO	Equipos otras operadoras
☑ CONEXION A	Equipos Huawei a instalar
☑ CONEXION A	Equipos/Losa existente
☑ CONEXION A	Losa de concreto nueva
	GPS existente
	Enlace microondas existente
	CANALIZACIONES
	Escaleras nuevas
	Escaleras existentes
	Canaleta conduit existente
	Canaleta conduit a instalar
	CABLEADO A INSTALAR
	Cable microdaxial
	Cableado del feeder
	Cableado de alarma
	Cable puesta a tierra
	Cable energia

	Proyecto: GSM MOVILNET	
	E.R.B.: MAROA AMA	
GERENCIA DE INFRAESTRUCTURA		
Dibujado por: ING. JUAN COLMENARES	Tipo de Celda: OUTDOOR	Ubicación: AMAZONAS
Supervisado por: ING. ANDREINA SERAFIN	# Archivo: CIR_8620705120061	Fecha: MAR 2008
	Contenido: PLANTA GENERAL	Version: 0
		Escala: 1:100
		Hoja: 1:4



SIMBOLOGIA		LEYENDA	
▷	FRENTE DEL EQUIPO	▭	EQUIPOS HUAWEI A INSTALAR
▭	CONEXION A	▭	EQUIPOS/LOSA EXISTENTE
▭	CONEXION A	▭	ANTENA CDMA EXISTENTE
▭	CONEXION A	▭	ANTENA GSM/UMTS EXISTENTE
▭	CONEXION A	▭	ANTENA GSM/UMTS A INSTALAR
▭	CONEXION A	▭	MICROONDAS EXISTENTE
▭	CONEXION A	▭	MICROONDAS A INSTALAR
▭	CONEXION A	▭	ESCALERILLAS NUEVAS
▭	CONEXION A	▭	ESCALERILLAS EXISTENTES
▭	CONEXION A	▭	CANALETA CONDUIT EXISTENTE
▭	CONEXION A	▭	CANALETA CONDUIT A INSTALAR
▭	CONEXION A	▭	CABLE MICRODAXIAL
▭	CONEXION A	▭	CABLEADO DEL FEEDER
▭	CONEXION A	▭	CABLEADO DE FIBRA
▭	CONEXION A	▭	CABLE PUESTA A TIERRA
▭	CONEXION A	▭	CABLE ENERGIA

NOTAS:

(*) TODAS LAS MEDIDAS ESTAN DADAS EN METROS SALVO SE INDIQUE LO CONTRARIO.

- **INFRAESTRUCTURA:**
1. CONTRUIR UNA LOSA PARA LA ANTENA SATELITAL 3X3M.
 2. CONTRUIR UNA LOSA PARA LOS EQUIPOS 20.24X3.52M.
 3. INSTALAR UNA ANTENA DE ENLACE SATELITAL.
 4. INSTALAR UNA TORRE VENTEEADA DE 60M (POSEARA LUCES DE BALIZAJES, PARARAYO, Y UNA BARRA AGB A 56M)
 5. INSTALAR GABINETE DE INTERCONEXION, PARA EL MODEM SATELITAL.
 6. INSTALAR APM30, CDN BASE.
 7. INSTALAR 4 JUCTION BOXES.
 8. INSTALAR UNA CONTROLAR SOLAR.
 9. INSTALAR BASES PARA PANELES SOLARES.
 10. INSTALAR 3 SOPORTES TIPO BRAZO.
 12. INSTALAR 2 SOPORTES TIPO MICROTORRE, PARA INSTALAR TRES RRU (2 BACK TO BACKY 1 SOLA).
 13. INSTALAR UNA BARRA MGB, UNA TGB (56M).

Proyecto: SITIOS REMOTOS		Proyecto: SITIOS REMOTOS	
E.R.B.: KAMARATA BOL-4369		E.R.B.: KAMARATA BOL-4369	
GERENCIA DE INFRAESTRUCTURA		CON APM30	
Dibujado por: ING. ANDREINA SERAFIN	Tipo de Celda: OUTDOOR	Ubicacion: MAYO 2009	Version: 1
Supervisado por: ING. ANDREINA SERAFIN	# Archivo:	Fecha: MAYO 2009	Escala: 1:1
		Hojas: 1-2	

Anexo B: Manuales de Componentes de Sistemas Eólicos - Solares

ANEXO B-1

CDM-625 Advanced Satellite Modem with DoubleTalk® Carrier-in-Carrier®



INTRODUCTION

CDM-625 Advanced Satellite Modem builds on Comtech EF Data's legacy of providing the most efficient satellite modems. It is the first modem to combine advanced FEC such as VersaFEC™ and Low Density Parity Check (LDPC) codes with the revolutionary DoubleTalk® Carrier-in-Carrier® bandwidth compression allowing for maximum savings under all conditions. This combination of advanced technologies enables multi-dimensional optimization, allowing satellite communications users to:

- Minimize operating expenses (OPEX)
- Maximize throughput without using additional transponder resources
- Maximize availability (margin) without using additional transponder resources
- Minimize capital expenses (CAPEX) by allowing a smaller BUC/HPA and/or antenna
- Or, a combination to meet specific business needs

The advanced technologies and features of CDM-625 are covered by a number of US Patents including 7,254,188, 7,353,444, 7,415,659 and other pending patents.

KEY FEATURES

- DoubleTalk Carrier-in-Carrier bandwidth compression
- Adaptive Coding and Modulation (ACM)
- Dual Band Capability: 70/140 MHz and L-Band in same unit
- Data Rate: 18 kbps to 25 Mbps
- Symbol Rate: 18 ksp/s to 12.5 Msp/s
- Modulation: BPSK, QPSK/OQPSK, 8-PSK/8-QAM, 16-QAM
- Forward Error Correction (FEC): Viterbi, Sequential, Concatenated Reed Solomon, TCM, Turbo Product Code (TPC) (IESS-315 Compliant), Low Density Parity Check (LDPC) Code and VersaFEC (low latency LDPC)
- Widest Range of Data Interfaces: EIA-422/530, V.35, G.703 T1, G.703 E1, G.703 T2, G.703 E2, Quad G.703 E1, ASI, LVDS, HSSI, 4-port 10/100 BaseT Ethernet
- 4-port Managed Ethernet Switch with VLAN and QoS
- Sub Mux to multiplex IP/Ethernet traffic with serial or G.703 traffic
- Drop & Insert for T1/E1
- Enhanced D&I++ for Single T1/E1 & Quad E1
- Management: 10/100 BaseT Ethernet with SNMP, Distant End SNMP Proxy, HTTP and Telnet and EIA-232/EIA-485
- Embedded Distant-end Monitor and Control (EDMAC)
- Automatic Uplink Power Control (AUPC)
- Engineering Service Channel (ESC/ESC++)
- Standard High Stability Internal Reference ($\pm 6 \times 10^{-8}$)
- 5-tap Adaptive Equalizer
- L-Band Tx: 10 MHz reference for BUC, FSK communications and optional BUC power supply
- L-Band Rx: 10 MHz reference and LNB power supply
- Open Network Modes
- CDM-600/L emulation mode
- 1:1 and 1:10 Redundancy Switches Available

- Backwards compatible with CDM-500/CDM-550, CDM-550T, CDM-570/L and CDM-600/L
- Interoperable with many Comtech EF Data satellite modems: CDM-Qx/L, SDM-8000, 300A, and 300L3

DOUBLETALK CARRIER-IN-CARRIER

DoubleTalk Carrier-in-Carrier, based on patented "Adaptive Cancellation" technology, allows transmit and receive carriers to share the same transponder space.

Figure 1 shows the typical full duplex satellite link, where the two carriers are adjacent to each other. Figure 2 shows the typical DoubleTalk Carrier-in-Carrier operation, where the two carriers are overlapping, thus sharing the same spectrum.

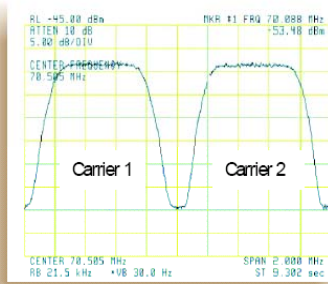


Figure 1. Traditional Full Duplex Link

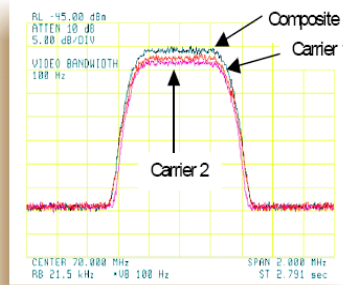


Figure 2. Duplex Link with DoubleTalk Carrier-in-Carrier

When observed on a spectrum analyzer, only the Composite is visible. Carrier 1 and Carrier 2 are shown in Figure 2 for reference only.

Carrier-in-Carrier® is a Registered Trademark of Comtech EF Data
DoubleTalk® is a Registered Trademark of Applied Signal Technology, Inc.
VersaFEC™ is a Trademark of Comtech AHA Corp.

Modems

Figura 40. Modem Satelital de Redescom

Fuente: Comtech EF Data, Redescom Venezuela

ANEXO B-2

CDM-625 Advanced Satellite Modem with DoubleTalk® Carrier-in-Carrier®



BUC Power Supply (HW Option)	24VDC, 4.17 Amps max., 90 W @ 50° C 48VDC, 3.125 Amps max., 150W @ 50° C (180 W @ 30° C) Supplied through Tx IF center conductor and selectable ON/OFF via M&C control.
------------------------------	---

DEMODULATOR

Input Power Range, Desired Carrier	50-180 MHz: -105 + 10 log (symbol rate) to -70 + 10 log (symbol rate) dBm 950-2000 MHz: -130 + 10 log (symbol rate) to -80 + 10 log (symbol rate) dBm
Max Composite Operating Level	50-180 MHz: 94 - 10 log (symbol rate, desired carrier) dBc, +10 dBm max, with the additional requirement that within ± 10 MHz of the desired carrier the composite power is ≤ +30 dBc 950-2000 MHz: 102 - 10 log (symbol rate, desired carrier) dBc, +10 dBm max, with the additional requirement that within ± 10 MHz of the desired carrier the composite power is ≤ +30 dBc
Absolute Maximum	+20 dBm
Adaptive Equalizer	5-tap design, selectable ON/OFF
Acquisition Range	Programmable in 1kHz increments Below 32 ksymbols/sec: ± 1 kHz to ± (Rs) kHz, where Rs = symbol rate in ksymbols/sec Between 32 and 389 ksymbols/sec: ± 1 kHz to ± 32 kHz Above 389 ksymbols/sec: ± 1 kHz to ± (0.1 * Rs) kHz, up to a maximum of ± 200 kHz
Acquisition Time	Highly dependent on data rate, FEC rate, and demodulator acquisition range. E.g.: 120 ms average at 64 kbps, R1/2 QPSK, ± 10 kHz acquisition sweep range, 6 dB Eb/No
Plesiochronous/Doppler Buffer	Selectable from 64 to 262,144 bits, in 16-bit steps (Additional limitations for G.704 frame boundaries)
Receive Clock	Rx Satellite, Tx Terrestrial, External Reference
Clock Tracking	± 100 ppm minimum
LNB Reference (10 MHz)	Via RX IF center conductor, 10.0 MHz ± 0.06 ppm (With internal reference), selectable ON/OFF, -3.0 dBm ± 3 dB
LNB Voltage	Selectable ON/OFF, 13 VDC, 18 VDC per DiSeq 4.2 and 24 VDC at 500 mA maximum
Monitor Functions	Es/No estimate, Corrected BER, Frequency offset, Buffer fill state, Receive signal level

DOUBLETALK CARRIER-IN-CARRIER

Delay Range	0 to 330 ms
Power Spectral Density Ratio	-7 dB to +11 dB (Interferer to Desired)
Eb/No Degradation	0 dB Power Spectral Density Ratio BPSK/QPSK/OQPSK: 0.3 dB 8-QAM: 0.4 dB 8-PSK: 0.5 dB 16-QAM: 0.6 dB +10 dB Power Spectral Density Ratio Additional 0.3 dB
Satellite Restrictions	Satellite in "loop-back" mode (i.e., the Transmit Station can receive itself) "Non-processing" satellite (i.e., does not demodulate or remodulate the signal)

ENVIRONMENTAL AND PHYSICAL

Temperature	Operating: 0 to 50°C (32 to 122°F) Storage: -25 to 85°C (-13 to 185°F)	
Power Supply	100 - 240 VAC, +6%-10%, 50/60 Hz, Auto sensing -48 VDC (HW Option)	
Power Consumption	48 watts (typical with TPC/LDPC Codec and Carrier-in-Carrier module installed), 55 watts (max.) 280 watts (typical with TPC/LDPC Codec, Carrier-in-Carrier module and 48 VDC BUC power supply installed), 300 watts (max.)	
Physical Dimensions (1RU)	1.75H x 19.0W x 17.65D inches (4.4H x 48W x 44.8D cm) approximate	
Weight	10.5 lbs (4.8 kgs) maximum, with all option modules and 48 VDC BUC power supply installed	
CE Mark	EN 55022 Class B (Emissions) EN 50082-1 (Immunity) EN 60950 (Safety) EN 61000-3-2 EN 61000-3-3 EN 61000-4-2	EN 61000-4-4 EN 61000-4-5 EN 61000-4-6 EN 61000-4-8 EN 61000-4-9 EN 61000-4-11 EN 61000-4-13
FCC	Part 15 Class B	

AVAILABLE OPTIONS

Hardware	-48 VDC, 65 W Primary Power Supply
Hardware	24 VDC, 90 W @ 50° C BUC Power Supply, AC or DC Primary Power Supply
Hardware	48 VDC, 150 W @ 50° C (180 W @ 30° C) BUC Power Supply, AC or DC Primary Power Supply
Hardware	Integrated TPC (2 nd Generation) and LDPC Codec Module
Hardware	DoubleTalk Carrier-in-Carrier Module
Hardware	VersaFEC Codec Module
FAST	L-Band IF (in addition to 70/140 MHz)
FAST	Modem Data Rate - 10 Mbps, 15 Mbps, 20 Mbps or 25 Mbps
FAST	8-PSK and 8-QAM Modulation (8-QAM requires TPC/LDPC Codec)
FAST	16-QAM Modulation
FAST	TPC/LDPC Codec Data Rate - 10 Mbps, 15 Mbps, 20 Mbps or 20 Mbps
FAST	DoubleTalk Carrier-in-Carrier License (Full) - 512 kbps, 1.1 Mbps, 2.5 Mbps, 5 Mbps, 10 Mbps, 15 Mbps, 20 Mbps or 25 Mbps
FAST	DoubleTalk Carrier-in-Carrier License (Fractional) - 2.5 Mbps, 5 Mbps, 10 Mbps, 15 Mbps, 20 Mbps or 25 Mbps
FAST	VersaFEC Codec Data Rate (CCM) - 2.5 Mbps, 5 Mbps or 16 Mbps
FAST	VersaFEC Codec Symbol Rate (ACM) - 300 kbps, 1.2 Msps or 4.1 Msps
FAST	Open Network - IBS with High Rate IBS ESC, IDR and Audio
FAST	D&I / D&I++ For Single Port T1/E1
FAST	D&I++ For Quad E1 Port 2, 3 and 4

ACCESSORIES

CRS-170A	1:1 Modem Redundancy Switch (L-Band)
CRS-180	1:1 Modem Redundancy Switch (70/140 MHz)
CRS-300	1:10 Modem Redundancy Switch
CRS-280	1:10 IF Redundancy Switch (70/140 MHz)
CRS-280L	1:10 IF Redundancy Switch (L-Band)



2114 West 7th Street, Tempe, Arizona 85281 USA Voice 1 480 333 2200 Fax 1 480 333 2540 Email sales@comtechefdata.com

Comtech EF Data reserves the right to change specifications of products described in this document at any time without notice and without obligation to notify any person of such changes. Information in this document may differ from that published in other Comtech EF Data documents. Refer to the website or contact Customer Service for the latest released product information.

Figura 41. Modem Satelital de Redescom

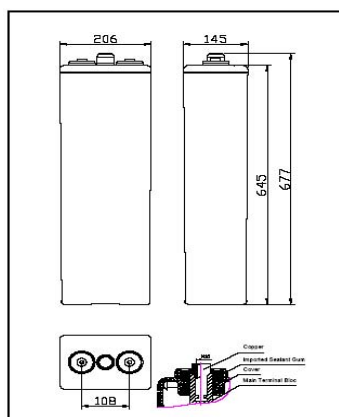
Fuente: Comtech EF Data, Redescom Venezuela

ANEXO B-3



GFMJ-600
60PzV600

*Jiangsu Shuangdeng
Power Supply Co.,Ltd*



1. Design life ≥ 20 years (25°C) ;
2. Within 10 hours after deep discharge, 100% of the rated capacity can achieve.
3. China-wellknown trademark、National inspection-free product.

Passed authentication:

TLC
 NO.030044640508R0M、
 GB/T19001-2000
 NO.03006Q10084R1M-1、
 GB/T28001-2001
 NO.03006S10002R0M-1 GB/T24001
 NO.03004E10097R0M-1、
 The ICP of CRC、
 NO.2005-14、
 The 3C authentication of Russia、
 NO.OC/1-a-585、
 Authentication of Russian NBS、
 NO.5352457
 UL、 Russian power system、

Product Standards:

Q/321284KCC 01-2006

Reference standard:

DIN 40742、 IEC60896-21、
 EN 61427-2005

Normal Voltage	2 V
Capacity @ 25°C(77°F)	600Ah @ 10hr to 1.80V per cell
Weight	Approx. 48 kg (99lbs)
Internal Resistance (full charged)	Approx.0.33 mΩ@ 25°C(77°F)
Maximum Discharge Current	1800A (5sec)
Self Discharge @ 25°C (77°F)	Less than 11.5% after 90 days storage
Operating Temperature Range	Discharge: -20°C~50°C(-4°F~122°F) Charge: -20°C~50°C(-4°F~122°F) Storage: 5°C~40°C(41°F~104°F)
Recommended Operating Temperature	20°C~30°C(68°F~86°F)
Maximum Charging Current Limited	120A
Charging Voltage @ 25°C(77°F)	Float: 2.23 V, Temps coefficient -3 mV/°C Cycle: 2.35 V
Contain Materials	ABS
Terminal	M10 and HPb59-1
Capacity Affected by Temperature	105 % @ 40 °C 74 % @ 0 °C 50 % @ -20 °C

Constant Current Discharge Characteristics Unit: A (25°C, 77°F)

F.V/Tim	2hr	3hr	4hr	5hr	6hr	8hr	10hr	12hr	20hr	100hr	120hr
1.80V	200.0	150.0	122.0	104.0	90.0	72.0	60.0	54.0	33.0	—	—
1.83V	192.0	146.0	120.0	101.0	88.0	71.0	59.0	53.0	32.4	—	—
1.85V	185.0	141.0	116.0	99.0	86.0	67.0	57.0	51.0	31.5	7.80	6.54
1.87V	177.0	137.0	114.0	97.5	85.0	66.2	56.0	49.8	30.3	7.49	6.30
1.90V	165.0	129.0	108.0	92.5	80.0	64.5	53.5	48.6	29.7	6.95	5.82

Constant Power Discharge Characteristics Unit: W/cell (25°C, 77°F)

F.V/Time	2hr	3hr	4hr	5hr	6hr	8hr	10hr	12hr	20hr	100hr	120hr
1.80V	411	329	269	227	200	161	137	123	66.6	—	—
1.83V	398	319	260	221	194	155	132	119	66.0	—	—
1.85V	377	303	247	211	184	148	128	111	64.5	15.45	13.20
1.87V	339	277	230	199	175	142	122	104	60.6	15.00	12.90
1.90V	300	247	208	180	159	130	113	102	59.7	13.80	11.70

If storage battery need abundance electricity before discharge,charge way refer to use and maintenance of fifths order notebook.The data is not only reference but also battery capability checking and accepting and criterion.The of thereunder and standard pay corporation criterion or DIN 40742 and IEC 60896-2 correlation item.

V5.0 20080318

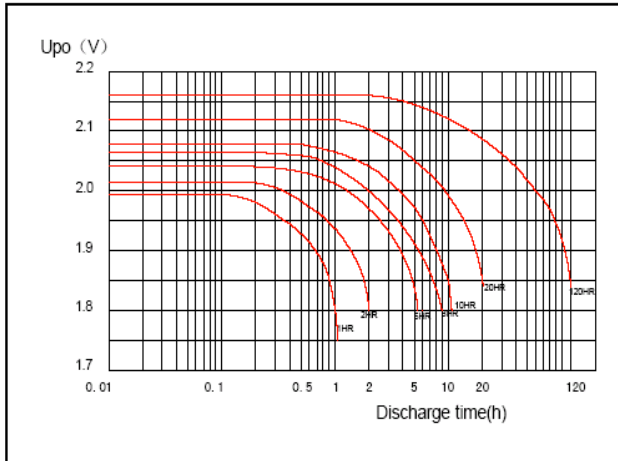
Figura 42. Bateria de GEL

Fuente: China Shoto Batteries

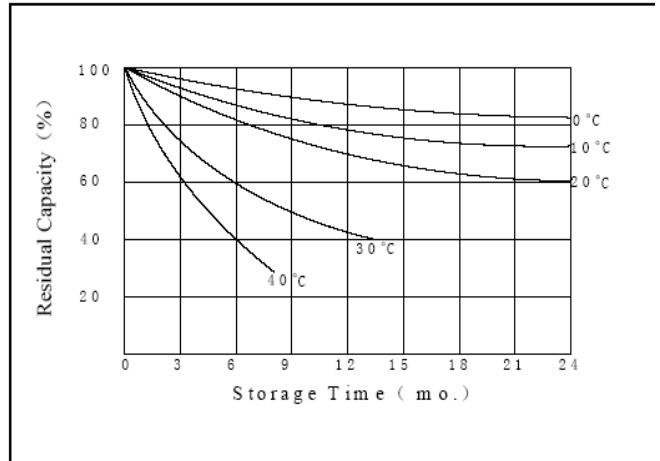
ANEXO B-4

 <p>双登集团 SHUANGDENG GROUP</p>	<p>GFMJ-600 60PzV600</p>	<p><i>Jiangsu Shuangdeng Power Supply Co.,Ltd</i></p>
---	--	---

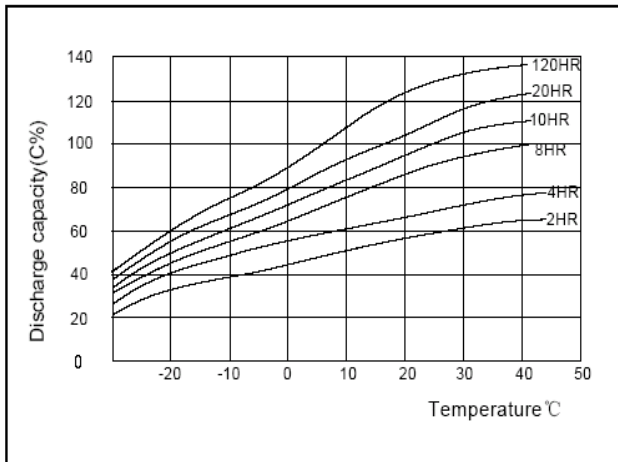
Discharge Performance at Different Discharge Rate



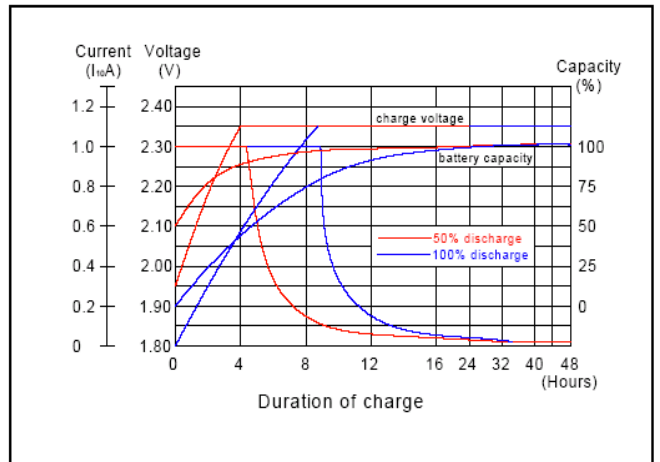
Curve of Self-discharge at Different Temperature



Capacity at Different Temperature



Constant Voltage Charge Characteristics



Free service tel: +86-4008-899-886

Phone: +86-523-88521888

Fax: +86-523-88521244

E-mail: dy-sz@shuangdeng.com.cn

Web: <http://www.shuangdeng.com.cn>

<http://www.chinashoto.com>

Figura 43. Curvas de Carga y Descarga Bateria de GEL

Fuente: China Shoto Batteries

ANEXO B-5

1000W Pure Sine Wave Inverter - SR Series

Features:

True sine wave output (THD < 2%)
 Standard 19" 1U Rackmount
 A microprocessor controls all diagnostics and operation
 User-Friendly LCD and LED Display
 Dry contact for system alarm
 RS-232 communication port
 High Efficiency >90% (Full linear load at 220VAC Output)
 Selectable On-line/Off-line modes
 Built in AC transfer switch and AC breaker
 Hard-wire and Dual AC outlets output connection
 Fan aging, failure, disconnection and blockage alarm
 Internal over temperature protection
 Input polarity reverse / under voltage / over voltage protections
 Output short circuit / overload protections
 Loading and temperature controlled cooling fan
 Remote control



	Model No.	SR1000-124	SR1000-148	SR1000-224	SR1000-248	
Input Characteristics	Voltage	24VDC	48VDC	24VDC	48VDC	
	Input Over-Voltage Protection	30~34VDC	60~68VDC	30~34VDC	60~68VDC	
	Input Under-Voltage Protection	18~22VDC	36~44VDC	18~22VDC	36~44VDC	
	Voltage Range	18~34VDC	36~68VDC	18~34VDC	36~68VDC	
Output Characteristics	No Load Current	1.14A	0.55A	1.04A	0.5A	
	Continuous Output Power	1000W				
	Maximum output Power (3 Min)	1150W				
	Surge Power	2050W				
	Frequency	47~63 HZ +/-0.05% (User-selectable)				
	Output Voltage	97~123 VAC (User-selectable)		194~246 VAC (User-selectable)		
Signal and Control	Efficiency (Full Load)	87%	88%	90%	91%	
	Short-Circuit Protection	Yes, 1pk				
	Output Waveform	Pure Sine Wave (THD < 2%)				
	LCD Panel	2 Lines LCD Panel with keypad for navigation				
	LED Indicator	Red / Orange / Green LED				
	Dry Contact Terminal	BY a relay				
	Remote Control Terminal	Controls the inverter ON / OFF operation				
	Protection	Input Protection	Over / Under Voltage, Reverse Polarity (Internal Fuse)			
		AC Output Protection	Short-Circuit, Overload			
		AC Input Protection	12 Amp Circuit Breaker		6 Amp Circuit Breaker	
Transfer Relay	Temperature Protection	Shutdown (Internal temperature $\geq 85^{\circ}\text{C}$)				
	Relay Specification	12 Amp / 250 VAC				
	By pass relay	On Line/off Line (Haphazard, Normal, Exacting) selectable				
Operating Temperature	Switching Time	From AC bypass mode (off-line Mode): $\leq 9\text{ms}$ From DC to AC inverter mode (on-line Mode): $\leq 7\text{ms}$				
	Full Load	0 $^{\circ}\text{C}$ ~ 50 $^{\circ}\text{C}$				
Fan Operation and Indicator	Storage	-30 $^{\circ}\text{C}$ ~ 70 $^{\circ}\text{C}$				
	Failure Indication	Buzzer alarm and dry contact				
	Switches On when	Internal Temperature $\geq 55^{\circ}\text{C}$ or Load $\geq 30\%$				
Mechanical Specification	Switches Off when	Internal Temperature $\geq 45^{\circ}\text{C}$ or Load $\geq 20\%$				
	Size (W X H X D)	19" x 1.71" x 13.6" (482.6mm x 43.5mm x 345mm)				
Safety and EMS	Weight	5.8Kgs (12.7Lbs)				
	Safety Standards	Meets UL 60950		Meets EN 60950-1		
				EN55022:1998+A1:2000+A2:2003 Class B		
	EMC Standards			EN55024:1997+A1:2001+A2:2003		
				EN61000-3-2:2006 Class A		
				EN61000-3-3:1995+A1:2001		

Figura 44. Inversor DC/AC para Modem Satelital

Fuente: Main Electronic Supplies Ltd, Canada

ANEXO B-6

SUNTECH

Solar powering a green future™

STP165S - 24/Ac

STP185S - 24/Ac

STP180S - 24/Ac

STP175S - 24/Ac

185 Watt Maximum Power MONO-CRYSTALLINE SOLAR PANEL

Features

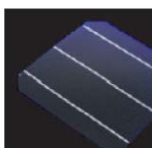
- High conversion efficiency based on leading innovative photovoltaic technologies
- High reliability with guaranteed +/-3% power output tolerance, ensuring return on investment
- Attractive appearance
- Withstands high wind-pressure and snow load, and extreme temperature variations
- Easy to install

Quality and Safety

- 25-year power output transferable warranty with PICC insurance
- Rigorous quality control meeting the highest international standards
- ISO 9001:2000 (Quality Management System) and ISO 14001:2004 (Environmental Management System) certified factories manufacturing world class products
- IEC61215, Safety class II, conformity to CE

Recommended Applications

- Residential roof top systems
- On-grid utility systems
- On-grid commercial systems



Suntech's technology yields improvements to BSF structure and anti-reflective coating to increase conversion efficiency



Unique design on drainage holes and rigid construction prevents frame from deforming or breaking due to freezing weather and other forces



The panel provides more field power output through an advanced cell texturing and isolation process, which improves low irradiance performance



Suntech was named Frost and Sullivan's 2008 Solar Energy Development Company of the Year

Figura 45. Paneles Solares SUNTECH

Fuente: Suntech - Power

ANEXO B-7



Solar powering a green future™

STP165S - 24/Ac
 STP185S - 24/Ac
 STP180S - 24/Ac
 STP175S - 24/Ac

Electrical Characteristics

Characteristics	STP185S-24/Ac	STP180S-24/Ac	STP175S-24/Ac	STP165S-24/Ac
Open - Circuit Voltage (Voc)	45.0V	44.8V	44.7V	44V
Optimum Operating Voltage (Vmp)	36.4V	36V	35.8V	35.4V
Short - Circuit Current (Isc)	5.43A	5.29A	5.23A	5.05A
Optimum Operating Current (Imp)	5.09A	5A	4.9A	4.66A
Maximum Power at STC (Pmax)	185Wp	180Wp	175Wp	165Wp
Operating Temperature	-40°C to +85°C	-40°C to +85°C	-40°C to +85°C	-40°C to +85°C
Maximum System Voltage	1000V DC	1000V DC	1000V DC	1000V DC
Maximum Series Fuse Rating	15A	15A	15A	15A
Power Tolerance	±3 %	±3 %	±3 %	±3 %

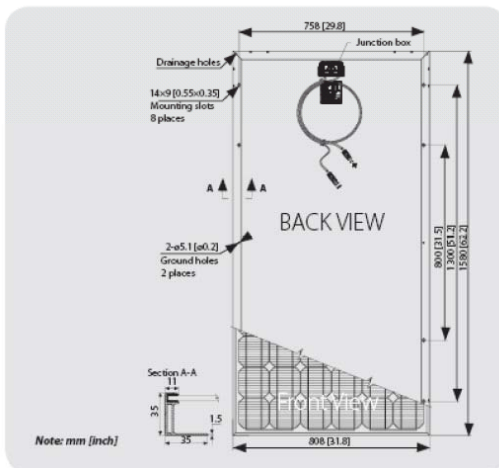
STC: Irradiance 1000W/m², Module temperature 25°C, AM=1.5

Mechanical Characteristics

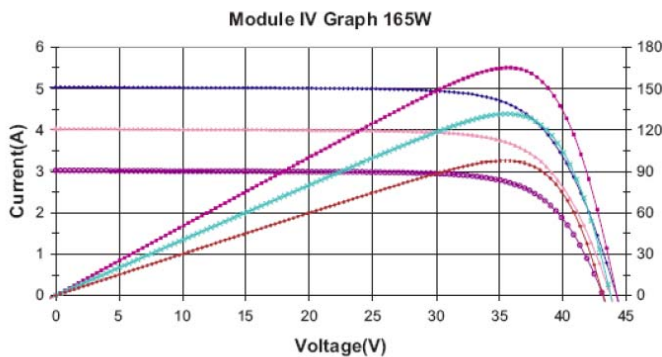
Solar Cell	Mono-crystalline 125x125mm (5inch)
No. of Cells	72 (6x12)
Dimensions	1580x808x35mm (62.2x31.8x1.4inch)
Weight	15.5kg (34.1lbs.)
Front Glass	3.2 mm (0.13inch) tempered glass
Frame	Anodized aluminium alloy
Junction Box	IP65 rated
Output Cables	LAPP 4.0mm ² (0.006inch ²), asymmetrical lengths (-) 1200mm(47.2inch) and (+)800mm(31.5inch), MC Plug Type IV connectors

Temperature Coefficients

Nominal Operating Cell Temperature (NOCT)	45±2°C
Temperature Coefficient of Pmax	-0.48 %/°C
Temperature Coefficient of Voc	-0.34 %/°C
Temperature Coefficient of Isc	0.017 %/°C



Current-Voltage & Power-Voltage Curve



Temperature Dependence of Isc, Voc, Pmax

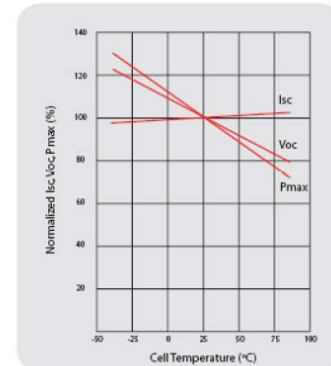


Figura 46. Curva de Carga y descarga de Paneles Solares SUNTECH

Fuente: Suntech - Power

ANEXO B-8



24 Volt DC Battery Charging
120 Volt, 60 Hz AC (Optional)
230 Volt, 50 Hz AC (Optional)
(off-grid use only)

Exclusive 5 YEAR Warranty

Bergey Turbines
Tornado-Tuff
Designed, Built, and Proven in America's Tornado Alley

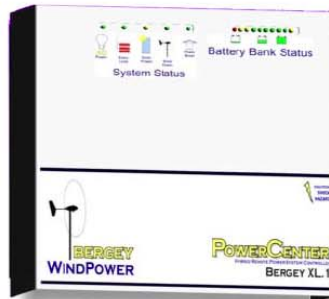
BERGEY DIRECT
www.bergey.com

BWC XL.1 1 kW CLASS WIND TURBINE

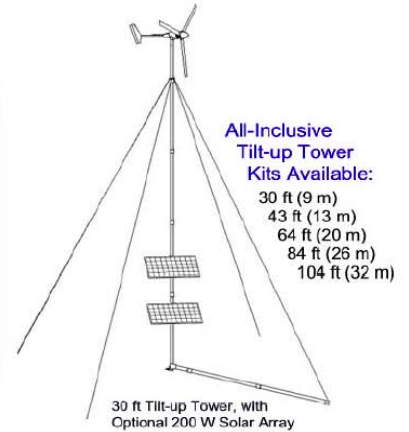
- 5 - YEAR WARRANTY
- MAINTENANCE FREE DESIGN
- NEARLY SILENT OPERATION
- EXCELLENT LOW WIND PERFORMANCE
- AUTO FURL AUTOMATIC STORM PROTECTION
- STATE-OF-THE-ART AIRFOIL (PAT. PENDING)
- DIRECT-DRIVE NEODYMIUM PM ALTERNATOR
- POWERCENTER MULTI-FUNCTION CONTROLLER
- BATTERY-FRIENDLY OPTIC CHARGE REGULATION
- OPTIONAL INTEGRATED 500 W SINE INVERTER
- COMPLETE TUBULAR TILT-UP TOWERS AVAILABLE
- COMPLETE "PLUG AND PLAY" SYSTEMS AVAILABLE

The Bergey XL.1 is the most technically advanced small wind turbine ever. It comes from the world's leading manufacturer of small wind turbines and is backed by a full 5-year warranty. The XL.1 wind turbine is designed for high reliability, low maintenance, and automatic operation in adverse weather conditions. And the XL.1's "all-in-one" PowerCenter provides complete hybrid system integration, including an optional on-board sine wave inverter. Owner installations are a snap with Tilt-up Tower options from 30 - 104 ft.

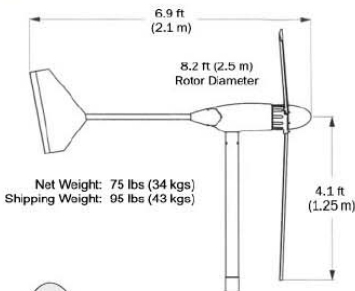
Easy to install, extremely reliable, and a solid value, the Bergey XL.1 is the clear choice for your home energy system.



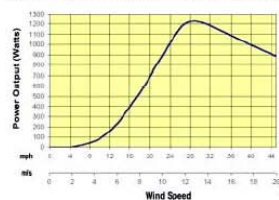
BWC XL.1 PowerCenter Controller



THE ONLY MOVING PARTS ARE THE PARTS YOU SEE MOVING



Performance
Start-up Wind Speed ... 6.7 mph (3 m/s)
Cut-In Wind Speed ... 5.6 mph (2.5 m/s)
Rated Power ... 1,000 Watts
Rated Wind Speed ... 24.6 mph (11 m/s)
Rated Rotor Speed ... 490 RPM
Furling Wind Speed ... 29 mph (13 m/s)
Max. Design Wind Speed ... 120 mph (54 m/s)



Predicted Energy Production

Wind Speeds Taken at Top of Tower

Annual Average Wind Speed (m/s)	3.5	4	4.5	5	5.5	6	6.5
Annual Average Wind Speed (mph)	7.8	8.9	10.1	11.2	12.3	13.4	14.5
Production	Daily	1.9	2.8	3.5	5.1	6.4	7.7
	Monthly	55	85	115	155	195	235
In kWh (24 VDC)	Daily	680	1,010	1,410	1,890	2,320	2,790
	Monthly	20,640	30,310	42,330	56,700	70,200	84,720

Wind Speeds Taken at 10 meters (per standard wind resource maps)

US-DOE Wind Power Class	1	2	3	4	5	6	7
Annual Average Wind Speed (mph)	- 8.9	- 10.7	- 12.1	- 13.0	- 13.9	- 15.0	- 16.8
Annual Average Wind Speed (m/s)	- 4.0	- 4.8	- 5.4	- 5.8	- 6.2	- 6.7	- 8.4
Production	Daily	2.6	4.3	5.8	6.8	7.8	9.1
	Monthly	80	130	175	205	240	275
In kWh (24 VDC)	Daily	4.1	6.4	8.2	9.3	10.4	11.7
	Monthly	125	195	250	285	305	355
Tower	Daily	5.2	7.8	9.7	10.9	12.0	13.1
	Monthly	160	235	295	330	365	400

Assumptions: Inland site, Rayleigh Wind Distribution, Shear Exponent = 0.20, Altitude = 1000ft (300m).
Note: Battery charge regulation (batteries full) and wire run losses will reduce actual XL.1 performance.
Your Performance May Vary.



SIMPLICITY • RELIABILITY • PERFORMANCE

2001 PRIESTLEY AVE.
NORMAN, OK 73069
T: 405-364-4212
F: 405-364-2078
SALES@BERGEY.COM
www.bergey.com

Dealer: _____

Figura 47. Turbina Eólica
Fuente: Bergey Windpower



DBS 3900 DISTRIBUIDA

SOLUCION OUTDOOR APM 30:



Figura 48. Equipo Minishelter con Rectificador AC/DC Huawei

Fuente: Telecomunicaciones Movilnet

ANEXO B-10

Technical Index	Heat Exchanger				TEC		Direct cooling	
Power Consumption		Typical Power Consumption	Maximum Power Consumption		Typical Power Consumption	Maximum Power Consumption	Typical Power Consumption	Maximum Power Consumption
	HX02	110W	150W		310W	380W	48W	48W
	HX04	215W	300W					
Cooling Capacity	HX02: 80W/K HX04: 190W/K				190W		300W	
Temperature Conditioning Performance	HX02	Inner Equipments heat	700W	1000W		Inner temperature: 15°C~30°C	ΔT: 2°C~3°C	
		ΔT*	10°C	12°C				
	HX04	Inner Equipments heat	1600W	2000W	2300W			
		ΔT	10°C	13°C	14°C			

***Notes:**

$$\Delta T = T_i - T_o$$

T_i: Inner temperature

T_o: Outer temperature

Technical Index	Equipment Cabinet (1unit)	Battery Cabinet (1unit)	Auxiliary Cabinet (1unit)
Dimensions (WxDxH)	Inner dimensions: 800×800×1800 mm Outside dimensions: Max 905×1085×2155mm (height: 200 mm-base included)		
Typical temperature control mode	Heat exchange	TEC conditioner/direct cooling	Natural dissipation
Integration capability	Telecom power, BBU, monitoring	Deep cycle: 2 V single unit, 490 Ah AGM: 2 V single unit, 400 Ah AGM: 12 V single unit, 600 Ah	ACDB, ATS
Relative humidity	Heat exchange: 5-100%RH	TEC: 5-100%RH Direct-cooling: 5-95%RH	5-95%RH
IP protection	IP55	IP55(TEC)/IP34(direct cooling)	IP55
Weight (base, door, and rack included)	Minimum: 204kg Maximum: 236kg	Minimum: 212kg Maximum: 220kg	177kg

Figura 49. Especificaciones Tecnicas Minishelter

Fuente: Telecomunicaciones Movilnet

ANEXO B-11

Baliza Solar MBL 160-SP

La linterna solar MBL 160-SP es una baliza autoalimentada de LEDs de medio alcance, dispone de su propio sistema de alimentación solar. Esta baliza es ideal cuando su instalación sea próxima a la zona del Ecuador, o se prevea un consumo energético elevado debido a la característica del destello.

Los módulos solares se colocan mediante placas de forma lateral en la baliza, a modo de aletas, mientras que la batería se aloja en el interior de la base de la linterna.

Aunque se puede utilizar en balizamientos en tierra, se recomienda su uso en boyas, pues al ser compacto permite su instalación de un modo sencillo y rápido, sin necesidad de realizar fijaciones adicionales entre los diferentes componentes.

Baliza MBL 160

- Máxima eficiencia luminosa.
- Lentes Fresnel acrílicas de alto rendimiento estabilizadas contra rayos UV.
- Fuente luminosa compuesta por 3 ó 6 diodos LED de alta intensidad.
- Alcance luminoso nominal ($T = 0,74$) de hasta 8,5m.n. Alcance de 11,8 m.n. ($T = 0,85$).
- Divergencia vertical al 50% intensidad pico: De 4° a 7° .
- Cromaticidad de colores según las Recomendaciones de la IALA.
- Colores disponibles: blanco, rojo, verde, ámbar y azul.

Destellador Electrónico MF 12

- Circuito controlado por microprocesador.
- Ritmos de destello fácilmente programables mediante microinterruptores, hasta 256 predeterminados.
- Regulación de carga solar de 8 A.
- Fococélula interna.
- Umbral de puesta en marcha ajustable en lux y ciclo de histéresis día-noche.
- Detección de fallo de diodos Led.
- Ajuste de intensidad del Led mediante PC.
- Estado de funcionamiento y alarmas preparadas para su conexión a sistema de telecontrol.
- Doble puerto serie RS-232 para programación mediante PC y para telecontrol.

SISTEMA OPTICO PATENTADO

Módulos solares

- Hasta 2 uds. de módulos solares policristalinos, de 12V- 5W cada uno.
- Placa soporte fabricada en aluminio marino anodizado.

Batería

- Batería gelificada, sellada, libre de mantenimiento, de 12 Ah.
- Autonomía media de funcionamiento: 450 horas.

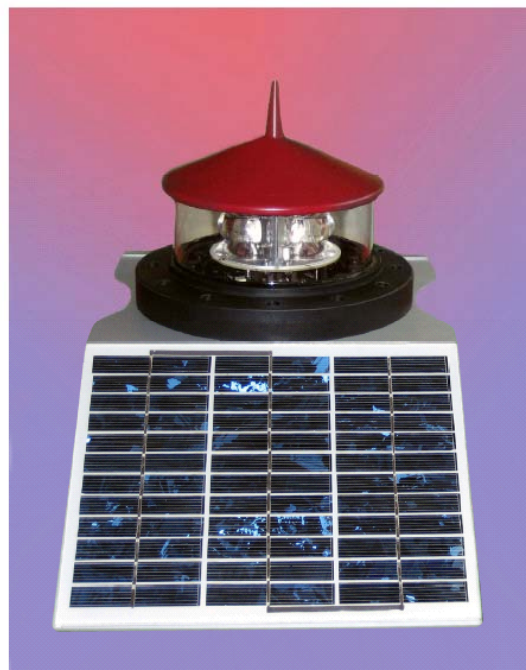


Figura 50. Especificaciones Tecnicas Baliza Solar

Fuente: Huawei Venezuela

ANEXO B-12

Baliza Solar MBL 160-SP

Características ambientales y Materiales

- Base fabricada en compuesto de poliamida y fibra de vidrio PA66-GF30.
- Lentes acrílicas estabilizadas UV.
- Cubrelentes de metacrilato.
- Placas soporte paneles solares en aluminio marino anodizado.
- Rango de Temperatura-20° a 70° C.
- Grado de Estanqueidad IP67.

Datos de embalaje

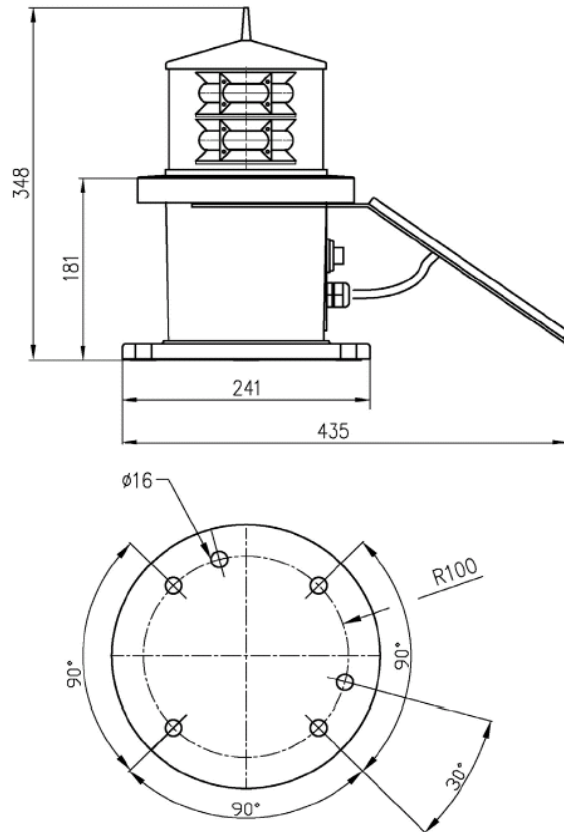
- Peso neto:..... 9 Kg.
- Peso bruto: 12 Kg.
- Embalaje de cartón: 32 x 60 x 50 cm.

Varios

- Mínimo mantenimiento.
- Espantapájaros integrado en el cubrelentes.
- Compatibilidad electromagnética C E .

Opciones

- Sincronización mediante receptor GPS.
- Monitorización y telecontrol vía GSM.



COLOR	DIVERGENCIA VERTICAL 4° INTENSIDADES LUMINOSAS (Cd)			DIVERGENCIA VERTICAL 7° INTENSIDADES LUMINOSAS (Cd)		
	6 W	4 W	2 W	6 W	4 W	2 W
BLANCO	670	520	302	350	267	158
VERDE	427	307	191	186	105	82
ROJO	300	200	150	178	96	75
AMBAR	260	190	140	175	94	73

Figura 51. Características Tecnicas Baliza Solar

Fuente: Huawei Venezuela

ANEXO B-13

La Cabina Insonorizada del Motogenerador consta de las siguientes partes:



1. Anillos para Acarreo
2. Cabina de ventilación del Radiador
3. Escape de gases producidos por la combustión
4. Salida de Aire interno
5. Barras de Fijación y Anclaje
6. Bisagras con Protección
7. Puerta
8. Botón de Parado de Emergencia
9. Manillas
10. Panel de Control

movilnet
la señal que nos une

DATOS GENERICOS MOTORES

- Ciclo Diesel a 4 tiempos, inyección directa
- Cilindros, número y disposición (modelos 8031) 3, en línea
- Cilindros, número y disposición (modelos 8041) 4, en línea
- Diámetro x carrera 104 x 115 mm
- Cilindrada total (modelos 8031) 2,9 l
- Cilindrada total (modelos 8041) 3,9 l
- Sentido de rotación motor (vista lado volante).....antihorario

DATOS ESPECIFICOS MOTORES PARA GRUPOS

Descripción	8031 i06	8041 i06
- Bomba inyección tipo	Rotativa	Rotativa
- Regulador de vueltas	mécánico	electrónico
- Aspiración	NA	NA
- Potencia neta al volante: Maximum standby power (fuel stop power) - ISO 3046		
1500 rpm	32 KW (43 CV)	41 KW (56 CV)
1800 rpm	36 KW (49 CV)	48 KW (65 CV)
- Peso a seco	370 Kg	415 Kg

movilnet
la señal que nos une

Figura 52. Especificaciones Tecnicas Motogeneradores GENESAL

Fuente: Telecomunicaciones Movilnet

ANEXO B-14

TECHNICAL DATASHEET

Production Tolerance : $\pm 5\%$

Stand-By (Maximum) Rating	Max.Torque	Fuel Consumption
64 kW (87 HP) / 2940 rpm	266 N.m (27 kg.m) / 1470 rpm	269 g/kW.h (198 g/HP.h) / 2940 rpm

Note : All datas are according to DIN6270B

MECHANICAL SYSTEM

Manufacturer	Iveco / Italy
Engine Model	8041i40
Type	4 cycle , Diesel , Naturally aspirated
Combustion Type	Direct Injection
Cylinder Number	Inline 4 cyl
Bore x Stroke	104 x 115 mm
Displacement	3,9 lt
Compression Ratio	17
Flywheel & Hsg	SAE 3/11,5 "
Dry Weight	415 kg
Dimensions LxWxH	1094x680x885 mm

FUEL SYSTEM

Injection Pump	Bosch Rotary type
Governor Type	Mechanical
Injection Nozzle	Multi-hole type
Fuel Solenoid	Energized to stop
Fuel Filter	Full flow, cartridge type
Fuel Delivery	by priming pump
Fuel	Diesel Fuel (EN590)

COOLING SYSTEM

Cooling Type	Water Cooled
Cooling Method	Forced Circulation
Water Capacity	6,7 lt without radiator
Water Pump	Centrifugal type driven by belt

PERFORMANCE CURVE

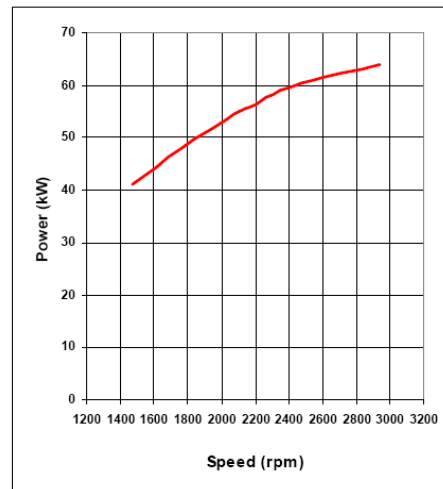


Figura 53. Características Técnicas Motogeneradores GENESAL

Fuente: Telecomunicaciones Movilnet