

**DISEÑO DE MICRO RED ELÉCTRICA PARA
LABORATORIOS DE INVESTIGACIÓN
AGROPECUARIA BASADO EN
OPTIMIZACIÓN MULTIOBJETIVO**



**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
SEDE QUITO
CARRERA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA**

**DISEÑO DE MICRO RED ELÉCTRICA PARA
LABORATORIOS DE INVESTIGACIÓN
AGROPECUARIA BASADO EN
OPTIMIZACIÓN MULTIOBJETIVO**

Trabajo de titulación previo a la obtención del
Título de Ingeniero Eléctrico

AUTOR: ERICK EDUARDO ANGULO ANGULO
TUTOR: MILTON GONZALO RUIZ MALDONADO

Quito -Ecuador
2022

Erick Eduardo Angulo Angulo

DISEÑO DE MICRO RED ELÉCTRICA PARA LABORATORIOS DE INVESTIGACIÓN AGROPECUARIA BASADO EN OPTIMIZACIÓN MULTIOBJETIVO

Universidad Politécnica Salesiana, Quito – Ecuador 2022

Carrera de Ingeniería Eléctrica

Breve reseña histórica e información de contacto.



Erick Eduardo Angulo Angulo (Y'1989 – M'11). Realizó sus estudios de nivel secundario en el Colegio Menor “Ecuatoriano de Informática” de la ciudad de Quito. Egresado de Ingeniería Eléctrica de la Universidad Politécnica Salesiana. Su trabajo se basa en técnicas de optimización y modelado matemático para la inserción de generación distribuida en sistemas eléctricos de distribución. eangulo@est.ups.edu.ec

Dirigido por:



Milton Gonzalo Ruiz Maldonado (Y'1987 – M'01). Se graduó de la Universidad Politécnica Salesiana en 2012 como Ingeniero Electrónico y en 2015 como Ingeniero Eléctrico; Recibió su M.Sc. en Redes de Comunicaciones en la Pontificia Universidad católica del Ecuador; Sus intereses de investigación están en comunicaciones verdes, infraestructura de medición avanzada, red inteligente, redes inalámbricas, gestión de energía. Es profesor de la Universidad Politécnica Salesiana, Ecuador y parte del Grupo de Investigación GIREI. mruizm@ups.edu.ec

Todos los derechos reservados:

Queda prohibida, salvo excepción prevista en la ley, cualquier forma de reproducción, distribución, comunicación pública y transformación de esta obra para fines comerciales, sin contar con la autorización de los titulares de propiedad intelectual. La infracción de los derechos mencionados puede ser constitutiva de delito contra la propiedad intelectual. Se permite la libre difusión de este texto con fines académicos o investigativos por cualquier medio, con la debida notificación a los autores.

DERECHOS RESERVADOS

©2022 Universidad Politécnica Salesiana
QUITO – ECUADOR

CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, Erick Eduardo Angulo Angulo con documento de identificación N° 1716598659 manifiesto que:

Soy el autor y responsable del presente trabajo; y, autorizo a que sin fines de lucro la Universidad Politécnica Salesiana pueda usar, difundir, reproducir o publicar de manera total o parcial el presente trabajo de titulación.

Quito, 19 de septiembre del año 2022

Atentamente,



Erick Eduardo Angulo Angulo
1716598659

CERTIFICADO DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN A LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA

Yo, Erick Eduardo Angulo Angulo con documento de identificación No. 1716598659, expreso mi voluntad y por medio del presente documento cedo a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que soy autor del Proyecto Técnico: “Diseño de Micro red eléctrica para laboratorios de investigación agropecuaria basado en optimización multiobjetivo”, el cual ha sido desarrollado para optar por el título de: Ingeniero Eléctrico, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

En concordancia con lo manifestado, suscribo este documento en el momento que hago la entrega del trabajo final en formato digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana.

Quito, 19 de septiembre del año 2022

Atentamente,



Erick Eduardo Angulo Angulo

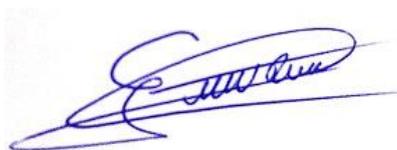
1716598659

CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, Milton Gonzalo Ruiz Maldonado con documento de identificación N° 1714409065, docente de la Universidad Politécnica Salesiana, declaro que bajo mi tutoría fue desarrollado el trabajo de titulación: DISEÑO DE MICRO RED ELÉCTRICA PARA LABORATORIOS DE INVESTIGACIÓN AGROPECUARIA BASADO EN OPTIMIZACIÓN MULTIOBJETIVO, realizado por Erick Eduardo Angulo Angulo con documento de identificación N° 1716598659, obteniendo como resultado final el trabajo de titulación bajo la opción Proyecto Técnico que cumple con todos los requisitos determinados por la Universidad Politécnica Salesiana.

Quito, 19 de septiembre del año 2022

Atentamente,



Ing. Milton Gonzalo Ruiz Maldonado, MSc
1714409065

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE GENERAL	V
ÍNDICE DE TABLAS	X
ÍNDICE DE ANEXOS.....	XII
RESUMEN	i
ABSTRACT.....	ii
1. INTRODUCCIÓN	1
1.1. Planteamiento del problema.....	3
1.2. Alcance.....	5
1.3. Objetivo Principal	6
1.4. Objetivos específicos.....	6
2. MARCO TEORICO.....	7
2.1. Panorama general del abastecimiento de electricidad.....	7
2.2. Recursos para el abastecimiento de energía eléctrica	10
2.2.1. Expansión o potenciación de la red del sistema centralizado hacia las zonas de consumo.....	11
2.2.2. Generación en base a recursos locales para abastecer a zonas de consumo	12
2.2.3. Impacto producido según el tipo de generación elegido	12
2.2.4. Formación de sistemas híbridos para el abastecimiento de la demanda..	14
2.2.5. Propiedades de la red para el abastecimiento energético	17
2.3. Sistemas de generación distribuida	18
2.3.1. Definición generalizada de la Generación Distribuida.....	19
2.3.2. Diferentes tecnologías y tipos de generación distribuida	20
2.3.3. Configuraciones de conexión de la generación distribuida.....	22
2.3.4. Aplicaciones de las fuentes de generación distribuida.....	24
2.3.5. Beneficios y desafíos de la generación distribuida.....	24
2.4. Microrredes	26
2.4.1. Clasificación y modos de operación de las Microrredes.....	26
2.4.2. Arquitectura general de una microrred.....	29
2.4.3. Estructura de control de una microrred.....	32
2.4.4. Análisis económico de la implementación de una microrred	33
3. MARCO METODOLÓGICO.....	35
3.1. Caracterización y cuantificación de la demanda.....	37

3.1.1. Estimación de la demanda o consumo	40
3.1.2. Clasificación de consumo.....	41
3.1.3. Estimación de la curva de la demanda	41
3.2. Caracterización y cuantificación del potencial energético para el suministro ..	42
3.2.1. Recurso Eólico.....	43
3.2.2. Recurso energético solar.....	52
3.2.3. Recurso energético para la Biomasa.....	57
3.3. Análisis de la posible utilización de fuentes.....	65
3.4. Selección óptima de las fuentes energéticas	66
4. INSPECCIÓN TÉCNICA.....	67
4.1. Inspección in situ.....	67
4.2. Inspección técnica	69
4.2.1. Demanda	69
4.2.2. Recursos energético Solar	71
4.2.3. Recursos energético Eólico	72
4.2.4. Recursos energético biomasa.....	73
5. DISEÑO	76
5.1. Tratamiento de los datos de la carga	76
5.2. Fuente solar fotovoltaica.....	82
5.3. Fuente eólica.....	92
5.4. Fuente energética de biomasa	100
5.5. Modelo de optimización para determinar el suministro.....	103
5.5.1. Funciones objetivo.....	104
5.5.2. Restricción de demanda máxima.....	105
5.5.3. Restricción de balance energético.....	105
5.5.4. Restricción de potencia	106
5.5.5. Restricción de potencia.....	106
5.5.6. Restricción de máximos energéticos	106
5.5.7. Restricción para selección de generadores.....	107
5.5.8. Restricción para determinar la generación en un mismo lugar	107
5.6. Metodología para resolución de un modelo multiobjetivo	107
5.7. Datos para la determinación óptima del modelo planteado.....	109
6. ANÁLISIS	112
6.1. Óptimo de Pareto	112
6.2. Aspectos técnicos	115
6.3. Aspectos económicos.....	118

7. CONCLUSIONES	121
8. RECOMENDACIONES	123
9. BIBLIOGRAFÍA.....	124
10. ANEXOS	129
10.1. Anexo I: Evidencia Fotográfica.....	129
10.2. Anexo II: Evidencia Fotográfica Laboratorios	131
10.3. Anexo III: Medición del viento.....	139
10.4. Anexo IV: Semoviente.....	171
10.5. Anexo V: Semoviente cabeza de ganado.....	177

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Estación Experimental Santa Catalina - INIAP.....	5
Figura 2 Proyección de los sectores del consumo de energía.....	9
Figura 3 Representación de un sistema híbrido.....	14
Figura 4 Tipos de acople a las redes de los sistemas híbridos.....	17
Figura 5 Generación distribuida en los sistemas eléctricos.....	20
Figura 6 Tipos de tecnologías de GD en función del recurso.....	21
Figura 7 Generación distribuida en los sistemas eléctricos.....	21
Figura 8 GD interconectada a la red eléctrica.....	23
Figura 9 Desafíos de la DG.....	25
Figura 10 Estructura de una micro red AC y DC.....	27
Figura 11 Modo de conexión de la microrred.....	28
Figura 12 Clasificación de las microrredes.....	29
Figura 13 Estructura general de una microrred.....	30
Figura 14 Costos vinculados a una microrred.....	34
Figura 15 Metodología – Esquema General.....	36
Figura 16 Perfiles tipo de demanda para usuarios industriales.....	42
Figura 17 Curva de potencia del aerogenerador vs viento.....	45
Figura 18 Rosa de los vientos (a) Frecuencia – (b) Potencia [W/m ²].....	48
Figura 19 Curva de frecuencia de velocidades.....	48
Figura 20 Curva de frecuencia de velocidades con k variante.....	49
Figura 21 Comparativa entre Weibull y la curva de frecuencia de velocidades.....	50
Figura 22 Esquema de una instalación fotovoltaica.....	52
Figura 23 Esquema de una instalación fotovoltaica.....	53
Figura 24 PMP del panel solar – Curva I-V – Curva P-V.....	54
Figura 25 PR mensual.....	56
Figura 26 Proceso de transformación de la Biomasa.....	58
Figura 27 Diagrama de Van Krevelen.....	60
Figura 28 Estación Experimental Santa Catalina - INIAP.....	67
Figura 29 Layout Estación de experimentación Santa Catalina - INIAP.....	68
Figura 30 Área de terreno de la Estación de experimentación Santa Catalina - INIAP.....	68
Figura 31 Radiación Promedio Mensual.....	71
Figura 32 Curva de Carga – Laboratorio Nutrición – Lab1.....	77
Figura 33 Curva de Carga – Laboratorio Suelos y Aguas – Lab2.....	78
Figura 34 Curva de Carga – Laboratorio Recursos Fitogenéticos – Lab3.....	79

Figura 35 Curva de Carga – Laboratorio de Biotecnología – Lab 4.....	81
Figura 36 Curva de Carga Acumulada.....	82
Figura 37 Diagrama del recorrido del sol para Quito.....	84
Figura 38 Distancia entre módulos.....	85
Figura 39 Curva de frecuencia de velocidades.....	94
Figura 40. Probabilidades de velocidades.....	97
Figura 41. Curva potencia – velocidad del viento.....	98
Figura 42 Curva de duración de la carga.....	111
Figura 43 Frente de Pareto.....	113
Figura 44 Frente de Pareto.....	115
Figura 45 Capacidad seleccionada.....	116
Figura 46 Despacho para abastecimiento de la demanda.....	117
Figura 47 Costos por suministro.....	119

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Objetivos para acceso a la energía eléctrica.....	9
Tabla 2 Beneficios de la GD renovable.	25
Tabla 3 Niveles jerárquicos de control de una microrred.	33
Tabla 4 Clasificación de cargas.....	38
Tabla 5 Caracterización de Biomasa.	61
Tabla 6 Coeficiente anual de residuos.....	62
Tabla 7 Ubicación georreferenciada.	69
Tabla 8 Datos de la demanda de los laboratorios.....	70
Tabla 9 Datos del recurso solar.	72
Tabla 10 Datos del recurso eólico.	73
Tabla 11 Cantidad del recurso energético de biomasa.	74
Tabla 12 Peso del recurso energético de biomasa [Kg].	75
Tabla 13 Demanda Laboratorio de Nutrición.	76
Tabla 14 Demanda Laboratorio de Suelos y Agua.	77
Tabla 15 Demanda Laboratorio de Recursos Fitogenéticos.....	78
Tabla 16 Demanda Laboratorio de Biotecnología.	80
Tabla 17 Demanda horaria acumulada.....	81
Tabla 18 Datos técnicos del módulo.	83
Tabla 19 Datos del módulo Solar y terreno.....	84
Tabla 20 Resultados del dimensionamiento de paneles.	86
Tabla 21 Propiedades de los módulos solares.....	86
Tabla 22 Propiedades del inversor.	87
Tabla 23 Resultados del ajuste de los parámetros de paneles.....	87
Tabla 24 Resultados del voltaje en función de la cadena y ángulo.....	88
Tabla 25 Resultados sobre la cadena conexión serie.	89
Tabla 26 Datos de entrada.....	89
Tabla 27 Resultados de la potencia conectada.	90
Tabla 28 Resultados cadena elegida.....	91
Tabla 29 Índice de rendimiento.....	91
Tabla 30 Longitud de rugosidad considerando el aerodinamismo de los terrenos Z0.	93
Tabla 31 Datos del recurso eólico a 30 metros.	93
Tabla 32 Datos del viento en el lugar.....	94
Tabla 33 Parámetros usados para determinar la función de Weibull.....	95

Tabla 34 Resultados asociados a la función de Weibull.	96
Tabla 35 Cálculos de Potencia y Energía para el Aerogenerador.	98
Tabla 36 Cálculos Energéticos.	99
Tabla 37 Cantidad de turbinas en el espacio disponible.	100
Tabla 38 Resultados del Parque Eólico.	100
Tabla 39 Categorización general de las cabezas de ganado.	101
Tabla 40 Parámetros para producción de biogás.	101
Tabla 41 Resultados para producción de biogás.	102
Tabla 42 Parámetros del sustrato bovino.	102
Tabla 43 Resultados para Biomasa.	103
Tabla 44 Datos para el suministro de energía.	109
Tabla 45 Datos para la demanda	110
Tabla 46 Valores de las funciones objetivo - Modelo de optimización	112
Tabla 47 Máximos y mínimos de las FO	113
Tabla 48 Funciones de pertinencia de las funciones objetivo	114
Tabla 49 Mínimo de las Funciones de pertinencia.....	114
Tabla 50 Capacidad de generación.....	116
Tabla 51 Despacho de potencia por bloque	116
Tabla 52 Despacho de energía por bloque	117
Tabla 53 Costos por suministrador.....	118
Tabla 54 Costos por el abastecimiento único de la Empresa Eléctrica Distribuidora.....	118
Tabla 55 Tabla Resumen para abastecimiento de la demanda.....	120

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1: Terreno INIAP 1	129
Anexo 2: Terreno INIAP 2	129
Anexo 3: Vista superior laboratorios 1 INIAP	130
Anexo 4: Vista superior laboratorios 1 INIAP	130
Anexo 5: Biotecnología 1 INIAP	131
Anexo 6: Biotecnología 2 INIAP	131
Anexo 7: Biotecnología 3 INIAP	132
Anexo 8: Biotecnología 4 INIAP	132
Anexo 9: Nutrición 1 INIAP	133
Anexo 10: Nutrición 2 INIAP	133
Anexo 11: Nutrición 3 INIAP	134
Anexo 12: Nutrición 4 INIAP	134
Anexo 13: Fitogenéticos 1 INIAP	135
Anexo 14: Fitogenéticos 2 INIAP	135
Anexo 15: Fitogenéticos 3 INIAP	136
Anexo 16: Fitogenéticos 4 INIAP	136
Anexo 17: Suelos 1 INIAP	137
Anexo 18: Suelos 2 INIAP	137
Anexo 19: Suelos 3 INIAP	138
Anexo 20: Suelos 4 INIAP	138
Anexo 21: Symphonie plus	139
Anexo 22: Anemómetro	139
Anexo 23: Medición del viento	140
Anexo 24: Listado de Semovientes	171

RESUMEN

El presente trabajo técnico determina desde el ámbito energético, el diseño de una Micro Red para la Estación Experimental Santa Catalina que forma parte del Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), para lo cual se ha tomado en consideración la caracterización y cuantificación de la demanda representativa de la estación experimental como también del recurso renovable disponible, la selección de las potenciales fuentes de generación y las condiciones operativas previas. El diseño realizado tiene como finalidad abastecer la demanda de los laboratorios de la Estación Experimental, dado que estos lugares son lo que abarcan la mayor parte de la carga de dicho predio, para el análisis se considera parámetros de continuidad, economía y reducción de contaminación, por tanto, para el diseño realiza en forma inicial una recolección y tratamiento del consumo para lograr representar la curva de carga, como segundo paso se analiza las potenciales fuentes de energía que pueden ser incorporadas en el predio y finalmente mediante la resolución de un modelo multiobjetivo óptimo se obtendrá la combinación óptima del mix de generación que usaría energías renovables tomando en cuenta la autonomía que se podría implementar con medios propios de sustentación energética con el afán de minimizar los costos y emisiones a la implementación de los nuevos sistemas de abastecimiento.

Una vez cumplidas las etapas, la resolución del modelo de optimización multiobjetivo tomó la decisión de implementar el generador eólico con una capacidad de 190 kW y un generador con biomasa con 8.56 kW, dando un total de 198.56 kW, lo cual es económico, sin embargo, las fuentes de generación seleccionadas deben ser complementadas por el suministro de la red, para lograr cumplir con el abastecimiento de la puntual demanda local de forma económica y confiable, por tanto, se puede marcar que el trabajo realizado aporta como una herramienta de decisión para determinar el parque de generación que satisfecerá la carga requerida de un predio tomando en consideración la curva de demanda y los potenciales generadores que puedan implementarse.

Palabras clave: Generación de energía distribuida, Micro redes, Optimización multiobjetivo, Fuentes de energía renovable.

ABSTRACT

The present technical work determines from the energy field, the design of a Micro Network for the Santa Catalina Experimental Station that is part of the National Institute of Agricultural Research (INIAP), for which the characterization and quantification of the representative demand of the experimental station as well as the available renewable resource, the selection of potential sources of generation and the previous operating conditions have been taken into account. The design carried out aims to supply the demand of the laboratories of the Experimental Station, since these places are what cover most of the load of said property, for the analysis parameters of continuity, economy and reduction of pollution are considered, therefore, for the design it performs initially a collection and treatment of consumption to be able to represent the load curve, as a second step the potential energy sources that can be Optimal of the generation mix that would use renewable energies taking into account the autonomy that could be implemented with its own means of energy support in order to minimize costs and emissions to the implementation of the new supply systems.

Once the stages have been completed, the resolution of the multi-objective optimization model made the decision to implement the wind generator with a capacity of 190 kW and a biomass generator with 8.56 kW, giving a total of 198.56 kW, which is economical, however, the selected generation sources must be complemented by the supply of the network, in order to meet the supply of punctual local demand The required load of a property taking into account the demand curve and the potential generators that can be implemented.

Key words: Distributed power generation, Microgrids, Multi-objective optimization, Renewable energy sources.

1. INTRODUCCIÓN

La dependencia del mundo por la electricidad promueve el desarrollo de los sistemas eléctricos, la evolución de la industria motiva a que el suministro de energía que se entrega sea confiable y alcance exigentes niveles de calidad y seguridad, en efecto cada etapa relacionada con la energía eléctrica debe ser eficiente; cuando se trata de las etapas que constituyen al sistema de potencia primeramente se menciona a la de producción de la energía aquí se encuentran las centrales de generación, a partir de aquí es transportada por las redes de transmisión hacia los puntos para consumo, esta etapa final corresponde a la distribución y es de suma importancia por su relación directa con la demanda [1].

Para el sector eléctrico minimizar costos y brindar energía de calidad es un desafío, y para las empresas encargadas de las redes de distribución cumplir con este objetivo se requiere de grandes esfuerzos por la gran extensión de sus redes, pérdidas (técnicas y no técnicas) y los altos costos de inversión. Para lo cual es necesario emplear recursos técnicos, humanos y económicos para reorganizar al sistema frente al crecimiento dinámico de la demanda, la incorporación de cargas especiales, la inclusión de nuevas tecnologías como la generación distribuida, micro redes y vehículos eléctricos [2]. El manejo de las tecnologías mencionadas y al igual que el manejo adecuado del sistema que se desempeña, deben optimizar los recursos, incrementar la eficiencia y cumplir con niveles de confiabilidad referentes a la calidad del servicio, frecuencia y permanencia de las perturbaciones para que no se deriven en penalidades sobre las empresas distribuidoras y mal servicio hacia los usuarios del servicio [3].

Actualmente, según [4] alrededor del 20% de la población no cuenta con servicio eléctrico, las zonas que carecen de energía en su mayoría se encuentran localizadas lejos de las centrales de generación convencionales y su acceso es limitado. En base a estas condiciones y considerando los costos que involucran la extensión de las redes hasta estos puntos de consumo al igual que la adecuación de nueva estructura para medianos o grandes proyectos de generación, es un gran reto suplir las necesidades energéticas de estas cargas [5]. Por lo tanto, este panorama es una

oportunidad para potenciar los sistemas de energía e incorporar nuevas tecnologías, para cumplir con este propósito se puede destacar a la Generación Distribuida que constituye una solución para brindar acceso del suministro de energía para este tipo de zonas aisladas y promover el desarrollo de estas regiones [6].

Estos sistemas distribuidos son descentralizados, de pequeña escala o menor capacidad que las plantas típicas de generación y pueden conectarse a la red o ubicarse en la cercanía de los sitios de consumo. Debido a las características de esta tecnología conforman una fuente flexible para el uso de energías renovables, son una estrategia en la transmisión eléctrica para amenorar las pérdidas, brindan autonomía energética a los consumidores, disminuyen el impacto ambiental, entre otros beneficios cabe resaltar que estos sistemas o microrredes con recursos energéticos distribuidos principalmente están orientados a generar un desarrollo energético sostenible de los recursos existentes, abastecer de energía a la demanda no cubierta o deficiente de poblaciones apartadas de la redes del sistema eléctrico central y a la que está en crecimiento sustituyendo a las unidades grandes [7], [8].

En este contexto, el presente trabajo pretende resaltar las ventajas de autosuficiencia energética para los usuarios enlazados a los tramos eléctricos a través de las micro redes para optimizar los recursos energéticos disponibles producto de sus actividades y ubicación geográfica. Por ende, este planteamiento se sustenta en base a los requerimientos de un suministro eléctrico eficiente y confiable que una red de generación distribuida brinda, en el contexto de la sostenibilidad para optimizar el consumo de energía con la inclusión de energía renovable local y descentralizada como fotovoltaica, eólica y biomasa.

Para el enfoque propuesto de un centro de energía se realiza el diseño de una Micro red para los laboratorios de investigación agropecuaria del INIAP – Estación Experimental Santa Catalina, y se requiere de una evaluación de los datos de la demanda energía de los laboratorios para integrar una solución de suministro de electricidad por medio energías renovables tomando en cuenta la autonomía que se podría implementar con medios propios de sustentación energética, estas fuentes

energéticas al igual requieren de un análisis que permitan establecer los parámetros del recurso solar, del viento y de los residuos vegetales que se contemplarán para la producción energética.

El diseño de estos sistemas con múltiples fuentes energéticas de origen renovable a escala para la localidad de interés mencionada no es un trabajo sencillo debido a los datos de entrada en función de la situación actual del establecimiento como los potenciales recursos de energía disponibles, las características técnicas del sistema y de la demanda. Frente a esta situación es necesaria la utilización de métodos computacionales que consideren todos los componentes involucrados y que permitan la optimización de energía dentro de la estación experimental de investigación agropecuaria.

La herramienta usada para abordar el diseño de la micro red es la optimización, que a través de programación matemática integra enfoques técnicos y económicos de los sistemas energéticos optimizando los ámbitos financieros y energéticos. En la configuración de la micro red para el centro se analiza los datos de demanda y medio ambientales (radiación, velocidad del viento, desechos semovientes y vegetales) para proporcionar una solución energética, y en función de este criterio establecer un modelo matemático para determinar cuál de los tipos de tecnología para la generación de electricidad es el más adecuado para cubrir la demanda energética con recursos propios y que cumpla con el enfoque del modelado que es la minimización de costos como función objetivo. Es así como se determinará el diseño óptimo para la combinación del parque de generación de la micro red que abastecerá la demanda de los laboratorios del centro de investigación del INIAP.

1.1. Planteamiento del problema

El Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP) con su extensión localizada en el cantón Mejía en Pichincha de nombre “Estación Experimental Santa Catalina”, que tuvo comienzo en los años sesenta, este centro cuenta con laboratorios que desarrollan actividades de investigación para revolucionar con nuevas tecnologías la producción de los cultivos para el aprovechamiento de la agrobiodiversidad del Ecuador.

La principal problemática para el instituto radica en que su demanda de energía es una carga significativa que se abastece de la distribuidora, para este análisis le corresponde a la Empresa Eléctrica Quito EEQ cumplir con el suministro de esta carga. El acceso al servicio público de electricidad implica costos importantes para la estación experimental dado que requieren de energía permanente para cumplir con su propósito, y debido a que son una institución líder de investigación e innovación agropecuaria dichos recursos pueden optimizarse y destinarse a actividades que requieren mayor inversión para promover operaciones e iniciativas que modernicen y fortalezcan la agricultura, ya que el 30% de productos alimenticios del Ecuador proviene de la gestión del INIAP y muchas familias dependen de esta cadena de producción [9].

Es importante resaltar que esta estación y sus laboratorios de investigación para sus operaciones en un lapso temporal van reflejar un crecimiento natural de sus consumos por la implementación de nuevos equipos, crecimiento de sus instalaciones y recursos humanos, esto se suma a la problemática anterior debido a que significa costos adicionales por el consumo de energía que tienen igualmente que ser cubiertos y estos fondos ser dirigidos a la empresa de distribución correspondiente. Estos recursos no pueden ser limitados debido a la necesidad de desarrollo del sector agropecuario.

Adicional producto de los programas y proyectos que maneja esta estación se generan una cantidad considerable de desechos vegetales y semovientes que no son aprovechados, son acumulados y generan problemas de contaminación medioambiental, a pesar de que cierta parte de estos desechos tienen un tratamiento como los del aguacate para la producción de bioplásticos [10], se han planteado varias estrategias de gestión que aún están en desarrollo, pero la gran parte que resta de los residuos involucran costos que se direccionan para el traslado a centros de acopio y posterior tratamiento. De todas las posibles aplicaciones ninguna está orientada a la producción energía eléctrica que constituye el fundamento en la ejecución general de las actividades productivas e investigación de esta estación.

De la misma manera no se ha aprovechado los recursos ambientales característicos de la ubicación geográfica del centro de investigación en relación con la generación de electricidad,

como la radiación proveniente del sol y el viento que son recursos estratégicos para la generación eléctrica. Desde la fecha de establecimiento del instituto no ha planteado propuestas para la optimización de los recursos energéticos disponibles que fomenten la sostenibilidad y el descenso de la afectación climática. Los inconvenientes mencionados han hecho que Estación Experimental Santa Catalina del INIAP considere la implementación de una Micro Red que combina de fuentes de energía renovable locales y descentralizadas para minimizar costos de consumo y aprovechar los recursos energéticos disponibles de manera más eficiente para el abastecimiento de la demanda actual distribuida entre los laboratorios y consumos generales.



Figura 1 Estación Experimental Santa Catalina - INIAP.
Fuente: [11].

1.2. Alcance

En el diseño de una Micro Red para el presente proyecto técnico principalmente se considera el diseño energético que consta de la caracterización y cuantificación de la demanda de los laboratorios de la estación experimental como también del recurso renovable disponible, la selección potencial de las fuentes de generación y la determinación del sistema energético óptimo asociada a la etapa de planificación energética.

Dada la presente necesidad de tener un suministro eléctrico seguro, estable e ininterrumpido en los laboratorios de investigación agropecuaria del INIAP – Estación Experimental Santa

Catalina se realizará el diseño de una Micro red para 4 laboratorios, de los cuales se tomarán los datos de su demanda energética actual para así poder presentar una solución de energías renovables tomando en cuenta la autonomía que se podría implementar con medios propios de sustentación energética.

Se analizarán parámetros de radiación solar y velocidad del viento, estos datos serán obtenidos sobre la base de mediciones y parámetros de tipo satelital, así también se cuenta con un total de 210 semovientes para contemplar una solución de producción de biogás usando biodigestores.

Bajo el criterio de la optimización multiobjetivo, vía software se evaluarán los datos para determinar cuál de estos medios de generación es el más adecuado para cubrir la demanda energética y la minimización de costos, presentando así una solución que se ajuste a su presente necesidad.

1.3. Objetivo Principal

- Diseñar una Microred para los laboratorios de investigación agropecuaria, basado en optimización multiobjetivo, para satisfacer la demanda eléctrica, minimizando los costos en la Estación Experimental Santa Catalina INIAP.

1.4. Objetivos específicos

- Recopilar datos de demanda eléctrica de cada laboratorio de investigación para la micro generación.
- Analizar los datos medio ambientales para proporcionar una solución energética basada en energía solar o eólica, desechos de semovientes y vegetales para la producción de biogás.
- Establecer la micro generación adecuada para satisfacer la demanda eléctrica en los laboratorios minimizando costos, a través de la optimización multiobjetivo.

2. MARCO TEORICO

Frente al aumento significativo de la demanda se ha considerado la integración de fuentes de energías eléctrica que estén en la cercanía del consumidor y de la red de la distribuidora para brindar soporte al sistema eléctrico de potencia. En la actualidad, la participación de las energías renovables aumenta considerablemente. Los sistemas de energía no se basan en una sola tecnología, sino que incorporarán múltiples fuentes de energía. La integración exitosa de múltiples sistemas de energía descentralizados es una tarea desafiante y requiere una actualización de los sistemas de energía actuales y dependen del rendimiento energético de las localidades a ubicarse.

Para el diseño de los sistemas de multienergía o micro redes se requiere conocer la situación de las regiones alejadas de los centros de consumo que optan por nuevos sistemas de energía, así como también el potencial de los posibles recursos que se pueden aprovechar localmente. En el presente capítulo se abarca conceptos sobre la administración de la demanda y engloba las características de los medios de suministro energético distribuido y las Micro Redes.

2.1. Panorama general del abastecimiento de electricidad

La energía impulsa la inversión, la innovación y la constitución de nuevas industrias que generan oportunidades laborales, el crecimiento equitativo y el bienestar compartido en toda la economía. La energía constituye una parte importante del progreso y es indispensable en la erradicación de la pobreza, permite alcanzar con los Objetivo de Desarrollo Sostenible que son esenciales y son la base para la acción contra el cambio climático. Existen instituciones a nivel mundial que están comprometidas a colaborar con todos los países a cumplir los objetivos que son fundamentales para poner fin a la pobreza e impulsar desarrollo, y la electricidad es parte indispensable para este fin [12].

Por lo tanto, hay que resaltar que hoy en día existen 789 millones de habitantes que viven sin energía eléctrica y cientos de millones más tienen acceso a electricidad inadecuada o deficiente. Además, cerca de 3 mil millones de habitantes utilizan combustibles fósiles para actividades de cocina y calefacción, lo que perjudica al medio ambiente y perjudican gravemente la salud [4]. Aunque esta situación puede ser abrumadora, se han logrado progresos significativos en el sector energético. Donde se observa un cambio en la matriz energética de consumo a nivel mundial, se ha observado el aumento de forma significativa y composición a nivel estructural el cambio hacia la diversificación hacia fuentes de energía más limpias. Este panorama es un cambio importante ya que la energía renovable ayuda a las regiones a desarrollar sistemas con fuentes energéticas confiables, seguras y modernas; dicho cambio está impulsado que los costos por energía limpia se reduzcan y son protagonistas para que tecnologías disruptivas que propician una innovación radical como redes, smart grids o redes inteligentes, medidores y sistemas de datos inteligentes vayan reformando positivamente la planificación del sector de la energía.

Frente a este cambio la industria eléctrica está desplegando infraestructura para prestar servicios públicos de electricidad en condiciones que aseguren la calidad, seguridad y continuidad, en línea con estas condiciones dan preferencia al alistamiento de fuentes alternativas no convencionales, complementadas con energías convencionales eficientes y tecnologías innovadoras que usen fuentes de energía local. Con el nuevo enfoque de incorporar nuevas tecnologías de electrificación con o sin conexión a la red contribuyen a los tradicionales sistemas eléctricos de gran escala para lograr impresionantes resultados en el acceso a la energía. Los sistemas que usan recursos renovables distribuidos son eficientes y económicos, esto hace más asequible el servicio en regiones con las mayores brechas energéticas o con necesidades de cambio para optimizar los recursos energéticos disponibles y autonomía energética.

Al realizar un seguimiento del consumo de la demanda se reflejan indicadores que permiten apreciar la participación a nivel de sectores, en la Figura 2 es posible valorar el nivel en porcentaje de carga que los sistemas de potencia tienen que abastecer según proyecciones del 2018 al 2027; quienes participan mayoritariamente consumiendo energía de la red es el sector industrial y residencial. Estos valores permiten conocer al operador del sistema que áreas deben ser

potencializadas debido a que han crecido la entrada de cargas nuevas y especiales por el desarrollo tecnológico mundial.

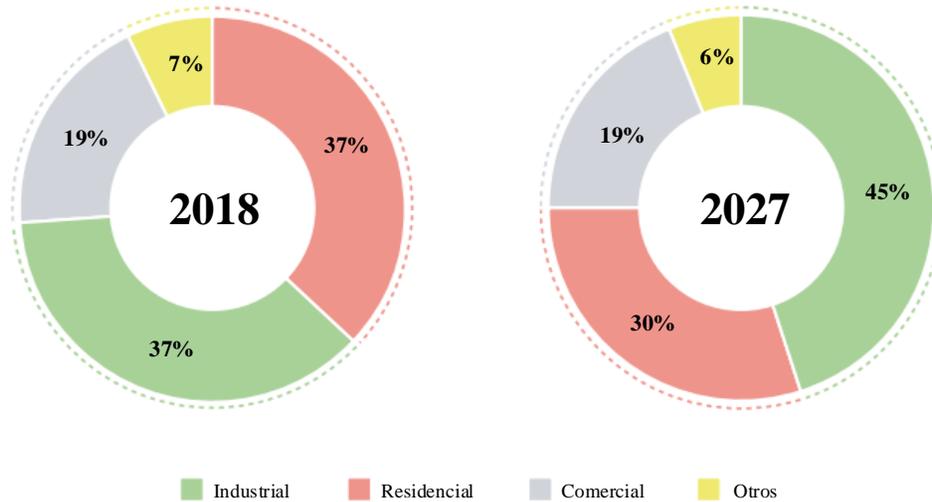


Figura 2 Proyección de los sectores del consumo de energía.

Fuente: [13]

Según un análisis elaborado por la Agencia Internacional de Energía (AIE) en base a la proyección de consumos en el año 2018 [14], muestra el actual estado de acceso a la energía a nivel global para cuantificar e identificar los sectores o usuarios que necesitan servicios energéticos modernos y mostrar un aproximado de los requerimientos de inversión proyectados al 2030, con el objetivo de establecer metas para mitigar la falta de electricidad y reducir los niveles de pobreza extrema.

Tabla 1 Objetivos para acceso a la energía eléctrica.

	2015	2030
Rural	Abastecer al 20% de la población con electricidad	Abastecer al 100% de la población con electricidad brindándole energía de la red, de miro redes con o sin conexión a la red.
Urbano	El 100% tiene acceso a la red eléctrica	El 100% tiene acceso a la red eléctrica

Nota: Fuente: [14].

En base a la Tabla 1, se ha introducido el concepto de micro red, que se definen como redes locales cercanas a la carga y están integradas por generación distribuida creando una red que alimenta una carga de pequeña escala; también se resalta a los sistemas que no tienen conexión con la red que son infraestructuras que no tienen ninguna relación con el sistema central son autónomos y de la misma forma abastecen a cargas específicas. Estas tecnologías distintas a la red eléctrica de gran escala permiten cumplir con los objetivos planteados por la EIA para electrificar a las zonas que carecen de energía o que necesitan modernizar sus fuentes energéticas de manera óptima.

2.2. Recursos para el abastecimiento de energía eléctrica

En general, se puede tratar de dos formas principales cubrir con energía a las áreas con recursos energéticos deficiente, a las áreas aisladas o áreas que desean usar recursos propios de forma eficiente, la primera es expandir o potenciar la red del sistema eléctrico central y la segunda es implementar sistemas de generación de energía distribuida descentralizada. Para la primera opción se requiere el escalamiento de la red lo que implica instituir una configuración estructural de transmisión y medios de distribución en dirección a los consumidores, para la segunda opción conlleva al diseño sistemas energéticos de pequeña escala, en módulos y no centralizados ubicados adyacentemente de los usuarios del servicio eléctrico o ubicados cerca de los centros de consumo.

Según [15] para facilitar la selección en base a las dos alternativas mencionadas, siendo estas dos opciones competitivas y eficientes para la electrificación, plantea que es necesario definir los siguientes aspectos:

- Determinar el nivel promedio diario de consumo energético de cada uno de los usuarios de la localidad a ser servida.
- Número de consumidores que harán uso del servicio.
- Determinar la cantidad y número de cargas significativas o productivas.
- Especificar el número de usuarios por área.

- Proyección del crecimiento de la demanda por año, relacionando tanto el incremento de usuarios como de consumos de energía
- Distancia de la S/E o la línea más cercana a la carga a servirse.

2.2.1. Expansión o potenciación de la red del sistema centralizado hacia las zonas de consumo

Las ventajas de la expansión de la red son la conectividad a electricidad relativamente económica, la entrega de energía es ininterrumpida y se puede tener accesibilidad al servicio, aunque las estaciones están ubicadas lejos del sitio de consumo. Sin embargo, esta propuesta requiere de la expansión de la red lo que conlleva a elevados costos para conectar ubicaciones remotas, expandir la carga de un área o abastecer a poblaciones repartidas en un área grande. Para determinar los costos totales de inversión se deben determinar variables esenciales como: la longitud del trayecto del consumidor hasta el sitio contiguo de alimentación ya sea al sistema de distribución o transmisión, la totalidad de la potencia que requiere la demanda y el tipo de camino que se debe cruzar hasta el terreno que va a ser cubierto. En [16] se analiza este caso considerando los costos y la viabilidad de la expansión de la red con el sistema de energía convencional, en el cual se señala que el costo se incrementa porcentualmente cuando se disminuye la capacidad de transporte. A modo de ejemplo, el Consejo Mundial de la Energía presenta un estudio en el que obtiene como resultado del análisis que para cargas ubicadas a 250 – 450 km de distancia del sistema de potencia y con una capacidad de rango de 5 – 10 MW la mejor opción es conectarse a la red centralizada, que usar una fuente alternativa por los valores que implica la compra de combustibles, para el caso resulta rentable conectarse a la red ya que al extender las redes de transporte contribuyen en un futuro abastecimiento cuando la demanda crezca.

Por lo tanto, para la implementación de esta alternativa se debe considerar la cantidad de potencia requerida, la viabilidad de los costos, los mantenimientos que se relacionan a estas grandes redes sea que partan de la transmisión o distribución, los factores técnicos y humanos para la gestión en el lugar de operación, y finalmente las pérdidas intrínsecas que se generan en el transporte de la energía.

2.2.2. Generación en base a recursos locales para abastecer a zonas de consumo

Este ítem está enfocado en hallar la alternativa de combinación de distintos generadores de tipo distribuido que se han implementado para optimizar los recursos energéticos y llenar este vacío energético a nivel local. Los sistemas de escala reducida que tienen la posibilidad de conectarse a la red o están emergiendo como iniciativas viables para el suministro energético de la demanda de las áreas o usuarios finales que las requieran, esencialmente se resaltan los sistemas que utilizan energía renovables no convencionales de pequeña escala como: sistemas fotovoltaicos, aerogeneradores, generadores hidráulico, biomasa, entre otros, aunque también existe una gran ocupación de generación por combustión como los generadores a diésel. Se puede resaltar los siguientes beneficios de los recursos energéticos distribuidos [17]:

- Los costos de producción son reducidos.
- Aprovecha y optimiza las fuentes energéticas de la localidad a instalarse.
- Tienen la capacidad de ampliar las centrales eléctricas según las necesidades de consumo de energía.
- La gestión es viabilizada localmente.
- Es posible la participación conjunta en la búsqueda y combinación de las mejores alternativas energéticas.

2.2.3. Impacto producido según el tipo de generación elegido

Cuando se trata de incorporar nuevas unidades que generen electricidad, con especial resalte a las provenientes de fuentes renovables como las que utilizan el viento o del sol, se debe considerar las características como variación del recurso y geografía. Estos aspectos generan retos cuando se consideran como opción de suministro eléctrico, como requerir de una mayor reserva de energía para garantizar la operación por la seguridad del sistema como también se presentan cambios en la

topología de las redes y por ende un cambio en la planificación, e impacto en el funcionamiento de los sistemas eléctricos.

De forma mayoritaria existe una mayor inserción de producción hidroeléctrica porque la generación con este recurso es de menor intermitencia y da más seguridad en la entrega del suministro. Sin embargo, la edificación de estas nuevas plantas es de gran dificultad y los esfuerzos de inversión no representan sobre todo si la capacidad de potencia instalada es de pequeña escala, en comparación con las fuentes térmicas y las innovadoras fuentes renovables; otro ejemplo a considerar es el uso de generadores basados en procesos de combustión con respecto a las fuentes renovables ya que los primeros ofrecen un reducido tiempo de oferta de suministro, el transporte del combustible presenta complicaciones y los precios son altos, estas son dificultades que marcan la diferencia entre tecnologías y producen impactos no solo técnicos sino que también económicos y ambientales. Aun así, las hidroeléctricas, las unidades térmicas y demás fuentes renovables principalmente solar y eólica han tenido un fuerte crecimiento y han incrementado la complejidad para el sistema en los procedimientos que implican planear y operar [18]. Por lo tanto, hay que resaltar el soporte en suplir a la demanda con la producción de electricidad de bajo nivel con recursos distribuidos, lo que es un apoyo significativo al sistema central dependiendo de los recursos naturales a usarse y la tecnología escogida para la generación limpia, pero se debe atender de forma oportuna el impacto que genera su integración.

El impacto sobre la confiabilidad del servicio importa en cuanto se refiere a la selección de las fuentes de suministro para una carga específica, que se liga en base a condicionamientos del campo y del recurso que utiliza la tecnología seleccionada. Generalmente en áreas con necesidades energéticas o con dificultades para el acceso a la electricidad o que tienen situaciones de emergencia optan por generación fósil que brindan el suministro al instante por tiempos relativamente cortos (pocas horas diarias), mientras que las fuentes solares generan únicamente en horas que haya luz solar pero los micro generadores hidráulicos generan constantemente, es decir que la constancia del suministro de energía depende del recurso primario. Es por esta razón que las primeras inclinaciones en el suministro de energía se centralizaron en sistemas de producción energética que incorporan una sola tecnología, pero con el avance de la tecnológica el desarrollo

de aerogeneradores, paneles solares, biocombustibles para generación, entre otras tecnologías renovables que son más eficientes sirviendo de complemento para el abastecimiento y, usarlo de forma conjunta y cooperativa han permitido la formación de sistemas híbridos o micro redes que son implementados con el objetivo de reducir las probabilidades de falta del servicio o la ocurrencia de fallas, aumentando la confiabilidad del servicio [18].

2.2.4. Formación de sistemas híbridos para el abastecimiento de la demanda

Como ha sido mencionado existen un conjunto de sistemas que se basan generadores intermitentes y los que usan recursos no renovables en base a la combustión, típicamente estos sistemas operan solos sin combinar sus fuentes en configuración conjunta, lo que limita la capacidad de aprovechar los beneficios característicos de cada tecnología. Es por esta razón que se forman estos nuevos sistemas de generación llamados sistemas de energía híbridos que resultan de la combinación de una serie de unidades de producción de una misma clase o de otro tipo, como por ejemplo el trabajo combinado de diferentes fuentes renovables, como también la unión de estas con fuentes convencionales como los de generadores térmica y adicionalmente se puede incluir a los dispositivos de acumulación energética o sistemas de almacenaje [19], en la Figura 3 se observa estos sistemas de generación.

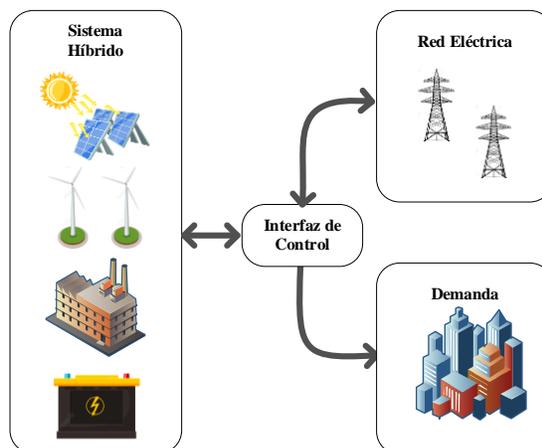


Figura 3 Representación de un esquema híbrido.

Fuente: Autor.

Los sistemas híbridos permiten proveer de una mayor capacidad de generación a la carga y brindar energía de mejor calidad esto se debe a que el sistema híbrido refleja las características a resaltar de los recursos de energía participantes y se requiere de un adecuado diseño para que puedan integrarse. Se puede resaltar la principal ventaja de estos sistemas combinados que es el incremento de la eficiencia, lo que incide en los costos de la energía de forma positiva, debido a que la generación adicional se puede trasladar hacia los periodos de mayor consumo o ser almacenada y el resto de fuentes más costosas o menos eficientes se desplazan, este proceso de programación puede coincidir con el uso de recursos renovables o no. En base a estos detalles es muy conveniente utilizar estos sistemas ya que logra cubrir necesidades energéticas directas del consumidor o de la etapa del sistema eléctrico al que se conecta, pero es muy importante en la planificación y diseño combinar de forma óptima las fuentes del sistema considerando todos los aspectos técnicos, económicos y ambientales correspondientes, actualmente se usan herramientas de programación que incorporan las variables relacionadas para un adecuado análisis y evaluación de una combinación híbrida óptima de generación según los escenarios de consumo de energía [20].

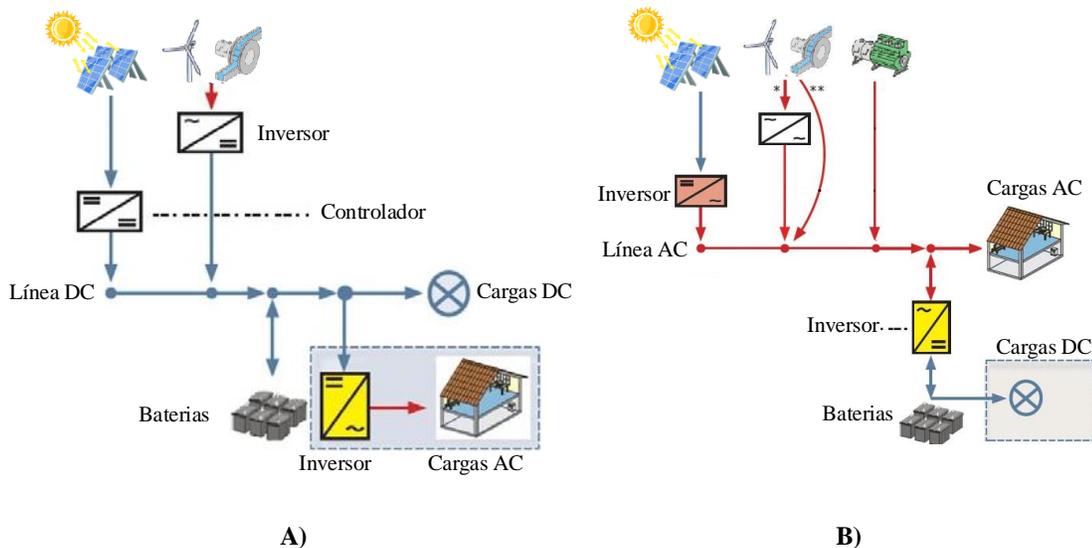
2.2.4.1. Tipos de conexiones de los Sistema Híbridos

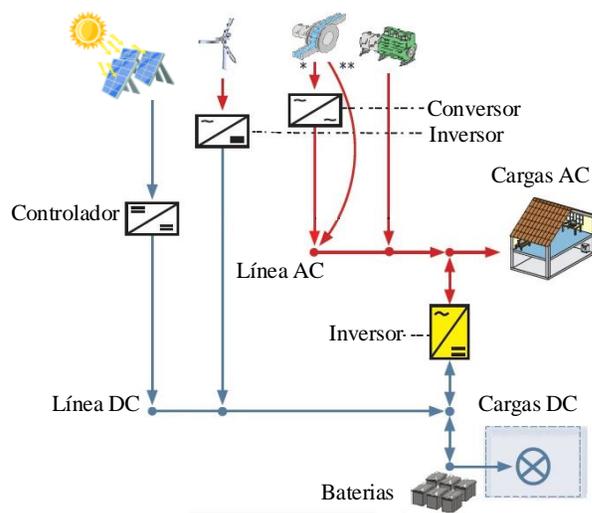
Las principales configuraciones que pueden tener los sistemas combinados al implementarse se clasifican de acuerdo a como se conectan a la red para llegar a la carga, destacando ciertas fuentes de generación renovable no convencional usan corriente continua [21].

- **Configuración de generadores a la red DC:** Esta estructura de generadores se acoplan a una línea de conexión DC, esta configuración se da cuando las fuentes producen energía AC y seguidamente se dirigen a un medio de almacenamiento pasando por un convertidor de AC a DC por lo que su salida es en corriente continua y, si son tecnologías DC solo requerirá un controlador de carga como los paneles solares; todas las fuentes se unen en una línea de conexión DC y suministran energía de semejante tipo de corriente y para las cargas AC se debe incorporar un inversor lo que implica costos adicionales. Esta estructura es muy poco usual por el bajo nivel de voltaje que es posible transportar generando pérdidas elevadas y

además que la mayor parte de la demanda es de tipo AC, en el literal a) de la Figura 4 se visualiza esta configuración.

- **Configuración de generadores a la red AC:** este tipo de conexión es la más usada debido a que la demanda en su mayor parte es de tipo AC, también genera menos pérdidas, es más eficiente y económico por la eliminación de los inversores, aunque si se desea mayor estabilidad se puede incorporar uno AC/AC según la fuente de generación. En esta conexión AC con la implementación de un solo inversor permite la conexión de cargas de corriente continua y de los medios de almacenamiento. En el literal b) de la Figura 4 se presenta esta conexión.
- **Configuración de las fuentes de generación a las redes DC y AC:** en la Figura 4 literal c) se observa como las unidades de generación tanto AC como DC se conectan a un inversor en el lado que le corresponde y así se puede controlar el suministro de energía que se dirige hacia las cargas AC o DC al igual que los sistemas de almacenamiento.





C)

Figura 4 Tipos de acople a las redes de los sistemas híbridos.

Fuente: [22].

2.2.5. Propiedades de la red para el abastecimiento energético

La primera acción que se realiza para considerar la extensión o fortalecimiento del suministro de energía es conocer de forma general las características del área a ser cubierta, teniendo en cuenta las soluciones que se presentan frecuentemente el abastecimiento de electricidad. Con este análisis se puede definir las fuentes de energía y las tecnologías de conversión existentes para satisfacer las necesidades energéticas en lo posible con una parte sustancial de participación de fuentes de energía limpia. Para este propósito la red de recursos energéticos distribuidos o sistema de generación local a implementarse debe tomar en consideración varias particularidades tanto de la fuente y de la carga para poder operar bajo condiciones adecuadas, las más importantes son [23]:

- **Probabilidad de conexión a sistema eléctrico:** se debe prever la posible conexión al sistema eléctrico centralizado para que se pueda dar paso a una posible la expansión de la carga objetivo o a consumos alrededor de la zona. También representa una condición de respaldo energético que técnicamente hace óptima a la operación al contar con un medio de respuesta ante cualquier fallo o pérdida del servicio eléctrico por la salida de fuente asociada y en el aspecto económico debido a la interconexión entre la fuente central y la distribuida

se logra reducir costos al poder vender los sobrantes de energía producida a la red principal y es posible hacer la compra de energía cuando sea más rentable que generar con las fuentes locales.

- **Probabilidad de que la de generación se instale cerca de la carga:** esta particularidad hace del sistema más eficiente por el impacto positivo que tiene al reducir significativamente las pérdidas que se producen al transportar energía por largas distancias. Esta condición igual que la anterior permite que las zonas conectadas a la red como a sistemas de recursos distribuidos de energía no pierdan el suministro de electricidad cuando exista una falla en el sistema central de energía ya que pueden operar de forma aislada.
- **Oportunidad de gestionar la demanda:** este tipo de sistemas distribuidos permiten ejecutar acciones de conexión y desconexión en función de las prioridades de las cargas y es posible programar el enlace a la red central de acuerdo al patrón de uso o los costos de energía. Esta posibilidad también hace viable la integración de sistemas de producción con energías renovables que son intermitentes, además se puede ajustar la operación de las fuentes de generación óptimamente, los periodos de alto consumo pueden ser controlados, entre otras posibilidades [24].
- **Oportunidad de gestionar la generación:** debido a que el sistema de energía incluye una composición de diversas fuentes que deben ser controladas para que las necesidades de energía reactiva y activa puedan ser satisfechas con los costos de producción más bajos, logrando un despacho óptimo. Porque lo más importante es contar con un sistema flexible y que opere bajo criterio óptimos.

2.3. Sistemas de generación distribuida

La proporción de electricidad generada centralmente consiste en una extensa red de interconexiones (red de transmisión y distribución) necesarias para llegar al usuario final (consumidores industriales, residenciales y comerciales). Con el paso del tiempo ha crecido el interés científico por el desarrollo industrial y social, que se ha centrado el enfoque en el desarrollo de nuevas alternativas para el cambio de la configuración de los sistemas distribución para mejorar del rendimiento del sistema. Además de que globalmente se han planteado estrategias para

incrementar el uso de más energías no contaminantes para cuidar el medioambiente, que se combinan con la evolución de tecnologías que provienen de energía limpia alternativa, para obtener como resultado el incremento de recursos distribuidos o sistemas descentralizados de generación. En lo referente al acceso a la red de electricidad, según [25] indica que aproximadamente el 80% lo tiene y el resto no dispone de energía o una porción pequeña de consumo es abastecido por generación distribuida.

En base a lo descrito, se concluye que el desarrollo de las estructuras eléctricas, que actualmente se realiza son de forma centralizada, y se ha ido transformando en un sistema híbrido que incluye tanto unidades de energía centralizada como distribuidos. La Generación Distribuida (GD) es la aplicación de fuentes modulares de generación de pequeña escala que es implementada de forma aislada o integrada como tarea de las agencias responsables de la dispersión del suministro eléctrico, por los usuarios de la red eléctrica o por terceros, buscando el beneficio para los consumidores, para el sistema o para ambos. Para lograr los beneficios esperados (regulatorios, técnicos, ambientales y económicos), la ubicación óptima de la generación distribuida es crucial. La mayoría de estas tecnologías son renovables, como generadores hidro, biomasa, solar y eólico, pero también se incluyen las fuentes no renovables como las basadas en combustibles fósiles [26].

2.3.1. Definición generalizada de la Generación Distribuida

Según la revisión bibliográfica en [27]–[29], se especifican varias definiciones para la generación con recursos distribuido basadas en distintas experiencias, objetivos y prácticas. Una de las definiciones plantea que la GD es un tipo de producción de electricidad mediante generadores conectados al sistema de distribución que son de tamaño limitado. Otra definición interpreta a la GD como un pequeño módulo de instalación ubicado junto al consumidor con fines de generación y almacenamiento de electricidad. La EIA [30] define a la GD como una fuente de electricidad que se conecta directamente a una red de distribución para proporcionar energía a los consumidores locales y apoya la necesidad de interconectar a la GD con la red de distribución. Y de forma relativa se define a la GD como instalaciones de generación eléctrica conectada directamente in situ del cliente de la red, y que se une directamente a un sistema distribución o a la carga.

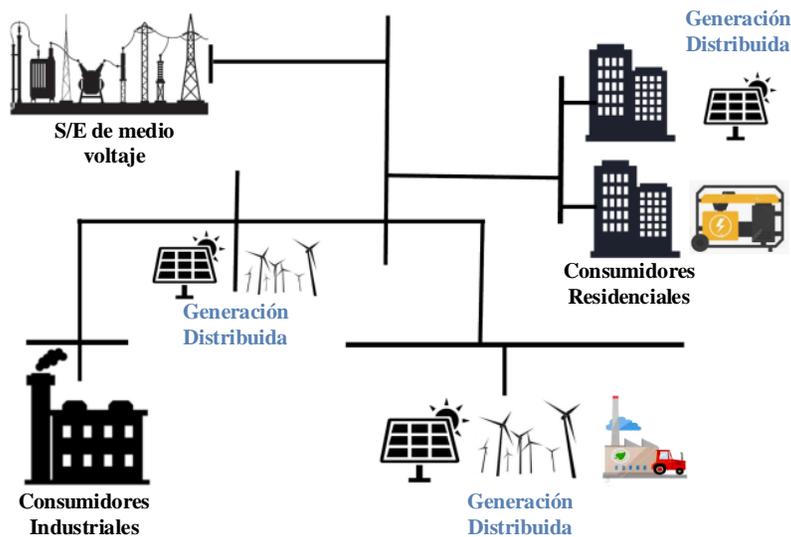


Figura 5 Generación distribuida en los sistemas eléctricos.

Fuente: [31].

Todos los conceptos expuestos para la generación distribuida enfatizan términos que definen este tipo de sistema, y nosotros podemos decir que: se encarga de generar electricidad en base a tecnologías que usan de recursos renovables y no renovables, se caracteriza por ser de baja o media capacidad de producción, y principalmente se debe resaltar que es una tecnología que se ubica en la proximidad de los centros de consumo e interactúan con el sistema de distribución para intercambiar energía.

2.3.2. Diferentes tecnologías y tipos de generación distribuida

Existen diferentes formas de clasificar a las tecnologías de generación distribuida en base a distintos criterios. Básicamente, las tecnologías de recursos distribuidos se pueden dividir en dos categorías importantes según su acoplamiento es directo y por medio de un inversor. Para la primera categoría se puede mencionar como ejemplo a los generadores sincrónicos con turbinas eólicas o los de inducción, y para la segunda categoría corresponden las tecnologías como las pilas de combustible o los paneles fotovoltaicos. Las tecnologías de GD también se pueden clasificar en función del impacto que tienen con el medio ambiente clasificándolas en energías no renovable y

renovables convencionales y no convencionales, en la Figura 6 se aprecia las diferentes tecnologías de GD disponibles. Y en la Figura 7 se ha clasificado a las tecnologías según su nivel de desarrollo en base a sus avances tecnológicos.

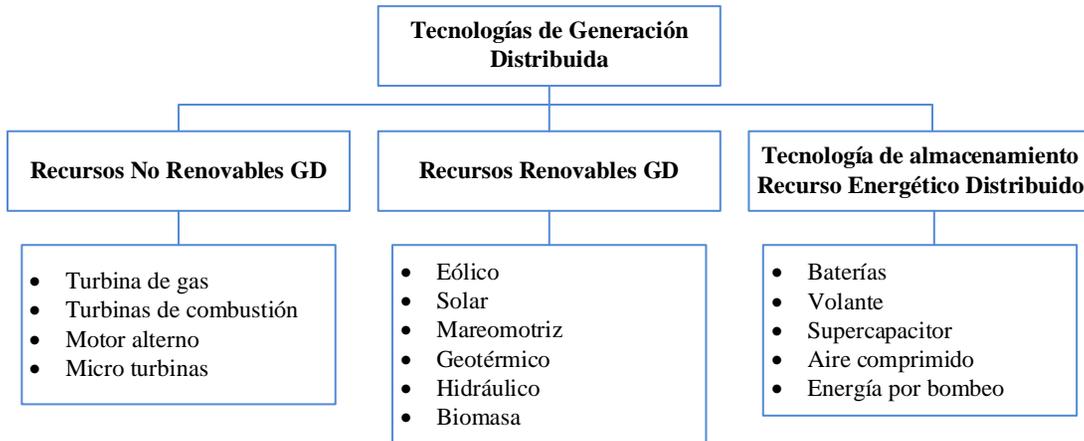


Figura 6 Tipos de tecnologías de GD en función del recurso.

Fuente: [32]

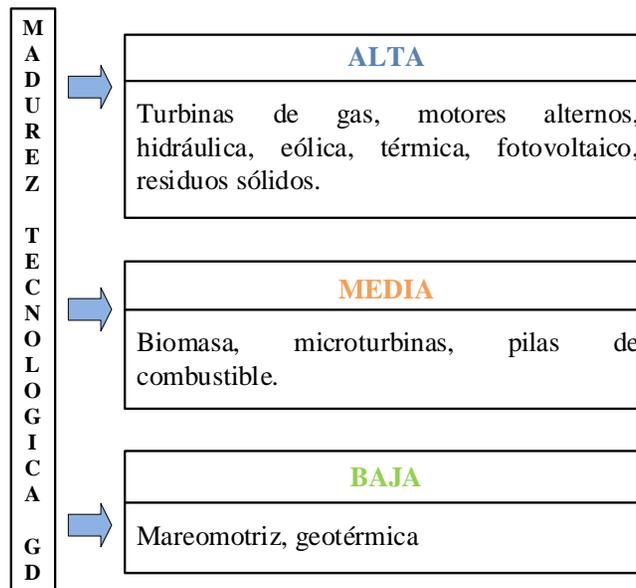


Figura 7 Generación distribuida en los sistemas eléctricos.

Fuente: [33].

2.3.3. Configuraciones de conexión de la generación distribuida

La necesidad de generar energía para abastecer la demanda en crecimiento hace que los sistemas de potencia se adapten a las condiciones de los mercados de electricidad que se suministrarán. Como regla general, las plantas que generan electricidad están ubicadas en lugares alejados de la demanda, lo contrario a los sistemas de recursos distribuidos de generación que poco a poco se han integrado a la red eléctrica con un voltaje inferior al de transmisión, este evento ha contribuido al aumento de la confiabilidad y un rendimiento económico debido a la compra y venta de electricidad, aunque también se ejecutan proyectos energéticos donde la generación se reserva para las necesidades internas para no tener la necesidad de interaccionar con la red [34]. En base a estos planteamientos los esquemas de un sistema de GD se representan de las siguientes formas:

2.3.3.1. GD conectada a la red

Generalmente la generación distribuida tiende interconectarse con la red del sistema central para satisfacer la demanda e intercambiar la electricidad. Estos sistemas están conectados físicamente, mediante un conjunto de dispositivos que enlazan al generador de distribución y los sistemas de almacenamiento con la red eléctrica y finalmente con los consumidores potenciales a cubrir. Este tipo de conexión permite:

- La operación de la GD como recurso principal de generación y en casos de incremento de la demanda permite la toma de energía de la red central.
- El abastecimiento de la demanda cuando la GD este fuera de servicio por cualquier motivo.
- Proporcionar de energía al sistema eléctrico central para servicios complementarios o realizar transacciones de energía en el mercado eléctrico.
- Mayor confiabilidad mediante el uso de fuentes alternativas.

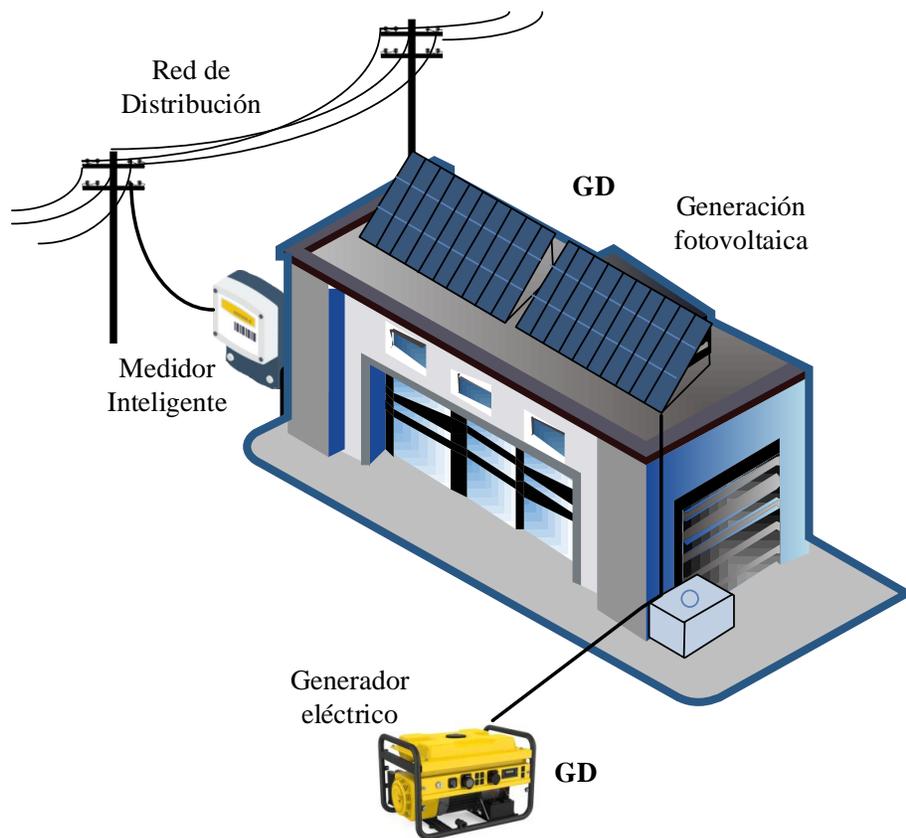


Figura 8 GD interconectada a la red eléctrica.

Fuente: CENACE [35].

2.3.3.2. GD no conectada a la red

Este tipo de generación está diseñada para brindar acceso al servicio de electricidad a áreas remotas y aisladas, que no cuentan con sistemas confiables de suministro de electricidad y los costos de inversión son altos en la ampliación de la transmisión y de la distribución considerando que la demanda de electricidad en estas zonas es baja la inversión no justifica; por esto los sistemas autónomos son una alternativa razonable. Existen varias limitaciones a tener en cuenta al planificar, diseñar y elegir una tecnología de GD aislada de la red que depende principalmente de los siguientes factores técnicos para que el sistema de suministro sea óptimo: la potencia requerida, el consumo que se tendrá de energía, las características del consumidor, las condiciones ambientales, el tiempo de utilidad y adicionalmente la potencia y energía de la demanda. También se deben

considerar los aspectos sociales, ambientales y económicos. Esta tecnología es ideal para las zonas aisladas y que las condiciones no son favorables para extender la red eléctrica tradicional [36].

2.3.4. Aplicaciones de los generadores de tipo distribuido

La generación denominada distribuida se aplica como fuente de respaldo, de manera independiente para zonas aisladas o para el suministro de energía en horas de alto consumo para reducir óptimamente los costos de electricidad; también es ideal para proporcionar energías a la red realizando la actividad de cogeneración, disminuir las pérdidas energéticas, mejorar la calidad de la energía del voltaje. Todas las aplicaciones mencionadas pueden ser aprovechadas por la carga de acuerdo a sus requisitos y dependiendo de la tecnología de la GD. La generación distribuida puede estar a nivel del consumo o a nivel local, por ejemplo, las fuentes geotérmicas, fotovoltaica, hídricas o eólicas son locales ya que su uso depende de las condiciones del lugar a instalarse, mientras que para las tecnologías a nivel de consumo puede usarse casi todos los tipos de generación, los más comunes son los motores de combustión, aunque se está impulsando a las energías renovables [37].

2.3.5. Beneficios y desafíos de la generación distribuida

Un sin número de investigaciones han demostrado que generación distribuida tiene sus ventajas económicas, técnicas y ambientales sobre la generación tradicional por este motivo existe un creciente interés por estudiar y potenciar estas tecnologías. La generación distribuida como se mencionó anteriormente no requiere líneas de transmisión que se extiendan por largas distancias lo que hace complejo al sistema y las pérdidas que se generan por transportar energía se reducen con la GD. La GD regula los efectos ambientales controlando las emisiones contaminantes a través del uso de fuentes de energía renovables [38]. En la Tabla 2 se presentan a los sistemas de generación renovable más usados y que mayores beneficios tienen.

Tabla 2 Beneficios de la GD renovable.

GD renovable	Beneficios técnicos		Beneficios económicos		Beneficios ambientales	
	Mejora la seguridad del suministro	Despachable	Reducción de costos de transmisión	Reduce costos de combustible fósil	Reducción de emisiones de gases	Reducción de la contaminación acústica
Fotovoltaico	✓	x	✓	✓	✓	✓
Eólico	✓	x	✓	✓	✓	x
Biomasa	✓	x	✓	✓	✓	x
Hidráulico	✓	✓	✓	✓	✓	x

Nota: Fuente: [39].

A pesar de las ventajas de la GD, todavía hay una serie de desafíos regulatorios, financieros, ambientales y técnicos asociados con la integración a las redes de distribución con la GD. En las redes de distribución en las que la ubicación y el tamaño de los generadores no son adecuados, pueden producirse daño de las protecciones, pérdidas de potencia, mala calidad de la potencia y del voltaje. Si se enfrentan estos problemas, se incrementará el uso de estos sistemas de suministro energético, en la Figura 9 se destacan los principales desafíos de la GD.

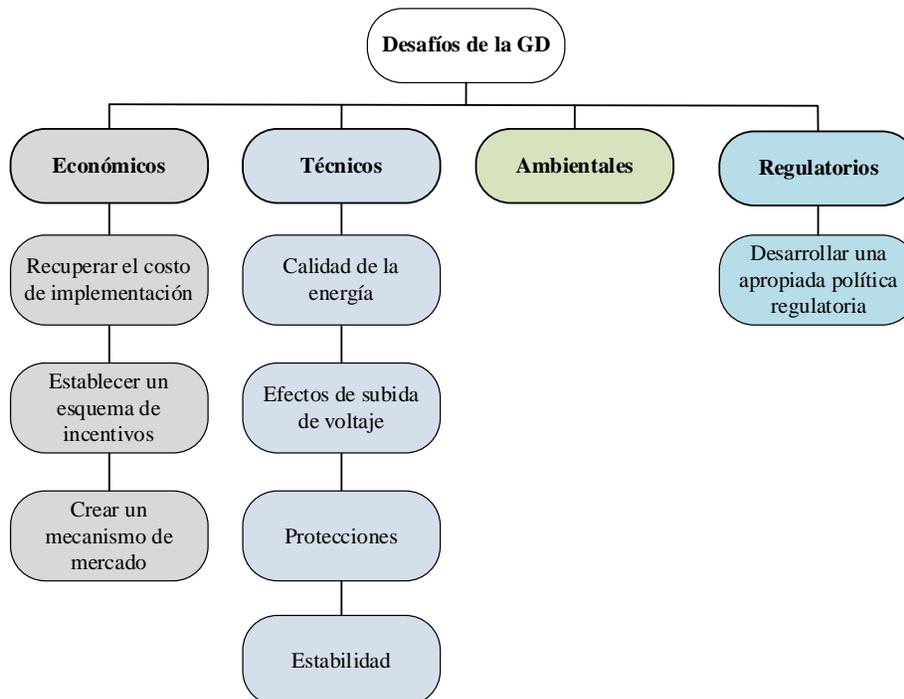


Figura 9 Desafíos de la DG.

Fuente: [40].

2.4. Microrredes

La creciente presencia de la generación distribuida en los últimos años debido a sus variados beneficios principalmente por uso de recursos renovables lo que reduce el impacto ambiental y permite aprovechar óptimamente las fuentes de energía locales; requieren de un análisis de su impacto en la red ya que estos sistemas reducen pérdidas, la cargabilidad de las línea y cubre la demanda de potencia reactiva. Adicionalmente, la integración de fuentes basadas en recursos renovables directamente en la red es difícil debido a su naturaleza volátil, aleatoria e incierta causada por la dependencia de las condiciones ambientales, y dado que la microrred está compuesta por una composición de fuentes de generación distribuida, módulos de almacenamiento y un conjunto de varias de cargas, son sistemas que necesitan de un adecuado estudio para obtener una interfaz apropiada entre la microrred y la red del sistema eléctrico [41].

Por lo tanto, se puede definir a la microrred como el conjunto de sistemas distribuidos localmente de cierta capacidad, junto con equipos de almacenamiento y engloba a las cargas, estos sistemas tienen la capacidad de trabajar de forma interconectada con la red eléctrica y de forma aislada. Sin importar si se conecta o no a la red estos sistemas mejoran la confiabilidad, eficiencia energética, la calidad energética del servicio que se entrega a los usuarios relacionados, es menos contaminante y económica.

2.4.1. Clasificación y modos de operación de las Microrredes

Las microrredes son una solución óptima y confiable para integrar la generación distribuida a los sistemas eléctricos. Las microrredes pueden tener conexión en las líneas de distribución en corriente alterna AC y continua DC. En base al esquema estructural de la microrred se determina el funcionamiento de su línea de distribución y para cada caso se presentan características, ventajas y desventajas. A continuación, se revisan las opciones para microrredes de conexión AC y DC en detalle para analizar las opciones disponibles para la implementación y configuración de las microrredes. Este análisis es una herramienta para elegir la configuración de microrred adecuada a las necesidades de cada situación. A las Microrredes se las ha clasificado según la corriente que

utiliza para su operación, por este motivo existen sistemas AC, DC y también existe híbridos que incluye múltiples subredes, algunas son AC y otras DC, teniendo las siguientes características [42]:

- **Microrred AC:** este tipo de sistema opera en corriente alterna debido a que la mayoría de la demanda tiene un consumo AC, en la Figura 10 se esquematiza esta microrred. También se relaciona con la red de distribución que opera en AC y es posible trasladar energía por largas distancias y transformar el voltaje a varios niveles, esto le da a esta red viabilidad operativa y superioridad sobre la red DC. Para las cargas DC y para las energías renovables que se usen es necesaria la incorporación de inversores.
- **Microrred DC:** estas redes trabajan bajo un esquema de abastecimiento en corriente continua, la generación, el almacenamiento están en la misma línea, pero en vista de que algunas fuentes generan en AC, también la red eléctrica es AC al igual que la mayoría de las cargas entonces se requieren de dispositivos adicionales como inversores y controladores de carga que encarecen al sistema, también es necesario adicionar un acople para interconectar con el sistema central. En la Figura 10 se visualiza este tipo de microrred.

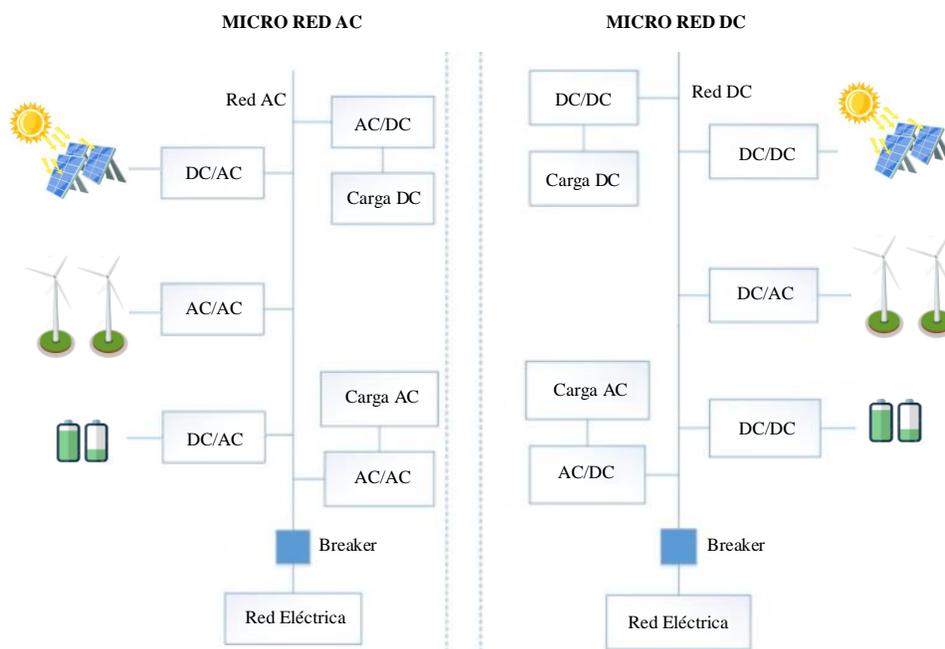


Figura 10 Estructura de una micro red AC y DC.

Fuente: [42].

- **Microrred híbrida:** las microrredes híbridas aún son producto de investigación, para esta nueva topología es necesario un excelente método de control para los cambios de parámetros entre AC y DC de la generación distribuida, almacenamiento, carga y la red eléctrica. Resultan una excelente opción para acoplar tanto la generación y demanda AC/DC ya que cuentan con los dos tipos de corriente en el mismo sistema y a su salida se acopla a la red.

Las microrredes son redes pequeñas que generalmente funcionan con una combinación de energía solar, eólica o de biomasa para proveer de energía limpia, aunque pueden usar fuentes basadas en la combustión. Las microrredes permiten la gestión de la energía según el consumo y la generación producida para dar confiabilidad por un servicio sin interrupciones. Esta tecnología cumple con los requerimientos de la carga al crear un sistema eléctrico autónomo configurado como una isla sostenible energéticamente en base a recursos locales, aunque la microrred también puede operar sincronizada con la red eléctrica de transmisión y distribución primaria lo que da mayor eficiencia, seguridad y confiabilidad, como se presenta en la

Figura 11.

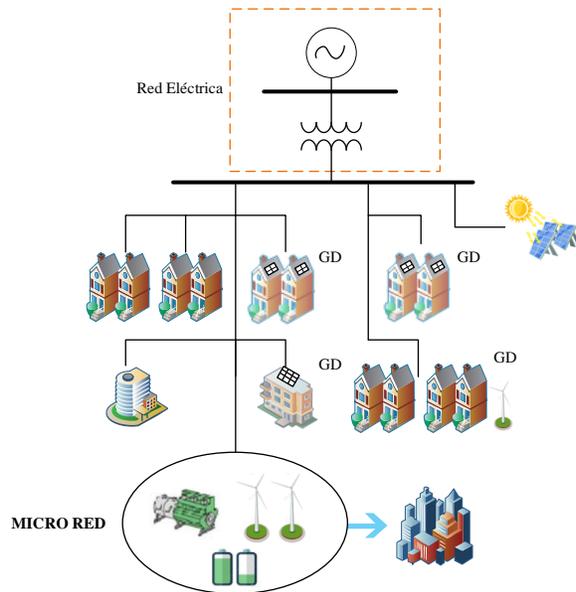


Figura 11 Modo de conexión de la microrred.

Fuente: Autor.

La Figura 12 resume el marco con el que operan las microrredes en función de su estructura, modo de operación, recursos que abarca, enfoque de consumos y escala, con su respectiva clasificación.

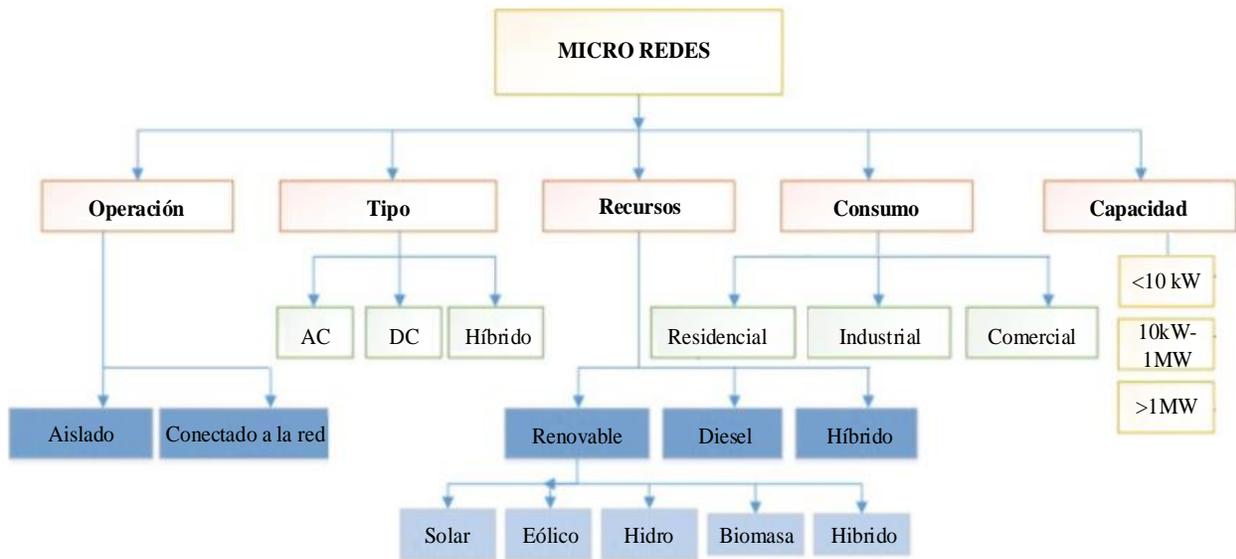


Figura 12 Clasificación de las microrredes.

Fuente: [43].

2.4.2. Arquitectura general de una microrred

Existen diferentes arquitecturas de microrredes y enfoques de gestión. Por lo que es necesario explorar los conceptos de arquitectura y proporcionar un análisis detallado para tener un escenario completo para un posterior diseño de las microrredes, la Figura 13 grafica la arquitectura base de la microrred donde básicamente se observa que son sistemas interconectados que consisten en módulos de control central de la microrred, control de las fuentes de generación distribuida, control de las cargas, medios de almacenamiento de energía y comunicación.

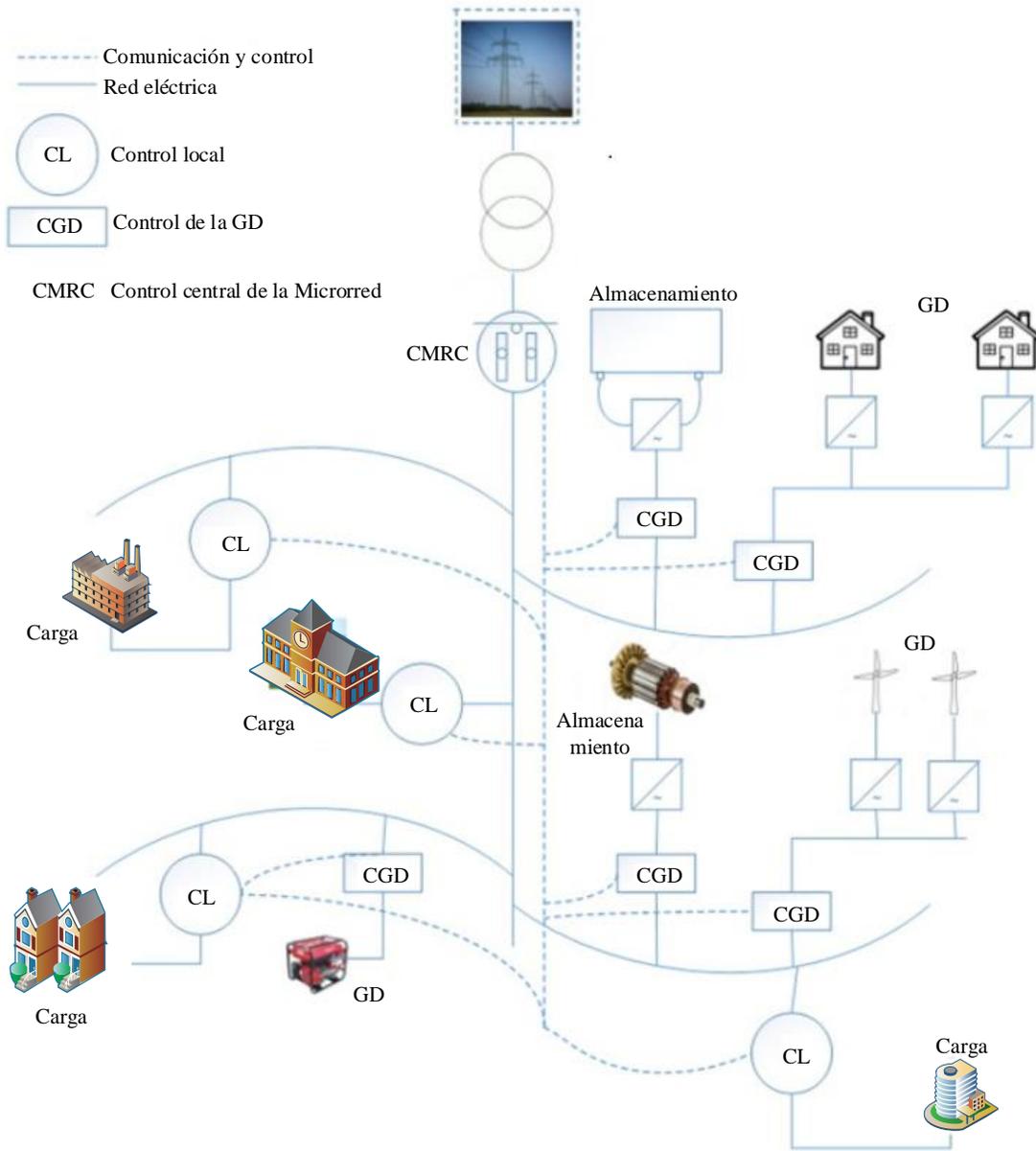


Figura 13 Estructura general de una microrred.

Fuente: [44].

Una microrred es un sistema integrado en el que las fuentes de energía distribuida forman una red que proporciona de energía eléctrica a un número variable de cargas distribuidas. Ambos elementos constituyen la mayor parte de la microrred, pero también se considera como recurso energético distribuido a los esquemas de acumulación de energía siendo un importante

complemento para las fuentes renovables, y estos sistemas requieren además de otras infraestructuras que se puntualizan a continuación [45].

- **Fuentes de generación distribuida:** en la microrred se combinan diferentes tipos de GD que provienen de recursos renovables o no renovables. Al considerar a generadores distribuidos que se caracterizan por estar cerca de los puntos de consumo se aprovecha el recurso energético local. Se puede resaltar que de las fuentes no renovables tanto como las máquinas de rotación alternas, así como las turbinas de generación de gas son las más eficientes y más usadas; mientras que las fuentes renovables más eficientes son las pequeñas hidro y eólicos.
- **Sistemas o equipos de almacenamiento energético:** la importancia de la inclusión de estos sistemas de almacenamiento es porque mejora la estabilidad, los índices para calidad para la red, la confiabilidad en el suministro y el rendimiento de la microrred. Existen varios procedimientos para estimar la cuantía de energía a ser almacenada con base a parámetros y consideraciones de las fuentes; para sistemas aislados o conectados a la red son indispensables porque garantiza un suministro de energía confiable y ayuda a lograr una mayor calidad energética.
- **Punto común de acoplamiento:** este proceso de acoplamiento se lleva a cabo para funcionar al sistema eléctrico central con la microrred, es decir que un sistema aislado o interconectado tiene la facultad de enlazarse a la red y lo puede hacer a través de un convertidor de potencia e interruptores.
- **Líneas de enlace:** es una línea que sirve para conectar los elementos de la microrred con sus respectivos elementos, para el caso de las microrredes AC usan líneas monofásicas o trifásicas, y en las microrredes DC es monopolar, homopolar o bipolar
- **Elementos de protección:** Las microrredes, ya sea que estén conectadas o desconectadas del sistema eléctrico, deben tener componentes de seguridad para garantizar una operación segura.
- **Sistema de monitoreo:** este sistema se caracteriza por controlar y supervisar parámetros como el voltaje, corriente, frecuencia y calidad energética para garantizar una operación adecuada de la microrred.

- **Convertidores:** estos elementos sirven conectar los elementos de la microrred (recursos energéticos distribuidos y las cargas) con las líneas de distribución de la microrred con la correcta potencia, voltaje y corriente.
- **Controlador:** debido a la participación de diversas fuentes y elementos que involucran diferentes variables en la microrred, este medio de mando se encarga de recopilar la información, procesarla y coordinar acciones a realizar como la entrega de carga niveles de voltaje y producción de energía; tanto las microrredes AC y DC tienen un medio de control jerárquico con distintas funciones.

2.4.3. Estructura de control de una microrred

La idea de un centro de energía se basa en el concepto de extender el control de la demanda y el suministro de electricidad a múltiples fuentes de energía para abastecer a varios consumidores de energía. La estructura de control de una microrred se encarga de controlar la carga, gestionando óptimamente el balance energético del sistema, se compara la producción total con la demanda de la microrred y se analiza si la carga es mayor que la demanda y ejecuta acciones de regulación, como la acción sobre el voltaje y la frecuencia para conservar estable al sistema [46].

La función de la microrred es proporcionar energía eléctrica a diferentes cargas en la microrred, se combinan diferentes fuentes de energía en una red principal. Por lo tanto, existe la necesidad de controladores en la microrred para coordinar adecuadamente las fuentes de alimentación para garantizar un funcionamiento exitoso. Un controlador de microrred monitorea la energía generada por las fuentes agregadas y se ajusta según sea necesario para mantener el equilibrio del sistema.

Debido a que los sistemas de energía modernos son complejos, incluyendo a las microrredes, requieren mecanismos de control inteligente, un sistema de energía requiere de gestión que se organiza como un diagrama de control descentralizado o como una jerarquía de gestión, esta se divide en niveles. Los diferentes niveles corresponden a diferentes cronogramas de tareas de gestión a realizar en cada nivel. Los niveles de control primarios son tareas de control con escalas

de tiempo de milisegundos a segundos, esto se realiza localmente por la microrred. Los controles secundarios especifican el desempeño económico de la microrred en escalas de tiempo que van de segundos, minutos y hasta una hora. Y el mayor grado de control, es el terciario opera en escalas de tiempo de minutos, horas a días, principalmente sobre la coordinación del alimentador perteneciente a la microrred con el sistema eléctrico. Aunque los tres niveles de jerarquía están estandarizados, para las microrredes aisladas funcionan hasta el segundo nivel de jerarquía porque no hay conexión con la red principal [47]. Las funciones de los niveles jerárquicos de control de una microrred están en la Tabla 3.

Tabla 3 Niveles jerárquicos de control de una microrred.

Nivel jerárquico	Periodos	Funciones de control
Primario	Milisegundos y segundos	<ul style="list-style-type: none"> • Control de frecuencia y voltaje • Examen de la potencia de reparto tanto activa como reactiva. • Detección de cargas aisladas. • Controlar la calidad • Toma de decisiones de resincronización y aislamiento. • Compensación de desviación de estado estable de voltaje y frecuencia • Control de calidad de energía
Secundario	Segundos, minutos hasta 1 hora	<ul style="list-style-type: none"> • Esquema en vivo de administración de energía • Conectado a la red: control de transición de modo aislado • Administración de la carga (deslastre de carga)
Terciario	Minutos, horas y días	<ul style="list-style-type: none"> • Coordinación y control de flujo de carga bidireccional • Coordinación de Múltiples microrredes • Servicios complementarios

Nota: Fuente: [47]

2.4.4. Análisis económico de la implementación de una microrred

Se puede realizar un análisis económico de la microrred observando los beneficios y costos involucrados. Se reflexionan sobre dos asuntos principales: la producción local vista desde el lado del consumo y el marco de economización de servicios públicos en función de la planificación de la expansión desde el sistema eléctrico centralizado. Las principales ventajas son una mayor

confiabilidad para los partícipes de la microrred, es rentable y brinda suficiente generación de energía.

Los costos se pueden dividir en costos de construcción de una microrred y costos relacionados con la operación de la microrred. El primer conjunto de costos es el más representativo y se refiere a la implementación del sistema mostrado en la Figura 14, y el segundo conjunto de costos se relaciona a los costos que tiene el operador de la red en la puesta en operación y las actividades que mantienen en condiciones óptimas a la microrred que igual se ve en la Figura 14, que depende de la configuración de la microrred, del método de optimización y de las técnicas para superar problemas técnicos como sobre voltajes, perturbaciones, asimetría de voltaje y sobrecarga [45].



Figura 14 Costos vinculados a una microrred.

Fuente: [45].

3. MARCO METODOLÓGICO

En este ítem se expone el esquema metodológico usado para la planificación energética que se pretende implementar para abastecer la demanda de la Estación Experimental Santa Catalina INIAP, detallando aspectos y procedimientos que conllevan a determinar, desde el enfoque técnico y económico, el mecanismo óptimo para la planificación de la generación que se utilizarán tomando en cuenta la disponibilidad del recurso.

El abastecimiento de la carga para un plazo (mediano y largo) conlleva a determinar una planificación energética la cual de forma óptima se realiza la elección de los potenciales proyectos para generar electricidad, los cuales cumplirán los requerimientos energéticos de las demandas. La planificación depende del objetivo que se pretenda obtener, entre estos objetivos se puede citar la minimización de los costos o utilización de recursos primarios costosos o maximización de beneficio por venta de energía o beneficio social. [38].

Durante varios años el abastecimiento de la demanda se ha fundamentado particularmente en el uso de la generación térmica que se basa en combustibles fósiles y sistema centralizados de energía, aspecto que ha ocasionado diversas problemáticas tales como incremento a los costos, implementación de subsidios, degradación ambiental entre otros. En sistemas eléctricos aislados aún se depende de generación de baja calidad, costoso e ineficiente, lo que conlleva al encarecimiento del costo de vida. Por lo citado, a nivel mundial se ha incorporado lo que se ha denominado la planificación energética descentralizada, la cual aplica la utilización eficiente de los recursos, su diversidad y las demandas a ser abastecidas de forma geográfica, lo cual permite obtener una solución a las necesidades de cada demanda en función a la zona geográfica.

Bajo lo descrito, el diseño y planificación de sistemas de generación se sujeta a la cuantía de energía a ser obtenida en la etapa de producción y conservar el balance entre lo producido y abastecido. Para sistemas que se encuentran distantes o alejados, es prioritario el desarrollo de sistemas de generación que permita el abastecimiento de la demanda de manera autónoma en gran parte del tiempo, razón por la cual, el nivel de confiabilidad y la relación con el costo de producción

de electricidad del sistema es más acentuada. Adicional un parámetro relevante es la demanda a abastecer, por lo cual es necesario hallar la representación de la curva de carga, misma que influenciará directamente en el dimensionamiento del sistema de generación. Con base a lo descrito, la metodología descrita seguidamente pretende, de forma prioritaria, escoger los tipos de generadores que se adecuen a los recursos energéticos disponibles y la carga prevista; determinando la solución energética óptima, en tal sentido, la Figura 15 muestra el bosquejo usual de la metodología.

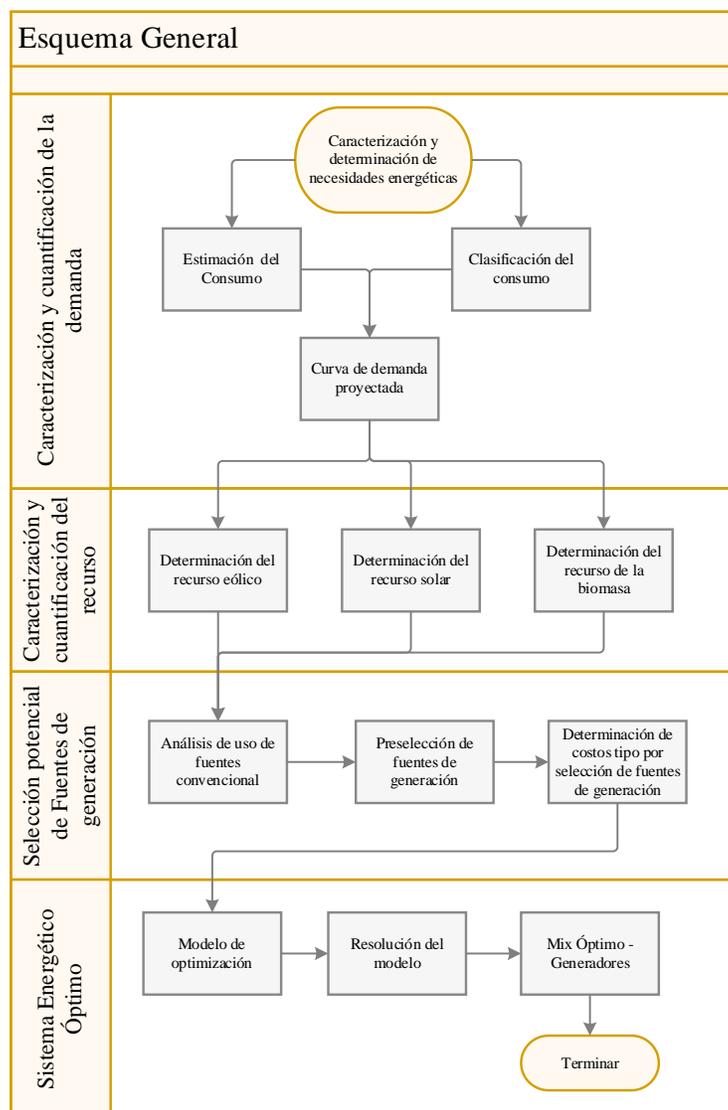


Figura 15 Metodología – Esquema General.

Fuente: Autor.

3.1. Caracterización y cuantificación de la demanda

El determinar las características, parámetros y aspectos del lugar geográfico, la demanda, los posibles consumos a incrementarse, es la base para lograr una planificación y diseño de la solución energética óptima. En este contexto, las entidades, instituciones u organismos promotores deben contar con la suficiente información para definir el tipo de cargas, uso temporal de las mismas, potencias nominales, cantidad de componentes, las características geográficas, económicas y la energía posible a consumir.

En ausencia de la información descrita anteriormente, generalmente en áreas remotas, se realiza una revisión, codificación e investigación de la información relacionada con la propiedad a ser abastecida, los resultados son la base del análisis inicial. El tratamiento de los datos y demás información determina los requisitos de la demanda de energía, las especificaciones y la probabilidad o frecuencia de uso de los factores de carga, aspectos que permiten obtener una curva o perfil de demanda, siendo un parámetro importante a la hora de planificar y diseñar el sistema de generación.

A nivel internacional y a modo de citarlo de forma general, se puede indicar que existen tres tipos de posibles estudios asociados a la demanda, los cuales corresponden a: i) Estudio de la población, es decir cantidad y tipo de elementos a abastecer y su impacto; ii) Estudios de las cargas, determinando la forma de consumo y su período de utilización; y, iii) Estudios técnicos con el afán de establecer el tipo de suministro a aplicar a la demanda, aspectos de conexión a redes o en microsistemas, georreferenciación entre otros aspectos para evaluar técnicamente las cargas y su impacto en la red y en el abastecimiento [48].

En relación a la elaboración de estudios de caracterización, éstos permiten determinar la cuantía de cargas, de ser el caso, clasificarlas en categorías que puede ser por su capacidad o tipo de consumo, lo que permite definir una caracterización de tipo general que guiará posteriormente las acciones asociadas a la priorización de las acciones, es el establecimiento de la cuantía de elementos, el uso de los recursos energéticos y la extrapolación de datos, lo que permitirá definir

curvas características de consumo que servirán de entrada en la planificación energética [48], a modo de ilustración, se presenta la Tabla 4 que mostrar una clasificación resumen de la carga compilando y tratando la información de los parámetros relacionados.

Tabla 4 Clasificación de cargas.

	Cargas leves	Cargas significativas	Valor
Capacidad nominal	-	-	VA
Voltaje operacional	-	-	V
Cantidad	-	-	-
Uso de los elementos	-	-	horas
Energía estimada	-	-	KWh

Nota: Fuente: Autor.

La información debe ser analizada de forma que, con base a criterios técnicos, se obtenga una perspectiva de la potencia y energía de la carga a ser abastecida, considerando su incidencia y su frecuencia de uso, entre los criterios principales se pueden citar: i) Incremento previsto de la carga; ii) Fuentes de generación o suministro existentes; iii) Ampliaciones de infraestructura de la red para abastecer el consumo. Otros parámetros a identificar en el proceso de caracterización pueden ser los siguientes:

- *Actividad Económica:* En la caracterización es clave definir las actividades económicas del predio que se pretende abastecer, entre ellas pueden clasificarse como residencial, comercial e industrial, existiendo subdivisiones de ser el caso.
- *Parámetros de la carga:* Corresponde a una descripción pormenorizada de las cargas, es decir el tipo de carga, su potencia, utilización y ubicación, cantidad de elementos segmentos o procesos.
- *Mecanismos actuales de abastecimiento de la demanda:* Este aspecto conlleva a la identificación de forma detallada las fuentes de energía que brindan el abastecimiento de la carga, sean estos baterías, paneles solares, generadores diésel o la red eléctrica.
- *Identificación de contras por las fuentes existentes:* Dado los mecanismos de abastecimiento de la demanda, éstos pueden tener incidencia negativa en diferentes

aspectos, como pueden ser ambiental, económico, técnico, entre otros, en tal sentido, esta identificación permite establecer las posibles mejoras sobre la base de una optimización en el abastecimiento.

- *Consumo eléctrico estimado:* El principal objeto de la obtención de la información a través de un estudio de campo, es determinar las necesidades a nivel de potencia y energía de la carga, para el efecto es necesario el detalle de cargas que se abastecerán; puede tomarse datos generales de uso o valores tabulados sobre la base de mediciones, tomando en cuenta el crecimiento esperado.
- *Identificación de actividades a tecnificar:* La incorporación de micro redes generan la oportunidad de tecnificar las actividades económicas, produciendo un crecimiento económico, razón por la cual, es importante conocer el tipo de actividades que desarrolla el predio a ser abastecido, las características y las metas que persigue, para brindar un asesoramiento que determine propuestas de mejoras sobre la actividad que se asociarán al consumo energético y su beneficio económico.
- *Períodos de consumo:* Como requisito principal, aparte de conocer la potencia de la demanda a ser abastecida, es necesario establecer el horario en los cuales las cargas pretenden ser abastecidas por el suministro eléctrico.
- *Información al consumo de predios adyacentes:* En caso de existir alguna carga, sea una población, predio comercial o industrial, que cuente con electricidad y que se encuentre de manera adyacente a la carga que se pretende abastecer, es recomendable conocer la información del consumo; lo cual podría servir para establecer modelos comerciales del suministro de energía y beneficiarse por una venta de electricidad sobre la base del recurso energético y la producción electricidad.
- *Análisis de eficiencia energética:* Al definir la carga, su curva característica y la proyección, se puede proceder a un análisis de eficiencia energética, para establecer los procedimientos,

actividades o acciones enfocadas a una mejora energética, resultado que insta a las acciones evaluando los costos y una mejora sustancial a nivel energético. La evaluación permite dar guías para tecnificar procesos, asesorando sobre las acciones para un ahorro energético, la integración de generación y demanda bajo parámetros óptimos.

3.1.1. Estimación de la demanda o consumo.

La adecuada caracterización y determinación de la demanda de energía, establece aspectos fundamentales para el abastecimiento energético futuro. Los datos recopilados deben ser tratados de forma tal que, se establezcan supuestos del consumo de energía de forma diaria y mensual, lo cual se logra mediante la proyección de la demanda, tomando en cuenta aquellos periodos de tiempo que se estiman para su usanza y la carga demandada, dichos aspectos servirán en la elaboración de la denominada la curva de demanda o carga.

A manera inicial se determina la energía diaria de consumo, para el efecto, se establece la potencia nominal de los elementos, individualmente, adicionando también el periodo medio de uso por cada uno, por regla de diseño y en caso de no conocer la potencia de algún elemento, el valor estimado se deberá redondear de forma ascendente por un margen de diseño [17]. Consecutivamente, se calcula la energía, por tanto, se calcula el consumo medio diario ED_{md} (Wh), la cual corresponde al consumo promedio diario, su formulación es:

$$ED_{md} = \sum P_j \cdot t_j \quad (1)$$

Para el caso, P_j (W) es la potencia nominal de cada elemento; y, t_j corresponde al tiempo de uso al día (h/día): Una vez determinado el consumo diario se procede a determinar el consumo medio mensual, el consumo medio anual, tomando en cuenta una ocurrencia en función del uso del elemento.

3.1.2. Clasificación de consumo

A fin de poder determinar las cargas que pueden ser gestionadas por las fuentes de generación o a través de mecanismos que permitan la eficiencia energética, se exige de la priorización de la demanda o carga, de forma individual o por grupos de cargas, de esta forma se conoce las potenciales cargas que pueden ser significativas y que no deben ser abastecidas de forma prioritaria y en el caso extremo que sea adaptado a la generación y minimizar el impacto en el caso de no abastecimiento, según [16] los niveles de priorización se dividen en dos o tres grupos.

3.1.3. Estimación de la curva de la demanda

Para diseñar un sistema de suministro (parque generador) es necesario conocer la curva de carga o el perfil de demanda horario, las cuales mostrarán la demanda en cada instante de tiempo que se requerirá durante el día, por lo tanto, se puede señalar que la curva de demanda estará formada por el cuadro de consumo previamente definido, estableciéndose supuestos para el perfil según el crecimiento de la carga.

La utilización de curvas de carga diarias de demandas similares a las que se pretende suministrar, es factible, así también, en el caso de que la demanda este ubicada geográficamente en zonas donde exista variaciones estacionales, se requiere establecer patrones que muestren y pronostiquen permutaciones de los consumos de electricidad dependiendo de la periodicidad y de esta forma obtener curvas de demanda en función a la estacionalidad. Comúnmente, el suministro de energía es diseñado sobre la base de las curvas de carga de los meses más críticos según su estacionalidad, esto puede tener incidencia negativa en el dimensionamiento y costos adicionales de los sistemas, dado que es un escenario extremo. A modo de ejemplo, la Figura 16 establece una curva de demanda típica para consumidores industriales.

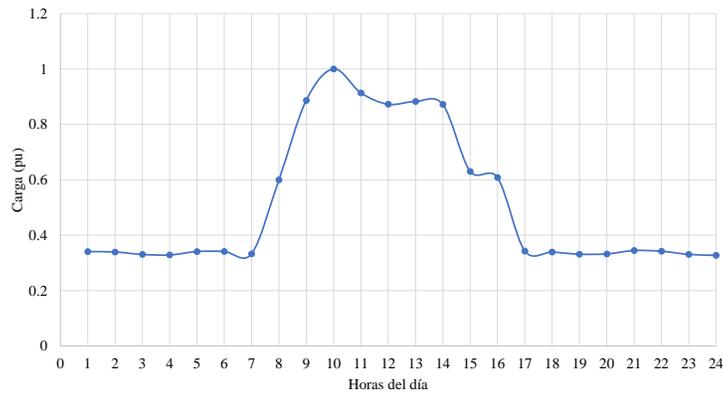


Figura 16 Perfiles tipo de demanda para usuarios industriales.
Fuente: [16].

3.2. Caracterización y cuantificación del potencial energético para el suministro

Esta sección evalúa el recurso de energía primaria requerido para los potenciales tipos de generadores que se pueden considerar para su implementación. Después de estos análisis, es posible determinar las potenciales fuentes a ser desarrolladas, las cuales serán preseleccionadas e incorporadas en el modelo de optimización, determinándose posteriormente cuál de las tecnologías preseleccionadas es la óptima.

En primer lugar, se examinan la disponibilidad de los recursos energéticos disponibles en el área, que logran utilizarse para producir electricidad a través de generadores intermitentes. Previo al detalle de los análisis, se requiere una preselección menos detallada, con el objetivo de excluir por completo tecnologías inútiles por la carencia del recurso, por tanto, la primera etapa del análisis es la depuración de fuentes no aplicables.

Después de la selección inicial de las fuentes, se realiza un análisis detallado del potencial energético. Para el caso de la Estación Experimental Santa Catalina del INIAP, se encontró una mayor proporción de recursos primarios para producción de electricidad mediante tecnología fotovoltaica, biomasa y eólica; razón por la cual, los análisis posteriores que se detallan se enfocaran a la determinación del potencial energético que brindan los recursos indicados.

3.2.1. Recurso Eólico

Aplicando el principio de Bernoulli, se puede estimar el potencial que brinda el viento, por tanto, la potencia entregable se puede hallar usando la ecuación de flujo másico de aire que brinda la energía cinética [49].

$$P = \frac{dKe}{dt} = \frac{1}{2} \cdot v^2 \cdot \frac{dm}{dt} \quad (2)$$

El caudal másico del aire por segundo está determinado por la derivada del valor másico $\frac{dm}{dt}$ que se produce en el área producida por las aspas del rotor. Para cualquier caudal promedio ($\bar{Q} = A \cdot \bar{v}$), el flujo másico ascendente se puede expresar en unidades de volumen de aire como:

$$\frac{dm}{dt} = \rho \cdot \frac{dv}{dt} = \rho \cdot A \cdot \bar{v} \quad (3)$$

Donde ρ [kg/m³] corresponde a la densidad del aire en condiciones normales y su valor asciende a 1.2929 kg/m³ y A [m²] es área creada por las palas del rotor. Por otra parte, la potencia que puede extraerse del viento incumbe a la velocidad media obteniéndose:

$$\frac{dm}{dt} = \rho \cdot A \cdot \frac{(v_1 + v_2)}{2} \quad (4)$$

Por lo señalado, la diferencia de la energía cinética es producida por la variación de la velocidad que ingresa y sale de la turbina, en tal sentido, la potencia neta de tipo mecánico de la turbina se impone entonces bajo la siguiente formulación:

$$P = \frac{dKe}{dt} = \frac{1}{2} \cdot (v_1^2 - v_2^2) \cdot \frac{dm}{dt} \quad (5)$$

Combinando las ecuaciones se obtiene:

$$P = \frac{1}{4} \cdot \rho \cdot A \cdot (v_1^2 - v_2^2) \cdot (v_1 + v_2) \quad (6)$$

$$P = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot A \cdot C_p \cdot v_1^3 \quad (7)$$

Donde C_p corresponde al coeficiente que evalúa la eficiencia del rotor, el cual es una relación entre las velocidades, matemáticamente corresponde una función de $\frac{v_1}{v_2}$, y su cota superior es obtenido cuando $\frac{v_1}{v_2} = \frac{1}{3}$

$$C_p = \frac{1}{2} \cdot \left(1 - \frac{v_2^2}{v_1^2}\right) \cdot \left(1 + \frac{v_2}{v_1}\right) \quad (8)$$

$$C_{pmax} = \frac{16}{27} = 0.5925 \quad (9)$$

El valor de C_{pmax} se denomina límite de Betz y es obtenido considerando que la energía mecánica entregada por el generador no puede corresponder al total de energía cinética. De conformidad a lo establecido en [50], los valores característicos de este factor suelen estar en el rango de 0,35 a 0,45. Las limitaciones de diseño de la máquina significan que el valor real de C_p es 0,5 o menos. Particularmente, los constructores brindan una curva C_p que depende de la velocidad del recurso eólico, pero por lo general, los constructores brindan una curva de potencia de la turbina eólica en función de la velocidad del viento, misma que sirve para establecer la producción de energía en un lugar en particular. La Figura 17 expone una curva de potencia, de la cual se establece tres zonas, la primera en la cual la turbina comienza a entregar potencia, la segunda etapa corresponde a cuando la turbina se encuentra operando a velocidad nominal alcanzando la potencia máxima; y, una tercera etapa cuando la turbina no produce potencia por condiciones de seguridad, lo cual ocurre cuando la velocidad alcanza la velocidad de parada.

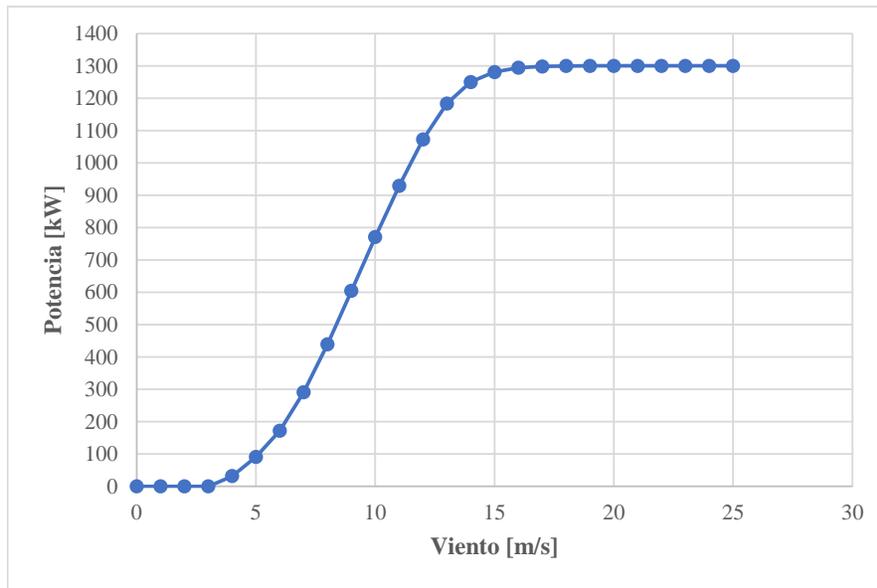


Figura 17 Curva de potencia vs viento.
Fuente: [51].

Viento [m/s]	Potencia [kW]	Viento [m/s]	Potencia [kW]
0	0	13	1183,1
1	0	14	1250,1
2	0	15	1281,1
3	0	16	1294
4	32,1	17	1298,2
5	91,6	18	1299,5
6	172,5	19	1299,8
7	291,2	20	1300
8	439,3	21	1300
9	604,3	22	1300
10	770,6	23	1300
11	928,7	24	1300
12	1072,2	25	1300

Según el análisis, se colige que la potencia entregada por un generador eólico depende de los siguientes factores: i) El área cubierta por las aspas; ii) Velocidad del viento; y, iii) La densidad del aire. La densidad del aire, por otro lado, generalmente se mide en el sitio, si no se puede medir, se puede calcular usando la ecuación de gas ideal[51]:

$$\rho = \frac{P}{R \cdot T} \quad (10)$$

Donde, P , T y ρ corresponde a la presión (N/m^2), temperatura ($^{\circ}\text{K}$) y densidad del aire (kg/m^3), respectivamente, mientras que R es la constante específica de gas del aire ($287 \text{ J/kg}^{\circ}\text{K}$);

En el caso de no contar con el dato de la presión del sitio, ésta puede calcularse tomando en cuenta la temperatura y altura del emplazamiento de conformidad a la siguiente ecuación:

$$\rho = \rho_0 \cdot e^{-\frac{z}{8435} - \frac{t-15}{288}} \quad (11)$$

Donde z corresponde a la medida de altura, mientras t corresponde a la temperatura; y, ρ_0 es la densidad del aire al nivel del mar.

La velocidad media del viento determina el recurso eólico, sin embargo, la Densidad de Potencia Disponible establece una señal más acertada del potencial de la energía eólica, este parámetro corresponde a la razón entre la potencia con respecto al área, por tanto, la velocidad promedio del viento es la misma, pero la distribución es distinta al igual que la densidad de potencia en dos lugares distintos, la formulación matemática corresponde a la siguiente:

$$WPD = \frac{1}{2n} \cdot \sum_{i=1}^n \rho \cdot v_i^3 \quad (12)$$

Donde, v_i corresponde a la velocidad del viento (m/s), ρ es la Densidad del viento (kg/m^3), n es la cuantía de datos registrados; y, WPD es la densidad de potencia del viento

La ecuación expuesta es aplicable para registros de medición evaluados por hora, o en periodos cuarto-horarios, sin embargo, no es adaptable para los registros mensuales o anuales, esto se debe a que el promedio excluye una cantidad importante de registros de velocidades altas, que permite estimar la densidad de potencia con mayor precisión.

En un análisis realizado por el Departamento de Energía de EE. UU, como se especifica en [52], se encontró fuentes de viento promedio anuales superiores a 400 W/m^2 de al alrededor de 7 m/s a 50 m de elevación, son las condiciones adecuadas para la escala comercial. Para el caso de zonas rurales o aisladas, el uso de fuentes eólicas es viables con una densidad de potencia del viento a 200 W/m^2 ubicado a 50 m sobre el suelo y con una velocidad promedio de alrededor de $5,5 \text{ m/s}$.

Por lo expresado anteriormente, la potencia de salida de una turbina eólica está relacionada con la velocidad del viento elevada al cubo; por lo tanto, es sumamente importante estar al tanto de cómo se comporta el viento, para el efecto, el registro de la medida de la velocidad del viento puede ser obtenida con instrumentos de medida como anemómetros, mientras que la dirección del viento puede ser determinada por una veleta. La velocidad se puede promediar o expresar como un valor instantáneo.

Los intervalos de medida para determinar la velocidad media se estiman entre 10 a 15 minutos agrupados por horas, días y meses, complementario a lo indicado es recomendable la ejecución de planes de medición de por lo menos un año de plazo. Adicional a lo indicado y con el fin de determinar el potencial eólico, es relevante identificar la altura a la que se efectúa la medida, así mismo, es ansiado estar al tanto del tipo de emplazamiento debido a que los obstáculos ubicados en el sitio, pueden restar la velocidad del recurso eólico.

La representación de la velocidad promedio, la distribución de la dirección del viento, la contribución energética por dirección, puede ser obtenidas mediante el diagrama conocido como la rosa de vientos. La Figura 18 muestra un ejemplo de frecuencia y densidad de potencia de un aerogenerador mediante el uso de la rosa de los vientos.

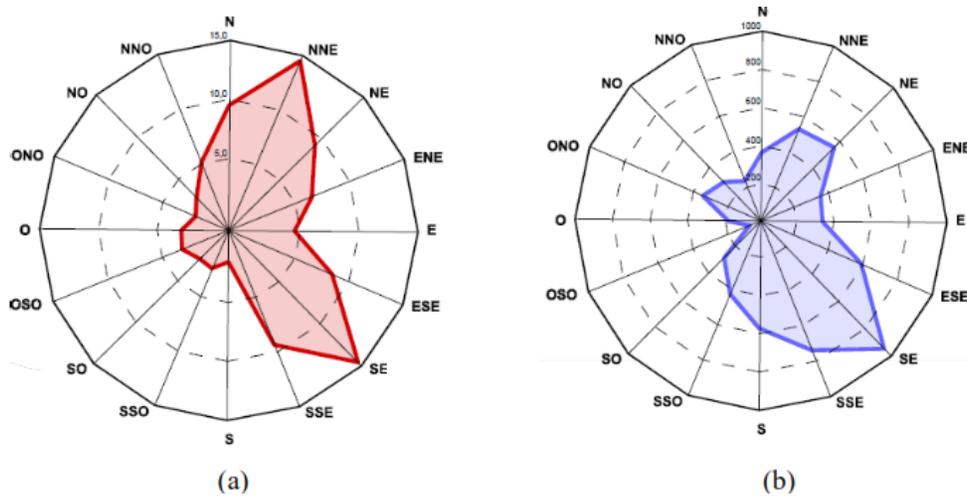


Figura 18 Rosa de los vientos (a) Frecuencia – (b) Potencia [W/m²].

Fuente: [53].

Una representación adicional y practica para deducir el potencial eólico y la potencia en la zona particular es la denominada curva de distribución de velocidad, la misma que figura valores de velocidad independientemente de la dirección, la cual indica con qué frecuencia ocurre cada velocidad durante un período de tiempo determinado, que por lo general es de al menos un año. La Figura 19, muestra la curva de velocidad extraída de [49]. Esta representación ayuda a presentar los modelos estadísticos, como las distribuciones de Rayleigh y Weibull, los cuales son plenamente aplicables para el modelado de recursos eólicos.

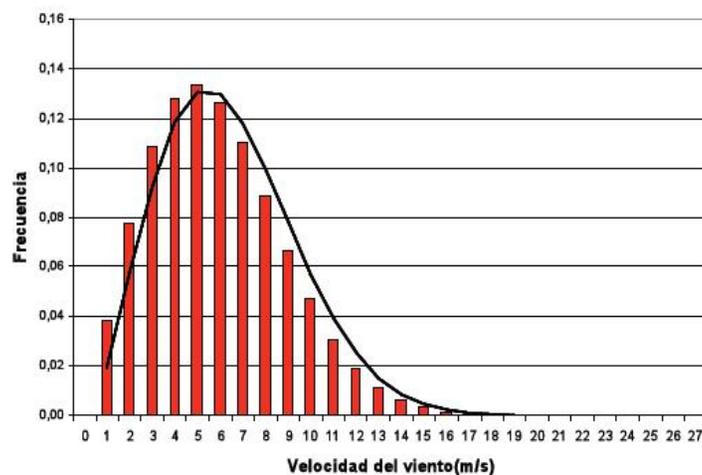


Figura 19 Curva de frecuencia de velocidades

Fuente: [49].

De los estudios realizados, la distribución de las frecuencias del viento se aproxima a una función de distribución de probabilidad conocida como Weibull, misma que se expresa mediante la siguiente ecuación:

$$f(v) = \frac{k}{c} \cdot \left(\frac{v}{c}\right)^{k-1} \cdot e\left[-\left(\frac{v}{c}\right)^k\right] \quad (13)$$

Donde, c corresponde al factor de escala, k es el factor de forma y v es la velocidad del viento. Dada la función de distribución, se obtiene la velocidad media \bar{v} , así como la desviación estándar σ , con estos parámetros se calcula el coeficiente k y posteriormente es determinado el factor c usando las siguientes expresiones:

$$k = \left(\frac{\sigma}{\bar{v}}\right)^{-1.086} \quad \forall 1 \leq k \leq 10 \quad (14)$$

$$c = \frac{\bar{v}}{\Gamma\left(1+\frac{1}{k}\right)} \quad (15)$$

En la Figura 20 se presenta diferentes funciones de distribución de Weibull, para distintos valores de k , pero con un $c=6\text{m/s}$, de lo cual se puede señalar que, para valores bajos de k , conlleva distribuciones más amplias.

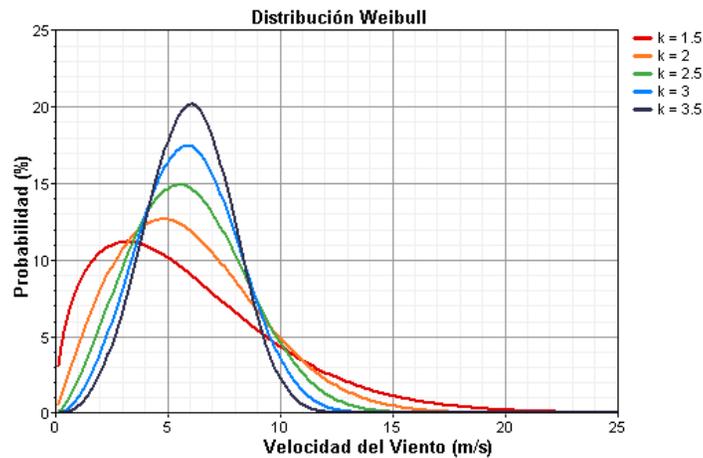


Figura 20 Curva de frecuencia de velocidades con k variante
Fuente: [49].

Cuando $K=2$ se obtiene la función de distribución de Rayleigh, la cual es comúnmente usada como referencia para los criterios establecidos en los estándares a nivel internacional [54]. De acuerdo a [50], la función de distribución de Weibull representa la curva de distribución de velocidades, para lo cual se usan las expresiones siguientes:

La probabilidad de que v este en el rango desde 0 y V_x , corresponde a:

$$P(v \leq v_x) = \int_0^{V_x} f(v) dv = 1 - e\left[-\left(\frac{v_x}{c}\right)^k\right] \quad (16)$$

La probabilidad de que v sea mayor que V_x , corresponde a:

$$P(v \geq v_x) = \int_{V_x}^{\infty} f(v) dv = e\left[-\left(\frac{v_x}{c}\right)^k\right] \quad (17)$$

La Figura 21 muestra una función de distribución de Weibull la cual es formada usando las ecuaciones exhibidas en contraste con la curva de frecuencia de velocidades que es determinada sobre la base de las mediciones.

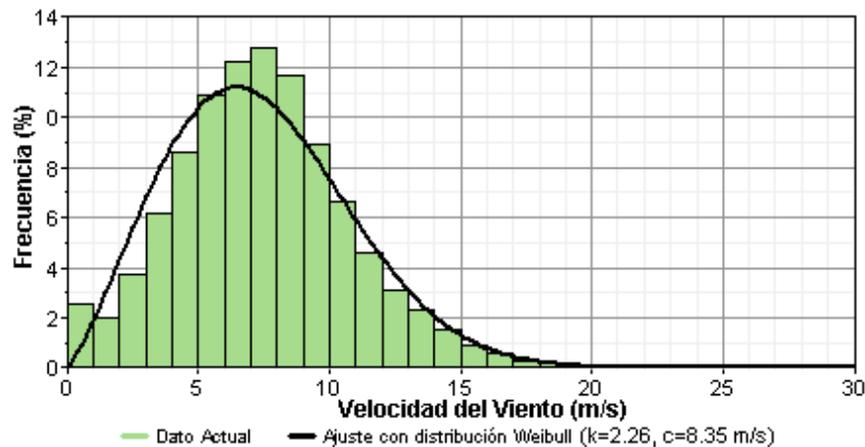


Figura 21 Comparativa FD Weibull y la frecuencia de velocidades.
Fuente: [49].

La velocidad promedio o media es resultado del producto de las velocidades por su frecuencia, la formulación corresponde a la siguiente:

$$\bar{v} = \frac{\sum v_i}{N} = \sum v_i \cdot f_i \quad (18)$$

La desviación típica es determinada sobre la base de la varianza:

$$\sigma^2 = \frac{\sum (v_i - \bar{v})^2}{N} = \sum (v_i - \bar{v})^2 \cdot f_i \quad (19)$$

$$\sigma = \sqrt{\sum (v_i - \bar{v})^2 \cdot f_i} \quad (20)$$

La producción de energía eléctrica de la turbina eólica se determina aplicando la curva de potencia de la máquina seleccionada y la curva de distribución de la velocidad del viento. La producción normalmente se calcula anualmente PA, cuya formulación se redacta a continuación:

$$PA = \int P(v) \cdot f(v) dv \quad (21)$$

Donde $P(v)$ y $f(v)$ corresponden a la potencia y frecuencia, respectivamente. En la actualidad, los datos tienen una característica discreta, obteniéndose que la producción energética anual puede hallarse mediante la formulación matemática siguiente:

$$PA = \sum_{i=1}^n P_i \cdot f_i \cdot 8760 \quad (22)$$

Para determinar un sitio de emplazamiento, se requiere conocer las Horas Equivalentes (HE), cuya formulación corresponde a la siguiente:

$$HE = \frac{PA}{P_N} \quad (23)$$

A nivel internacional, los parques eólicos suelen necesitar entre 2000 y 2200 horas equivalentes, para obtener la viabilidad técnica. Por otra parte, se debe determinar el factor de capacidad fu , el cual da señales sobre la eficiencia del emplazamiento, a nivel internacional los valores admisibles los mayores al 20%, su formulación corresponde a:

$$fu = \frac{P_N \cdot HE}{P_N \cdot 8760} = \frac{HE}{8760} \quad (24)$$

Además de lo indicado, se debe aplicar un factor de 0,8 para obtener la capacidad de producción neta del sistema eólico, dicho factor, en un sistema aislado, toma en cuenta las pérdidas de conductor, regulador, batería e inversor, reflejando una pérdida total del 20%.

3.2.2. Recurso energético solar

La Figura 22 esquematiza el diagrama general de una instalación fotovoltaica, la cual en términos generales está constituida por un regulador de carga, un inversor, un arreglo de módulos solares y conexión a la red.

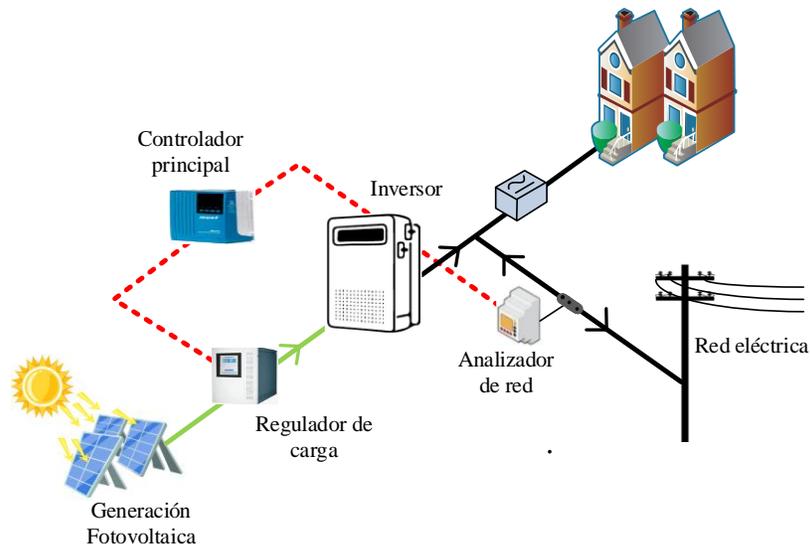


Figura 22 Esquema de una instalación fotovoltaica.
Fuente: [55].

La radiación solar in situ determina la producción de energía solar, la cual es cuantificada sobre la base de la irradiancia, que corresponde a la potencia que incide sobre la superficie. En complemento a lo anterior, para la energía solar se requiere la utilización de la irradiación, la cual corresponde a la energía ejercida por unidad de área durante un período de tiempo [55]. La radiación en una superficie se compone de la radiación difusa y directa [102]. Para la descripción, se explicita que la radiación directa (R_{Dm}) es la admitida directamente del sol, la cual no se desvía en su traslado, mientras que la radiación difusa (D_{Dm}) es desviada de su dirección por efectos de la reflexión. En complemento a lo indicado se puede indicar que la radiación global (G_{Dm}), es calculada de la siguiente forma:

$$G_{Dm} = R_{Dm} + D_{Dm} \quad (25)$$

La radiación de la planta fotovoltaica tendrá una tercera componente, el albedo, que se compone por de la R_{Dm} y D_{Dm} generadas por el reflejo en las áreas adyacentes. La orientación e inclinación, α y β respectivamente, inciden en la radiación, aspecto ilustrado en la Figura 23.

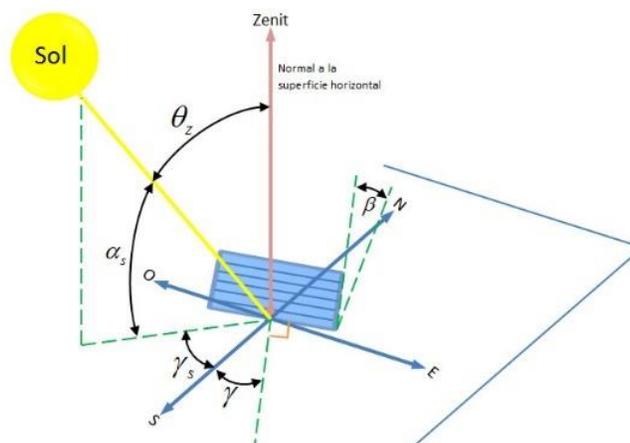


Figura 23 Esquema de una instalación fotovoltaica.
Fuente: [56].

El azimut (α) determina el grado de desviación de la dirección, dependiendo del hemisferio en el que se localizará la instalación, la orientación óptima del campo solar α_{opt} para el hemisferio

sur corresponde al norte y en el caso del otro hemisferio concierne lo complementario. De acuerdo con [15], la modificación del azimut causará pérdidas que asciende a 0,2% por cada grado de desviación de α_{opt} .

La pendiente (β) determina la inclinación del campo solar con relación a la horizontal, por tanto, para determinar el punto óptimo de inclinación de los paneles se debe tener en cuenta la latitud, el diseño está hecho para asegurar el consumo de energía durante los meses más desfavorables, alcanzar la mayor capacidad cada año. La mayoría de los programas de cálculo solar fotovoltaico usan la irradiancia para estimar la aportación de energía solar a la instalación. o internacionales como NASA, RETSCREEN, METEONORM etc.

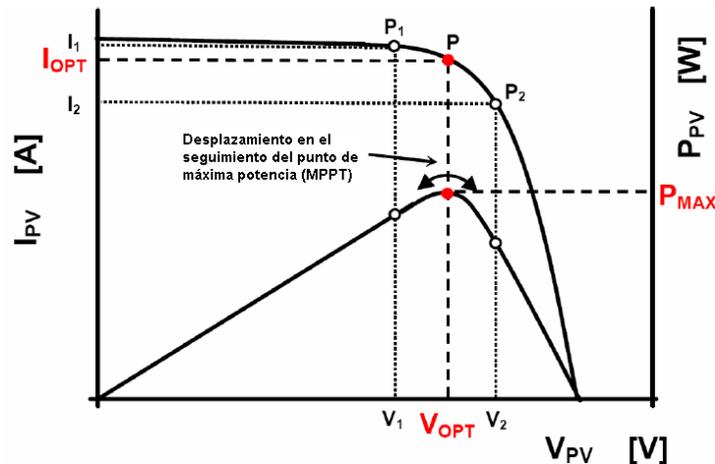


Figura 24 PMP del panel solar – Curva I-V – Curva P-V.
Fuente: [56].

La potencia máxima suministrada por el fabricante para el módulo fotovoltaico P_{MAX} corresponde al punto de pico de potencia (PMP), por tanto corresponde al valor en el cual la curva corriente-voltaje es máximo en las condiciones de medida estándar (CEM), por tal razón se es necesario de nuevos elementos tales como un inversor flexible que brinde el rastreo del punto de máxima potencia (MPPT) para lograr una actividad del campo solar más eficiente, como se muestra en la Figura 24.

Las condiciones de medición estándar son las condiciones de temperatura y las de irradiancia en una celda fotovoltaica que se utilizan como referencia para la caracterización de celdas, módulos y generadores fotovoltaicos y se definen de la siguiente manera:

- Temperatura a 25 °C
- Masa de Aire: AM 1,5.
- Irradiancia (GCEM): 1 kW/m²

La masa de aire corresponde a una unidad de medida de la longitud que viaja la radiación, la cual varía con el ángulo de incidencia θ entre los rayos del sol y la vertical del sitio, su fórmula matemática es la siguiente:

$$AM = \frac{1}{\cos \theta} \quad (26)$$

El Performance Ratio (PR), considera las pérdidas de la eficiencia, estas pueden ser por dispersión de parámetros y suciedad, por la temperatura, las pérdidas por seguimiento del punto de máxima potencia, la eficiencia energética del inversor y otros tales como imprevistos, fallos y mantenimiento. Para instalaciones aisladas los estándares en sistemas con inversor el $PR \cong 0,7$ y, con inversor y batería, $PR \cong 0,6$, siendo estos los usados en la norma internacional [101].

La producción anual promedio se puede usar para cálculos indicativos, pero para fines de diseño es más conveniente usar el PR mensual ya este valor cambia dependiendo de las situaciones mensuales como se muestra en la Figura 25 , que corresponde al PR calculado por PVsyst para una planta fotovoltaica.

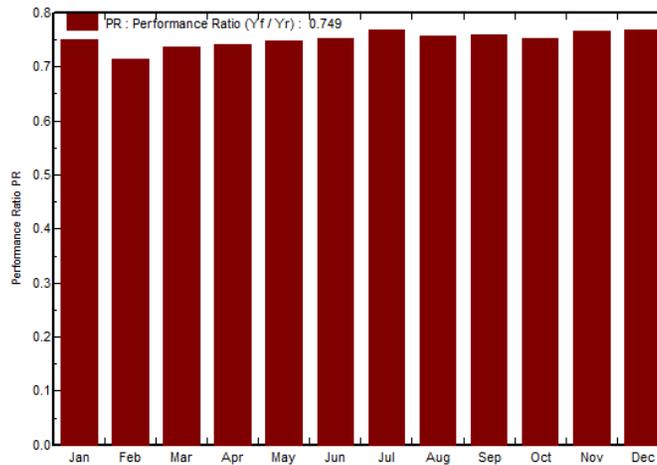


Figura 25 PR mensual.
Fuente: Simulacion PV Syst [Autor].

Finalmente, la energía producida por una planta fotovoltaica E_p se determina con la ecuación:

$$E_p = \frac{G_{Dm}(\alpha, \beta) \cdot P_{mp} \cdot PR}{G_{CEM}} \quad (26)$$

Es así que, la energía mensual originada, corresponderá a:

$$E_{p, mes} = \frac{G_{Dm}(\alpha, \beta) \cdot P_{mp} \cdot PR \cdot n_{dm}}{G_{CEM}} \quad (27)$$

Donde n_{dm} es la cantidad de días en el mes. De forma anual la energía corresponderá a:

$$E_{p, año} = \sum_{mes=1}^{12} E_{p, mes} \quad (28)$$

Conociendo la energía para las cargas L_D , la potencia mínima de un campo solar estará dada por:

$$P_{mp, min} = \frac{L_D \cdot G_{CEM}}{G_{Dm}(\alpha, \beta) \cdot P_{mp} \cdot PR} \quad (29)$$

De acuerdo a lo expresado, se debe tener en cuenta para el diseño el recurso, $G_{Dm}(\alpha, \beta)$, del peor mes. Por último, cabe señalar que existen programas para el cálculo del recurso solar, sin embargo, para el presente estudio se utilizarán fórmulas matemáticas expuestas.

3.2.3. Recurso energético para la Biomasa

La biomasa corresponde a la materia orgánica resultante de un proceso biológico, ya sea espontáneo o estimulado, que puede ser utilizada como fuente de energía; en este sentido, la conversión de biomasa en energía abarca la variedad y las fuentes de biomasa, los métodos de transformación, el uso final y los requisitos de tipo técnico. Desde el ámbito de la energía, la biomasa puede convertirse en energía /calor o en combustible para uso del transporte. De acuerdo con el propósito de este estudio, se investigaron aspectos relacionados con la generación de energía.

La transformación en energía de la biomasa puede realizarse mediante dos procesos, sean estos los termoquímicos (vía seca) y los bioquímicos (vía húmeda).

Los procesos termoquímicos exponen a la biomasa a temperaturas excesivas y se dividen en categorías tales como: la combustión, la gasificación y la pirólisis. La biomasa adecuada para el proceso referido corresponde a los materiales con mínimo contenido de humedad y alto contenido de lignocelulosa. Este tipo de procesos se utilizan para producir electricidad y calor y son una alternativa interesante para aplicarse en lugares lejanos y/o aisladas.

Por su parte el proceso bioquímico es aplicable a la biomasa con alto contenido de humedad usando la fermentación alcohólica o anaeróbica. Los métodos manejados comúnmente son la fermentación de materias primas de celulosa o azúcares de almidón, por su parte, la fermentación anaeróbica es aplicada a biomasa con alto contenido de celulosa para producir metano. [57]. La Figura 26 muestra un esquema que identifica los procesos de transformación de biomasa.

La esterificación o extracción mecánica corresponde a la tecnología utilizada para producir biodiesel. Los recursos para generar biomasa se segmentan en: desechos de madera; plantas energéticas; residuos generados en el proceso de producción de cultivos, agroindustria y ganadería; y residuos sólidos urbanos, de residuos domiciliarios. Por el carácter de regiones aisladas, se debe prestar especial atención a los residuos agroindustriales. En todos los casos, la biomasa debe recolectarse, transportarse y posiblemente almacenarse para su procesamiento de acuerdo con la tecnología utilizada para el procesamiento y la producción de energía [58].

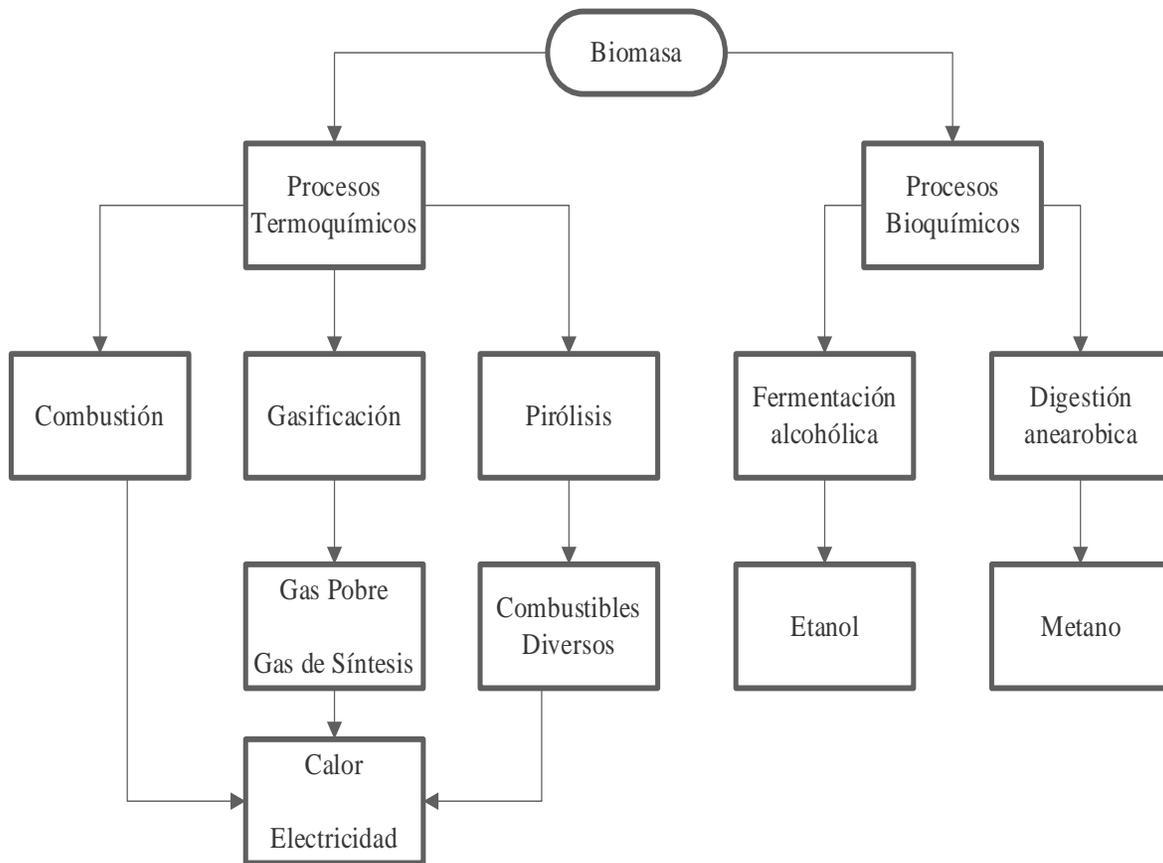


Figura 26 Proceso de transformación de la Biomasa.
Fuente: [57].

3.2.3.1. Caracterización del recurso energético - Biomasa

La caracterización de biomasa le permite determinar el arquetipo de biomasa que es factible para la conversión de energía, las propiedades inherentes clave de la biomasa permiten caracterizarla para su posterior procesamiento [58] son:

Humedad: Existen dos tipologías, la primera que corresponde a la humedad interna o humedad de la materia prima que no se ve afectada por las condiciones climáticas y la humedad externa que tiene en cuenta la influencia de las condiciones climáticas en el momento de la cosecha. Desde un punto de vista práctico, se habla de la humedad exterior; sin embargo, la humedad interna se utilizará para calcular valores típicos para las diferentes tipologías de biomasa. Para la biodegradación se usa la biomasa con mayor contenido de humedad. Para la gasificación, la humedad debe ser inferior al 10-15 %, lo que generalmente es logrado mediante el precalentamiento.

Poder calorífico: indica el grado de energía para un específico material, generalmente las unidades pueden ser MJ/kg, MJ/l o MJ/Nm³ para sólidos, líquidos o gases, respectivamente. Lo indicado se describe de forma general como el denominado calor específico superior, ya sea HHV (abreviatura del término anglosajón High Heat Value) o poder calorífico neto LHV (abreviatura del término anglosajón Low Heating Value).

HHV es la energía total liberada por la combustión, incluido el calor latente del agua, que es la cantidad máxima de energía que se puede obtener de una fuente de biomasa determinada. Desde un punto de vista práctico, el calor latente del agua es desaprovechado, aspecto por el cual, LHV es un parámetro que cuantifica la energía en un combustible. El poder calorífico y el rendimiento generalmente se informan en toneladas secas tms (o dmt en toneladas secas anglosajonas) con contenido de humedad cero.

Proporciones de carbón fijo y sólidos volátiles: La materia volátil de un combustible sólido se define como la fracción liberada como gas (incluida la humedad) cuando se calienta (a 950 °C

durante 7 min). La importancia del contenido de RAT y FC es que proporcionan una medida de la facilidad con la que se puede iniciar la biomasa y luego gasificarla u oxidarla, dependiendo de cómo se utilice la biomasa como fuente de energía. En la Figura 27 se presenta el diagrama de Van Crevelen, el cual permite comparar biocombustibles con combustibles fósiles .

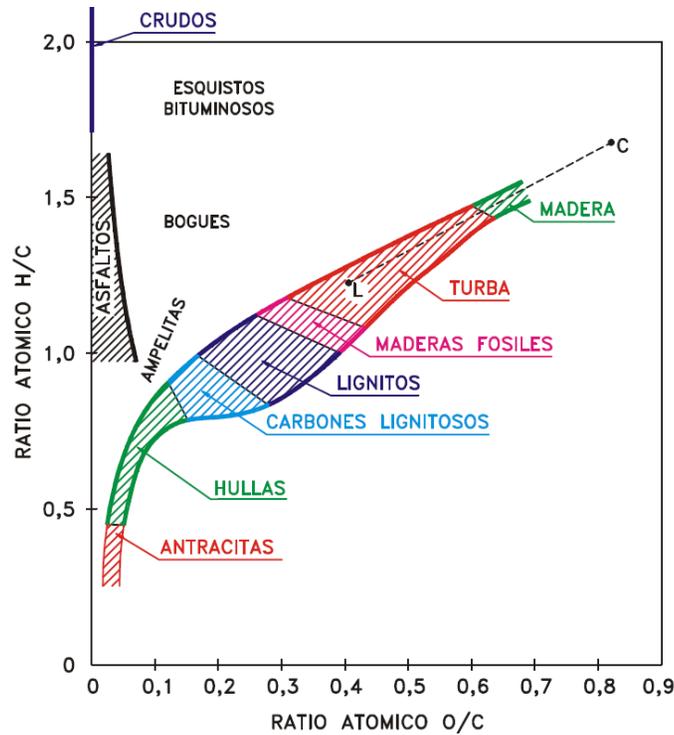


Figura 27 Diagrama de Van Krevelen.
Fuente: [59].

Contenido de cenizas del residuo producido por la biomasa: Cuando se quema la biomasa en presencia de aire, se desprende un residuo sólido llamado ceniza, mismo que afecta en el costo total de la transformación a energía. Dependiendo del contenido de cenizas, la energía del combustible disminuye proporcionalmente. Durante la conversión termoquímica, la composición química de la ceniza puede crear serios problemas operativos.

Contenido de metales alcalinos: El contenido de metales alcalinos es importante en cualquier transición termoquímica. La reacción de la sílice de la ceniza y los metales alcalinos produce una

sustancia que puede provocar la obstrucción. Cabe señalar que, aunque el contenido de sílice de la biomasa es bajo, la contaminación del suelo puede aumentar.

Radio celulosa/lignito: En los procesos bioquímicos, la proporción de celulosa a lignito en la biomasa es muy importante. Dado que la biodegradabilidad de la celulosa es mayor que la del lignito, el metabolismo total será mayor en plantas con alto contenido de celulosa que en plantas con alto contenido de lignito, lo cual es un factor determinante para la selección.

En el caso de procesos de conversión de biomasa a masa seca, para procesos termoquímicos, se debe tomar en cuenta las propiedades para algunos biomateriales, mismas que se presentan en la Tabla 5, mientras que para biomasa húmeda las transiciones las propiedades primera y última son interesantes.

Tabla 5 Caracterización de Biomasa.

Material	Humedad (%H₂O)	HHV (%)	FC (%)	MV (%)	Ceniza (%)	Metales Alcalinos (%)
Pino Danés	8	21.2	19	71.6	1.6	4.8
Sauce	60	20	-	-	1.6	15.8
Álamo	45	18.5	-	-	2.1	16
Cereal-paja	6	17.3	10.7	79	4.3	11.8
Bagazo	45-50	19.4	-	-	3.5	4.4
Carbón	8-12	26-2	57	35	8	-

Nota: Fuente: [58].

La biomasa es caracterizada mediante pruebas de laboratorio, sin embargo, para tener datos generales de ciertas propiedades puede examinarse las bases de datos como la biodatabase de PHYLLYS que son preparados por los Países Bajos CKD Energy Research Centro [58].

3.2.3.2. Identificación, cuantificación y potencial energético de la biomasa

Para determinar la biomasa con la que se cuenta para la producción energética, se debe tasar la cantidad de residuo disponible anualmente en la zona.

Tabla 6 Coeficiente anual de residuos.

Cultivo	Coeficiente Anual de Residuos Y_n
Arroz	7.53
Trigo	4.8
Cebada	1.99
Avena	1.50
Alfalfa	2.00
Maíz	15.00
Cereal Genérico	2.00
Bosques Forestales	1.00
Monte Bajo	0.00
Genéricos	0.5
Naranja dulce	4.00
Uva de mesa	2.50
Uva de vino	2.50
Árbol de Olivo	2.50
Árbol de Mandarina	4.00
Árbol de Limón	4.00
Árbol de Manzana	4.00
Árbol de Pera	4.00
Árbol de Albaricoque	1.24
Árbol de Cereza	1.93
Árbol de Melocotón	3.72
Árbol de Almendra	1.74
Arboles Genéricos	3.00

Nota: Fuente: [58].

En primer lugar, se calcula la biomasa potencial teórica, definida como la producción anual total de subproductos agrícolas o la producción agrícola o forestal de la zona. El potencial teórico de biomasa A_n del área sembrada de la planta (en hectáreas) está determinado por el factor de rendimiento de residuos de cosecha Y_n , que depende de la cantidad de residuos sembrados por hectárea (ton/ha). año; los factores de producción de residuos vegetales más comunes se dan en la literatura. La En este ítem se expone el esquema metodológico usado para la planificación energética que se pretende implementar para abastecer la demanda de la Estación Experimental Santa Catalina INIAP, detallando aspectos y procedimientos que conllevan a determinar, desde el enfoque técnico y económico, el mecanismo óptimo para la planificación de la generación que se utilizarán tomando en cuenta la disponibilidad del recurso.

El abastecimiento de la carga para un plazo (mediano y largo) conlleva a determinar una planificación energética la cual de forma óptima se realiza la elección de los potenciales proyectos para generar electricidad, los cuales cumplirán los requerimientos energéticos de las demandas. La planificación depende del objetivo que se pretenda obtener, entre estos objetivos se puede citar la minimización de los costos o utilización de recursos primarios costosos o maximización de beneficio por venta de energía o beneficio social. [38].

Durante varios años el abastecimiento de la demanda se ha fundamentado particularmente en el uso de la generación térmica que se basa en combustibles fósiles y sistema centralizados de energía, aspecto que ha ocasionado diversas problemáticas tales como incremento a los costos, implementación de subsidios, degradación ambiental entre otros. En sistemas eléctricos aislados aún se depende de generación de baja calidad, costoso e ineficiente, lo que conlleva al encarecimiento del costo de vida. Por lo citado, a nivel mundial se ha incorporado lo que se ha denominado la planificación energética descentralizada, la cual aplica la utilización eficiente de los recursos, su diversidad y las demandas a ser abastecidas de forma geográfica, lo cual permite obtener una solución a las necesidades de cada demanda en función a la zona geográfica.

Bajo lo descrito, el diseño y planificación de sistemas de generación se sujeta a la cuantía de energía a ser obtenida en la etapa de producción y conservar el balance entre lo producido y abastecido. Para sistemas que se encuentran distantes o alejados, es prioritario el desarrollo de sistemas de generación que permita el abastecimiento de la demanda de manera autónoma en gran parte del tiempo, razón por la cual, el nivel de confiabilidad y la relación con el costo de producción de electricidad del sistema es más acentuada. Adicional un parámetro relevante es la demanda a abastecer, por lo cual es necesario hallar la representación de la curva de carga, misma que influenciará directamente en el dimensionamiento del sistema de generación. Con base a lo descrito, la metodología descrita seguidamente pretende, de forma prioritaria, escoger los tipos de generadores que se adecuen a los recursos energéticos disponibles y la carga prevista; determinando la solución energética óptima, en tal sentido, la Figura 15 muestra el bosquejo usual de la metodología.

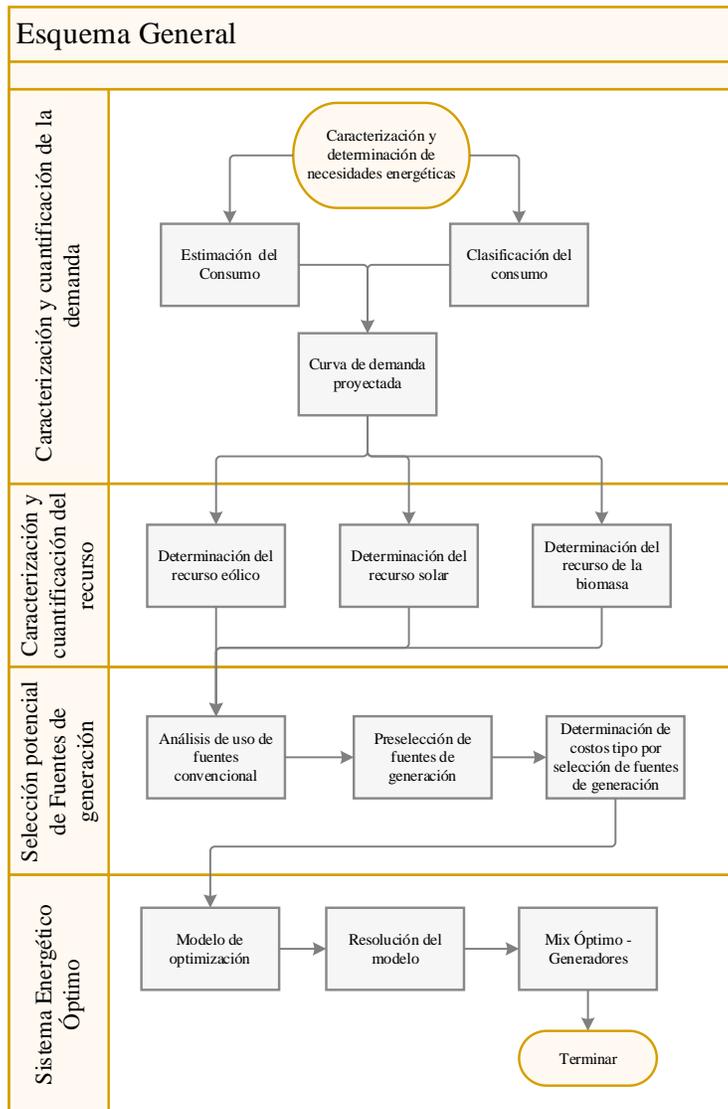


Figura 15 Metodología – Esquema General.
Fuente: Autor.

3.3. Caracterización y cuantificación de la demanda

El determinar las características, parámetros y aspectos del lugar geográfico, la demanda, los posibles consumos a incrementarse, es la base para lograr una planificación y diseño de la solución energética óptima. En este contexto, la entidades, instituciones u organismos promotores deben contar con la suficiente información para definir el tipo de cargas, uso temporal de las mismas,

potencias nominales, cantidad de componentes, las características geográficas, económicas y la energía posible a consumir.

En ausencia de la información descrita anteriormente, generalmente en áreas remotas, se realiza una revisión, codificación e investigación de la información relacionada con la propiedad a ser abastecida, los resultados son la base del análisis inicial. El tratamiento de los datos y demás información determina los requisitos de la demanda de energía, las especificaciones y la probabilidad o frecuencia de uso de los factores de carga, aspectos que permiten obtener una curva o perfil de demanda, siendo un parámetro importante a la hora de planificar y diseñar el sistema de generación.

A nivel internacional y a modo de citarlo de forma general, se puede indicar que existen tres tipos de posibles estudios asociados a la demanda, los cuales corresponden a: i) Estudio de la población, es decir cantidad y tipo de elementos a abastecer y su impacto; ii) Estudios de las cargas, determinando la forma de consumo y su período de utilización; y, iii) Estudios técnicos con el afán de establecer el tipo de suministro a aplicar a la demanda, aspectos de conexión a redes o en microsistemas, georreferenciación entre otros aspectos para evaluar técnicamente las carga y su impacto en la red y en el abastecimiento [48].

En relación a la elaboración de estudios de caracterización, éstos permiten determinar la cuantía de cargas, de ser el caso, clasificarlas en categorías que puede ser por su capacidad o tipo de consumo, lo que permite definir una caracterización de tipo general que guiará posteriormente las acciones asociadas a la priorización de las acciones, es establecimiento de la cuantía de elementos, el uso de los recursos energéticos y la extrapolación de datos, lo que permitirá definir curvas características de consumo que servirán de entrada en la planificación energética [48], a modo de ilustración, se presenta la Tabla 4 que mostrar una clasificación resumen de la carga compilando y tratando la información de los parámetros relacionados.

Tabla 4 Clasificación de cargas.

	Cargas leves	Cargas significativas	Valor
Capacidad nominal	-	-	VA
Voltaje operacional	-	-	V

Cantidad	-	-	-
Uso de los elementos	-	-	horas
Energía estimada	-	-	KWh

Nota: Fuente: Autor.

La información debe ser analizada de forma que, con base a criterios técnicos, se obtenga una perspectiva de la potencia y energía de la carga a ser abastecida, considerando su incidencia y su frecuencia de uso, entre los criterios principales se pueden citar: i) Incremento previsto de la carga; ii) Fuentes de generación o suministro existentes; iii) Ampliaciones de infraestructura de la red para abastecer el consumo. Otros parámetros a identificar en el proceso de caracterización pueden ser los siguientes:

- *Actividad Económica:* En la caracterización es clave definir las actividades económicas del predio que se pretende abastecer, entre ellas pueden clasificarse como residencial, comercial e industrial, existiendo subdivisiones de ser el caso.
- *Parámetros de la carga:* Corresponde a una descripción pormenorizada de las cargas, es decir el tipo de carga, su potencia, utilización y ubicación, cantidad de elementos segmentos o procesos.
- *Mecanismos actuales de abastecimiento de la demanda:* Este aspecto conlleva a la identificación de forma detallada las fuentes de energía que brindan el abastecimiento de la carga, sean estos baterías, paneles solares, generadores diésel o la red eléctrica.
- *Identificación de contras por las fuentes existentes:* Dado los mecanismos de abastecimiento de la demanda, éstos pueden tener incidencia negativa en diferentes aspectos, como pueden ser ambiental, económico, técnico, entre otros, en tal sentido, esta identificación permite establecer las posibles mejoras sobre la base de una optimización en el abastecimiento.
- *Consumo eléctrico estimado:* El principal objeto de la obtención de la información a través de un estudio de campo, es determinar las necesidades a nivel de potencia y energía de la

carga, para el efecto es necesario el detalle de cargas que se abastecerán; puede tomarse datos generales de uso o valores tabulados sobre la base de mediciones, tomando en cuenta el crecimiento esperado.

- *Identificación de actividades a tecnificar:* La incorporación de micro redes generan la oportunidad de tecnificar las actividades económicas, produciendo un crecimiento económico, razón por la cual, es importante conocer el tipo de actividades que desarrolla el predio a ser abastecido, las características y las metas que persigue, para brindar un asesoramiento que determine propuestas de mejoras sobre la actividad que se asociarán al consumo energético y su beneficio económico.
- *Períodos de consumo:* Como requisito principal, aparte de conocer la potencia de la demanda a ser abastecida, es necesario establecer el horario en los cuales las cargas pretenden ser abastecidas por el suministro eléctrico.
- *Información al consumo de predios adyacentes:* En caso de existir alguna carga, sea una población, predio comercial o industrial, que cuente con electricidad y que se encuentre de manera adyacente a la carga que se pretende abastecer, es recomendable conocer la información del consumo; lo cual podría servir para establecer modelos comerciales del suministro de energía y beneficiarse por una venta de electricidad sobre la base del recurso energético y la producción electricidad.
- *Análisis de eficiencia energética:* Al definir la carga, su curva característica y la proyección, se puede proceder a un análisis de eficiencia energética, para establecer los procedimientos, actividades o acciones enfocadas a una mejora energética, resultado que insta las acciones evaluando los costos y una mejora sustancial a nivel energético. La evaluación permite dar guías para tecnificar procesos, asesorando sobre las acciones para un ahorro energético, la integración de generación y demanda bajo parámetros óptimos.

3.3.1. Estimación de la demanda o consumo.

La adecuada caracterización y determinación de la demanda de energía, establece aspectos fundamentales para el abastecimiento energético futuro. Los datos recopilados deben ser tratados de forma tal que, se establezcan supuestos del consumo de energía de forma diaria y mensual, lo cual se logra mediante la proyección de la demanda, tomando en cuenta aquellos periodos de tiempo que se estiman para su usanza y la carga demandada, dichos aspectos servirán en la elaboración de la denominada la curva de demanda o carga.

A manera inicial se determina la energía diría de consumo, para el efecto, se establece la potencia nominal de los elementos, individualmente, adicionando también el periodo medio de uso por cada uno, por regla de diseño y en caso de no conocer la potencia de algún elemento, el valor estimado se deberá redondear de forma ascendente por un margen de diseño [17]. Consecutivamente, se calcula la energía, por tanto, se calcula el consumo medio diario ED_{md} (Wh), la cual corresponde al consumo promedio diario, su formulación es:

$$ED_{md} = \sum P_j \cdot t_j \quad (1)$$

Para el caso, P_j (W) es la potencia nominal de cada elemento; y, t_j corresponde al tiempo de uso al día (h/día): Una vez determinado el consumo diario se procede a determinar el consumo medio mensual, el consumo medio anual, tomando en cuenta una ocurrencia en función del uso del elemento.

3.3.2. Clasificación de consumo

A fin de poder determinar las cargas que pueden ser gestionadas por las fuentes de generación o a través de mecanismos que permitan la eficiencia energética, se exige de la priorización de la demanda o carga, de forma individual o por grupos de cargas, de esta forma se conoce las

potenciales cargas que pueden ser significativas y que no deben ser abastecidas de forma prioritaria y en el caso extremo que sea adaptado a la generación y minimizar el impacto en el caso de no abastecimiento, según [16] los niveles de priorización se dividen en dos o tres grupos.

3.3.3. Estimación de la curva de la demanda

Para diseñar un sistema de suministro (parque generador) es necesario conocer la curva de carga o el perfil de demanda horario, las cuales mostrarán la demanda en cada instante de tiempo que se requerirá durante el día, por lo tanto, se puede señalar que la curva de demanda estará formada por el cuadro de consumo previamente definido, estableciéndose supuestos para el perfil según el crecimiento de la carga.

La utilización de curvas de carga diarias de demandas similares a las que se pretende suministrar, es factible, así también, en el caso de que la demanda este ubicada geográficamente en zonas donde exista variaciones estacionales, se requiere establecer patrones que muestren y pronostiquen permutaciones de los consumos de electricidad dependiendo de la periodicidad y de esta forma obtener curvas de demanda en función a la estacionalidad. Comúnmente, el suministro de energía es diseñado sobre la base de las curvas de carga de los meses más críticos según su estacionalidad, esto puede tener incidencia negativa en el dimensionamiento y costos adicionales de los sistemas, dado que es un escenario extremo. A modo de ejemplo, la Figura 16 establece una curva de demanda típica para consumidores industriales.

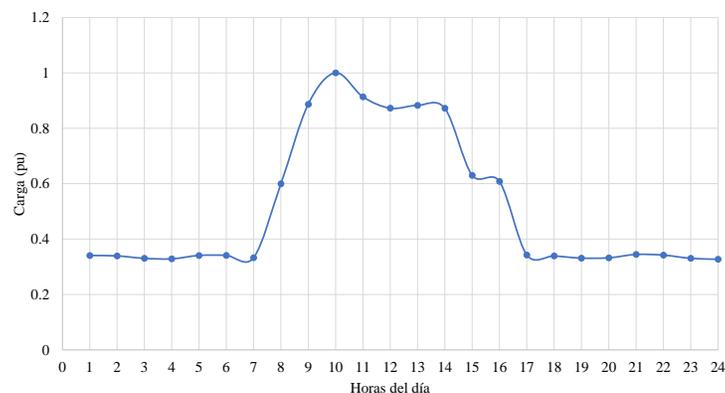


Figura 16 Perfiles tipo de demanda para usuarios industriales.
Fuente: [16].

3.4. Caracterización y cuantificación del potencial energético para el suministro

Esta sección evalúa el recurso de energía primaria requerido para los potenciales tipos de generadores que se pueden considerar para su implementación. Después de estos análisis, es posible determinar las potenciales fuentes a ser desarrolladas, las cuales serán preseleccionadas e incorporadas en el modelo de optimización, determinándose posteriormente cuál de las tecnologías preseleccionadas es la óptima.

En primer lugar, se examinan la disponibilidad de los recursos energéticos disponibles en el área, que logran utilizarse para producir electricidad a través de generadores intermitentes. Previo al detalle de los análisis, se requiere una preselección menos detallada, con el objetivo de excluir por completo tecnologías inútiles por la carencia del recurso, por tanto, la primera etapa del análisis es la depuración de fuentes no aplicables.

Después de la selección inicial de las fuentes, se realiza un análisis detallado del potencial energético. Para el caso de la Estación Experimental Santa Catalina del INIAP, se encontró una mayor proporción de recursos primarios para producción de electricidad mediante tecnología fotovoltaica, biomasa y eólica; razón por la cual, los análisis posteriores que se detallan se enfocarán a la determinación del potencial energético que brindan los recursos indicados.

3.4.1. Recurso Eólico

Aplicando el principio de Bernoulli, se puede estimar el potencial que brinda el viento, por tanto, la potencia entregable se puede hallar usando la ecuación de flujo másico de aire que brinda la energía cinética [49].

$$P = \frac{dKe}{dt} = \frac{1}{2} \cdot v^2 \cdot \frac{dm}{dt} \quad (2)$$

El caudal másico del aire por segundo está determinado por la derivada del valor másico $\frac{dm}{dt}$ que se produce en el área producida por las aspas del rotor. Para cualquier caudal promedio ($\bar{Q} = A \cdot \bar{v}$), el flujo másico ascendente se puede expresar en unidades de volumen de aire como:

$$\frac{dm}{dt} = \rho \cdot \frac{dv}{dt} = \rho \cdot A \cdot \bar{v} \quad (3)$$

Donde ρ [kg/m³] corresponde a la densidad del aire en condiciones normales y su valor asciende a 1.2929 kg/m³ y A [m²] es área creada por las palas del rotor. Por otra parte, la potencia que puede extraerse del viento incumbe a la velocidad media obteniéndose:

$$\frac{dm}{dt} = \rho \cdot A \cdot \frac{(v_1 + v_2)}{2} \quad (4)$$

Por lo señalado, la diferencia de la energía cinética es producida por la variación de la velocidad que ingresa y sale de la turbina, en tal sentido, la potencia neta de tipo mecánico de la turbina se impone entonces bajo la siguiente formulación:

$$P = \frac{dKe}{dt} = \frac{1}{2} \cdot (v_1^2 - v_2^2) \cdot \frac{dm}{dt} \quad (5)$$

Combinando las ecuaciones se obtiene:

$$P = \frac{1}{4} \cdot \rho \cdot A \cdot (v_1^2 - v_2^2) \cdot (v_1 + v_2) \quad (6)$$

$$P = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot A \cdot Cp \cdot v_1^3 \quad (7)$$

Donde C_p corresponde al coeficiente que evalúa la eficiencia del rotor, el cual es una relación entre las velocidades, matemáticamente corresponde una función de $\frac{v_1}{v_2}$, y su cota superior es obtenido cuando $\frac{v_1}{v_2} = \frac{1}{3}$

$$C_p = \frac{1}{2} \cdot \left(1 - \frac{v_2^2}{v_1^2}\right) \cdot \left(1 + \frac{v_2}{v_1}\right) \quad (8)$$

$$C_{pmax} = \frac{16}{27} = 0.5925 \quad (9)$$

El valor de C_{pmax} se denomina límite de Betz y es obtenido considerando que la energía mecánica entregada por el generador no puede corresponder al total de energía cinética. De conformidad a lo establecido en [50], los valores característicos de este factor suelen estar en el rango de 0,35 a 0,45. Las limitaciones de diseño de la máquina significan que el valor real de C_p es 0,5 o menos. Particularmente, los constructores brindan una curva C_p que depende de la velocidad del recurso eólico, pero por lo general, los constructores brindan una curva de potencia de la turbina eólica en función de la velocidad del viento, misma que sirve para establecer la producción de energía en un lugar en particular. La Figura 17 expone una curva de potencia, de la cual se establece tres zonas, la primera en la cual la turbina comienza a entregar potencia, la segunda etapa corresponde a cuando la turbina se encuentra operando a velocidad nominal alcanzando la potencia máxima; y, una tercera etapa cuando la turbina no produce potencia por condiciones de seguridad, lo cual ocurre cuando la velocidad alcanza la velocidad de parada.

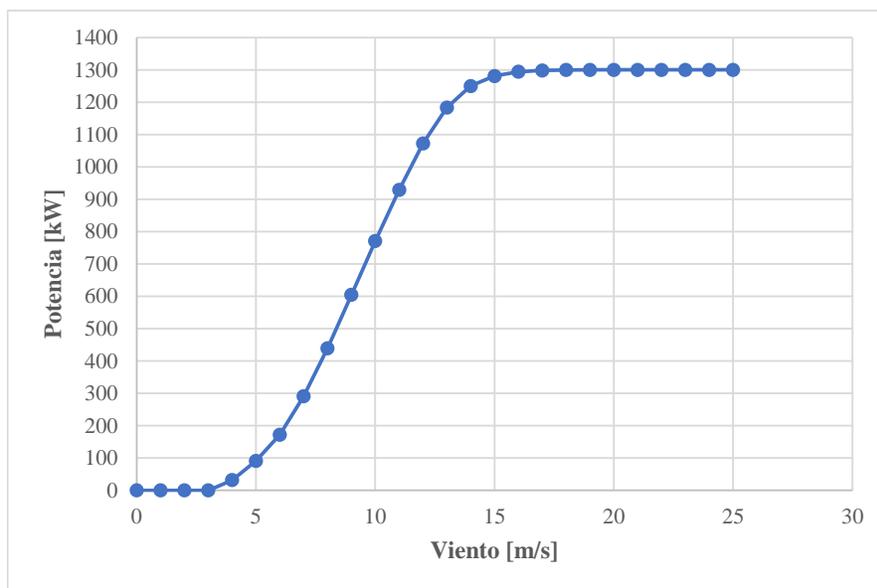


Figura 17 Curva de potencia vs viento.
Fuente: [51].

Viento [m/s]	Potencia [kW]	Viento [m/s]	Potencia [kW]
0	0	13	1183,1
1	0	14	1250,1
2	0	15	1281,1
3	0	16	1294
4	32,1	17	1298,2
5	91,6	18	1299,5
6	172,5	19	1299,8
7	291,2	20	1300
8	439,3	21	1300
9	604,3	22	1300
10	770,6	23	1300
11	928,7	24	1300
12	1072,2	25	1300

Según el análisis, se colige que la potencia entregada por un generador eólico depende de los siguientes factores: i) El área cubierta por las aspas; ii) Velocidad del viento; y, iii) La densidad del aire. La densidad del aire, por otro lado, generalmente se mide en el sitio, si no se puede medir, se puede calcular usando la ecuación de gas ideal[51]:

$$\rho = \frac{P}{R \cdot T} \quad (10)$$

Donde, P , T y ρ corresponde a la presión (N/m^2), temperatura ($^{\circ}\text{K}$) y densidad del aire (kg/m^3), respectivamente, mientras que R es la constante específica de gas del aire ($287 \text{ J/kg}^{\circ}\text{K}$);

En el caso de no contar con el dato de la presión del sitio, ésta puede calcularse tomando en cuenta la temperatura y altura del emplazamiento de conformidad a la siguiente ecuación:

$$\rho = \rho_0 \cdot e^{-\frac{z}{8435} - \frac{t-15}{288}} \quad (11)$$

Donde z corresponde a la medida de altura, mientras t corresponde a la temperatura; y, ρ_0 es la densidad del aire al nivel del mar.

La velocidad media del viento determina el recurso eólico, sin embargo, la Densidad de Potencia Disponible establece una señal más acertada del potencial de la energía eólica, este parámetro corresponde a la razón entre la potencia con respecto al área, por tanto, la velocidad promedio del viento es la misma, pero la distribución es distinta al igual que la densidad de potencia en dos lugares distintos, la formulación matemática corresponde a la siguiente:

$$WPD = \frac{1}{2n} \cdot \sum_{i=1}^n \rho \cdot v_i^3 \quad (12)$$

Donde, v_i corresponde a la velocidad del viento (m/s), ρ es la Densidad del viento (kg/m^3), n es la cuantía de datos registrados; y, WPD es la densidad de potencia del viento

La ecuación expuesta es aplicable para registros de medición evaluados por hora, o en periodos cuarto-horarios, sin embargo, no es adaptable para los registros mensuales o anuales, esto se debe a que el promedio excluye una cantidad importante de registros de velocidades altas, que permite estimar la densidad de potencia con mayor precisión.

En un análisis realizado por el Departamento de Energía de EE. UU, como se especifica en [52], se encontró fuentes de viento promedio anuales superiores a 400 W/m² de al alrededor de 7 m/s a 50 m de elevación, son las condiciones adecuadas para la escala comercial. Para el caso de zonas rurales o aisladas, el uso de fuentes eólicas es viables con una densidad de potencia del viento a 200 W/m² ubicado a 50 m sobre el suelo y con una velocidad promedio de alrededor de 5,5 m/s.

Por lo expresado anteriormente, la potencia de salida de una turbina eólica está relacionada con la velocidad del viento elevada al cubo; por lo tanto, es sumamente importante estar al tanto de cómo se comporta el viento, para el efecto, el registro de la medida de la velocidad del viento puede ser obtenida con instrumentos de medida como anemómetros, mientras que la dirección del viento puede ser determinada por una veleta. La velocidad se puede promediar o expresar como un valor instantáneo.

Los intervalos de medida para determinar la velocidad media se estiman entre 10 a 15 minutos agrupados por horas, días y meses, complementario a lo indicado es recomendable la ejecución de planes de medición de por lo menos un año de plazo. Adicional a lo indicado y con el fin de determinar el potencial eólico, es relevante identificar la altura a la que se efectúa la medida, así mismo, es ansiado estar al tanto del tipo de emplazamiento debido a que los obstáculos ubicados en el sitio, pueden restar la velocidad del recurso eólico.

La representación de la velocidad promedio, la distribución de la dirección del viento, la contribución energética por dirección, puede ser obtenidas mediante el diagrama conocido como la rosa de vientos. La Figura 18 muestra un ejemplo de frecuencia y densidad de potencia de un aerogenerador mediante el uso de la rosa de los vientos.

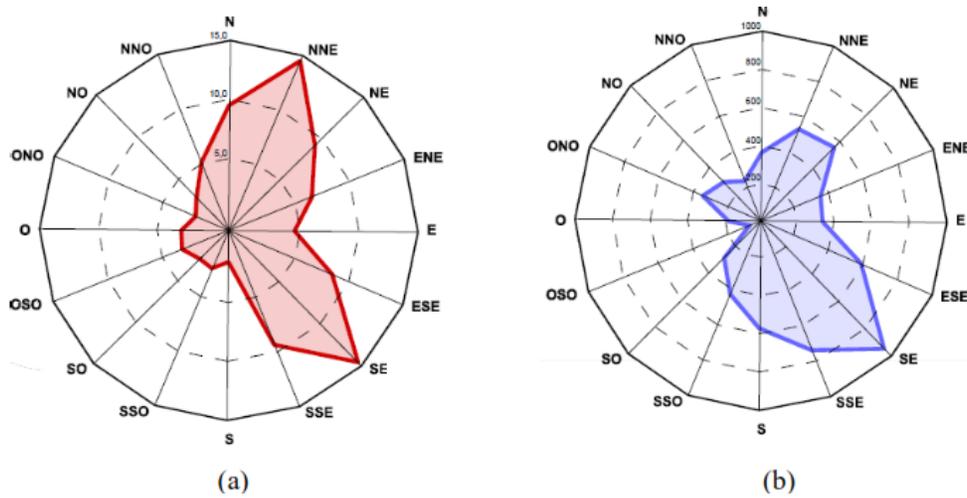


Figura 18 Rosa de los vientos (a) Frecuencia – (b) Potencia [W/m²].

Fuente: [53].

Una representación adicional y practica para deducir el potencial eólico y la potencia en la zona particular es la denominada curva de distribución de velocidad, la misma que figura valores de velocidad independientemente de la dirección, la cual indica con qué frecuencia ocurre cada velocidad durante un período de tiempo determinado, que por lo general es de al menos un año. La Figura 19, muestra la curva de velocidad extraída de [49]. Esta representación ayuda a presentar los modelos estadísticos, como las distribuciones de Rayleigh y Weibull, los cuales son plenamente aplicables para el modelado de recursos eólicos.

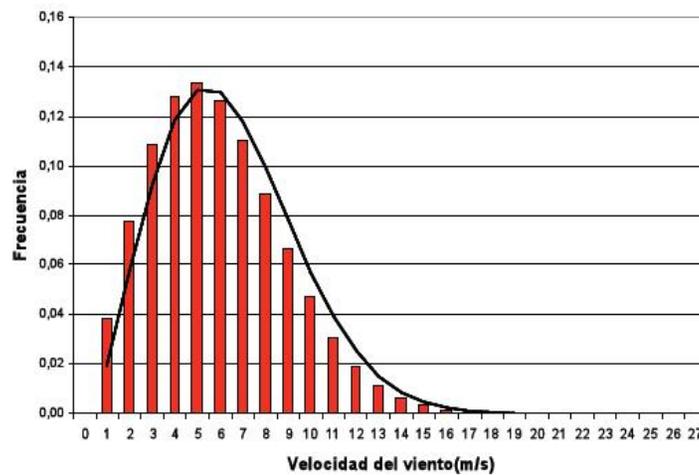


Figura 19 Curva de frecuencia de velocidades

Fuente: [49].

De los estudios realizados, la distribución de las frecuencias del viento se aproxima a una función de distribución de probabilidad conocida como Weibull, misma que se expresa mediante la siguiente ecuación:

$$f(v) = \frac{k}{c} \cdot \left(\frac{v}{c}\right)^{k-1} \cdot e\left[-\left(\frac{v}{c}\right)^k\right] \quad (13)$$

Donde, c corresponde al factor de escala, k es el factor de forma y v es la velocidad del viento. Dada la función de distribución, se obtiene la velocidad media \bar{v} , así como la desviación estándar σ , con estos parámetros se calcula el coeficiente k y posteriormente es determinado el factor c usando las siguientes expresiones:

$$k = \left(\frac{\sigma}{\bar{v}}\right)^{-1.086} \quad \forall 1 \leq k \leq 10 \quad (14)$$

$$c = \frac{\bar{v}}{\Gamma\left(1+\frac{1}{k}\right)} \quad (15)$$

En la Figura 20 se presenta diferentes funciones de distribución de Weibull, para distintos valores de k , pero con un $c=6\text{m/s}$, de lo cual se puede señalar que, para valores bajos de k , conlleva distribuciones más amplias.

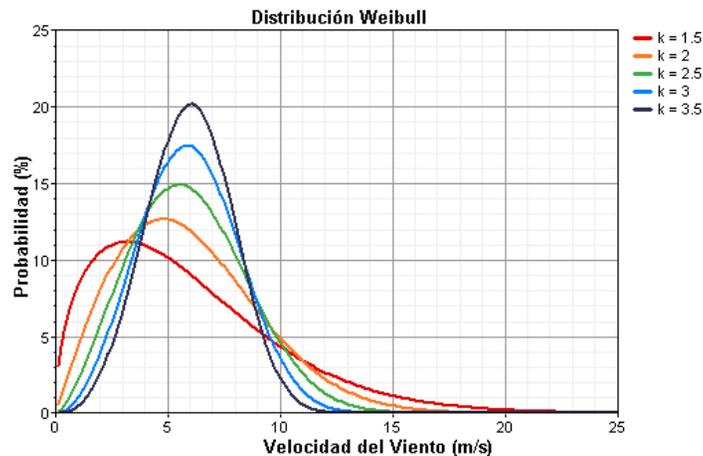


Figura 20 Curva de frecuencia de velocidades con k variante
Fuente: [49].

Cuando $K=2$ se obtiene la función de distribución de Rayleigh, la cual es comúnmente usada como referencia para los criterios establecidos en los estándares a nivel internacional [54]. De acuerdo a [50], la función de distribución de Weibull representa la curva de distribución de velocidades, para lo cual se usan las expresiones siguientes:

La probabilidad de que v este en el rango desde 0 y V_x , corresponde a:

$$P(v \leq v_x) = \int_0^{V_x} f(v) dv = 1 - e\left[-\left(\frac{v_x}{c}\right)^k\right] \quad (16)$$

La probabilidad de que v sea mayor que V_x , corresponde a:

$$P(v \geq v_x) = \int_{V_x}^{\infty} f(v) dv = e\left[-\left(\frac{v_x}{c}\right)^k\right] \quad (17)$$

La Figura 21 muestra una función de distribución de Weibull la cual es formada usando las ecuaciones exhibidas en contraste con la curva de frecuencia de velocidades que es determinada sobre la base de las mediciones.

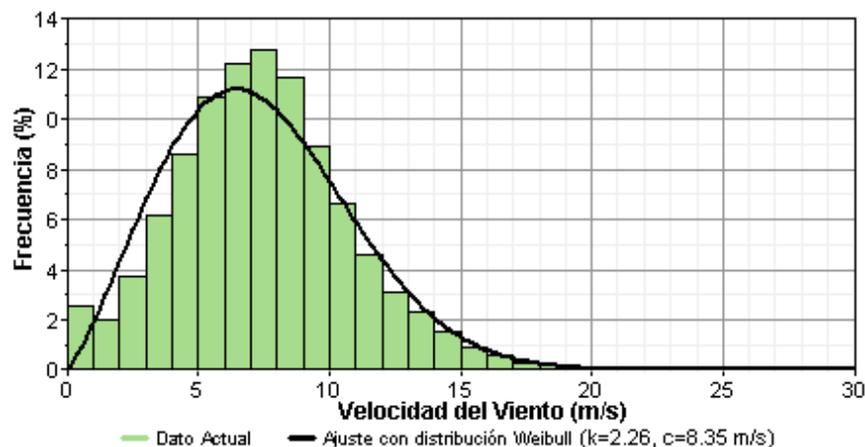


Figura 21 Comparativa FD Weibull y la frecuencia de velocidades.
Fuente: [49].

La velocidad promedio o media es resultado del producto de las velocidades por su frecuencia, la formulación corresponde a la siguiente:

$$\bar{v} = \frac{\sum v_i}{N} = \sum v_i \cdot f_i \quad (18)$$

La desviación típica es determinada sobre la base de la varianza:

$$\sigma^2 = \frac{\sum (v_i - \bar{v})^2}{N} = \sum (v_i - \bar{v})^2 \cdot f_i \quad (19)$$

$$\sigma = \sqrt{\sum (v_i - \bar{v})^2 \cdot f_i} \quad (20)$$

La producción de energía eléctrica de la turbina eólica se determina aplicando la curva de potencia de la máquina seleccionada y la curva de distribución de la velocidad del viento. La producción normalmente se calcula anualmente PA, cuya formulación se redacta a continuación:

$$PA = \int P(v) \cdot f(v) dv \quad (21)$$

Donde $P(v)$ y $f(v)$ corresponden a la potencia y frecuencia, respectivamente. En la actualidad, los datos tienen una característica discreta, obteniéndose que la producción energética anual puede hallarse mediante la formulación matemática siguiente:

$$PA = \sum_{i=1}^n P_i \cdot f_i \cdot 8760 \quad (22)$$

Para determinar un sitio de emplazamiento, se requiere conocer las Horas Equivalentes (HE), cuya formulación corresponde a la siguiente:

$$HE = \frac{PA}{P_N} \quad (23)$$

A nivel internacional, los parques eólicos suelen necesitar entre 2000 y 2200 horas equivalentes, para obtener la viabilidad técnica. Por otra parte, se debe determinar el factor de capacidad fu , el cual da señales sobre la eficiencia del emplazamiento, a nivel internacional los valores admisibles los mayores al 20%, su formulación corresponde a:

$$fu = \frac{P_N \cdot HE}{P_N \cdot 8760} = \frac{HE}{8760} \quad (24)$$

Además de lo indicado, se debe aplicar un factor de 0,8 para obtener la capacidad de producción neta del sistema eólico, dicho factor, en un sistema aislado, toma en cuenta las pérdidas de conductor, regulador, batería e inversor, reflejando una pérdida total del 20%.

3.4.2. Recurso energético solar

La Figura 22 esquematiza el diagrama general de una instalación fotovoltaica, la cual en términos generales está constituida por un regulador de carga, un inversor, un arreglo de módulos solares y conexión a la red.

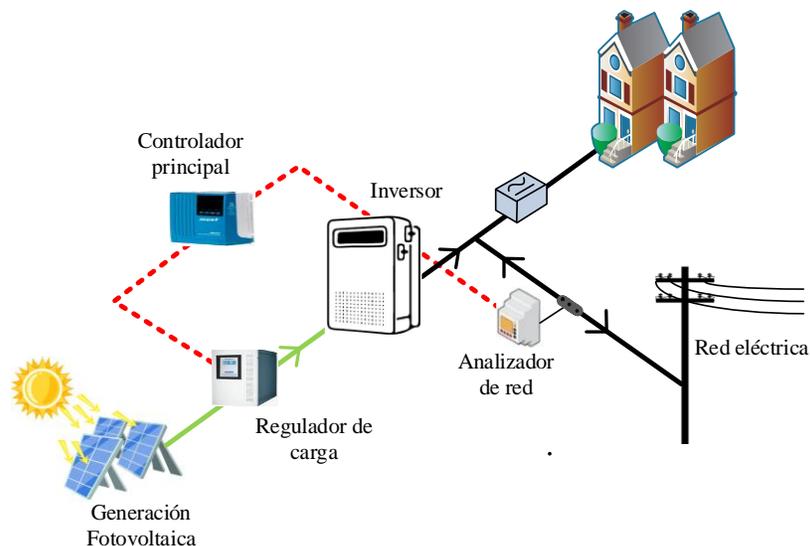


Figura 22 Esquema de una instalación fotovoltaica.
Fuente: [55].

La radiación solar in situ determina la producción de energía solar, la cual es cuantificada sobre la base de la irradiancia, que corresponde a la potencia que incide sobre la superficie. En complemento a lo anterior, para la energía solar se requiere la utilización de la irradiación, la cual corresponde a la energía ejercida por unidad de área durante un período de tiempo [55]. La radiación en una superficie se compone de la radiación difusa y directa [102]. Para la descripción, se explicita que la radiación directa (R_{Dm}) es la admitida directamente del sol, la cual no se desvía en su traslado, mientras que la radiación difusa (D_{Dm}) es desviada de su dirección por efectos de la reflexión. En complemento a lo indicado se puede indicar que la radiación global (G_{Dm}), es calculada de la siguiente forma:

$$G_{Dm} = R_{Dm} + D_{Dm} \quad (25)$$

La radiación de la planta fotovoltaica tendrá una tercera componente, el albedo, que se compone por de la R_{Dm} y D_{Dm} generadas por el reflejo en las áreas adyacentes. La orientación e inclinación, α y β respectivamente, inciden en la radiación, aspecto ilustrado en la Figura 23.

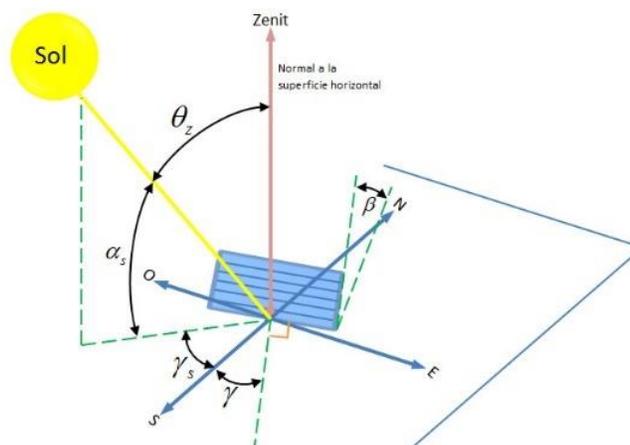


Figura 23 Esquema de una instalación fotovoltaica.
Fuente: [56].

El azimut (α) determina el grado de desviación de la dirección, dependiendo del hemisferio en el que se localizará la instalación, la orientación óptima del campo solar α_{opt} para el hemisferio

sur corresponde al norte y en el caso del otro hemisferio concierne lo complementario. De acuerdo con [15], la modificación del azimut causará pérdidas que asciende a 0,2% por cada grado de desviación de α_{opt} .

La pendiente (β) determina la inclinación del campo solar con relación a la horizontal, por tanto, para determinar el punto óptimo de inclinación de los paneles se debe tener en cuenta la latitud, el diseño está hecho para asegurar el consumo de energía durante los meses más desfavorables, alcanzar la mayor capacidad cada año. La mayoría de los programas de cálculo solar fotovoltaico usan la irradiancia para estimar la aportación de energía solar a la instalación. o internacionales como NASA, RETSCREEN, METEONORM etc.

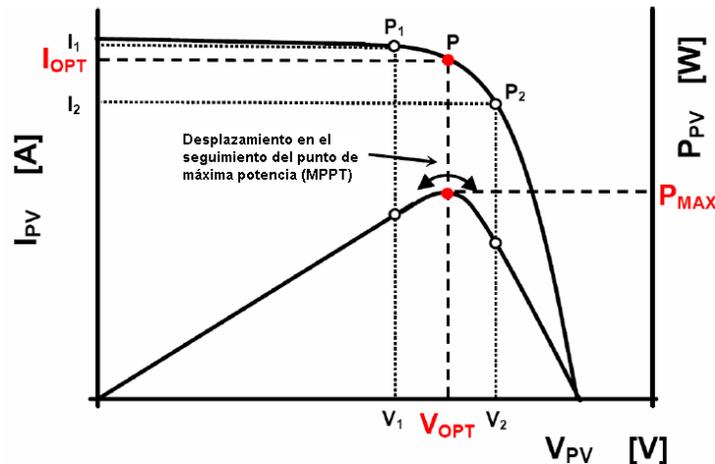


Figura 24 PMP del panel solar – Curva I-V – Curva P-V.
Fuente: [56].

La potencia máxima suministrada por el fabricante para el módulo fotovoltaico P_{MAX} corresponde al punto de pico de potencia (PMP), por tanto corresponde al valor en el cual la curva corriente-voltaje es máximo en las condiciones de medida estándar (CEM), por tal razón se es necesario de nuevos elementos tales como un inversor flexible que brinde el rastreo del punto de máxima potencia (MPPT) para lograr una actividad del campo solar más eficiente, como se muestra en la Figura 24.

Las condiciones de medición estándar son las condiciones de temperatura y las de irradiancia en una celda fotovoltaica que se utilizan como referencia para la caracterización de celdas, módulos y generadores fotovoltaicos y se definen de la siguiente manera:

- Temperatura a 25 °C
- Masa de Aire: AM 1,5.
- Irradiancia (GCEM): 1 kW/m²

La masa de aire corresponde a una unidad de medida de la longitud que viaja la radiación, la cual varía con el ángulo de incidencia θ entre los rayos del sol y la vertical del sitio, su fórmula matemática es la siguiente:

$$AM = \frac{1}{\cos \theta} \quad (26)$$

El Performance Ratio (PR), considera las pérdidas de la eficiencia, estas pueden ser por dispersión de parámetros y suciedad, por la temperatura, las pérdidas por seguimiento del punto de máxima potencia, la eficiencia energética del inversor y otros tales como imprevistos, fallos y mantenimiento. Para instalaciones aisladas los estándares en sistemas con inversor el $PR \cong 0,7$ y, con inversor y batería, $PR \cong 0,6$, siendo estos los usados en la norma internacional [101].

La producción anual promedio se puede usar para cálculos indicativos, pero para fines de diseño es más conveniente usar el PR mensual ya este valor cambia dependiendo de las situaciones mensuales como se muestra en la Figura 25 , que corresponde al PR calculado por PVsyst para una planta fotovoltaica.

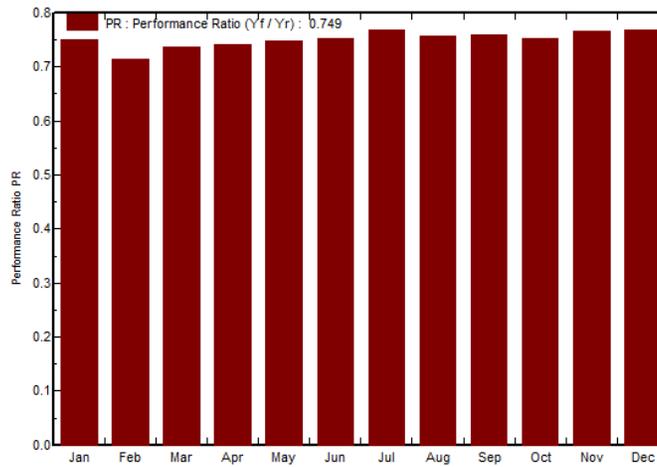


Figura 25 PR mensual.
Fuente: Simulacion PV Syst [Autor].

Finalmente, la energía producida por una planta fotovoltaica E_p se determina con la ecuación:

$$E_p = \frac{G_{Dm}(\alpha, \beta) \cdot P_{mp} \cdot PR}{G_{CEM}} \quad (26)$$

Es así que, la energía mensual originada, corresponderá a:

$$E_{p, mes} = \frac{G_{Dm}(\alpha, \beta) \cdot P_{mp} \cdot PR \cdot n_{dm}}{G_{CEM}} \quad (27)$$

Donde n_{dm} es la cantidad de días en el mes. De forma anual la energía corresponderá a:

$$E_{p, año} = \sum_{mes=1}^{12} E_{p, mes} \quad (28)$$

Conociendo la energía para las cargas L_D , la potencia mínima de un campo solar estará dada por:

$$P_{mp, min} = \frac{L_D \cdot G_{CEM}}{G_{Dm}(\alpha, \beta) \cdot P_{mp} \cdot PR} \quad (29)$$

De acuerdo a lo expresado, se debe tener en cuenta para el diseño el recurso, $G_{Dm}(\alpha, \beta)$, del peor mes. Por último, cabe señalar que existen programas para el cálculo del recurso solar, sin embargo, para el presente estudio se utilizarán fórmulas matemáticas expuestas.

3.4.3. Recurso energético para la Biomasa

La biomasa corresponde a la materia orgánica resultante de un proceso biológico, ya sea espontáneo o estimulado, que puede ser utilizada como fuente de energía; en este sentido, la conversión de biomasa en energía abarca la variedad y las fuentes de biomasa, los métodos de transformación, el uso final y los requisitos de tipo técnico. Desde el ámbito de la energía, la biomasa puede convertirse en energía /calor o en combustible para uso del transporte. De acuerdo con el propósito de este estudio, se investigaron aspectos relacionados con la generación de energía.

La transformación en energía de la biomasa puede realizarse mediante dos procesos, sean estos los termoquímicos (vía seca) y los bioquímicos (vía húmeda).

Los procesos termoquímicos exponen a la biomasa a temperaturas excesivas y se dividen en categorías tales como: la combustión, la gasificación y la pirólisis. La biomasa adecuada para el proceso referido corresponde a los materiales con mínimo contenido de humedad y alto contenido de lignocelulosa. Este tipo de procesos se utilizan para producir electricidad y calor y son una alternativa interesante para aplicarse en lugares lejanos y/o aisladas.

Por su parte el proceso bioquímico es aplicable a la biomasa con alto contenido de humedad usando la fermentación alcohólica o anaeróbica. Los métodos manejados comúnmente son la fermentación de materias primas de celulosa o azúcares de almidón, por su parte, la fermentación anaeróbica es aplicada a biomasa con alto contenido de celulosa para producir metano. [57]. La Figura 26 muestra un esquema que identifica los procesos de transformación de biomasa.

La esterificación o extracción mecánica corresponde a la tecnología utilizada para producir biodiesel. Los recursos para generar biomasa se segmentan en: desechos de madera; plantas energéticas; residuos generados en el proceso de producción de cultivos, agroindustria y ganadería; y residuos sólidos urbanos, de residuos domiciliarios. Por el carácter de regiones aisladas, se debe prestar especial atención a los residuos agroindustriales. En todos los casos, la biomasa debe recolectarse, transportarse y posiblemente almacenarse para su procesamiento de acuerdo con la tecnología utilizada para el procesamiento y la producción de energía [58].

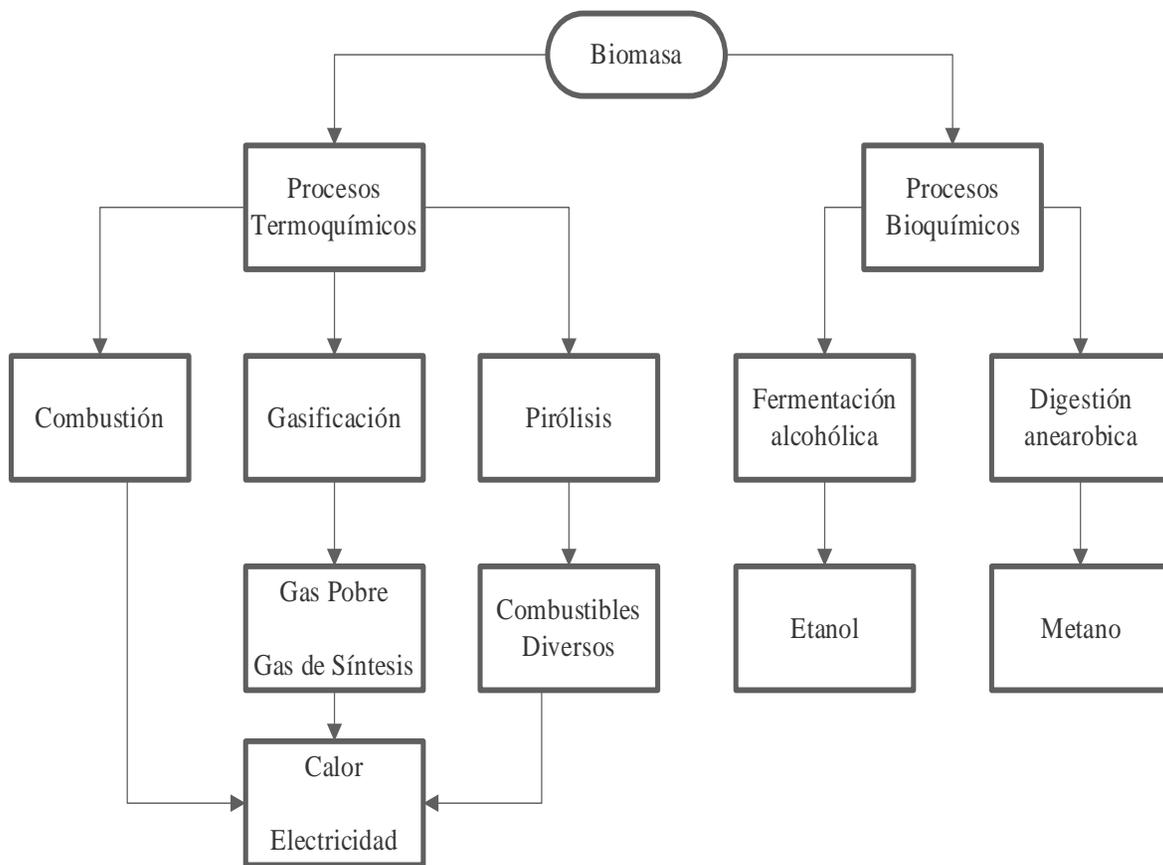


Figura 26 Proceso de transformación de la Biomasa.
Fuente: [57].

3.4.3.1. Caracterización del recurso energético - Biomasa

La caracterización de biomasa le permite determinar el arquetipo de biomasa que es factible para la conversión de energía, las propiedades inherentes clave de la biomasa permiten caracterizarla para su posterior procesamiento [58] son:

Humedad: Existen dos tipologías, la primera que corresponde a la humedad interna o humedad de la materia prima que no se ve afectada por las condiciones climáticas y la humedad externa que tiene en cuenta la influencia de las condiciones climáticas en el momento de la cosecha. Desde un punto de vista práctico, se habla de la humedad exterior; sin embargo, la humedad interna se utilizará para calcular valores típicos para las diferentes tipologías de biomasa. Para la biodegradación se usa la biomasa con mayor contenido de humedad. Para la gasificación, la humedad debe ser inferior al 10-15 %, lo que generalmente es logrado mediante el precalentamiento.

Poder calorífico: indica el grado de energía para un específico material, generalmente las unidades pueden ser MJ/kg, MJ/l o MJ/Nm³ para sólidos, líquidos o gases, respectivamente. Lo indicado se describe de forma general como el denominado calor específico superior, ya sea HHV (abreviatura del término anglosajón High Heat Value) o poder calorífico neto LHV (abreviatura del término anglosajón Low Heating Value).

HHV es la energía total liberada por la combustión, incluido el calor latente del agua, que es la cantidad máxima de energía que se puede obtener de una fuente de biomasa determinada. Desde un punto de vista práctico, el calor latente del agua es desaprovechado, aspecto por el cual, LHV es un parámetro que cuantifica la energía en un combustible. El poder calorífico y el rendimiento generalmente se informan en toneladas secas tms (o dmt en toneladas secas anglosajonas) con contenido de humedad cero.

Proporciones de carbón fijo y sólidos volátiles: La materia volátil de un combustible sólido se define como la fracción liberada como gas (incluida la humedad) cuando se calienta (a 950 °C

durante 7 min). La importancia del contenido de RAT y FC es que proporcionan una medida de la facilidad con la que se puede iniciar la biomasa y luego gasificarla u oxidarla, dependiendo de cómo se utilice la biomasa como fuente de energía. En la Figura 27 se presenta el diagrama de Van Crevelen, el cual permite comparar biocombustibles con combustibles fósiles .

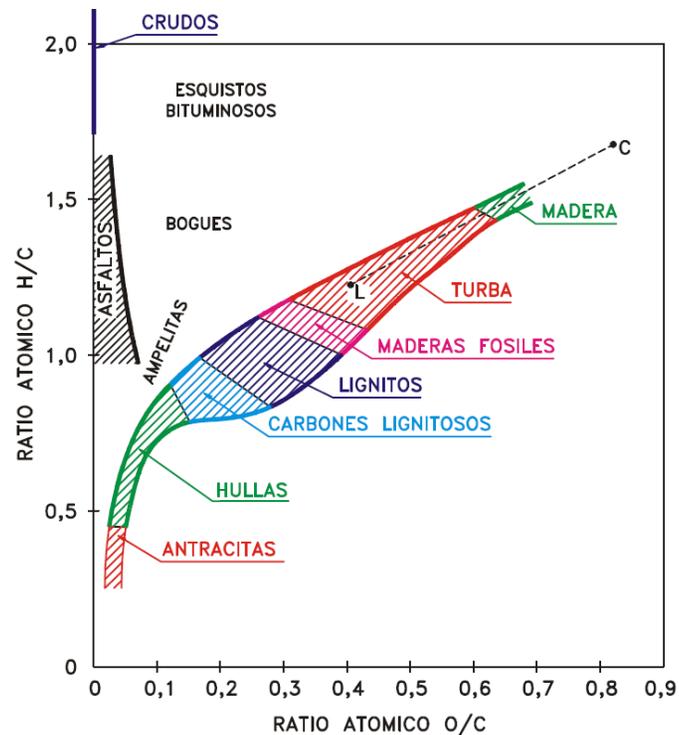


Figura 27 Diagrama de Van Krevelen.
Fuente: [59].

Contenido de cenizas del residuo producido por la biomasa: Cuando se quema la biomasa en presencia de aire, se desprende un residuo sólido llamado ceniza, mismo que afecta en el costo total de la transformación a energía. Dependiendo del contenido de cenizas, la energía del combustible disminuye proporcionalmente. Durante la conversión termoquímica, la composición química de la ceniza puede crear serios problemas operativos.

Contenido de metales alcalinos: El contenido de metales alcalinos es importante en cualquier transición termoquímica. La reacción de la sílice de la ceniza y los metales alcalinos produce una

sustancia que puede provocar la obstrucción. Cabe señalar que, aunque el contenido de sílice de la biomasa es bajo, la contaminación del suelo puede aumentar.

Radio celulosa/lignito: En los procesos bioquímicos, la proporción de celulosa a lignito en la biomasa es muy importante. Dado que la biodegradabilidad de la celulosa es mayor que la del lignito, el metabolismo total será mayor en plantas con alto contenido de celulosa que en plantas con alto contenido de lignito, lo cual es un factor determinante para la selección.

En el caso de procesos de conversión de biomasa a masa seca, para procesos termoquímicos, se debe tomar en cuenta las propiedades para algunos biomateriales, mismas que se presentan en la Tabla 5, mientras que para biomasa húmeda las transiciones las propiedades primera y última son interesantes.

Tabla 5 Caracterización de Biomasa.

Material	Humedad (%H₂O)	HHV (%)	FC (%)	MV (%)	Ceniza (%)	Metales Alcalinos (%)
Pino Danés	8	21.2	19	71.6	1.6	4.8
Sauce	60	20	-	-	1.6	15.8
Álamo	45	18.5	-	-	2.1	16
Cereal-paja	6	17.3	10.7	79	4.3	11.8
Bagazo	45-50	19.4	-	-	3.5	4.4
Carbón	8-12	26-2	57	35	8	-

Nota: Fuente: [58].

La biomasa es caracterizada mediante pruebas de laboratorio, sin embargo, para tener datos generales de ciertas propiedades puede examinarse las bases de datos como la biodatabase de PHYLLYS que son preparados por los Países Bajos CKD Energy Research Centro [58].

3.4.3.2. Identificación, cuantificación y potencial energético de la biomasa

Para determinar la biomasa con la que se cuenta para la producción energética, se debe tasar la cantidad de residuo disponible anualmente en la zona.

Tabla 6 anterior expone los coeficientes de residuos para 23 especies de cultivos. El potencial teórico esta dado por:

$$B_n = A_n \cdot Y_n \quad (30)$$

Con n cosechas disponibles en un área, el potencial de biomasa teórico en su totalidad se plantea como:

$$B_{tn} = \sum_n B_n \quad (31)$$

El valor obtenido se conoce como potencial teórico, porque no se puede recoger el 100% de la reserva. Esto se debe a que el proceso de recolección es afectado por factores como técnicas, disponibilidad o factores estacionales, etc., lo que involucra que la eficacia de recolección f_r sea igual al porcentaje del monto total a coleccionar. En otra dirección, puede darse la situación que un porcentaje de biomasa requiera usos alternos como obtención de fuego, forraje, etc., lo que hace el porcentaje a_n esté disponible durante la cosecha. Así, el potencial de biomasa a disposición B_{AV} en toneladas es dado por:

$$B_{AV} = f_r \cdot \sum_n B_n \cdot a_n \quad (32)$$

La energía disponible depende de su valor calorífico inferior LHV, que se define en su descripción, por lo tanto, la energía disponible de la biomasa en un área con n cultivos, E_{AV} en MJ, se define por la siguiente expresión:

$$E_{AV} = f_r \cdot \sum_n B_n \cdot a_n \cdot LHV_n \quad (33)$$

Al querer tener un coeficiente energético CE_{AV} por área, se divide por el área de urpery se tiene:

$$CE_{AV} = \frac{f_r \cdot \sum_n B_n \cdot a_n \cdot LHV_n}{A_z} \quad (34)$$

3.4.3.3. Cuantificación de la producción de energía

En esta etapa se cuantificará la eficiencia entre los procesos de transformación de biomasa a otros productos (gas, vapor, etc.) y su aprovechamiento, llegando al proceso global de producción de energía. Primero, es necesario establecer la eficacia del proceso de mutación n_c , depende del proceso y los subproductos utilizados para la producción de electricidad, como se muestra, para la producción de electricidad los subproductos más comunes del gas es el sintético o syngas, en procesos termoquímicos:

$$n_c = \frac{V_{gas} \cdot LHV_{Gas}}{LHV_{Biom} \cdot 1Kg} \quad (35)$$

Según [60], entre el 60% y el 80% corresponde a la eficiencia de conversión de biomasa por gasificación y pirólisis. Para el gas sintético derivado por gasificación, se puede señalar que el poder calorífico del tiene dependencia de la clase de gasificador y tiene este rango:

- Bajo 4-6MJ/Nm³ cuando se usa aire y también vapor/aire
- Medio 12/18MJ/Nm³ con oxígeno y vapor
- Alto 40MJ/Nm³ con hidrógeno

Durante la producción de electricidad, se debe utilizar la eficiencia de conversión de energía n_e . En tal sentido, la energía derivada será:

$$E_c = [f_r \cdot \sum_n A_n \cdot Y_n \cdot a_n \cdot LHV_n] \cdot n_c \quad (36)$$

Como parte final, para el uso óptimo de residuos agrarios para generar electricidad aplicando procedimientos termoquímicos, puede modelarse tomando en cosnideración la eficiencia global $n_T = n_c \cdot n_e$:

$$E_{ef} = [f_r \cdot \sum_n A_n \cdot Y_n \cdot a_n \cdot LHV_n] \cdot n_c \cdot n_e \quad (37)$$

Con base en [61], se propone que la eficiencia promedio de $n_c = 0.7$ y $n_e = 0.3$ puede usarse para la gasificación, lo que conduce a una buena aproximación a la eficiencia total de $n_T = 0.21$, en comparación con el 21, 2% obtenido en [62] y el 20% se presenta en [63].

Usando el tratamiento propuesto y los datos de [60], indica que el LHV es de 18 MJ/kg aplicables para cultivos de corta duración; si se produce a una tasa nominal y empleando un n_T 21%, resulta que 1 kg de astillas de madera produce alrededor de 1 kW de energía eléctrica, es decir:

$$1 \text{ kg} \approx 1 \text{ kWh} \quad (38)$$

Se puede señalar que de donde se origina la biomasa requiere estar en la cercanía del sitio de producción, y se debe evaluar la disposición de caminos, costos, lapsos de tiempo y las estrategias para el manejo y el consumo posterior.

En general los proyectos energéticos deben comenzar con un estudio de factores técnicos con un control previo de los sitios donde se debe diseñar cada clase de subsistema eléctrico para que sus dimensiones sean las adecuadas.

3.5. Análisis de la posible utilización de fuentes

Considerando el concepto ambiental, una solución perfecta es instaurar generación utilizando solo energía proveniente de fuentes renovables. Sin embargo, al evaluar los aspectos técnicos y económicos, se debe tener en cuenta que dependiendo de los recursos naturales disponibles y que éstos a su vez son intermitentes, muchas veces la energía convencional debe ser usada para que proporcione la calidad y estabilidad energética requerida, al igual que factibilidad económica deseada. El factor más común que debe tenerse en cuenta en el mix de generación es la posible

utilización de generadores térmicos debido a su eficiencia, estabilidad de la producción, reacción al control de frecuencia, sin embargo, es necesario considerar el costo de combustible asociado.

3.6. Selección óptima de las fuentes energéticas

Como resultado de la caracterización y estimación del recurso de las fuentes energéticas encontradas, se requiere establecer los importes económicos para las diferentes fuentes generadoras, estos costes por fuente son:

- *De Inversión:* aquí se incluye referencialmente los gastos por la compra, ensambladura y arranque del generador.
- *De Operación:* aquí se relaciona a la actividad propia del generador y globalmente se incluye al capital requerido para los combustibles y mantenimiento.

Adicional de los costos, se debe tener en cuenta las vidas útiles de las fuentes potenciales de suministro, la rentabilidad o tasa de descuento asociada, los factores de planta, la producción estimada de energía, la curva de demanda y el crecimiento de la misma.

Los inputs antes descritos se incorporan a un modelo de optimización, el cual determinará el mix óptimo de generación para cumplir con la entrega de generación a la demanda, incluyendo el suministro de la red valorado a tarifa a usuario final, el objetivo conlleva dos funciones que corresponden a la minimización de costos y la minimización de emisiones asociadas a los generadores de biomasa, todo esto cumpliendo con las restricciones energéticas de las fuentes, el crecimiento de la demanda y las restricciones propias de los generadores.

4. INSPECCIÓN TÉCNICA

4.1. Inspección in situ

Para el desarrollo del presente trabajo, se usará predio a abastecer la Estación Experimental Santa Catalina perteneciente al Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), la cual está localizada en la Panamericana Sur en el kilómetro número 1, que se encuentra en el sector Cutuglagua perteneciente al cantón Mejía de la Provincia de Pichincha. Las instalaciones de la Estación Experimental Santa Catalina tienen la disposición para realizar estudios y producir tecnologías para innovar las tradicionales metodologías usadas para producir en la región andina del Ecuador cuando se cultiva cereales, tubérculos, legumbres y granos en general



Figura 28 Estación Experimental Santa Catalina - INIAP
Fuente: [Autor].

El predio consta de tres áreas principales, la primera asociada a las instalaciones destinadas a los laboratorios de investigación, la segunda donde consta un predio para actividades administrativas y por último un terreno para los cultivos, en total se habla de un total de 89 ha, la cual se encuentra ubicada a 3050 msnm. De conformidad a lo dispuesto por el INIAP y lo que el proyecto pretende, conlleva a que la carga significativa sea abastecida por medio de otros sistemas que no sea el suministro de la empresa de distribución, para el caso que compete es utilizar el terreno para que después de su desbroce se implemente el sistema energético correspondiente para abastecer la demanda importante que corresponde a los laboratorios. El Layout se presenta en la Figura 30 y la localización georreferenciada tanto del terreno como de los laboratorios, se describen en la Tabla 7. La evidencia fotográfica del terreno se muestra en el Anexo I.

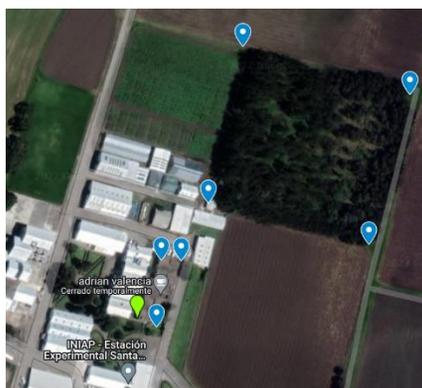


Figura 29 Layout Estación de experimentación Santa Catalina - INIAP
Fuente: [Autor].



Figura 30 Área de terreno de la Estación de experimentación Santa Catalina - INIAP
Fuente: [Autor].

Tabla 7 Ubicación georreferenciada.

Punto	Latitud	Longitud	Lugar
P1	-0.366567°	-78.554340°	Terreno
P2	-0.366903°	-78.553177°	
P3	-0.367946°	-78.553466°	
P4	-0.367656°	-78.554579°	
L1	-0.368056°	-78.554905°	Laboratorio
L2	-0.368063°	-78.554765°	
L3	-0.368523°	-78.554937°	
L4	-0.368465°	-78.555068°	

Nota: Fuente: Autor.

4.2. Inspección técnica

Por medio de una visualización y un examen técnico se consiguió obtener los datos requeridos para determinar y cuantificar los consumos de la demanda, la curva de carga, los datos asociados a la energía solar, eólica y biomasa, los cuales tendrán el tratamiento correspondiente para modelar el sistema a nivel energético.

4.2.1. Demanda

De la inspección técnica se ha determinado las cargas, su uso estimado de los laboratorios que se pretenden sean abastecidos, en este sentido, la Tabla 8, tabula el detalle de las cargas, así mismo, de lo analizado también se ha constatado que la carga es abastecida con una ocurrencia de al menos el 95%, es decir que el valor de la carga tiene una probabilidad de ocurrencia del al menos el 95% en el tiempo de uso.

LABORATORIO	CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	V	A	P	FP	USO (horas al día)	Periodo de tiempo horas
Nutrición	1	Refrigeradora 1	115	1.45	175 W	0.9506	24	Todo el tiempo
	2	Refrigeradora 2	115	6.45	740 W	0.9506	24	Todo el tiempo
	11	Computador	115		500 W	0.9506	8	Todo el tiempo
	3	HPLC Cromatografo	115		810VA	0.9506	4	10:00 - 14:00
	1	Espectrofotometro UV 2600	110		170 VA	0.9506	1	10:00 - 11:00
	3	Regulador de voltje	115		750 VA	0.9506	8	8:00 - 16:30
	7	Cargador de Laptop	100	1.3		0.9506	8	8:00 - 16:30
	1	Generador de Hidruros	115		30 VA	0.9506	5	9:00 - 14:00
	1	Espectrofotometro de absorción atómica	230		6000 VA	0.9506	5	9:00 - 14:00
	4	UPS Vision spirit II	240	44	10 kVA / 9 KW	0.9506	24	Todo el tiempo
	4	Autotransformador Monofasico Renno	125 / 230	48 / 26	6 kVA	0.9506	24	Todo el tiempo
	1	Espectrofotometro UV 2201	100 / 240		180 VA	0.9506	1	10:00 - 11:00
	1	Orion 3-Star Plus PH	100 / 240	0.3		0.9506	0.5	10:00 - 11:00
	6	Agitador magnetico Hotplate 4658	115	7.3	865 W	0.9506	0.5	10:00 - 14:00
	1	Centrifugadora	230	3.5		0.9506	0.5	8:00 - 10:00
	2	Mufla F48015	120	15	1800 W	0.9506	7	9:00 - 16:00
	1	Fibertec 8000 - Analisis de fibra automatico	210		2000 W	0.9506	1	9:00 - 14:00
	1	Soxtec 2043 - Extractor de grasa	230		1250 W	0.9506	2	9:00 - 14:00
	1	Bomba de vacio	115	3.4		0.9506	2	9:00 - 14:00
	1	Kjeltec 8400 analizer unit	240	10		0.9506	4	9:00 - 13:00
	1	Kjeltec 8420 sampler	240		2200 W	0.9506	4	9:00 - 13:00
	1	Centrifugadora sigma 4-16ks	220		2000 W	0.9506	4	10:00 - 15:00
	1	HPLP Agitador calentador	230		2000 W	0.9506	2	9:00 - 14:00
	1	Fastpret 24 Analisi de proteina	230	3		0.9506	2	9:00 - 14:00
	1	Baño termico	110		420 W	0.9506	2	9:00 - 14:00
	1	Baño termico	120	7.3	870	0.9506	1	9:00 - 13:00
	3	Balanza analitica	120	0.5		0.9506	1	8:00 - 11:00
1	Buker autosampler Espectrometro de masas	230		6000 VA	0.9506	5	9:00 - 14:00	
1	Estufa	120	20	2500 W	0.9506	24	8:00 - 8:00	

Tabla 8 Datos de la demanda de los laboratorios.

Nota: Fuente: Autor.

Los datos expresados serán tabulados, tratados y procesados de tal forma de obtener la curva de demanda, misma que se usará para el planeamiento energético. La evidencia fotográfica de cada uno de los laboratorios se muestra en el Anexo II.

4.2.2. Recursos energético Solar

Para definir a la central fotovoltaica se requiere establecer parámetros sobre el recurso solar, para el efecto, existen dos mecanismos de medición, la primera asociada a mediciones directas de al menos un año; y, la segunda asociada al uso de modelos sean estos meteorológicos o satelitales. Dado que el INIAP no dispone de información bajo mediciones directas por el costo que comprende, se ha procedido usar el software Meteonorm, del cual se desprende algunos datos que se presentan a continuación, los cuales fueron obtenidos considerando la latitud y longitud, adicional, dichos datos corresponden a una interpolación dependiente del espacio de la radiación horizontal y la temperatura basada en datos meteorológicos que tienen en cuenta la altitud, la topografía, la región, etc.

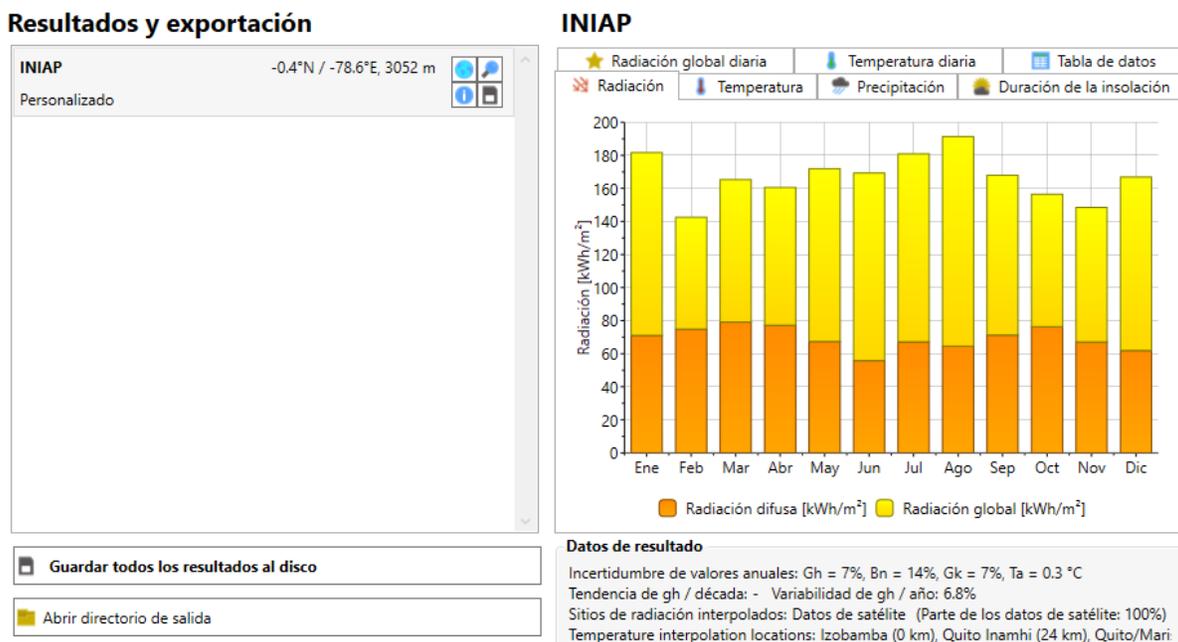


Figura 31 Radiación Promedio Mensual.
Fuente: Meteonorm.

De los datos obtenidos de Meteonorm, se han tabulado los datos asociados a la radiación directa, óptima y temperatura.

Tabla 9 Datos del recurso solar.

	Gh kWh/m ²	Bn kWh/m ²	Ta °C
Enero	182	168	11.7
Febrero	143	103	11.5
Marzo	165	123	11.6
Abril	161	123	11.7
Mayo	172	155	11.8
Junio	169	173	11.5
Julio	181	174	11.3
Agosto	191	188	11.6
Septiembre	168	139	11.6
Octubre	156	114	11.6
Noviembre	148	124	11.6
Diciembre	167	159	11.7
Promedio	166.92	145.25	11.60
Total	2003	1743	
Incertidumbre	7%	14%	0.8

Nota: Fuente: Meteonorm.

4.2.3. Recursos energético Eólico

Dado que el INIAP no dispone de información bajo mediciones históricas y con el afán de definir a la central eólica se ha requerido establecer parámetros sobre el recurso eólico, para el efecto, se ha procedido a realizar las mediciones, a través del medidor que registra información SymphoniePlus3 con el fin de obtener datos provenientes del recurso del viento. Con el propósito del actual estudio se utilizó medidas ejecutadas en el transcurso de un mes, desde el 1 al 30 de marzo del 2022, mismos que tienen 10 minutos de periodicidad, que han sido capturados por un dispositivo llamado anemómetro ubicado a 15m de altura de la Estación Experimental Santa Catalina. Los datos se presentan en el Anexo III, de los cuales, al realizar su tratamiento, se ha obtenido la Tabla 10 que servirá para el dimensionamiento correspondiente.

Tabla 10 Datos del recurso eólico.

Intervalo Velocidad (m/s)	Velocidad Centro del Intervalo (m/s)	Muestra por cada intervalo	Frecuencia %
0-1	0.5	371	8%
1-2	1.5	593	13%
2-3	2.5	833	19%
3-4	3.5	929	21%
4-5	4.5	870	19%
5-6	5.5	542	12%
6-7	6.5	283	6%
7-8	7.5	43	1%
8-9	8.5	0	0%
9-10	9.5	0	0%
10-11	10.5	0	0%
11-12	11.5	0	0%
12-13	12.5	0	0%
13-14	13.5	0	0%
14-15	14.5	0	0%
15-16	15.5	0	0%
16-17	16.5	0	0%
17-18	17.5	0	0%
18-19	18.5	0	0%
19-20	19.5	0	0%
20-21	20.5	0	0%
21-22	21.5	0	0%
22-23	22.5	0	0%
23-24	23.5	0	0%
24-25	24.5	0	0%
>25	>25	0	0%

Nota: Fuente: Autor-SymphoniePlus3.

4.2.4. Recursos energético biomasa

Para determinar el recurso de biomasa y su aprovechamiento para generar electricidad, se realizó una de evaluación del tipo de semovientes que tiene la Estación Santa Catalina, determinándose los tipos de residuos disponibles relacionadas con el tipo de animal residente. El detalle de los semovientes se expresa en el Anexo IV. De dicha data se extrae el siguiente resumen:

Tabla 11 Cantidad del recurso energético de biomasa.

Marca/ Raza/ Otros	BOVINO O VACUNO/TERNERO	BOVINO O VACUNO/VACA	EQUINOS / CABALLO
BROW SWISS X JERSEY X SUECO ROJO X HOLSTEIN FRIESIAN		1	
BROWN SWISS		7	
BROWN SWISS X HOLTEIN FRIESIAN	1	15	
BROWN SWISS X HOLSTEIN FRIESIAN X SUECO ROJO		8	
BROWN SWISS X JERSEY		1	
BROWN SWISS X JERSEY X HOLSTEIN FRIESIAN		2	
BROWS SWISS X HOLSTEIN FRIESIAN		6	
BROWS SWISS X HOLSTEIN FRIESIAN X SUECO ROJO		3	
BROWS SWISS X SUECO ROJO X HOLSTEIN FRIESIAN		3	
CRIOLO			1
HOLSTEIN FRIESIAN	1	50	
HOLSTEIN FRIESIAN X SUECO ROJO X BROWN SWISS		1	
HOLSTEIN FRIESIAN X BROWN SWISS		15	
HOLSTEIN FRIESIAN X BROWN SWISS X JERSEY		1	
HOLSTEIN FRIESIAN X BROWN SWISS X SUECO ROJO		6	
HOLSTEIN FRIESIAN X JERSEY		3	
HOLSTEIN FRIESIAN X JERSEY X BROWN SWISS		2	
HOLSTEIN FRIESIAN X JERSEY X BROWN SWISS X SUECO ROJO		2	
HOLSTEIN FRIESIAN X SUECO ROJO		1	
HOLSTEIN FRIESIAN X SUECO ROJO X BROWN SWISS		1	
HOLSTEIN FRIESIAN X SUECO ROJO X BROWN SWISS X JERSEY		5	
HOSLTEIN FRIESIAN X BROWN SWISS		2	
JERSEY X HOLSTEIN FRIESIAN X BROWN SWISS		2	
JERSEY HOLSTEIN FRIESIAN		1	
JERSEY X BROWN SWISS X HOLSTEIN FRIESIAN		16	
JERSEY X BROWN SWISS X HOLSTEIN FRIESIAN X SUECO ROJO		3	
JERSEY X HOLSTEIN FRIESIAN		3	
JERSEY X HOLSTEIN FRIESIAN X BROWN SWISS		5	
JERSEY X HOLSTEIN FRIESIAN X BROWN SWISS X SUECO ROJO		5	
JERSEY X SUECO ROJO X BROWN SWISS X HOLSTEIN FRIESIAN		4	
JERSEY X SUECO ROJO X HOLSTEIN FRIESIAN		4	
JERSEY X SUECO ROJO X HOLSTEIN FRIESIAN X BROWN SWISS		3	
SUECO ROJO X BROWN SWISS X HOLSTEIN FRIESIAN		5	
SUECO ROJO X HOLSTEIN FRIESIAN		1	
SUECO ROJO X HOLSTEIN FRIESIAN X BROWN SWISS		6	
TARANTES X JERSEY X SUECO ROJO X BROWN SWISS X HOLSTEIN FRIESIAN		1	
TOTAL	2	194	1

Nota: Fuente: Autor.

Tabla 12 Peso del recurso energético de biomasa [Kg].

Marca/ Raza/ Otros	BOVINO O VACUNO/TERNERO	BOVINO O VACUNO/VACA	EQUINOS/ CABALLO
BROW SWISS X JERSEY X SUECO ROJO X HOLSTEIN FRIESIAN		460	
BROWN SWISS		3048	
BROWN SWISS X HOLTEIN FRIESIAN	48	5002	
BROWN SWISS X HOLSTEIN FRIESIAN X SUECO ROJO		3455	
BROWN SWISS X JERSEY		420	
BROWN SWISS X JERSEY X HOLSTEIN FRIESIAN		850	
BROWS SWISS X HOLSTEIN FRIESIAN		2632	
BROWS SWISS X HOLSTEIN FRIESIAN X SUECO ROJO		1302	
BROWS SWISS X SUECO ROJO X HOLSTEIN FRIESIAN		922	
CRIOLO			410
HOLSTEIN FRIESIAN	470	21456	
HOLSTEIN FRIESIAN X SUECO ROJO X BROWN SWISS		430	
HOLSTEIN FRIESIAN X BROWN SWISS		6657	
HOLSTEIN FRIESIAN X BROWN SWISS X JERSEY		470	
HOLSTEIN FRIESIAN X BROWN SWISS X SUECO ROJO		2594	
HOLSTEIN FRIESIAN X JERSEY		1290	
HOLSTEIN FRIESIAN X JERSEY X BROWN SWISS		820	
HOLSTEIN FRIESIAN X JERSEY X BROWN SWISS X SUECO ROJO		887	
HOLSTEIN FRIESIAN X SUECO ROJO		470	
HOLSTEIN FRIESIAN X SUECO ROJO X BROWN SWISS		448	
HOLSTEIN FRIESIAN X SUECO ROJO X BROWN SWISS X JERSEY		2211	
HOSLTEIN FRIESIAN X BROWN SWISS		485	
JERSEY X HOLSTEIN FRIESIAN X BROWN SWISS		859	
JERSEY HOLSTEIN FRIESIAN		439	
JERSEY X BROWN SWISS X HOLSTEIN FRIESIAN		6124	
JERSEY X BROWN SWISS X HOLSTEIN FRIESIAN X SUECO ROJO		1260	
JERSEY X HOLSTEIN FRIESIAN		1319	
JERSEY X HOLSTEIN FRIESIAN X BROWN SWISS		2212	
JERSEY X HOLSTEIN FRIESIAN X BROWN SWISS X SUECO ROJO		2109	
JERSEY X SUECO ROJO X BROWN SWISS X HOLSTEIN FRIESIAN		1361	
JERSEY X SUECO ROJO X HOLSTEIN FRIESIAN		1354	
JERSEY X SUECO ROJO X HOLSTEIN FRIESIAN X BROWN SWISS		1260	
SUECO ROJO X BROWN SWISS X HOLSTEIN FRIESIAN		1781	
SUECO ROJO X HOLSTEIN FRIESIAN		440	
SUECO ROJO X HOLSTEIN FRIESIAN X BROWN SWISS		2234	
TARANTES X JERSEY X SUECO ROJO X BROWN SWISS X HOLSTEIN FRIESIAN		410	
TOTAL	518	79471	410

Nota: Fuente: Autor.

5. DISEÑO

Para el diseño se ha considerado la realización secuencial de una serie de actividades, las cuales se detallan a continuación:

5.1. Tratamiento de los datos de la carga

Para la carga se ha separado por cada laboratorio, tomando los parámetros técnicos, a fin de determinar la energía y la carga segmentada por laboratorio; estos datos son:

Tabla 13 Demanda Laboratorio de Nutrición.

LABORATORIO	CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	CI [W]	CT [W]
	1	Generador de Hidruros	28.52	28.52
	1	Orion 3-Star Plus PH	68.44	68.44
	1	Espectrofotómetro UV 2600	161.60	161.60
	1	Espectrofotómetro UV 2201	171.11	171.11
	1	Refrigeradora 1	175.00	175.00
	3	Balanza analítica	60.00	180.00
	4	Repetidor Mikrotik	76.05	304.19
	1	Bomba de vacío	371.68	371.68
	1	Baño térmico	420.00	420.00
	1	Fastpret 24 Análisis de proteína	655.91	655.91
	1	Centrifugadora	765.23	765.23
	7	Cargador de Laptop	123.58	865.05
	1	Baño térmico	870.00	870.00
	1	Soxtec 2043 - Extractor de grasa	1,250.00	1,250.00
	76	Iluminación departamento	18.00	1,368.00
	2	Refrigeradora 2	740.00	1,480.00
Nutrición	1	Fibertec 8000 - Análisis de fibra automático	2,000.00	2,000.00
	1	Centrifugadora sigma 4-16ks	2,000.00	2,000.00
	1	HPLP Agitador calentador	2,000.00	2,000.00
	1	Cromatógrafo de gases	2,091.32	2,091.32
	3	Regulador de voltaje	712.95	2,138.85
	1	Kjeltec 8420 sampler	2,200.00	2,200.00
	1	Kjeltec 8400 analyzer unit	2,281.44	2,281.44
	3	HPLC Cromatógrafo	769.99	2,309.96
	1	Estufa	2,500.00	2,500.00
	2	Mufla F48015	1,800.00	3,600.00
	6	Agitador magnético Hotplate 4658	865.00	5,190.00
	4	Regulador de voltaje triplite AVR550U	1,368.86	5,475.46
	11	Computador	500.00	5,500.00
	1	Espectrofotómetro de absorción atómica	5,703.60	5,703.60
	1	Buker autosampler Espectrómetro de masas	5,703.60	5,703.60
	4	Autotransformador Monofásico Renno	5,703.60	22,814.40
	4	UPS Visión spirit II	9,000.00	36,000.00

Nota: Fuente: Autor.

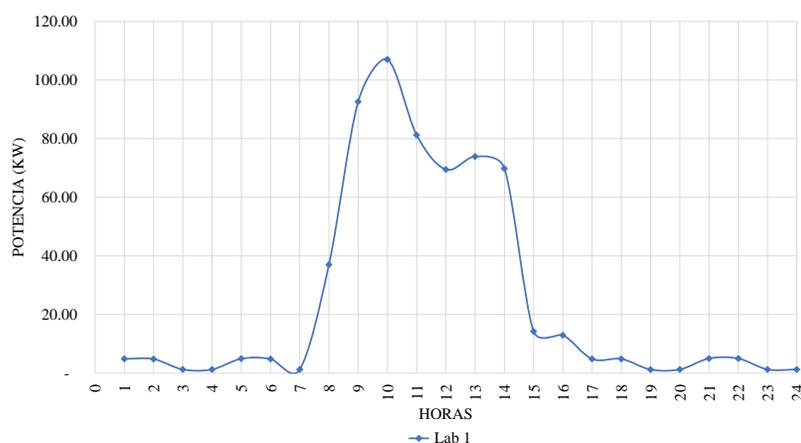


Figura 32 Curva de Carga – Laboratorio Nutrición – Lab1.
Fuente: Autor.

Tabla 14 Demanda Laboratorio de Suelos y Agua.

LABORATORIO	CANT	DESCRIPCIÓN	CI [W]	CT [W]
	2	UPS Tripplite	9,000.00	18,000.00
	2	Mufla 2	7,985.04	15,970.08
	2	Destilador	6,502.10	13,004.21
	1	UPS Vision spirit II	9,000.00	9,000.00
	4	Estufa 3	1,900.00	7,600.00
	1	UPS Eaton DX 10000L	7,000.00	7,000.00
	12	Computador	500.00	6,000.00
	1	Autotransformador Monofasico Renno	5,703.60	5,703.60
	4	Regulador de voltje tripplite AVR550U	1,368.86	5,475.46
	2	Estufa 3	1,900.00	3,800.00
	2	Estufa 4	1,500.00	3,000.00
	9	Licuadaora Humbolt H260	300.00	2,700.00
	1	Reciclador de nitrogeno	2,667.38	2,667.38
	1	Espectrofotometro optico con plasma de acoplamiento	2,661.68	2,661.68
	1	Estufa 1	2,500.00	2,500.00
	1	Kjeltec 8400 analyzer unit	2,281.44	2,281.44
	1	Kjeltec 8420 sampler	2,200.00	2,200.00
	3	Centrifugadora	731.96	2,195.89
	1	Estufa 2	1,735.00	1,735.00
	1	Mufla 1	1,700.00	1,700.00
	2	Compresor Soilmoisture	750.00	1,500.00
	80	Iluminación departamento	18.00	1,440.00
	1	Compresor	1,100.00	1,100.00
	2	Agitador	546.60	1,093.19
Suelos y aguas	1	Bomba de agua	1,082.26	1,082.26
	1	Microondas de foliares	1,000.00	1,000.00
	1	Refrigeradora	740.00	740.00
	1	Analizador de carbono	731.96	731.96
	1	Generador de nitrogeno	634.05	634.05

1	Compresor	578.92	578.92
1	Espectrofotometro de absorción atómica Contra 800	522.83	522.83
1	Computador	500.00	500.00
1	Computador	500.00	500.00
1	Computador	500.00	500.00
1	Computador	500.00	500.00
1	Computador	500.00	500.00
1	Espectrofotometro de absorción atómica	427.77	427.77
4	Repetidor Mikrotik	76.05	304.19
1	Compresor	303.24	303.24
5	Balanza analitica	57.04	285.18
1	Espectrofotometro UV 2201	171.11	171.11
1	Espectrofotometro s600	133.08	133.08
2	Switch	3.19	6.38

Nota: Fuente: Autor.

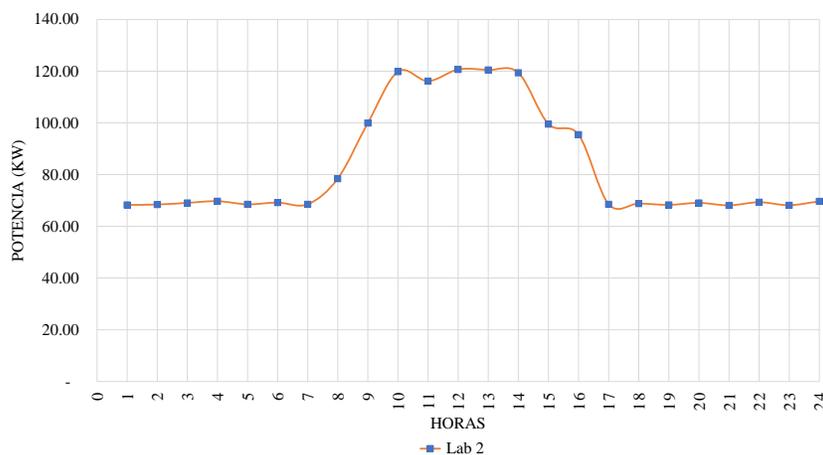


Figura 33 Curva de Carga – Laboratorio Suelos y Aguas – Lab2.

Fuente: Autor.

Tabla 15 Demanda Laboratorio de Recursos Fitogenéticos.

LABORATORIO	CANT	DESCRIPCIÓN	CI [W]	CT [W]
Recursos Fitogenéticos	1	Cuarto de cultivo, cuarto frio, circuito 1	439.18	439.18
	1	Cuarto de cultivo, cuarto frio, circuito 2	1,736.75	1,736.75
	24	Luces cuarto frio	18.00	432.00
	1	Camara de flujo laminar	1,140.72	1,140.72
	1	Cuarto de crecimiento, cuarto frio	1,350.00	1,350.00
	16	Luces cuarto frio	18.00	288.00
	1	Frigorifico	290.00	290.00
	1	Estufa	1,800.00	1,800.00
	1	Destilador	627.40	627.40

1	Microondas de reactivos	1,403.09	1,403.09
3	Balanza analitica	3.42	10.27
1	Orion 3-Star Plus PH	68.44	68.44
2	Agitador	40.00	80.00
8	Laptop	135.94	1,087.49
1	Congeladora	440.00	440.00
1	Camara de flujo laminar	2,851.80	2,851.80
1	Estirilizador - Autoclave	1,050.00	1,050.00
1	Refrigeradora	175.00	175.00
1	Estirilizador - Autoclave	2,851.80	2,851.80
1	Germinador grande	5,703.60	5,703.60
3	Germinador	885.48	2,656.45
1	Autoclave	1,900.00	1,900.00
1	UPS CDP UPO-11-3I	2,400.00	2,400.00
6	Condensador de aire	800.00	4,800.00
1	Deshumificador UNA-DYN A-15	9,125.76	9,125.76
4	Deshumificador DH-320	420.00	1,680.00
3	Ventilador cuarto frio	96.00	288.00
1	Sellador de fundas al vacio	1,000.00	1,000.00
44	Iluminación departamento	18.00	792.00
5	Regulador de voltje triplite AVR550U	1,368.86	6,844.32
1	Repetidor Mikrotik	76.05	76.05
1	Switch	3.19	3.19

Nota: Fuente: Autor.

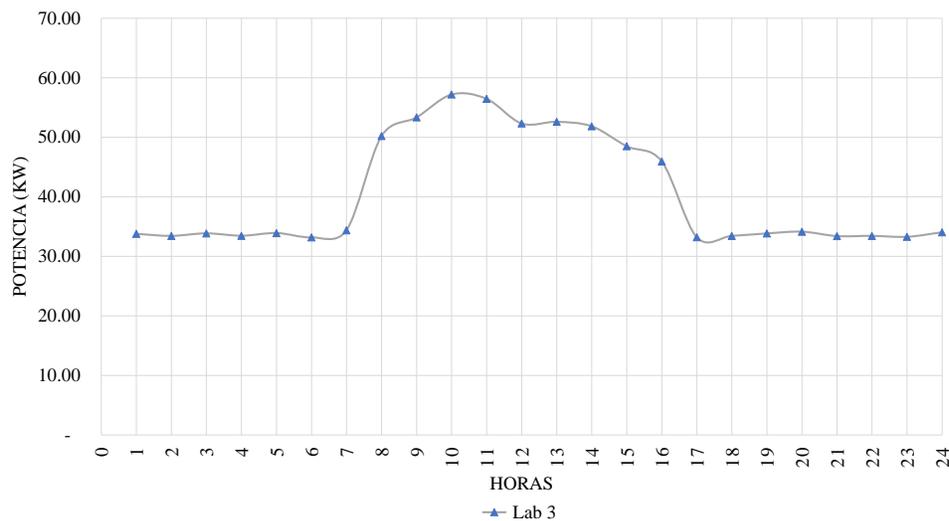


Figura 34 Curva de Carga – Laboratorio Recursos Fitogenéticos – Lab3.

Fuente: Autor.

Tabla 16 Demanda Laboratorio de Biotecnología.

LABORATORIO	CANT	DESCRIPCIÓN	CI [W]	CT [W]
Biotecnología	8	Regulador de voltje triplite AVR550U	1,368.86	10,950.91
	1	Autoclave 38d0ML	3,935.48	3,935.48
	7	Computador	500.00	3,500.00
	1	Sorbona cex 120	3,136.98	3,136.98
	5	Termociclador	350.00	1,750.00
	1	Termociclador cuantitativo	1,711.08	1,711.08
	1	Microondas	1,448.71	1,448.71
	1	Estufa	1,147.85	1,147.85
	1	Centrifugadora CL30R	1,083.68	1,083.68
	2	Baño maria	513.80	1,027.60
	1	Congelador wisd	900.00	900.00
	5	Refrigeradora	175.00	875.00
	1	Maquina de hielo	874.55	874.55
	3	Frigorifico	290.00	870.00
	48	Iluminación departamento	18.00	864.00
	1	Analizador de AND LICOR 4380	836.53	836.53
	1	Incubadora	765.23	765.23
	1	Centrigugadora refrigerada 5415R	653.54	653.54
	4	Fuente de poder	142.59	570.36
	1	Concentrador de ADN	546.60	546.60
	2	Centrifuga Mikro 120	261.42	522.83
	2	Transiluminador	261.42	522.83
	2	Termobloque	250.00	500.00
	1	Congelador wysecryo	480.00	480.00
	3	Laptop	135.94	407.81
	2	Camara de flujo laminar	142.59	285.18
	3	Repetidor Mikrotik	76.05	228.14
	1	Maserador	150.00	150.00
	1	Espectrofotometro	133.08	133.08
	2	Biotek epoch	30.00	60.00
	2	Vortex	30.00	60.00
	1	Destilador Megpure D2	20.00	20.00
2	Balanza analitica	3.42	6.84	
2	Switch	3.19	6.38	

Nota: Fuente: Autor.

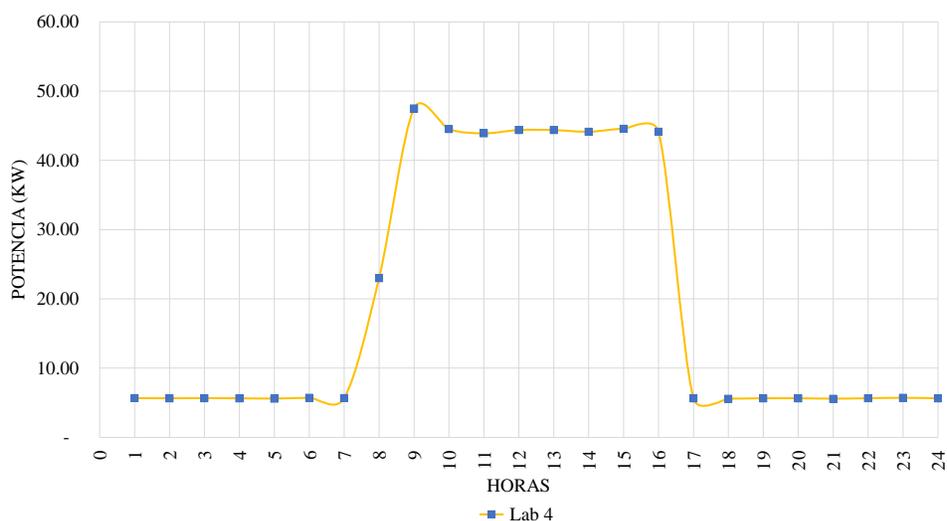


Figura 35 Curva de Carga – Laboratorio de Biotecnología – Lab 4.
Fuente: Autor.

Una vez obtenidas las curvas de demanda por cada laboratorio, es posible la obtención de la curva de carga acumulada, la cual está en la Tabla 17 tabulada y de forma gráfica en la Figura 36, de la cual se obtiene que diariamente se debe abastecer un total equivalente a 4045.60 kWh.

Tabla 17 Demanda horaria acumulada.

Demanda [kW]											
	Lab 1	Lab 2	Lab 3	Lab 4	Total		Lab 1	Lab 2	Lab 3	Lab 4	Total
h1	4.87	68.27	33.77	5.66	112.57	h13	73.89	120.45	52.60	44.37	291.32
h2	4.80	68.41	33.43	5.64	112.29	h14	69.81	119.37	51.85	44.13	285.16
h3	1.25	69.05	33.86	5.66	109.82	h15	14.25	99.53	48.50	44.56	206.84
h4	1.25	69.71	33.46	5.63	110.05	h16	12.95	95.44	45.93	44.15	198.47
h5	4.91	68.49	33.91	5.60	112.91	h17	4.84	68.53	33.21	5.63	112.21
h6	4.84	69.17	33.18	5.71	112.90	h18	4.84	68.80	33.43	5.58	112.65
h7	1.26	68.50	34.38	5.67	109.81	h19	1.23	68.28	33.85	5.64	109.00
h8	36.99	78.44	50.21	23.00	188.64	h20	1.27	69.04	34.14	5.64	110.10
h9	92.60	99.97	53.34	47.50	293.41	h21	5.00	68.08	33.40	5.58	112.07
h10	106.99	119.81	57.19	44.52	328.52	h22	4.98	69.30	33.44	5.64	113.36
h11	81.24	116.14	56.46	43.91	297.75	h23	1.26	68.14	33.28	5.71	108.39
h12	69.46	120.63	52.32	44.39	286.80	h24	1.24	69.66	34.03	5.63	110.57

Nota: Fuente: Autor.

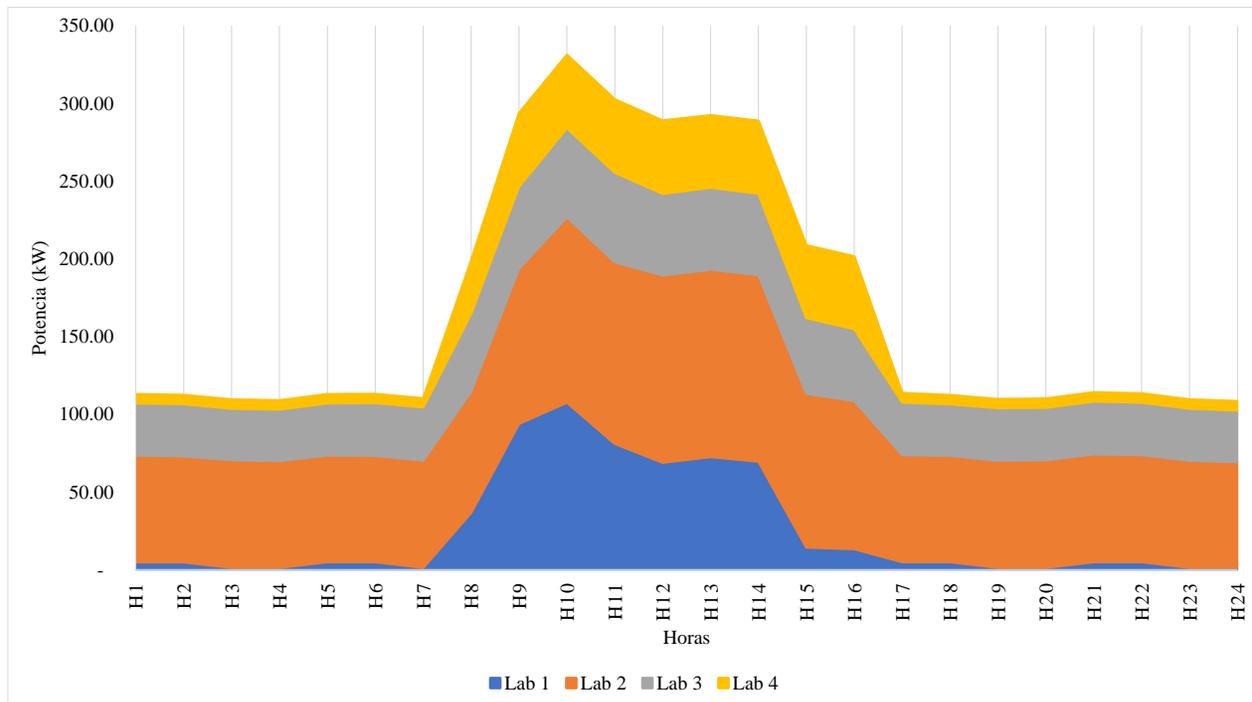


Figura 36 Curva de Carga Acumulada.
Fuente: Autor.

5.2. Fuente solar fotovoltaica

A fin de estimar el recurso fotovoltaico, se procede a usar los datos recolectados a nivel meteorológico, de los cuales se procede a obtener la potencia y la energía posible a ser producida, considerando la latitud, longitud y el área del emplazamiento.

De forma inicial, se calculará el ángulo óptimo de inclinación, para lo cual se usará la latitud del terreno, la cual corresponde a -0.367946° , usando la siguiente ecuación se obtiene la inclinación óptima:

$$Inc Op = 3,7 + 0.69 \cdot Lat \quad (39)$$

$$Inc Op = 3,7 + 0.69 \cdot -0.367946 = 3.446^\circ$$

Para el caso de diseño y según lo establecido en [64], para ángulos de inclinación calculados y menor a 10° , como criterio se usará la inclinación de 10° , valor que garantiza una mayor eficiencia para el panel para evitar suciedad y mayor rendimiento, por tanto, el ángulo de inclinación es de 10° . Ahora con la inclinación y en base a lo establecido en Meteonorm, se procede a calcular las horas pico solares (PSH), tomando en cuenta que la potencia estándar Pst corresponde a 1 kW/m^2 en condiciones de 25°C y masa de aire de 1.5.

$$PSH = \frac{\sum_m Bn_m}{Pst} \quad (40)$$

$$PSH = \frac{1743 \left[\frac{\text{kW}}{\text{m}^2} \right]}{1 \frac{\text{kW}}{\text{m}^2}} = 1743 \text{ horas/año}$$

Para el diseño, se procede a determinar un tipo de panel fotovoltaico, para el efecto se utilizará la información de [65] del cual se escogió la marca Omnis Power modelo OP600M60 -P4 Con una potencia pico de 600 Wp.

Tabla 18 Datos técnicos del módulo.

Descripción	Valor	Unidad
Potencia Pico	600	Wp (STC)
Tolerancia de la salida	0-5	Wp
Voltaje en circuito abierto Voc	41.5	V
Corriente Cortocircuito Isc	18.52	A
Voltaje en el punto max Vmpp	34.4	V
Corriente en el punto max Impp	17.44	A
Dimensiones (A,L,P)	2172x1303x35	mm
Eficiencia del Panel	21.2	%

Nota: Fuente: [65].

La distancia mínima es calculada entre filas de módulos, para el caso de Ecuador se asume que los paneles no hacen sombra el 21 de junio (hemisferio sur) ese acontecimiento tiene ocurrencia cuando el sol tiene una postur más alta de ese día. Para el efecto se usa GAISMA, la cual muestra la altura solar en la fecha citada que corresponde al solsticio de junio.

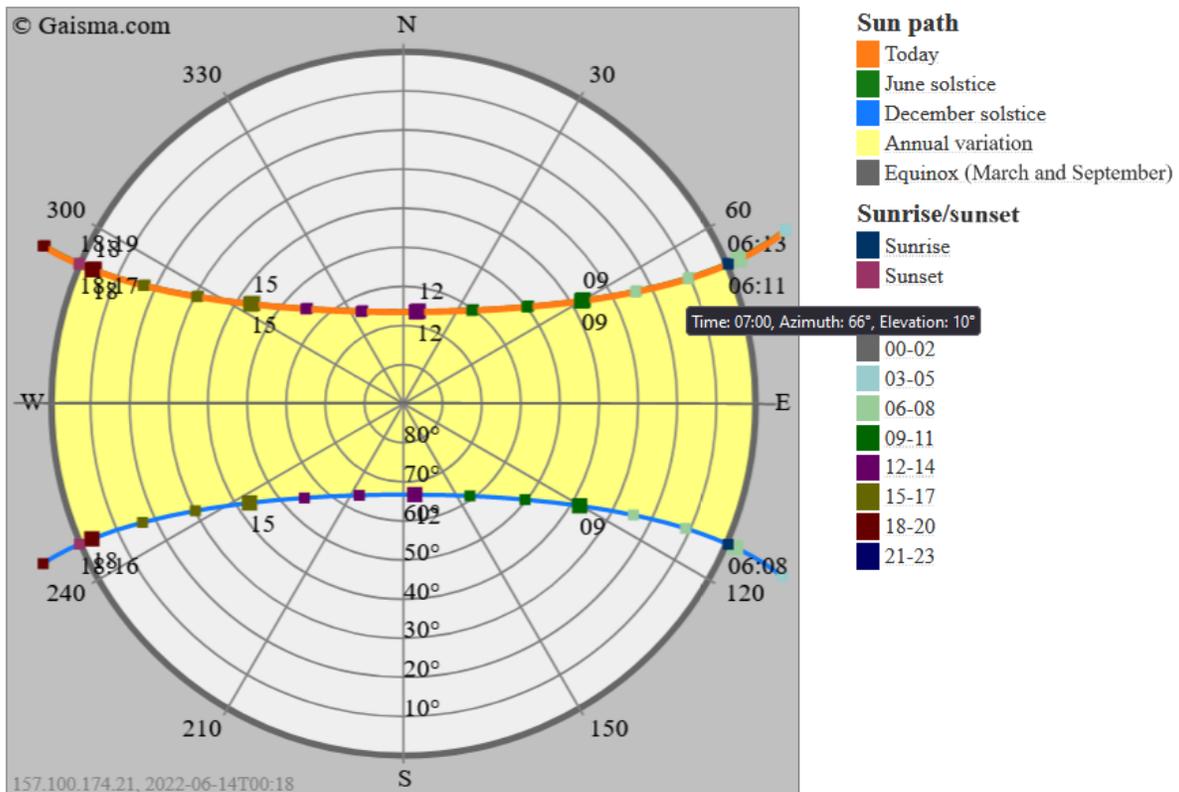


Figura 37 Diagrama del recorrido del sol para Quito.
Fuente: GAISMA

Con base a los datos se procede a determinar la Tabla 19 la cual se usará para determinar la distancia entre los módulos, la cantidad máxima de paneles que corresponderían por fila y la cantidad total de paneles para definir la potencia total de la planta, las formulaciones matemáticas se describen de forma subsiguiente.

Tabla 19 Datos del módulo Solar y terreno.

Módulo solar: CORTEX OP600M60-4		
Parámetros de entrada:		
Potencia nominal de un módulo FV:	600	W
Ángulo de inclinación óptimo β :	10	°
Ángulo solar de prominencia α (mediodía del 21 de junio):	66	°
Ancho del lugar [AL] (frontera este/oeste):	133.16	m
Largo del lugar [LL] (frontera norte/sur):	133.16	m
Distancia entre los módulos y el límite de la parcela [LP]:	10	m

Orientación de los módulos:	horizontal (horizontal/vertical)	
N.º de módulo apilados [NMA]:	2	
Dimensión del panel solar (lado largo) [DPVLL]:	2172	mm
Dimensión del panel solar (lado corto) [DPVLC]:	1303	mm
Ancho de la cara de los módulos hacia arriba [w]:	2606	mm

Nota: Fuente: [65].

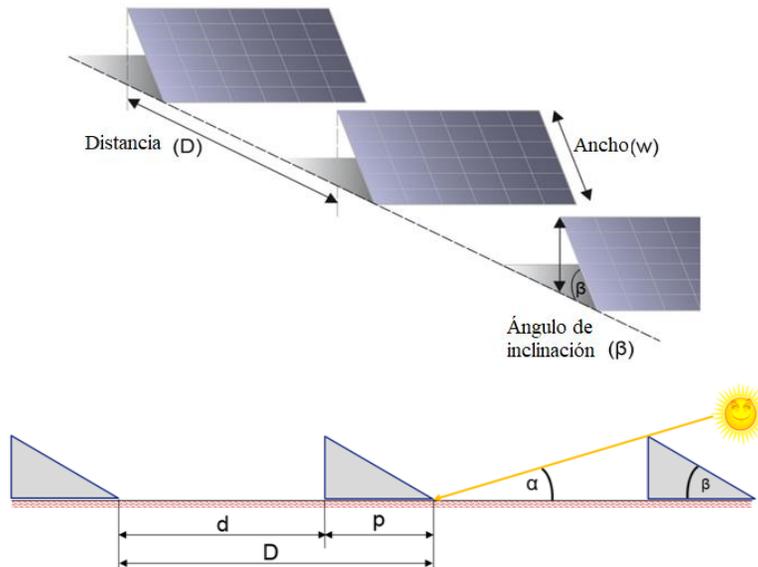


Figura 38 Distancia entre módulos.

Fuente: Autor

$$D = \frac{w \cdot \sin(180^\circ - \beta - \alpha)}{\sin(\alpha)} \quad (41)$$

$$No. \text{ paneles/fila} = \frac{NMA \cdot [(LL - 2 \cdot LP) \cdot 1000]}{DPVLL} \quad (42)$$

$$No. \text{ filas} = \frac{[(AL - 2 \cdot LP) \cdot 1000]}{D} \quad (43)$$

$$No. \text{ paneles} = \text{Min} \left(No. \frac{\text{paneles}}{\text{fila}} \right) \cdot \text{Min}(No. \text{ filas}) \quad (44)$$

$$Pot \text{ planta} = No. \text{ paneles} \cdot Pnom_{mod} \quad (45)$$

Al aplicar las ecuaciones antes descritas se obtienen los siguientes resultados:

Tabla 20 Resultados del dimensionamiento de paneles.

Resultados:		
D:	2767.9	mm
Número máximo posible de paneles/filas:	104.2	
Número máximo posible de filas:	40.9	
Número de paneles:	4160	
Potencia total de la planta:	2,496.0	kWp

Nota: Fuente: [65].

Se procede a determinar los inversores de cadena con conexión serie, para el efecto se establece el tipo de modulo fotovoltaico y el tipo de Inversor, los cuales corresponden respectivamente a CORTEX OP600M60-4 y Advanced Energy AE 3TL 40 kW, cuyos datos son los siguientes:

Tabla 21 Propiedades de los módulos solares.

Propiedades eléctricas de los módulos solares		
Isc	18.52	A
Voc	41.5	V
Pmpp	600	W
TC Isc	0.05	%/K
TC Voc	-0.28	%/K
TC Pmpp	-0.36	%/K
Impp	17.44	A
Vmpp	34.4	V

Nota: Fuente: Autor.

Tabla 22 Propiedades del inversor.

Propiedades eléctricas del inversor		
Potencia nominal de CA:	40000	W
Tensión de arranque de CC	350	V
Rango bajo de MPPT de CC:	490	V
Rango alto de MPPT de CC:	850	V
Tensión máx. de CC	1000	V
Corriente máx. de CC por cadena:	40	A

Nota: Fuente: Autor.

Para cada ángulo establecido en la hoja de datos se determina I_{sc} , V_{oc} y la P_{mpp} se ajustan sobre la base de los coeficientes de la temperatura, para el efecto se utilizan las siguientes ecuaciones, cuyos resultados se encuentran en la Tabla 23:

$$I_{sc_aj} = I_{sc@STC} (1 + TC_{ISC} \cdot [T_{celda} - 25]) \quad (46)$$

$$V_{oc_aj} = V_{oc@STC} (1 + TC_{Voc} \cdot [T_{celda} - 25]) \quad (47)$$

$$I_{sc_aj} = P_{@STC} (1 + TC_{pmpp} \cdot [T_{celda} - 25]) \quad (48)$$

Tabla 23 Resultados del ajuste de los parámetros de paneles.

Irradiancia 1000 W/m²	0°	25°	50°	75°
Isc [A]	18.29	18.52	18.75	18.98
Voc [V]	44.4	41.5	38.6	35.7
Pmpp [W]	654	600	546	492

Nota: Fuente: Autor.

La determinación o relación entre el panel y el inversor se obtiene sobre la base del cambio de temperatura y su afectación en la variable de interés, siendo esta el voltaje. Al aplicar la ecuación siguiente, se obtiene la

Tabla 24.

$$\text{Voltaje} = LC \cdot V_{oc} \cdot \left[1 + \left(\frac{T_{c_{voc}}}{100 \cdot (\delta - 25)} \right) \right] \quad (49)$$

Tabla 24 Resultados del voltaje en función de la cadena y ángulo.

Graphical result for combination of CORTEX OP600M60-4 and Advanced Energy AE 3TL 40 kW inverter:

Largo de la cadena	Voltajes de cadena como función de las temperaturas de la celda			
	Min. absoluto	STC	promedio	máximo
	0°	25°	50°	75°
1	44 V	42 V	39 V	36 V
2	89 V	83 V	77 V	71 V
3	133 V	125 V	116 V	107 V
4	178 V	166 V	154 V	143 V
5	222 V	208 V	193 V	178 V
6	266 V	249 V	232 V	214 V
7	311 V	291 V	270 V	250 V
8	355 V	332 V	309 V	286 V
9	400 V	374 V	347 V	321 V
10	444 V	415 V	386 V	357 V
11	488 V	457 V	425 V	393 V
12	533 V	498 V	463 V	428 V
13	577 V	540 V	502 V	464 V
14	622 V	581 V	540 V	500 V
15	666 V	623 V	579 V	535 V
16	710 V	664 V	618 V	571 V
17	755 V	706 V	656 V	607 V
18	799 V	747 V	695 V	642 V
19	844 V	789 V	733 V	678 V
20	888 V	830 V	772 V	714 V
21	933 V	872 V	810 V	749 V
22	977 V	913 V	849 V	785 V
23	1021 V	955 V	888 V	821 V
24	1066 V	996 V	926 V	857 V
25	1110 V	1038 V	965 V	892 V
26	1155 V	1079 V	1003 V	928 V
27	1199 V	1121 V	1042 V	964 V
28	1243 V	1162 V	1081 V	999 V
29	1288 V	1204 V	1119 V	1035 V
30	1332 V	1245 V	1158 V	1071 V
31	1377 V	1287 V	1196 V	1106 V
32	1421 V	1328 V	1235 V	1142 V
33	1465 V	1370 V	1274 V	1178 V
34	1510 V	1411 V	1312 V	1213 V
35	1554 V	1453 V	1351 V	1249 V

Leyenda

El inversor no arrancará/funcionará
El inversor no está funcionando en el rango de MPPT óptimo
El inversor está funcionando en el rango de MPPT óptimo
El inversor está funcionando por encima del rango de tensión máxima absoluta y se destruirá

Nota: Fuente: Autor.

En consecuencia, de las respuestas logradas en la

Tabla 24, se tiene como derivación los resultados sucesivos:

Tabla 25 Resultados sobre la cadena conexión serie.

Resultados	
Largo mínimo absoluto de cadena:	10
Largo mínimo recomendado de cadena:	14
Largo máximo recomendado de cadena:	22
Largo máximo absoluto de cadena:	22

Nota: Fuente: Autor.

Se procede al diseño del inversor de cadena con conexión en paralelo, para lo cual se usa los datos de la cadena en conexión serie, la capacidad de planta, la cantidad numérica de módulos, la relación de potencia y el factor de potencia.

Tabla 26 Datos de entrada.

Parámetros de entrada		
Largo mínimo absoluto de cadena:	10	
Largo mínimo recomendado de cadena:	14	
Largo máximo absoluto de cadena:	22	
Tamaño de la planta:	2496	kWp
Número de paneles:	4160	
Relación de potencia nominal mínima:	90%	
Relación de potencia nominal máxima:	110%	
Factor de potencia	0.9	

Nota: Fuente: Autor.

Se calcula la mínima y máxima potencia conectada en corriente continua, para el efecto se procede a usar la Potencia Nominal del Inversor equivalente a 40 kW afectándose por la relación de potencia mínima y máxima, de lo cual se obtiene que la potencia mínima y máxima CC conectada corresponde a 32727 W y 40000 W, respectivamente. Tomando en cuenta la Pmpp evaluada a 25°C que asciende a 600 W, el largo de la cadena y las cadenas en paralelo se procede a determinar la potencia conectada, la que se enseña en Tabla 27.

Tabla 27 Resultados de la potencia conectada.

Cadenas en paralelo	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Corriente total [A]	18.5	37	55.6	74.1	92.6	111.1	129.6	148.2	166.7	185.2
Largo de la cadena	Potencia conectada [Wp]									
1	600	1,200	1,800	2,400	3,000	3,600	4,200	4,800	5,400	6,000
2	1,200	2,400	3,600	4,800	6,000	7,200	8,400	9,600	10,800	12,000
3	1,800	3,600	5,400	7,200	9,000	10,800	12,600	14,400	16,200	18,000
4	2,400	4,800	7,200	9,600	12,000	14,400	16,800	19,200	21,600	24,000
5	3,000	6,000	9,000	12,000	15,000	18,000	21,000	24,000	27,000	30,000
6	3,600	7,200	10,800	14,400	18,000	21,600	25,200	28,800	32,400	36,000
7	4,200	8,400	12,600	16,800	21,000	25,200	29,400	33,600	37,800	42,000
8	4,800	9,600	14,400	19,200	24,000	28,800	33,600	38,400	43,200	48,000
9	5,400	10,800	16,200	21,600	27,000	32,400	37,800	43,200	48,600	54,000
10	6,000	12,000	18,000	24,000	30,000	36,000	42,000	48,000	54,000	60,000
11	6,600	13,200	19,800	26,400	33,000	39,600	46,200	52,800	59,400	66,000
12	7,200	14,400	21,600	28,800	36,000	43,200	50,400	57,600	64,800	72,000
13	7,800	15,600	23,400	31,200	39,000	46,800	54,600	62,400	70,200	78,000
14	8,400	16,800	25,200	33,600	42,000	50,400	58,800	67,200	75,600	84,000
15	9,000	18,000	27,000	36,000	45,000	54,000	63,000	72,000	81,000	90,000
16	9,600	19,200	28,800	38,400	48,000	57,600	67,200	76,800	86,400	96,000
17	10,200	20,400	30,600	40,800	51,000	61,200	71,400	81,600	91,800	102,000
18	10,800	21,600	32,400	43,200	54,000	64,800	75,600	86,400	97,200	108,000
19	11,400	22,800	34,200	45,600	57,000	68,400	79,800	91,200	102,600	114,000
20	12,000	24,000	36,000	48,000	60,000	72,000	84,000	96,000	108,000	120,000
21	12,600	25,200	37,800	50,400	63,000	75,600	88,200	100,800	113,400	126,000
22	13,200	26,400	39,600	52,800	66,000	79,200	92,400	105,600	118,800	132,000
23	13,800	27,600	41,400	55,200	69,000	82,800	96,600	110,400	124,200	138,000
24	14,400	28,800	43,200	57,600	72,000	86,400	100,800	115,200	129,600	144,000
25	15,000	30,000	45,000	60,000	75,000	90,000	105,000	120,000	135,000	150,000
26	15,600	31,200	46,800	62,400	78,000	93,600	109,200	124,800	140,400	156,000
27	16,200	32,400	48,600	64,800	81,000	97,200	113,400	129,600	145,800	162,000
28	16,800	33,600	50,400	67,200	84,000	100,800	117,600	134,400	151,200	168,000
29	17,400	34,800	52,200	69,600	87,000	104,400	121,800	139,200	156,600	174,000
30	18,000	36,000	54,000	72,000	90,000	108,000	126,000	144,000	162,000	180,000
31	18,600	37,200	55,800	74,400	93,000	111,600	130,200	148,800	167,400	186,000
32	19,200	38,400	57,600	76,800	96,000	115,200	134,400	153,600	172,800	192,000
33	19,800	39,600	59,400	79,200	99,000	118,800	138,600	158,400	178,200	198,000
34	20,400	40,800	61,200	81,600	102,000	122,400	142,800	163,200	183,600	204,000
35	21,000	42,000	63,000	84,000	105,000	126,000	147,000	168,000	189,000	210,000

Legenda

El inversor está funcionando por debajo del rango de tensión mínima/MPPP óptimo
El inversor no está funcionando dentro del rango de relación de potencial nominal:
El inversor está funcionando dentro de la relación de potencia nominal y el rango de MPPT óptimo
El inversor está funcionando por encima del rango de tensión máxima absoluta y se destruirá

Nota: Fuente: Autor.

Con base a los resultados mostrados, se determina la configuración elegida, determinándose el largo de la cadena y las cadenas por inversor, en la Tabla 28 se despliegan los resultados.

Tabla 28 Resultados cadena elegida.

Configuración de cadena elegida	
Largo de la cadena:	20
No. de cadenas:	208
Cadenas por inversor:	3
Número de inversores:	69.3
NPR:	100.0%

Nota: Fuente: Autor.

Bajo lo resultados, se procede a establecer el índice de rendimiento (PR), rendimiento de la planta y el rendimiento específico, valores que son obtenidos de la Tabla 29.

Tabla 29 Índice de rendimiento.

Potencia de la planta (Pot FV):	2496	kWp
<i>Factores de pérdida preconversión:</i>		
Sombras del terreno (A):	0.980	
Reflectividad angular (B):	0.980	(predeterminada: 0,98; rango: 0,96.-0,995)
Suciedad (C):	0.950	(predeterminada: 0,95; rango: 0,8-1,0, depende mucho del lugar)
<i>Factores de pérdida de conversión del conjunto:</i>		
Sombras entre filas (D):	0.970	(rango: 0,97 en el ecuador - 0,94 a 50° de latitud)
Sombra cercana (E):	1.0	(predeterminada: 1,0; sin objetos cercanos que causen sombras)
Temperatura (F):	0.952	
Pérdidas por desajuste (G):	0.980	(predeterminada: 0,98; rango: 0,97 - 0,99)
<i>Factor de pérdida del sistema:</i>		
Pérdidas en los cables de CC (H):	0.984	
Pérdidas en el inversor (después del dimensionamiento de la potencia) (I):	0.962	
Pérdidas del transformador de CA y otras pérdidas eléctricas (J):	0.970	(predeterminada: 0,97)
<i>Factor de pérdida preconversión_ FC:</i>	0.912	
<i>Factor de pérdida de conversión del conjunto_ FCC:</i>	0.896	
<i>Factor de pérdidas del sistema_ FPer:</i>	0.918	
<i>Horas solar pico PSH anuales:</i>	1743	h
Resultados:		
Índice de rendimiento (PR):	0.751	

<i>Rendimiento de la planta</i> [MWh/año]:	3,265.7
<i>Rendimiento específico [kWh/kWp]:</i>	1,308.4

Nota: Fuente: Autor.

Los valores de los factores, así como el índice de rendimiento y la energía anual de la planta fueron determinados usando las siguientes ecuaciones:

$$FC = A \cdot B \cdot C \quad (50)$$

$$FCC = D \cdot E \cdot F \cdot G \quad (51)$$

$$FPer = H \cdot I \cdot J \quad (52)$$

$$PR = FC \cdot FCC \cdot FPer \quad (53)$$

$$Energía = PR \cdot PSH \cdot Pot\ FV \quad (54)$$

5.3. Fuente eólica

Para el dimensionamiento de la fuente de generación eólica se usará el potencial del recurso del viento, el cual es obtenido de los datos de medición del viento, de lo cual se puntualiza que dichos datos fueron obtenidos mediante un equipo de medida ubicado a una altitud de 15 metros del ras de la superficie. Adicionalmente para que el auto generador pueda aprovechar las velocidades de los vientos, se realizó una extrapolación de los datos con una altitud de 30 metros, con el propósito de que el generador eólico se beneficie de mayores velocidades de corriente del aire. Los resultados de extrapolar se presentan en el Anexo III, los cuales fueron hallados aplicando la siguiente ecuación:

$$v_{30m} = v_{15m} \cdot \left(\frac{H_{30m}}{H_{15m}} \right)^{z_0} \quad (55)$$

Tabla 30 Longitud de rugosidad considerando el aerodinamismo de los terrenos Z₀.

Clase de Rugosidad	Rugosidad (Z ₀) (m)	Tipo de Terreno
0	0.0002	Terreno abierto, superficie lisa o agua
0.5	0.0024	Pistas de hormigón
1	0.03	Colinas redondeadas, edificios dispersos
1.5	0.055	Campo con alguna casa o arbolado de hasta 8m situado como mín a 1250 m
2	0.1	Campo con alguna casa o arbolado de hasta 8 m situado como mín a 500 m
2.5	0.2	Campo con alguna casa o arbolado de hasta 8 m situado como mín a 250 m
3	0.4	Pueblos, bosques y terreno accidentado y desigual
3.5	0.8	Ciudades con edificios altos
4	1.6	Grandes ciudades con edificios muy altos

Nota: Fuente: [66]

Para el caso del estudio se ha escogido una rugosidad Z₀ de 0.4 m, en tal sentido, una vez extrapolada la velocidad y tratada en función de las muestras, se obtiene la Tabla 31.

Tabla 31 Datos del recurso eólico a 30 metros.

Intervalo Velocidad (M/S)	Velocidad Media del Intervalo (M/S)	Frecuencia (%)
0-1	0.5	6%
1-2	1.5	9%
2-3	2.5	12%
3-4	3.5	15%
4-5	4.5	15%
5-6	5.5	16%
6-7	6.5	13%
7-8	7.5	7%
8-9	8.5	5%
9-10	9.5	1%
10-11	10.5	0%
11-12	11.5	0%
12-13	12.5	0%
13-14	13.5	0%
14-15	14.5	0%
15-16	15.5	0%

16-17	16.5	0%
17-18	17.5	0%
18-19	18.5	0%
19-20	19.5	0%

Nota: Fuente: Autor.

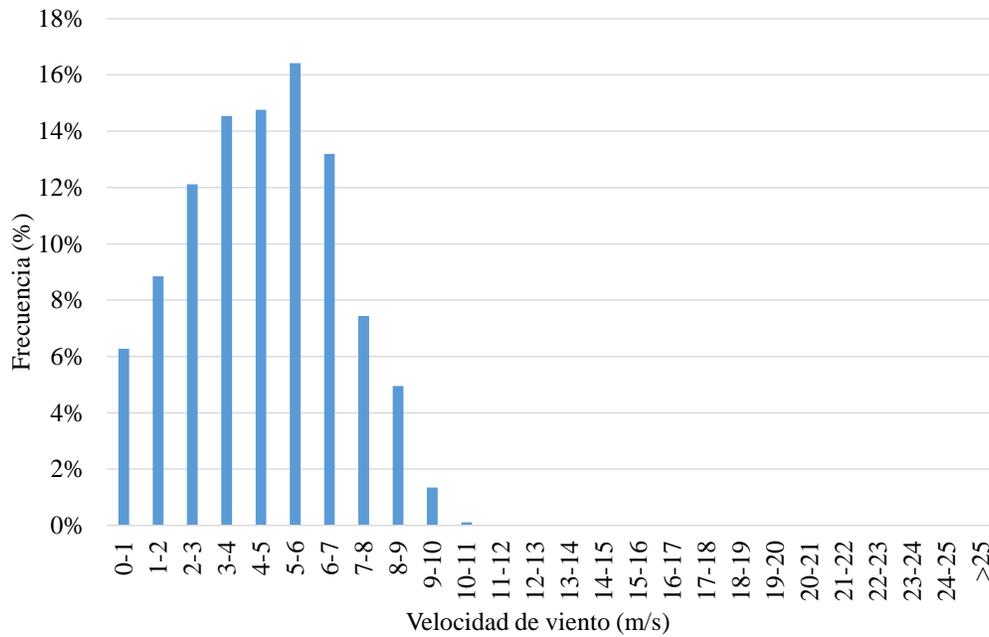


Figura 39 Curva de frecuencia de velocidades

Fuente: Autor.

En función de la medición realizada se tienen los resultados subsiguientes, la altura, la densidad, rugosidad y la velocidad media obtenida. El cálculo de la densidad y de la se realiza según las siguientes ecuaciones:

$$\rho = 1.225 \cdot \left(\frac{288}{273 + Temp} \right) \cdot e^{-\left(\frac{Altura}{8435} \right)} \quad (56)$$

$$\bar{v} = \sum_i v_i \cdot fr_i \quad (57)$$

Tabla 32 Datos del viento en el lugar.

Parámetro	Valor	Unidad
Altura (H)	30	m
Rugosidad (Zo)	0.4	m
Densidad del aire (ρ)	0.853	kg/m ³
Velocidad promedio (\bar{v})	5.02	m/s

Nota: Fuente: Autor.

Dados los parámetros obtenidos, se procede a obtener la distribución de Weibull, para lo cual es necesario hallar el componente de forma K que es adimensional y el componente de escala C cuya dimensión es velocidad, además es necesario saber la Densidad de Potencia por Área (DPA), para ello se usará las siguientes ecuaciones:

$$K = \left(\frac{\sigma}{\bar{v}}\right)^{-1.086} \quad (58)$$

$$C = \frac{\bar{v}}{\Gamma\left(1 + \frac{1}{K}\right)} \quad (59)$$

$$DPA = \frac{Pd}{A} = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v^3 \quad (60)$$

De la resolución de las ecuaciones se tienen respuestas útiles y aplicables a la función de Weibull de probabilidad, en la

Tabla 34 están los resultados de aplicación de la función de densidad de probabilidad.

Tabla 33 Parámetros usados para determinar la función de Weibull.

Parámetro	Valor	Unidad
K	2.417	-
C	5.661	m/s
Γ	0.887	-
σ	2.227	
Velocidad promedio (\bar{v})	5.02	m/s

Nota: Fuente: Autor.

$$dp(v) = \frac{K}{C} \cdot \left(\frac{v}{C}\right)^{K-1} \cdot e^{-\left(\frac{v}{C}\right)^K} \quad (61)$$

Tabla 34 Resultados asociados a la función de Weibull.

Vi	Prob Weibull	P/A Weibull [W/m2]	Freq. Datos	P/A Datos [W/m2]
1	4%	0.02	6%	P/A Datos
2	9%	0.31	9%	0.03
3	14%	1.61	12%	0.30
4	17%	4.63	15%	1.40
5	17%	9.10	15%	3.97
6	15%	13.51	16%	7.87
7	11%	15.88	13%	15.13
8	7%	15.16	7%	19.31
9	4%	11.93	5%	16.25
10	2%	7.81	1%	15.40
11	1%	4.27	0%	5.73
12	0%	1.96	0%	0.64
13	0%	0.75	0%	-
14	0%	0.24	0%	-
15	0%	0.06	0%	-
16	0%	0.01	0%	-
17	0%	0.00	0%	-
18	0%	0.00	0%	-

19	0%	0.00	0%	-
20	0%	0.00	0%	-
21	0%	0.00	0%	-
22	0%	0.00	0%	-
23	0%	0.00	0%	-
24	0%	0.00	0%	-
25	0%	0.00	0%	-
25	0%	0.00	0%	-
Total		87.27		86.02

Nota: Fuente: Autor.

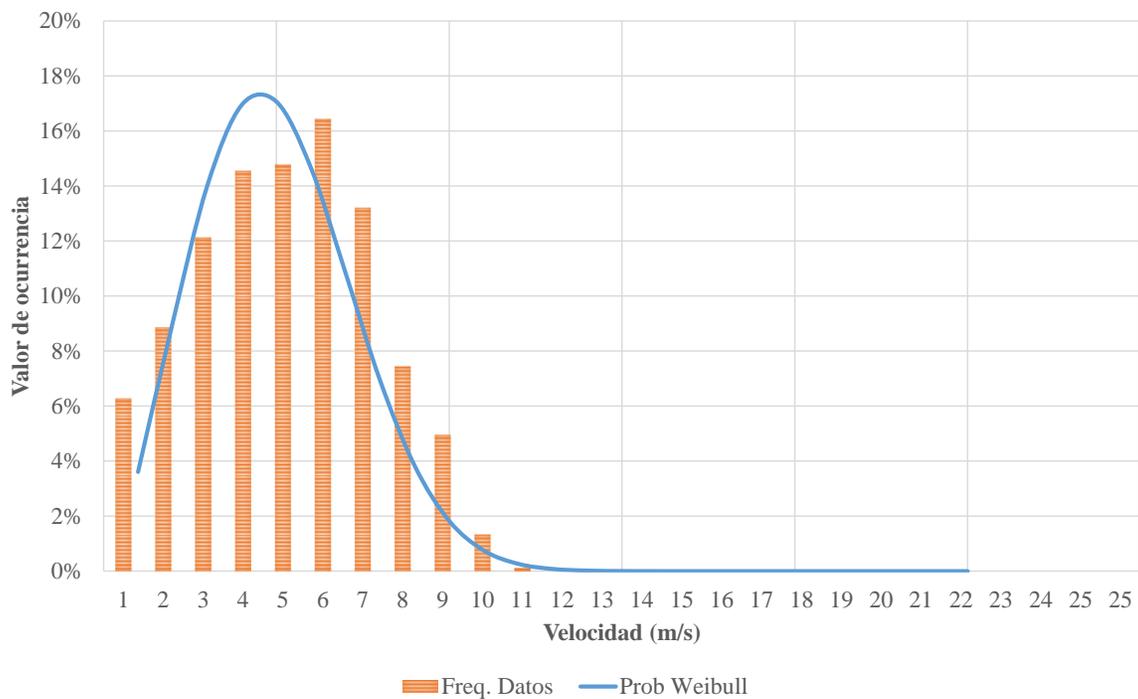


Figura 40. Probabilidades de velocidades.

Fuente: Autor.

Con la función de densidad de Weibull, se sigue con la determinación de un tipo de aerogenerador para que la planta de aerogeneración cumpla con el espacio y en función del recurso entregue la energía correspondiente. Para el estudio se ha utilizado un generador minieólico E70

PRO, que muestra eficacia en suplir cargas demandadas de pequeñas industrias, este equipo ha sido fabricado para tener relación con el cumplimiento de la norma IEC 61400-2.

Entre las principales características de este aerogenerador se puede señalar: i) Potencia Nominal de 5.5 kW; ii) 3 palas; iii) Diámetro del rotor de 4.3 m; y, iv) Rotor de eje horizontal a barlovento, adicional a lo citado las curvas de potencia viento se presentan en la Figura 41.

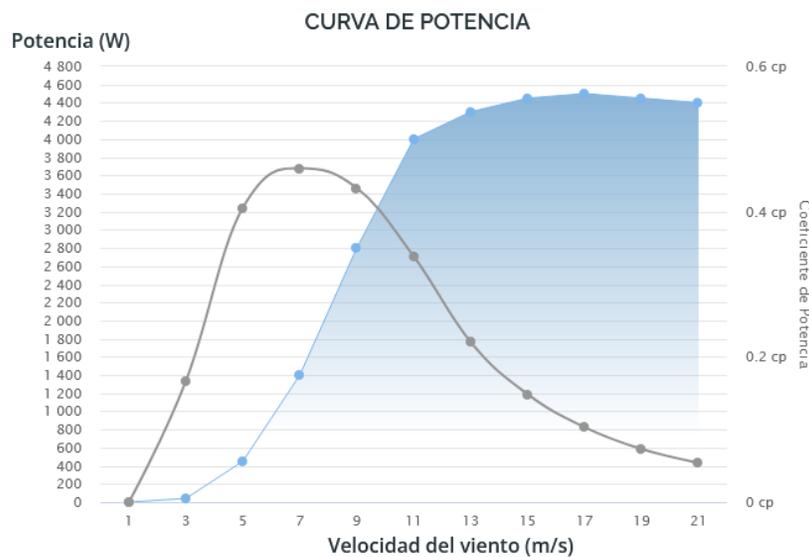


Figura 41. Curva potencia – velocidad del viento
Fuente: [67].

Al tabular los datos de la curva de potencia y tomando en cuenta la función de densidad de probabilidad de Weibull se detalla la Tabla 35.

Tabla 35 Cálculos de Potencia y Energía para el Aerogenerador.

Intervalo Velocidad (i) (m/s)	Velocidad Centro de Clase (m/s)	Frecuencia (%) (Weibull)	Potencia (kW)	Nº Horas	Producción (kWh)
0-1	0.5	3.6%	0	316.02	-
1-2	1.5	9.0%	0.04	789.90	32
2-3	2.5	14.0%	0.45	1226.14	552
3-4	3.5	16.9%	1.4	1484.29	2,078
4-5	4.5	17.1%	2.8	1495.21	4,187
5-6	5.5	14.7%	4	1284.57	5,138
6-7	6.5	10.9%	4.3	950.56	4,087

7-8	7.5	6.9%	4.45	607.94	2,705
8-9	8.5	3.8%	4.5	336.12	1,513
9-10	9.5	1.8%	4.8	160.40	770
10-11	10.5	0.8%	5	65.91	330
11-12	11.5	0.3%	5	23.25	116
12-13	12.5	0.1%	5	7.02	35
13-14	13.5	0.0%	5	1.81	9
14-15	14.5	0.0%	5	0.39	2
15-16	15.5	0.0%	5	0.07	0
16-17	16.5	0.0%	5	0.01	0
17-18	17.5	0.0%	5	0.00	0

Nota: Fuente: Autor.

Con los resultados anteriores, calcula la cantidad de horas equivalentes y factor de producción, a partir de los datos calculados de ajuste a Weibull, para el efecto se usarán las ecuaciones posteriores y sus resultados se encuentran expresados en la Tabla 36.

$$Energía = \sum_i Potencia_i \cdot Prb - Weibull_i \cdot 8760h \quad (62)$$

$$Horas equivalentes = \frac{Energía}{Pnominal} \quad (63)$$

$$Factor de producción = \frac{Horas equivalentes}{8760h} \quad (64)$$

Tabla 36 Cálculos Energéticos.

AEROGENERADOR	Producción kWh-año	Potencia Nominal kW	Horas Equivalentes	Factor de utilización
E70 PRO	21,554	5	4,311	49.21%

Nota: Fuente: Autor.

Dado la producción definida, la capacidad individual del aerogenerador y los parámetros del diámetro del rotor (D), el espacio disponible del terreno se procede a determinar la cantidad de aerogeneradores a instalar, para el efecto y tomando en cuenta el criterio de diseño en [68], se establece que Distancia existente entre Turbinas con orientación principal del viento (DT1) al igual que la Distancia existente entre Turbinas en orientación secundaria del viento (DT2) corresponden a 5 veces el diámetro del rotor. Las ecuaciones empleadas corresponden a las siguientes y sus resultados se tabulan en la Tabla 37.

$$Pot. Especifica \left[\frac{W}{m^2} \right] = \frac{Pnom}{\pi \cdot \left(\frac{D}{2} \right)^2} \quad (65)$$

$$Espacio/turb \left[\frac{km^2}{turb} \right] = D^2 \cdot DT1 \cdot DT2 \quad (66)$$

$$No. turb \left[\frac{turb}{km^2} \right] = 1/Espacio/turb \quad (67)$$

$$Cap. Esp. \left[\frac{MW}{km^2} \right] = No. turb \cdot Pnom \quad (68)$$

$$No. turb. tot[turb] = No. turb \cdot Espacio Disponible \quad (69)$$

$$Cap Total[MW] = Pnom \cdot No. turb. tot \quad (70)$$

Tabla 37 Cantidad de turbinas en el espacio disponible.

Espacio disponible	Km²	0.0177
Dato del aerogenerador		
Potencia nominal de la turbina eólica	MW	0.005
Diámetro del rotor de la turbina eólica	m	4.3
Potencia específica del aerogenerador	W/m ²	344
Disposición del parque eólico		
Distancia entre turbinas en la dirección principal del viento (veces el diámetro del rotor)	5	
Distancia entre turbinas en la dirección del viento secundario (veces el diámetro del rotor)	5	
Espacio necesario por turbina (km2)	km ² /turbina	0.00046
Número de turbinas por km2	No / km ²	2163.33
Capacidad específica de energía eólica por km2	MW/km ²	10.82
Número de turbinas en el área	No.	38
Capacidad eólica instalada	MW	0.19000

Nota: Fuente: Autor.

Dados los resultados obtenidos, se obtiene las siguientes características para el parque eólico.

Tabla 38 Resultados del Parque Eólico.

Unidades	Potencia Nominal	Potencia Parque	Energía anual
-----------------	-------------------------	------------------------	----------------------

Aerogenerador	W	kW	MWh-año
38	5000	190	819.04

Nota: Fuente: Autor.

5.4. Fuente energética de biomasa

La Estación Experimental Santa Catalina del INIAP tiene como uno de sus objetivos la investigación, el desarrollo y aplicación del discernimiento de la ciencia y tecnología con el fundamento de alcanzar el aprovechamiento de los recursos pecuarios con sostenibilidad, es así que, actualmente se encuentra desarrollando un programa de mejora genética derivado del plan de «*Desarrollo de tecnologías para el mejoramiento en el manejo de hatos de leche y carne bovina en áreas críticas del Ecuador*».

Por lo indicado, la Estación Santa Catalina mantiene varias cabezas de ganado, cuyos excrementos pueden ser tratados y de esa forma obtener biogás destinado a la generación eléctrica, en tal sentido, se ha registrado las cabezas de ganado el cual se describe en el Anexo V y en la Tabla 39 esta detallado dichos datos como resumen.

Tabla 39 Categorización general de las cabezas de ganado.

Tipo	Peso total (kg)	Cantidad total
Bovino o vacuno/ternero	518	2
Bovino o vacuno/vaca	79471	194
Equinos/caballo	410	1
Total	80399	197

Nota: Fuente: Autor.

Dados los datos obtenidos, se procede a determinar la obtención de biogás dividido por tipo de residuo, para lo cual en la Tabla 40 se describe los parámetros de producción establecidos según [69].

Tabla 40 Parámetros para producción de biogás.

Estiercol	Disponibilidad (kg/día)	Relación C/N	Volumen (m³/kg húmedo)	Volumen (m³/día/año)
Bovino (500 kg)	10	25:1	0.04	0.4
Porcino (50 kg)	2.25	13:1	0.06	0.135
Aves (2 kg)	0.18	19:1	0.08	0.014
Ovino (32kg)	1.50	35:1	0.05	0.075
Caprino (50 kg)	2	40:1	0.05	0.1
Equino (450 kg)	10	50:1	0.04	0.4

Nota: Fuente: [69].

De los parámetros expuestos, se obtiene los siguientes resultados para el caso de estudio.

Tabla 41 Resultados para producción de biogás.

Tipo	Peso total (kg)	Disponibilidad (kg/día)	Cantidad (kg/día)	Q Total (T/día)
Bovino o vacuno/ternero	518	10	10.36	0.01
Bovino o vacuno/vaca	79471	10	1,589.42	1.59
Equinos/caballo	410	10	9.11	0.01
Total	80399	197	1,608.89	1.61

Nota: Fuente: Autor.

Dado que la gran parte del tipo de sustrato corresponde al excremento bovino, se ha tomado los parámetros establecidos en [70], que caracterizan al sustrato en cuestión y los que se tabulan en la Tabla 42.

Tabla 42 Parámetros del sustrato bovino.

Tipo de Sustrato: Excremento Bovino					
	%Tonelaje	%Dry Matter	%Organic Matter	Producción Biogás (m3/T)	%CH4
Líquido	30%	0.05	0.9	40	0.7
Seco	70%	0.34	0.83	146	0.56

Nota: Fuente: Autor.

Los parámetros a calcularse determinan los aspectos eléctricos y se ocupan las siguientes ecuaciones asociadas al tonelaje, y volúmenes de Biogás y Metano, los resultados se tabulan en la Tabla 43, para el caso la eficiencia eléctrica en la conversión asciende al 37% y el factor de conversión corresponde 10 kWh/m³.

$$Q \text{ cant}_{TP} \left[\frac{T}{\text{día}} \right] = Q \text{ Total} \left[\frac{T}{\text{día}} \right] \cdot \% \text{Sustrato}_{TP} \quad (71)$$

$$T \text{ secas} \left[\frac{T}{\text{día}} \right] = Q \text{ cant}_{TP} \cdot \% \text{Dry Matter} \quad (72)$$

$$\text{Vol}_{\text{Biogas-TP}} \left[\frac{\text{m}^3}{\text{día}} \right] = Q \text{ cant}_{TP} \left[\frac{T}{\text{día}} \right] \cdot \text{Prd. Biogás}_{TP} \left[\frac{\text{m}^3}{T} \right] \quad (73)$$

$$\text{Vol}_{\text{CH}_4\text{-TP}} \left[\frac{\text{m}^3}{\text{día}} \right] = \text{Vol}_{\text{Biogas-TP}} \left[\frac{\text{m}^3}{\text{día}} \right] \cdot \% \text{CH}_4_{TP} \quad (74)$$

$$\text{Vol}_{\text{Biogas}} \left[\frac{\text{m}^3}{\text{año}} \right] = \sum_{TP} \text{Vol}_{\text{Biogas-TP}} \left[\frac{\text{m}^3}{\text{día}} \right] \cdot 365 \quad (75)$$

$$\text{Vol}_{\text{CH}_4} \left[\frac{\text{m}^3}{\text{año}} \right] = \sum_{TP} \text{Vol}_{\text{CH}_4\text{-TP}} \left[\frac{\text{m}^3}{\text{día}} \right] \cdot 365 \quad (76)$$

$$\text{Prod}_{\text{Energ}} \left[\frac{\text{kWh}}{\text{año}} \right] = \text{Vol}_{\text{CH}_4} \left[\frac{\text{m}^3}{\text{año}} \right] \cdot F_{\text{con}} \left[\frac{\text{kWh}}{\text{m}^3} \right] \quad (77)$$

$$\text{Prod}_{\text{Elect}} \left[\frac{\text{kWh}}{\text{año}} \right] = \text{Prod}_{\text{Energ}} \left[\frac{\text{kWh}}{\text{año}} \right] \cdot n_{\text{Elect}} \quad (78)$$

$$\text{Cap}_{\text{Elect}} [\text{kW}] = \frac{\text{Prod}_{\text{Elect}} \left[\frac{\text{kWh}}{\text{año}} \right]}{8760 \cdot fp} \quad (79)$$

Tabla 43 Resultados para Biomasa.

Cantidad Total	1.61	T/día
Tipo de sustrato	Cantidad (T/día)	Toneladas secas (T/día)
Líquido	0.483	0.024
Seco	1.126	0.383
Volúmenes de Biogás (m³/T*día)		
Líquido	19.31	m ³ /T*día
Seco	164.43	m ³ /T*día
Total	183.74	m ³ /T*día
Volúmenes de CH₄ (m³CH₄/T*día)		
Líquido	13.51	m ³ CH ₄ /T*día
Seco	92.08	m ³ CH ₄ /T*día
Total	105.59	m ³ CH ₄ /T*día
Cantidad de Volumen de Biogás	67,063.41	m ³ /año

Cantidad de Volumen de CH4	38,542.08	m ³ /año
Producción de EP (Ch4)	385,420.81	kWh/año
Producción electricidad	142,605.70	kWh/año
Capacidad eléctrica (kW)	18.28	kW

Nota: Fuente: Autor.

5.5. Modelo de optimización para determinar el suministro

De conformidad a lo planteado y en cumplimiento de los objetivos del presente estudio, a continuación, se desarrolla un modelo de optimización multiobjetivo que determinarán las fuentes energéticas y/o la red que abastezca la carga de la Estación de experimentación Santa Catalina del INIAP determinada para un período de 1 año. Por lo tanto, se usarán como límites de capacidad de potencia y energía los calculados en los numerales anteriores. En los siguientes numerales se detalla el modelo de optimización.

5.5.1. Funciones objetivo

El modelo de optimización busca determinar el suministro óptimo de energía para abastecer la carga de la Estación Santa Catalina del INIAP proyectada a un año, para lograr lo indicado, se ha establecido un modelo multiobjetivo óptimo, específicamente con dos funciones, la primera relacionada con la minimización de costos totales, siendo estos los anualizados de inversión y los operativos; y, una segunda función que corresponde a la minimización de CO2. La formulación corresponde a la siguiente:

$$Fo1 \rightarrow \min Cg = \left[\sum_g \vartheta_g \cdot Cap_g \cdot CI_g \right] + \left[\sum_g CO_g \cdot \sum_b P_{g,b} \cdot Dur_b \right] \quad (80)$$

$$Fo2 \rightarrow \min Em = \sum_g \left(d_g \cdot \sum_b P_{g,b}^2 \cdot Dur_b \right) + \left(e_g \cdot \sum_b P_{g,b} \cdot Dur_b \right) + \left(f_g \cdot \sum_b Dur_b \right) \quad (81)$$

$$\vartheta_g = \frac{\%d_g \cdot (1 + \%d_g)^{v_g}}{(1 + \%d_g)^{v_g} - 1} \quad (82)$$

Donde:

C_g	Costo de generación
ϑ_g	Factor que anualiza la inversión de cada generador g
Cap_g	La capacidad de la central de generación g
CI_g	Costo unitario de inversión de cada generador g
CO_g	Costo unitario de operación de cada generador g
$P_{g,b}$	Potencia despachada de cada generador g en cada bloque de demanda b
Dur_b	Duración del bloque de demanda b
Em	Emisiones totales de CO2
d_g, e_g, f_g	Coefficientes que permiten valorar las emisiones de CO2 del generador g
$\%d_g$	Tasa de descuento para la anualidad del generador g
v_g	Vida útil del generador g
g	Índice del conjunto de generadores a usar
b	Bloques de demanda

5.5.2. Restricción de demanda máxima

Para que el parque generador seleccionado garantice el abastecimiento de la demanda en potencia, debe cumplirse que la capacidad de generación escogida sea igual o mayor que la demanda en potencia de la carga, lo anterior se muestra en la siguiente inecuación.

$$\sum_g Cap_g \geq Dem_{b_{punta}} \quad (83)$$

Donde:

$Dem_{b_{punta}}$ Demanda de potencia en el bloque de demanda máxima o punta.

5.5.3. Restricción de balance energético

Esta restricción garantiza que los bloques energéticos de la demanda sean abastecidos por la generación seleccionada en el periodo de tiempo evaluado por cada bloque, lo citado es representado por la siguiente ecuación.

$$Dur_b \cdot \sum_g P_{g,b} = Dem_b \cdot Dur_b \quad (84)$$

Donde:

Dem_b Demanda de potencia en el bloque b

5.5.4. Restricción de potencia

La restricción avala que la potencia despachada de cada generador siempre sea menor o igual que la capacidad de dicho generador, lo citado se expresa matemáticamente de la siguiente forma:

$$P_{g,b} \leq Cap_g \quad (85)$$

5.5.5. Restricción de potencia

La restricción avala que la potencia despachada de cada generador siempre sea menor o igual que la capacidad de dicho generador, lo citado se expresa matemáticamente de la siguiente forma:

$$P_{g,b} \leq Cap_g \quad (86)$$

5.5.6. Restricción de máximos energéticos

La formulación que se detalla a continuación garantiza que la producción anual de energía de cada generador g no supere los límites dimensionado en los numerales anteriores por cada tipo de tecnología sea esta, fotovoltaica, eólica o biomasa.

$$\sum_b P_{g,b} \cdot Dur_b \leq Emax_g \quad (87)$$

Donde:

$Emax_g$ Energía máxima a producir de forma anual por cada generador g

5.5.7. Restricción para selección de generadores

Esta restricción permite que el optimizador decida, a través de variables binarias, las fuentes de generación que cumplan con el objetivo del modelado, las restricciones impuestas; y, que la capacidad que se seleccione no supere la capacidad máxima determinada en los numerales anteriores por cada tipo de tecnología, su modelación matemática corresponde a la siguiente:

$$Cap_g \leq CNmax_g \cdot \mu_g \quad (88)$$

Donde:

$CNmax_g$ Capacidad máxima de potencia por cada generador g

μ_g Variable binaria que decide el generador g seleccionado para abastecer la demanda

5.5.8. Restricción para determinar la generación en un mismo emplazamiento

Para el estudio en cuestión, existe un emplazamiento, dentro del cual pueden implementarse una central fotovoltaica o una central eólica pero no las dos a la vez, ya que el emplazamiento será ocupado para una de esas dos centrales, a fin de modelar lo indicado, se ha formulado la siguiente ecuación.

$$X_{g=Eólica} + X_{g=FV} \leq 1 \quad (89)$$

Donde:

$X_{g=Eólica}$ Variable binaria asignada al generador g que corresponde a la tecnología eólica

$X_{g=PV}$ Variable binaria asignada al generador g que corresponde a la tecnología fotovoltaica

5.6. Metodología para resolución de un modelo multiobjetivo

Para satisfacer el problema de optimización multicriterio o multiobjetivo, se resolverá el mismo por cada función a la vez, se debe resolver el problema de forma sucesiva para obtener un frente de Pareto, para lo cual se usará un método conocido como épsilon [71]. El problema de optimización consiste en minimizar las funciones planteadas como objetivo, por lo que se usará la siguiente secuencia de actividades:

1. Resolver el problema de optimización por cada función objetivo.
2. Determinar el menor valor que cada función objetivo puede tomar.
3. Agregar una restricción uno de los objetivos, en función del dato obtenido de la minimización.

$$f_j \leq \varepsilon$$

4. Alterar ε de f_j^{min} a f_j^{max} considerando conjuntamente los casos que van a ser ejecutados, maximizando en cada caso de la f_i .
5. La principal función f_i es la de costos y la otra función f_j es la de emisión de CO2.
6. El importe ε pertenece a la variabilidad de la f_j y se calculará de la siguiente manera:

$$\varepsilon_j = f_j^{max} + \frac{[(f_j^{min} - f_j^{max}) \cdot c_i]}{Cn}$$

7. Cada caso que se resuelva por método épsilon es una respuesta óptima al modelo formulado, por tanto, cada una de las soluciones permitirán determinar el frente de Pareto.

Luego de identificar cada punto la frontera de Pareto que se va formando, la metodología propuesta se usará para elegir una de todas las posibles soluciones, adecuada para todos los propósitos. Este método se basa en el uso de la función de pertinencia.

$$\rho^{f_m(X_v)} = \begin{cases} 0 \\ \frac{f_m^{max} - f_m(X_v)}{f_m^{max} - f_m^{min}} \end{cases} \text{ si } f_m^{min} \leq f_m(X_v) \leq f_m^{max}$$

El método maximiza la satisfacción mínima de funciones objetivo involucradas, lo que se obtiene aplicando la siguiente enunciación matemática, misma que determina la solución óptima entre los n casos obtenidos e igualmente factibles.

$$\max(\min \rho^{f_m(X_v)})$$

5.7. Datos para la determinación óptima del modelo planteado

Para la aplicación del modelo propuesto se procede a usar los resultados del diseño de cada una de las potenciales plantas de generación. Adicional y en función de la tecnología, se ha usado los costos tipo establecidos por [72], mismos que establecen los costos unitarios de inversión y costos operativos por cada tecnología. Por su parte, se ha usado [73], para determinar los coeficientes de emisiones de CO2 que serán aplicables a la planta de biomasa.

Por otra parte, y usando los datos de [74] se han establecido las vidas útiles y tasas de descuento a ser aplicables por cada tecnología de generación. Para valorar el servicio eléctrico proveniente de la red, se ha usado la tarifa a usuario final establecido en el pliego tarifario emitido por la Agencia de Regulación y Control de Energía y Recursos No Renovables (ARC) y que aplica la Empresa Eléctrica Quito. Los datos se tabulan en la Tabla 44.

Tabla 44 Datos para el suministro de energía.

	Unidades	G. FV	G. Eólico	G. Biomasa	Red
Cap_g	kW	2496	190	18	10000
CO_g	\$/kWh	0.0015	0.0033	0.005	0.09
CI_g	\$/kW)	883	1355	2173	0
$\%d_g$	%	9%	9%	9%	0
v_g	años	20	25	20	80
E_{max_g}	MWh-año	3265.7	819.04	142.61	1000
d_g	MBtu/MW ²	0	0	0.01882	0
e_g	MBtu/MW	0	0	10.06215	0
f_g	MBtu	0	0	183.855	0
f_{cg}	lb/MBtu	0	0	4.179	0

Nota: Fuente: Autor.

De la Tabla 44 se señala que la Cap_g y E_{max_g} son datos obtenidos del diseño de las centrales de tecnología renovable que corresponden a la fotovoltaica, eólica y biomasa.

Por otra parte, para determinar los datos que se aplicarán a la demanda, se usará la Curva de Demanda - CD descrita en la Tabla 17, de donde se puede establecer la Curva de Duración de la Carga – CDC. Para el efecto y en función de la CD, se ha considerado la cantidad de las horas al día en las que existe la demanda baja, las cuales ascienden a 15 horas, para la de demanda media corresponden a 4 horas y la demanda punta ascienden a 5 horas, en base a esta segmentación se establece el porcentaje de participación de las distintas demandas en el día, para posteriormente utilizar es proporción para extrapolar al año (8760 horas). De la misma forma, se procede con la energía, es decir que para cada una de los bloques de demanda, sea esta mínima, media y máxima, se determinarán los montos energéticos extrapolados a las 8760 horas, el resultado obtenido está en la Tabla 45 e ilustrado en la Figura 42.

Tabla 45 Datos para la demanda

Bloque de demanda	horas	Porcentaje	Horas año	Energía-día kWh	Energía-año kWh	Potencia Equivalente kW
Dem. Min	15	63%	5475	1668.66	609,060.90	111.24

Dem. Med	4	17%	1460	981.78	358,349.70	245.45
Dem. Max	5	21%	1825	1395.11	509,215.15	279.02
Total	24	1	8760	4045.55	1,476,625.75	

Nota: Fuente: Autor.

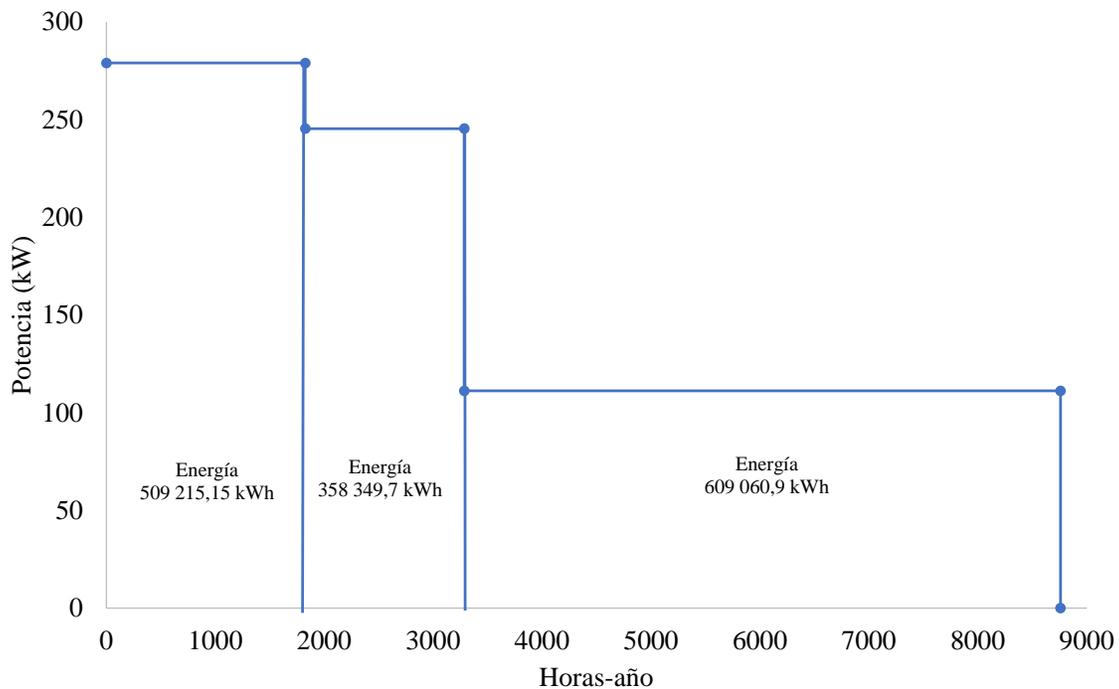


Figura 42 Curva de duración de la carga.

Fuente: Autor

Se procede a la resolución del modelo de optimización multicriterio con los datos adquiridos, cuyos resultados permiten determinar los generadores que se usarán en el abastecimiento, la potencia despachas, la energía producida y los costos asociados, cada uno de los resultados son explicados en el siguiente acápite.

6. ANÁLISIS

6.1. Óptimo de Pareto

El análisis comienza con la determinación del óptimo de Pareto, para el efecto se procede con la tabulación de resultados de las funciones objetivo que han sido obtenidos de la resolución del modelo de optimización para proceder a la utilización del método de épsilon, el que hallará el punto o caso óptimo que satisface las funciones objetivo y cumple con las restricciones impuestas. La Tabla 46 muestra los valores obtenidos para cada una de las funciones objetivo.

Tabla 46 Valores de las funciones objetivo - Modelo de optimización

	Eps Ton	Costo USD	Emisiones Ton
c1	3,055.76	80,256.88	3,055.76
c2	3,055.57	80,762.35	3,055.57
c3	3,055.38	81,270.10	3,055.38
c4	3,055.20	81,780.17	3,055.20
c5	3,055.01	82,292.58	3,055.01
c6	3,054.82	82,807.36	3,054.82
c7	3,054.63	83,324.55	3,054.63
c8	3,054.44	83,844.18	3,054.44
c9	3,054.26	84,366.30	3,054.26
c10	3,054.07	84,890.92	3,054.07
c11	3,053.88	85,418.10	3,053.88
c12	3,053.69	85,947.86	3,053.69
c13	3,053.50	86,480.25	3,053.50
c14	3,053.32	87,015.30	3,053.32
c15	3,053.13	87,553.06	3,053.13
c16	3,052.94	88,093.57	3,052.94

Nota: Fuente: Autor.

De la Tabla 46 se forma el frente de Pareto, de donde se obtendrá el cálculo del óptimo de Pareto con la sistemática ϵ .

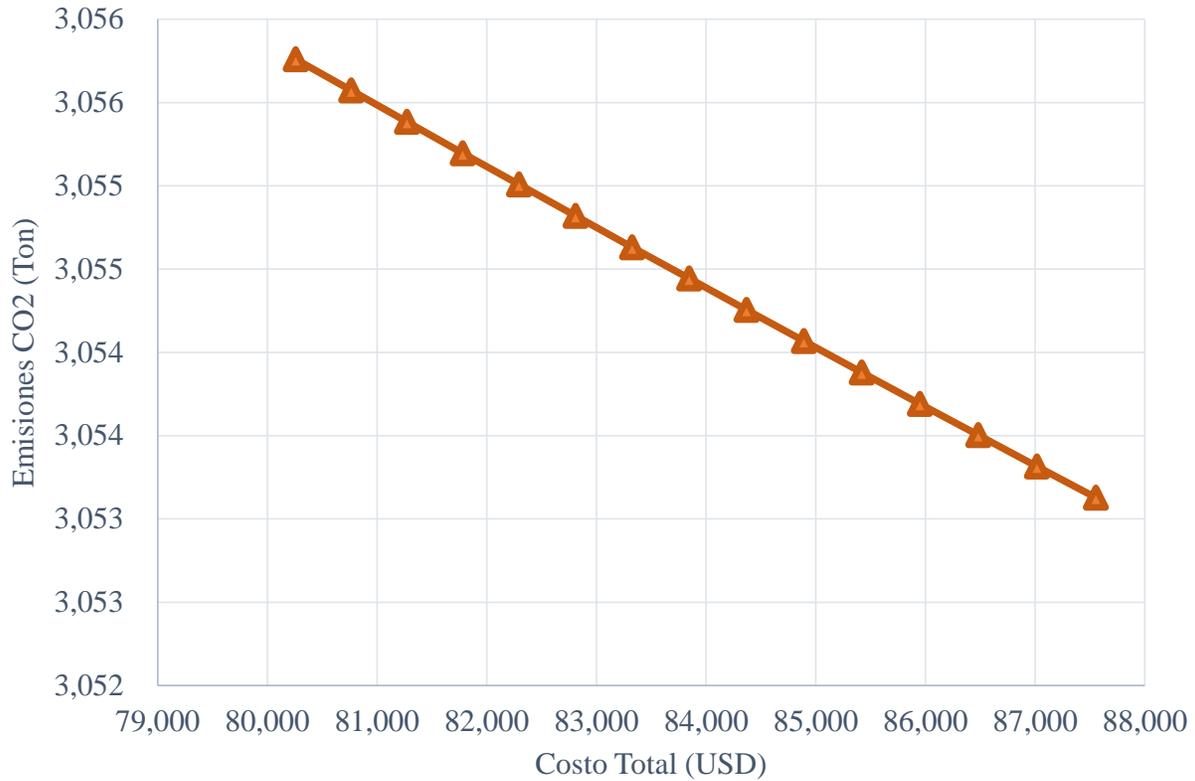


Figura 43 Frente de Pareto.
Fuente: Autor

De la metodología descrita en el numeral 5.6 del trabajo, se determina el máximo y mínimo de las funciones y se muestran en la Tabla 47.

	Costo USD	Emisiones Ton
Max	88,093.57	3,055.76
Min	80,256.88	3,052.94

Nota: Fuente: Autor.

Como siguiente paso se realiza el cálculo de las funciones de pertinencia para las funciones objetivo, los resultados son:

Tabla 48 Funciones de pertinencia de las funciones objetivo

	$u^{f_{costos}}$	$u^{f_{emisiones}}$
c1	1.000	-
c2	0.935	0.067
c3	0.871	0.133
c4	0.806	0.200
c5	0.740	0.267
c6	0.675	0.333
c7	0.609	0.400
c8	0.542	0.467
c9	0.476	0.533
c10	0.409	0.600
c11	0.341	0.667
c12	0.274	0.733
c13	0.206	0.800
c14	0.138	0.867
c15	0.069	0.933
c16	-	1.000

Nota: Fuente: Autor.

El paso siguiente corresponde a hallar la valoración mínima, al comparar las funciones de pertinencia, el resultado se presenta en la siguiente Tabla 49.

Tabla 49 Mínimo de las Funciones de pertinencia

	$Min(u^{f_{emisiones}}, u^{f_{costos}})$
c1	-
c2	0.067
c3	0.133
c4	0.200
c5	0.267
c6	0.333
c7	0.400

c8	0.467
c9	0.476
c10	0.409
c11	0.341
c12	0.274
c13	0.206
c14	0.138
c15	0.069
c16	-

Nota: Fuente: Autor.

Finalmente, se procede a determinar el valor máximo de la Tabla 49, el cual asciende a 0.476 y corresponde al Caso 9, este punto es denominado el óptimo de Pareto, para el cual presenta un costo de USD 84,366.30 y una cantidad de 3,054.26 toneladas de CO₂. En tal sentido y una vez hallado el óptimo de Pareto, se procede el análisis detallado de las variables técnicas y económicas asociadas a este Caso.

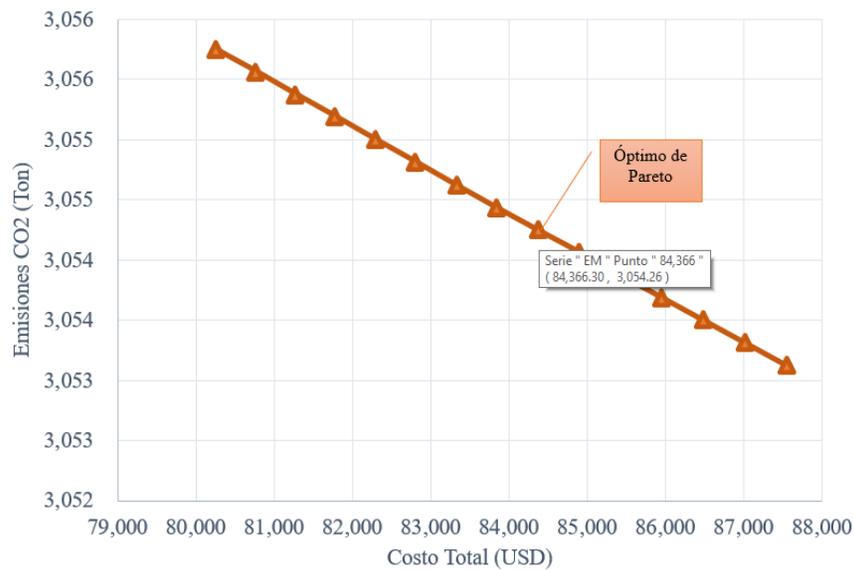


Figura 44 Frente de Pareto.
Fuente: Autor

6.2. Aspectos técnicos

Para el Óptimo de Pareto se ejecuta el análisis tanto de potencia como de la energía para abastecer la demanda prevista de la Estación Experimental Santa Catalina del INIAP, dicha demanda, como ya se ha citado, se encuentra expresada en la Curva de Duración de la Demanda, en este sentido a continuación se presenta los generadores seleccionados para el abastecimiento de la demanda.

Tabla 50 Capacidad de generación

	Fotovoltaica	Eólica	Biomasa
Capacidad Disponible [kW]	2496	190	18
Capacidad Seleccionada [kW]	0	190	8.56

Nota: Fuente: Autor.

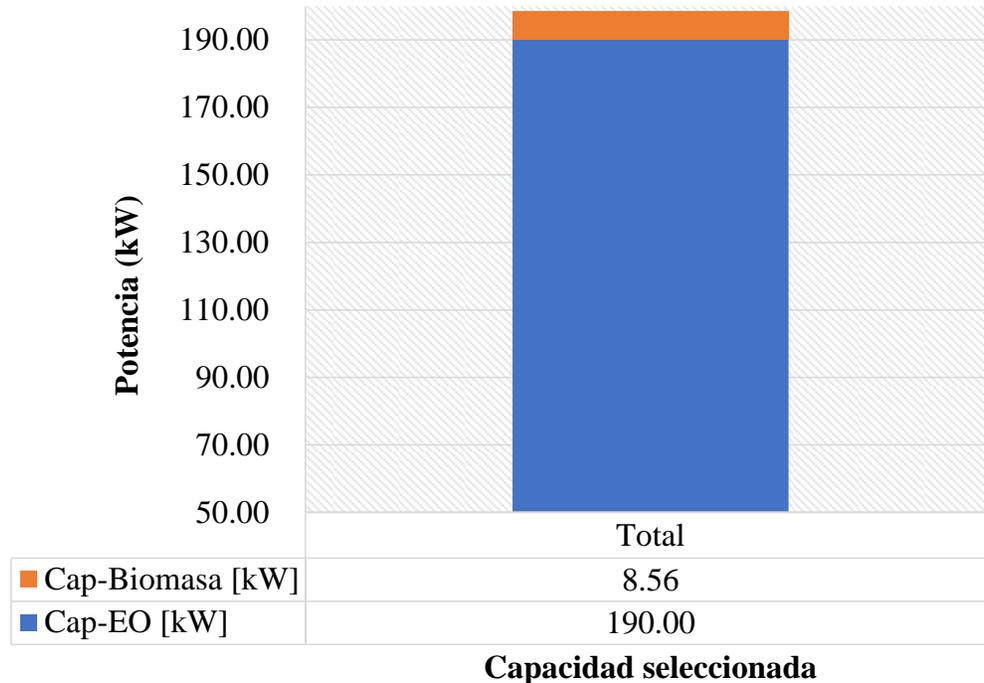


Figura 45 Capacidad seleccionada.

Fuente: Autor

De la Tabla 50 se observa que el optimizador ha tomado la decisión de implementar el generador eólico con una capacidad de 190 kW y un generador con biomasa con 8.56 kW, dando un total de 198.56 kW. En la Tabla 51 y Tabla 52 se presenta el despacho obtenido para abastecer la demanda.

Tabla 51 Despacho de potencia por bloque

Bloques	Potencia [kW]		
	Eólica	Biomasa	Red
Bloque 1	190.00	8.56	177.78
Bloque 2	190.00	8.56	144.21
Bloque 3	190.00	8.56	10.00

Nota: Fuente: Autor.

Tabla 52 Despacho de energía por bloque

Bloques	Energía [kWh]			
	Eólica	Biomasa	Red	Total
Bloque 1	170,633.33	14,130.39	324,447.78	509,211.50
Bloque 2	136,506.67	11,304.31	210,546.02	358,357.00
Bloque 3	511,900.00	42,391.16	54,747.84	609,039.00

Nota: Fuente: Autor.

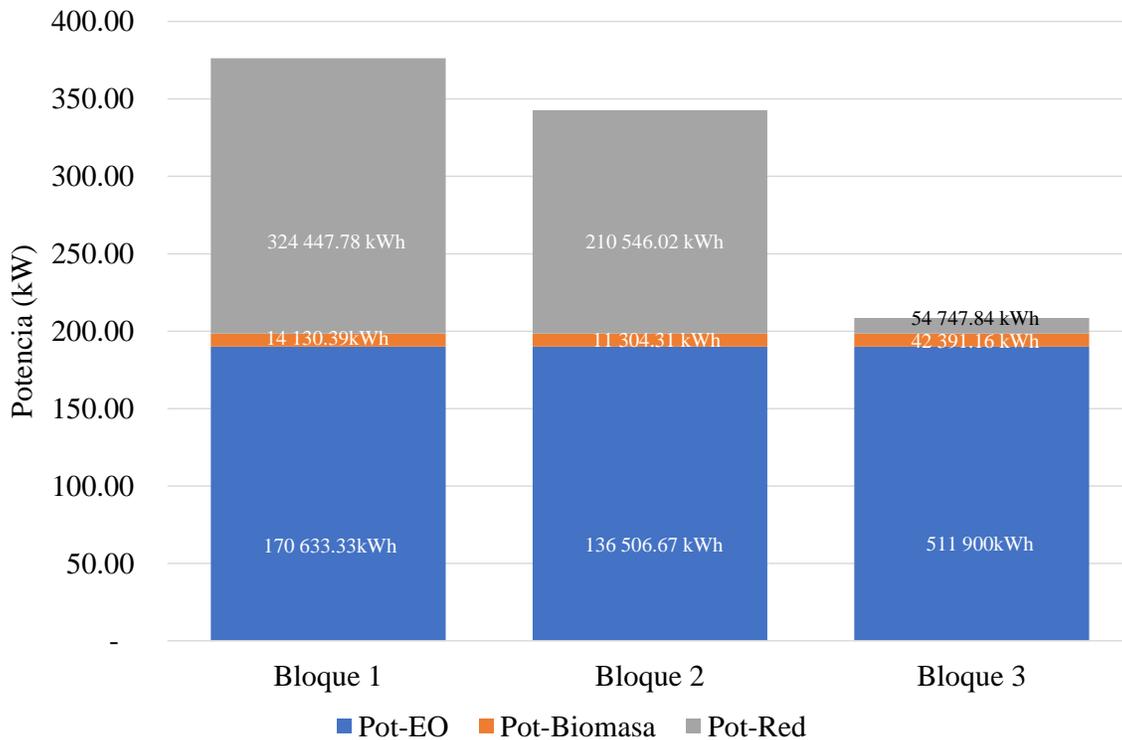


Figura 46 Despacho para abastecimiento de la demanda.

Fuente: Autor

De la evaluación efectuada se puede señalar que el optimizador toma la decisión de incorporar el generador eólico y el generador con biomasa, dejando de lado la planta de generación fotovoltaica,

lo cual se debe a que la generación eólica puede abastecer a los tres bloques de energía como (Figura 46), siendo el bloque 3, correspondiente a la demanda mínima, el bloque con mayor consumo, pero para este bloque no se cuenta con la generación fotovoltaica ya que no existe radiación solar en esos periodos de tiempo.

Así mismo a nivel energético, se puede indicar que al decidir la incorporación de la central eólica, ya no puede usarse la central fotovoltaica, adicional, se rescata que la central de biomasa no es despachada a su capacidad completa ya que se ve restringida por la cantidad de emisiones de CO2 que emite, sin embargo, y a futuro puede analizarse una posibilidad de ampliación de esta planta para su reducción en el costo de energía eléctrica, siempre y cuando se incorporen sistemas adicionales para no incrementar la emisión de CO2.

Finalmente, se puede indicar que a pesar de que exista fuentes alternativas para el abastecimiento de la demanda, está siempre debe complementarse con la red eléctrica, todo esto dado que la energía renovable planteada es intermitente y no satisface por completo la demanda planificada.

6.3. Aspectos económicos

Al realizar el análisis económico se puede indicar que, la incorporación de generación con fuentes renovables debe conllevar a la reducción de los costos de energía que la empresa de distribución cobra por su abastecimiento, en tal sentido y con base a los supuestos, para el análisis se a tomado en cuenta que cada kWh abastecido será valorado a tarifa regulada lo cual asciende en promedio a 9 cts/kWh. Seguidamente, es necesario visualizar el análisis los costos cuando se incorpora la energía renovable y cuando la demanda es abastecida solo por la red de la empresa de distribución.

Tabla 53 Costos por suministrador

Suministrador	Costo Anualizado Inversión [USD]	Costo Operativo [USD]	Total [USD]
Gen Eólico	26,209.66	2,702.83	28,912.49
Gen Biomasa	2,037.93	339.13	2,377.06
Red		53,076.75	53,076.75
Total	28,247.59	56,118.71	84,366.30

Nota: Fuente: Autor.

Tabla 54 Costos por el abastecimiento único de la Empresa Eléctrica Distribuidora

Suministrador	Energía [kWh]	Costo unitario promedio [cts/kWh]	Costo [USD]
Red	1,476,607.50	9.00	132,894.68

Nota: Fuente: Autor.

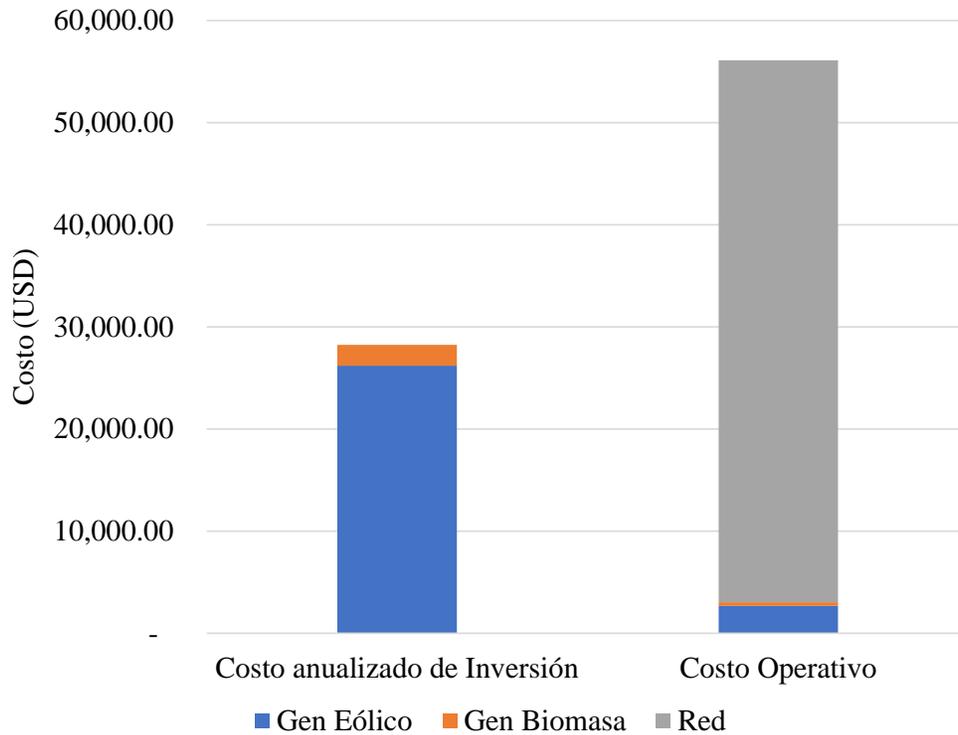


Figura 47 Costos por suministro.
Fuente: Autor

De los resultados mostrados se puede indicar lo siguiente:

- i. Al evaluar los costos con la incorporación de la generación que usa energías renovables se puede señalar que, el costo anualizado de inversión representa el 33% de la totalidad, pero el costo que conlleva la operación representa el 67% del costo total, del cual el costo más relevante es el producido por la compra de la red, el cual asciende a un 63% del costo total.

- ii. En el caso de que la demanda sea abastecida únicamente por la red eléctrica, en promedio debería cancelar un valor 132,894.68 USD, mientras que costo total obtenido cuando se incorpora la generación con recursos renovables asciende a 84,366.30 USD, en tal sentido, la incorporación de generación renovables reduce el costo y permite un ahorro anual equivalente a 48,528.38 USD.

Finalmente, al realizar la evaluación del recurso y sus costos, a continuación, se presenta una tabla resumen del recurso energético óptimo, su costo y ahorro por la incorporación de generación alternativa renovable para suplir la demanda.

Tabla 55 Tabla Resumen para abastecimiento de la demanda

Ítem	Elemento	Valor
Suministro	Generador Eólico	190 kW
Suministro	Generador Biomasa	8.56 kW
Costo Operativo	Generador Eólico y Biomasa	3,041.96 USD
Costo Anualizado de Inversión	Generador Eólico y Biomasa	28,247.59 USD
Costo por compra a la ED anual	EEQ	53,076.75 USD
Ahorro	Consumo de energía	48,528.38 USD

Nota: Fuente: Autor.

7. CONCLUSIONES

De acuerdo a lo abordado en este proyecto técnico, se puede expresar las conclusiones subsiguientes:

El trabajo realizado a más de desarrollar el marco teórico para el desarrollo de una Microred; y, de conformidad al objetivo establecido, se ha elaborado el diseño energético por cada una de las tecnologías, siendo estas: Fotovoltaica, Eólica y Biomasa, para el abastecimiento de la demanda, tomando en cuenta la medición de recurso, el emplazamiento asignado y los datos entregados por el INIAP.

Del diseño energético realizado por cada una de las tecnologías, se puede indicar que en base al emplazamiento asignado, la generación fotovoltaica tiene un potencial de 2496 kW y una producción anual de 3265.7 MWh, mientras que la generación eólica tiene un potencial de 190 kW con una producción anual de 819.04 MWh y finalmente la generación con biomasa (sustrato bovino) puede generar una energía anual de 142.61 MWh con una potencia máxima de 18 kW.

Una vez conocidos los datos del diseño energético y tomando en cuenta la resolución del modelo de optimización multicriterio desarrollado, se ha obtenido la selección óptima de las fuentes de generación destinadas al abastecimiento de la demanda de la Estación Experimental Santa Catalina – INIAP, siendo estas la generación eólica con una capacidad de 190 kW y la central de Generación con Biomasa con una capacidad de 8.56 kW, tomando de la red energía adicional para el abastecimiento completo de la demanda evaluada en un año.

A nivel energético, la demanda anual de la Estación Experimental Santa Catalina – INIAP será abastecida un 60.1% por las fuentes renovables, mientras que el 39.9% restante es abastecida de la red, por tanto, se concluye que a pesar de que pueda implementarse generación renovable, el sistema requiere de la red para no encarecer el costo total. Adicional, es importante señalar que, en el emplazamiento asignado, debe ser usado por la generación fotovoltaica o por la generación eólica, pero no podría darse ambos a la vez, por tanto, se concluye que, puede existir la posibilidad de implementar generación fotovoltaica siempre y cuando INIAP pueda asignar un emplazamiento adicional, lo que conllevará a una reducción adicional de los costos.

Al evaluar los costos, se puede indicar que, si se toma energía de la red eléctrica de la distribuidora, a nivel anual estaría costando la misma un valor de 132,894.68 USD, mientras que costo total obtenido cuando se incorpora la generación con recursos renovables asciende a 84,366.30 USD, en tal sentido, la incorporación de generación renovables reduce el costo y permite un ahorro anual equivalente a 48,528.38 USD, lo cual ratifica que la implantación de este tipo de generación permite un rédito financiero para la demanda.

Finalmente, se puede indicar que el trabajo realizado ha sido llevado a cabo en dos etapas, la primera mediante el diseño energético sobre la base de las mediciones y los datos disponibles entregados por la Estación Experimental Santa Catalina – INIAP, para el efecto se ha realizado distintas visitas para obtener acertadamente los datos necesarios. Una vez obtenidos los datos, la segunda parte fue la realización de un modelo matemático que en base a un proceso multiobjetivo se ha seleccionado el mix óptimo para el abastecimiento de la demanda; por tanto, los resultados obtenidos es una clara señal para que el INIAP pueda tomar una decisión acertada para el abastecimiento de su demanda en el corto plazo.

8. RECOMENDACIONES

Del trabajo desarrollado y en función de las dificultades que se han suscitado en la elaboración del trabajo, se puede recomendar lo siguiente:

El proyecto desarrollado si bien es una herramienta para la toma de decisiones al INIAP en relación a la incorporación de generación para el autoabastecimiento, se puede generar estudios adicionales para que, en función de otros predios o emplazamientos asignados por el INIAP, se analice la factibilidad de incorporar sistemas fotovoltaicos de abastecimiento.

En gran parte de este tipo de instituciones no se cuenta con las mediciones del recurso energético, por tanto, en el caso de seguir desarrollando este tipo de trabajos prácticos se sugiere que la Universidad pueda generar los mecanismos para que los estudiantes puedan usar los equipos de medida adecuados y garantizar los resultados de los estudios.

De conformidad a los objetivos planteado, el diseño fue enfocado a nivel energético, puede abordarse en estudios adicionales el diseño eléctrico y estructural de las fuentes de generación para que el estudio o estudios posteriores sean completos y de esta forma la Universidad pueda participar en la implementación física de este tipo de proyectos.

Para culminar, se puede citar que el modelo de optimización diseñado aborda temas netamente energéticos, en tal sentido, dicho modelo puede ser perfeccionado para evaluar el impacto en las redes incorporando restricciones asociadas a flujos de potencia en redes de distribución.

9. BIBLIOGRAFÍA

- [1] A. Gómez Expósito, A. J. Conejo, and C. Cañizares, *Electric energy systems: analysis and operation*. 2009. doi: 10.2460/javma.241.7.898.
- [2] M. Lotfi, C. Monteiro, M. Shafie-Khah, and J. P. S. Catalao, “Evolution of Demand Response: A Historical Analysis of Legislation and Research Trends,” *2018 20th International Middle East Power Systems Conference, MEPCON 2018 - Proceedings*, pp. 968–973, Feb. 2019, doi: 10.1109/MEPCON.2018.8635264.
- [3] A. Primadianto and C. Lu, “A Review on Distribution System State Estimation,” *IEEE Transactions on Power Systems*, vol. 32, no. 5, pp. 3875–3883, 2017.
- [4] U.S Energy Information Administration, “U.S. Energy Information Administration, Annual Energy Outlook 2021 (AEO2021),” *EIA. Annual Energy Outlook 2021 (AEO2021)*, vol. 2021, 2021.
- [5] N. Mithulananthan and T. Oo, “Distributed generator placement to maximize the loadability of a distribution system,” *International Journal of Electrical Engineering Education*, vol. 43, no. 2, pp. 107–118, 2006.
- [6] W. El-Khattam, Y. G. Hegazy, and M. M. A. Salama, “An integrated distributed generation optimization model for distribution system planning,” *IEEE transactions on power systems*, vol. 20, no. 2, pp. 1158–1165, 2005.
- [7] T. Akash and B. Bhupendra, “System Impact Analysis of Renewable Distributed Generation on an Existing Radial Distribution Network,” *IEEE Transactions on Power Systems*, pp. 1–4, 2007.
- [8] W. Tan, M. Yusri, S. Majid, and H. A. Rahman, “Optimal distributed renewable generation planning : A review of different approaches,” *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, vol. 18, pp. 626–645, 2013, doi: 10.1016/j.rser.2012.10.039.
- [9] Ministerio de Agricultura y Gandería, “MAG e INIAP impulsan acciones para modernizar la agricultura – Ministerio de Agricultura y Ganadería,” 2021. <https://www.agricultura.gob.ec/mag-e-iniap-impulsan-acciones-para-modernizar-la-agricultura/> (accessed Jun. 07, 2022).
- [10] W. Ponce, H. Sánchez, M. Riera, B. Brito, W. Viera, and Zambrano. E, “Utilización de residuos del aguacate en la obtención de bioplásticos.,” *Memorias del II Simposio Internacional Producción Integrada de Frutas*, 2019.
- [11] INIAP, “Estación Experimental Santa Catalina,” 2014. <http://www.tecnologia.iniap.gob.ec/index.php/estaciones/mecat> (accessed Jun. 07, 2022).
- [12] OLADE, “Situación del consumo energético a nivel mundial y para América Latina y el Caribe (ALC) y sus perspectivas,” 2020. [Online]. Available: <http://sielac.olade.org/>
- [13] OLADE, “Generacion electrica mundial y para America Latina y el Caribe ALC 2020,” 2019.
- [14] J. E. Paiva and A. S. Carvalho, “Controllable hybrid power system based on renewable energy sources for modern electrical grids,” *Renewable Energy*, vol. 53, pp. 271–279, 2013.
- [15] A. Cabraal, M. Cosgrove-Davies, and L. Schaeffer, “Best practices for photovoltaic household electrification programs,” in *Conference Record of the Twenty Fifth IEEE Photovoltaic Specialists Conference-1996*, 1996, pp. 1357–1362.

- [16] M. Khanna and N. D. Rao, "Supply and Demand of Electricity in the Developing World," *Annual Review of Resource Economics*, vol. 1, no. 1, pp. 567–596, Oct. 2009, doi: 10.1146/annurev.resource.050708.144230.
- [17] K. Samarakoon, J. Ekanayake, and N. Jenkins, "Reporting available demand response," *IEEE Transactions on Smart Grid*, vol. 4, no. 4, pp. 1842–1851, 2013, doi: 10.1109/TSG.2013.2258045.
- [18] C. Batlle, "Análisis del impacto del incremento de la generación de energía renovable no convencional en los sistemas eléctricos latinoamericanos.," *Banco Interamericano de Desarrollo*, 2014.
- [19] R. Zhou, Z. Li, C. Wu, and M. Chen, "Demand response in smart grids: A randomized auction approach," *IEEE Journal on Selected Areas in Communications*, vol. 33, no. 12, pp. 2540–2553, 2015, doi: 10.1109/JSAC.2015.2481208.
- [20] M. Ashari and C. v Nayar, "An optimum dispatch strategy using set points for a photovoltaic (PV)–diesel–battery hybrid power system," *Solar energy*, vol. 66, no. 1, pp. 1–9, 1999.
- [21] N. Manteghi and M. J. H. Jahromi, "Innovative model to priority distributed generation technology," *Procedia Technology*, vol. 1, pp. 485–489, 2012, doi: <https://doi.org/10.1016/j.protcy.2012.02.106>.
- [22] S. A. R. Konakalla and R. A. de Callafon, "Optimal Hybrid Power Dispatch for Distributed Energy Resources with Dynamic Constraints," *IEEE Conferences*, pp. 125–130, 2017.
- [23] B. Meyer, "Distributed Generation: Towards an effective contribution to power system security," *2007 IEEE Power Engineering Society General Meeting, PES*, pp. 1–6, 2007, doi: 10.1109/PES.2007.385743.
- [24] P. Palensky and D. Dietrich, "Demand Side Management: Demand Response, Intelligent Energy Systems, and Smart Loads," *IEEE Transactions on Industrial Informatics*, vol. 7, no. 3, pp. 381–388, 2011, doi: 10.1109/TII.2011.2158841.
- [25] A. Ehsan and Q. Yang, "Optimal integration and planning of renewable distributed generation in the power distribution networks: A review of analytical techniques," *Applied Energy*, vol. 210, pp. 44–59, 2018.
- [26] G. Chicco and P. Mancarella, "Distributed multi-generation: A comprehensive view," *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, vol. 13, no. 3, pp. 535–551, 2009, doi: <https://doi.org/10.1016/j.rser.2007.11.014>.
- [27] A. A. B. Rujula, J. M. Amada, J. L. Bernal-Agustin, J. M. Y. Loyo, and J. A. D. Navarro, "Definitions for distributed generation: a revision," *Renewable Energy and Power Quality Journal*, vol. 1, p. 3, 2005.
- [28] Y. M. Atwa, E. F. El-Saadany, M. M. A. Salama, and R. Seethapathy, "Optimal renewable resources mix for distribution system energy loss minimization," *IEEE Transactions on Power Systems*, vol. 25, no. 1, pp. 360–370, 2009.
- [29] T. Ackermann, G. Andersson, and L. Söder, "Distributed generation: a definition," *Electric power systems research*, vol. 57, no. 3, pp. 195–204, 2001.
- [30] J. Gordijn and H. Akkermans, "Business models for distributed generation in a liberalized market environment," *Electric Power Systems Research*, vol. 77, no. 9, pp. 1178–1188, 2007, doi: <https://doi.org/10.1016/j.epsr.2006.08.008>.
- [31] L. D. L. Pereira *et al.*, "Optimal allocation of distributed generation and capacitor banks using probabilistic generation models with correlations," *Applied Energy*, vol. 307, p. 118097, 2022, doi: <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2021.118097>.

- [32] G. Pepermans, J. Driesen, D. Haeseldonckx, R. Belmans, and W. D'haeseleer, "Distributed generation: definition, benefits and issues," *Energy Policy*, vol. 33, no. 6, pp. 787–798, 2005.
- [33] S. Gawusu, R. A. Mensah, and O. Das, "Exploring distributed energy generation for sustainable development: A data mining approach," *Journal of Energy Storage*, vol. 48, p. 104018, 2022, doi: <https://doi.org/10.1016/j.est.2022.104018>.
- [34] W. El-Khattam and M. M. A. Salama, "Distributed generation technologies, definitions and benefits," *Electric Power Systems Research*, vol. 71, no. 2, pp. 119–128, 2004, doi: <https://doi.org/10.1016/j.epsr.2004.01.006>.
- [35] CENACE, "Planeación de operación de sistemas eléctricos de potencia," *Journal of Electrical Systems and Information Technology*, vol. 1, p. 4, 1999.
- [36] J. Hugale and M. Pance, "Single phase AC Drive for Isolated Solar Photovoltaic Water Pumping System," *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, pp. 1285–1287, 2015.
- [37] A. A. B. Rujula, J. M. Amada, J. L. Bernal-Agustin, J. M. Y. Loyo, and J. A. D. Navarro, "Definitions for distributed generation: a revision," *Renewable Energy and Power Quality Journal*, vol. 1, p. 3, 2005.
- [38] R. C. Dugan, T. E. Mcdermott, and G. J. Ball, "Planning for distributed generation," *IEEE Transactions on Power Systems*, no. April, pp. 80–88, 2001.
- [39] Z. Abdmouleh, A. Gastli, L. Ben-Brahim, M. Haouari, and N. A. Al-Emadi, "Review of optimization techniques applied for the integration of distributed generation from renewable energy sources," *Renewable Energy*, vol. 113, pp. 266–280, 2017.
- [40] R. H. A. Zubo, G. Mokryani, H.-S. Rajamani, J. Aghaei, T. Niknam, and P. Pillai, "Operation and planning of distribution networks with integration of renewable distributed generators considering uncertainties: A review," *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, vol. 72, pp. 1177–1198, 2017.
- [41] M. Quashie and G. Joos, "A methodology to optimize benefits of microgrids," *IEEE Power and Energy Society General Meeting*, 2013, doi: [10.1109/PESMG.2013.6672650](https://doi.org/10.1109/PESMG.2013.6672650).
- [42] N. Priyadarshini, S. Gomathy, and M. Sabarimuthu, "A review on microgrid architecture, cyber security threats and standards," *Materials Today: Proceedings*, 2020, doi: <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2020.10.622>.
- [43] T. Brandt, "III Designing an Energy Information System for Microgrid Operation," in *IT Solutions for the Smart Grid*, Springer, 2016, pp. 73–109.
- [44] L. Mariam, M. Basu, and M. F. Conlon, "Microgrid: Architecture, policy and future trends," *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, vol. 64, pp. 477–489, 2016.
- [45] E. Planas, J. Andreu, J. I. Gárate, I. Martínez de Alegría, and E. Ibarra, "AC and DC technology in microgrids: A review," *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, vol. 43, pp. 726–749, 2015, doi: <https://doi.org/10.1016/j.rser.2014.11.067>.
- [46] N. W. A. Lidula and A. D. Rajapakse, "Microgrids research: A review of experimental microgrids and test systems," *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, vol. 15, no. 1, pp. 186–202, 2011.
- [47] L. Ahmethodzic and M. Music, "Comprehensive review of trends in microgrid control," *Renewable Energy Focus*, vol. 38, pp. 84–96, 2021, doi: <https://doi.org/10.1016/j.ref.2021.07.003>.
- [48] I. F. Abdin and E. Zio, "Optimal Planning of Electric Power Systems," *Springer Optimization and Its Applications*, vol. 152, pp. 53–65, 2019, doi: [10.1007/978-3-030-28565-4_10](https://doi.org/10.1007/978-3-030-28565-4_10).

- [49] F. A. Farret and M. G. Simões, *Integration of alternative sources of energy*, vol. 504. Wiley Online Library, 2006.
- [50] S. C. Pardillos, “Gestor de proyectos e instalaciones energéticas,” *Energías renovables, eficiencia y auditorías energéticas, diseño y explotación de instalaciones energéticas. Módulo Energía Eólica*, 2010.
- [51] E. Recordon, “Siemens Energías Renovables,” *CIGRE: Chile*, 2009.
- [52] D. Elliot, M. Schwartz, G. Scott, S. Haymes, D. Heimiller, and R. George, “Atlas de recursos eólicos del estado de Oaxaca,” *Reporte. Laboratorio Nacional de Energía renovable. EUA*, 2004.
- [53] Publicaciones Didácticas, “Rosa de los vientos,” 2014.
- [54] J. L. Rodríguez Amenedo, J. C. Burgos Diaz, and S. Arnalte Gómez, *Sistemas eólicos de producción de energía eléctrica*. Rueda, 2003.
- [55] L. el Chaar, L. A. Lamont, and N. el Zein, “Review of photovoltaic technologies,” *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, vol. 15, no. 5, pp. 2165–2175, Jun. 2012, doi: 10.1016/J.RSER.2011.01.004.
- [56] C. Acosta, O. Carvente-Muñoz, F. R. Peñuñuri-Anguiano, M. A. Zambrano-Arjona, and G. Rivadeneyra-Gutiérrez, “Distribución anual de las posiciones angulares del Sol, estudio en la latitud 21 grados,” *Revista internacional de métodos numéricos para cálculo y diseño en ingeniería*, vol. 35, no. 1, 2019.
- [57] J. Fernández, “Energía de la biomasa,” *Energías renovables para el desarrollo. Thomson-Paraninfo*, pp. 2–20, 2003.
- [58] P. McKendry, “Energy production from biomass (part 1): overview of biomass,” *Bioresour Technol*, vol. 83, no. 1, pp. 37–46, 2002.
- [59] S. C. Obiang Bindang, “Posibilidades de Shale gas y Shale oil en la cuenca de Valdeinfierno, Córdoba,” 2016.
- [60] P. McKendry, “Energy production from biomass (part 3): gasification technologies,” *Bioresour Technol*, vol. 83, no. 1, pp. 55–63, 2002.
- [61] C. di Blasi, G. Signorelli, C. di Russo, and G. Rea, “Product distribution from pyrolysis of wood and agricultural residues,” *Industrial & Engineering Chemistry Research*, vol. 38, no. 6, pp. 2216–2224, 1999.
- [62] A. C. Hollingdale, G. R. Breag, and D. Pearce, “Producer gas fuelling of a 20 kW output engine by gasification of solid biomass.,” *Producer gas fuelling of a 20 kW output engine by gasification of solid biomass.*, no. 17, 1988.
- [63] N. Anglani and G. Petrecca, “Fossil fuel and biomass fed distributed generation and utility plants : analysis of energy and environmental performance indicators,” pp. 964–969, 2010.
- [64] S. Vargas and W. Pavón, “Optimal sizing and allocation of photovoltaic generation in a georeferenced micro grid using column generation.,” *Revista Técnica Energía*, vol. 17, no. 1, 2020.
- [65] ENF, “ENF Solar – Empresas y Productos Solares,” <https://www.enfsolar.com/>, 2015.
- [66] G. V. FLORES and I. H. ARRIAGA, “Diseño del sistema de amortiguación de una caja multiplicadora para un aerogenerador horizontal de 30kW,” 2017.
- [67] Ryse Energy, “Aerogenerador E70PRO - La última tecnología,” *ENAIR*, 2022. <https://www.enair.es/es/aerogeneradores/e70pro> (accessed Jun. 15, 2022).
- [68] M. G. C. Calle, “Estudio técnico económico de la energía solar fotovoltaica y mini eólica a pequeña escala,” *Universidad de Cuenca, Cuenca*, 2019.

- [69] M. T. Varnero Moreno and I. Homer Bannister, “Biogas production,” 2017.
- [70] A. Sutton and MWPS, “Manure Characteristics MWPS-18,” 2014.
- [71] R. Fonseca, “Métodos de escalarización en optimización multiobjetivo,” *The Academy of Management Review*, pp. 0–96, 2018.
- [72] IRENA, *Costos de generacion de energía renovable en 2020*. 2021.
- [73] M. Ehrgott, “Multicriteria optimization: Second edition,” *Multicriteria Optimization: Second Edition*, pp. 1–323, 2005, doi: 10.1007/3-540-27659-9/COVER.
- [74] MERNNR, “Plan Maestro de Electricidad 2019-2027,” *Ministerio de Energía y Recursos No Renovables*, p. 390, 2019, [Online]. Available: <https://www.rekursyenergia.gob.ec/plan-maestro-de-electricidad/>

10. ANEXOS

10.1. Anexo I: Evidencia Fotográfica



Anexo 1: Terreno INIAP 1
Nota: Fuente autor



Anexo 2: Terreno INIAP 2
Nota: Fuente autor

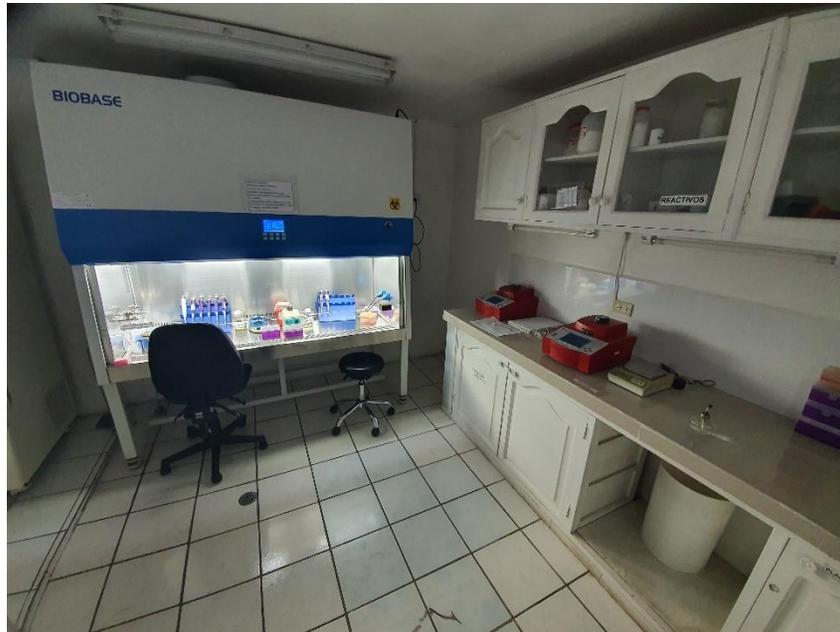


Anexo 3: Vista superior laboratorios 1 INIAP
Nota: Fuente autor



Anexo 4: Vista superior laboratorios 1 INIAP
Nota: Fuente autor

10.2. Anexo II: Evidencia Fotográfica Laboratorios



Anexo 5: Biotecnología 1 INIAP
Nota: Fuente autor



Anexo 6: Biotecnología 2 INIAP
Nota: Fuente autor



Anexo 7: Biotecnología 3 INIAP
Nota: Fuente autor



Anexo 8: Biotecnología 4 INIAP
Nota: Fuente autor



Anexo 9: Nutrición 1 INIAP
Nota: Fuente autor



Anexo 10: Nutrición 2 INIAP
Nota: Fuente autor



Anexo 11: Nutrición 3 INIAP
Nota: Fuente autor



Anexo 12: Nutrición 4 INIAP
Nota: Fuente autor



Anexo 13: Fitogenéticos 1 INIAP
Nota: Fuente autor



Anexo 14: Fitogenéticos 2 INIAP
Nota: Fuente autor



Anexo 15: Fitogenéticos 3 INIAP
Nota: Fuente autor



Anexo 16: Fitogenéticos 4 INIAP
Nota: Fuente autor



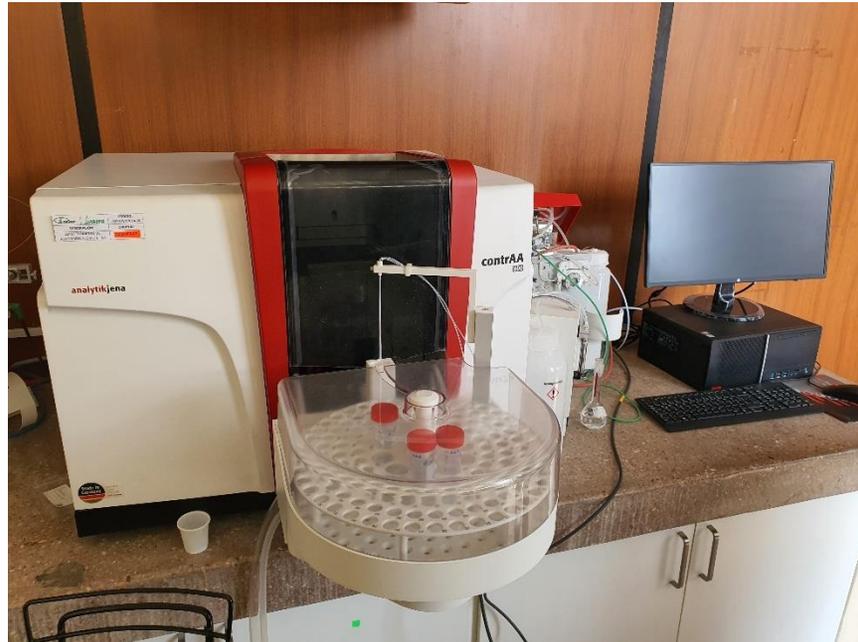
Anexo 17: Suelos 1 INIAP

Nota: Fuente autor



Anexo 18: Suelos 2 INIAP

Nota: Fuente autor



Anexo 19: Suelos 3 INIAP
Nota: Fuente autor



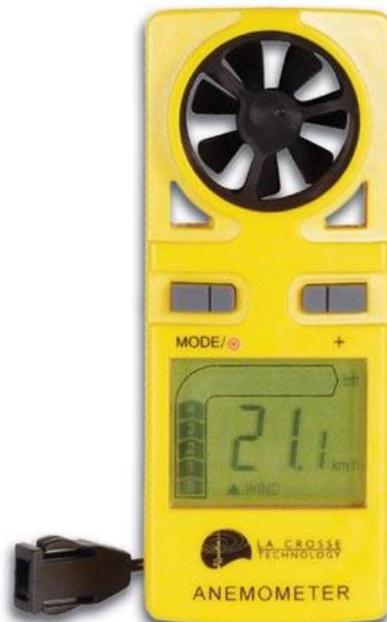
Anexo 20: Suelos 4 INIAP
Nota: Fuente autor

10.3. Anexo III: Medición del viento



Anexo 21: Symphonie plus

Nota: Fuente autor



Anexo 22: Anemómetro

Nota: Fuente autor

Anexo 23: Medición del viento

Nota: Fuente: Autor

1Mar	V 15m	V 30m	D°	P/A	1Mar	V 15m	V 30m	D°	P/A	1Mar	V 15m	V 30m	D°	P/A
00:00	2.6	3.43	13	25.04	08:00	0.4	0.53	11	0.09	16:00	5.5	7.26	13	236.98
00:10	3.2	4.22	13	46.67	08:10	0.4	0.53	10	0.09	16:10	4.9	6.47	13	167.58
00:20	3.3	4.35	12	51.19	08:20	0.4	0.53	23	0.09	16:20	5.2	6.86	13	200.28
00:30	3.8	5.01	13	78.16	08:30	0.7	0.92	12	0.49	16:30	4.8	6.33	14	157.53
00:40	3.6	4.75	12	66.46	08:40	0.5	0.66	14	0.18	16:40	4.5	5.94	13	129.80
00:50	4.6	6.07	13	138.64	08:50	0.6	0.79	11	0.31	16:50	4.4	5.81	14	121.33
01:00	4	5.28	12	91.16	09:00	1.2	1.58	13	2.46	17:00	4.6	6.07	13	138.64
01:10	3.7	4.88	12	72.15	09:10	1.2	1.58	22	2.46	17:10	4.5	5.94	14	129.80
01:20	3.5	4.62	12	61.07	09:20	1.8	2.38	18	8.31	17:20	4.2	5.54	13	105.53
01:30	3.7	4.88	12	72.15	09:30	1.8	2.38	17	8.31	17:30	3.9	5.15	12	84.49
01:40	4	5.28	12	91.16	09:40	2.6	3.43	18	25.04	17:40	3.7	4.88	13	72.15
01:50	3.5	4.62	12	61.07	09:50	2.8	3.69	17	31.27	17:50	3.7	4.88	13	72.15
02:00	3	3.96	12	38.46	10:00	2.4	3.17	17	19.69	18:00	3.7	4.88	13	72.15
02:10	2.2	2.90	11	15.17	10:10	2.7	3.56	15	28.04	18:10	3.6	4.75	13	66.46
02:20	1.1	1.45	11	1.90	10:20	3	3.96	15	38.46	18:20	4	5.28	13	91.16
02:30	0.7	0.92	11	0.49	10:30	2.9	3.83	18	34.74	18:30	4.1	5.41	13	98.17
02:40	1.1	1.45	11	1.90	10:40	3.4	4.49	17	55.98	18:40	3.7	4.88	13	72.15
02:50	1.6	2.11	11	5.83	10:50	3.5	4.62	17	61.07	18:50	4.2	5.54	13	105.53
03:00	1.5	1.98	12	4.81	11:00	3.5	4.62	16	61.07	19:00	4.4	5.81	13	121.33
03:10	1.6	2.11	16	5.83	11:10	4.1	5.41	15	98.17	19:10	3.9	5.15	13	84.49
03:20	1.6	2.11	11	5.83	11:20	4	5.28	15	91.16	19:20	3.7	4.88	13	72.15
03:30	1.3	1.72	10	3.13	11:30	4.6	6.07	15	138.64	19:30	3.2	4.22	12	46.67
03:40	1.3	1.72	10	3.13	11:40	4.5	5.94	15	129.80	19:40	3.4	4.49	13	55.98
03:50	1.4	1.85	2	3.91	11:50	5	6.60	15	178.05	19:50	3.6	4.75	13	66.46
04:00	1.2	1.58	11	2.46	12:00	4.9	6.47	16	167.58	20:00	4	5.28	13	91.16
04:10	1.5	1.98	6	4.81	12:10	4.7	6.20	15	147.88	20:10	3.6	4.75	13	66.46
04:20	1.5	1.98	7	4.81	12:20	4.5	5.94	15	129.80	20:20	3.6	4.75	14	66.46
04:30	1.4	1.85	10	3.91	12:30	4.4	5.81	14	121.33	20:30	3.9	5.15	13	84.49
04:40	1.3	1.72	11	3.13	12:40	4.8	6.33	14	157.53	20:40	3.5	4.62	13	61.07
04:50	1.1	1.45	11	1.90	12:50	5.1	6.73	13	188.95	20:50	2.5	3.30	13	22.26
05:00	0.8	1.06	11	0.73	13:00	4.7	6.20	14	147.88	21:00	2.1	2.77	13	13.19
05:10	1	1.32	11	1.42	13:10	5.1	6.73	15	188.95	21:10	2.7	3.56	13	28.04
05:20	0.9	1.19	11	1.04	13:20	5	6.60	14	178.05	21:20	2.8	3.69	13	31.27
05:30	0.4	0.53	11	0.09	13:30	5.6	7.39	14	250.14	21:30	2.9	3.83	13	34.74
05:40	0.4	0.53	11	0.09	13:40	6.5	8.58	14	391.17	21:40	3.3	4.35	13	51.19
05:50	1	1.32	12	1.42	13:50	5.6	7.39	14	250.14	21:50	2.4	3.17	13	19.69
06:00	0.5	0.66	14	0.18	14:00	5.3	6.99	13	212.06	22:00	2.9	3.83	14	34.74
06:10	0.5	0.66	14	0.18	14:10	5.2	6.86	14	200.28	22:10	3.3	4.35	14	51.19
06:20	0.4	0.53	14	0.09	14:20	5.5	7.26	14	236.98	22:20	3.8	5.01	14	78.16
06:30	0.4	0.53	14	0.09	14:30	5.4	7.13	14	224.29	22:30	3.5	4.62	13	61.07
06:40	0.4	0.53	14	0.09	14:40	5.9	7.79	13	292.54	22:40	3.7	4.88	13	72.15
06:50	0.4	0.53	14	0.09	14:50	6.1	8.05	13	323.31	22:50	4	5.28	13	91.16
07:00	0.4	0.53	13	0.09	15:00	5.9	7.79	14	292.54	23:00	4.2	5.54	13	105.53
07:10	0.4	0.53	11	0.09	15:10	6.1	8.05	14	323.31	23:10	3.7	4.88	12	72.15
07:20	0.4	0.53	11	0.09	15:20	5.8	7.65	14	277.91	23:20	3	3.96	13	38.46
07:30	0.4	0.53	11	0.09	15:30	6	7.92	13	307.67	23:30	2.7	3.56	13	28.04
07:40	0.4	0.53	11	0.09	15:40	5	6.60	13	178.05	23:40	2.4	3.17	13	19.69
07:50	0.4	0.53	11	0.09	15:50	5.1	6.73	13	188.95	23:50	2.3	3.03	13	17.33

2Mar	V 15m	V 30m	D°	P/A	2Mar	V 15m	V 30m	D°	P/A	2Mar	V 15m	V 30m	D°	P/A
00:00	2.7	3.56	13	28.04	08:00	3.4	4.49	13	55.98	16:00	6.2	8.18	13	339.47
00:10	2.6	3.43	13	25.04	08:10	3.6	4.75	13	66.46	16:10	6.2	8.18	14	339.47
00:20	2.1	2.77	12	13.19	08:20	2.9	3.83	13	34.74	16:20	6.4	8.44	13	373.39
00:30	1.8	2.38	13	8.31	08:30	2.7	3.56	13	28.04	16:30	6	7.92	14	307.67
00:40	2.5	3.30	13	22.26	08:40	3	3.96	13	38.46	16:40	5.7	7.52	14	263.79
00:50	2.1	2.77	13	13.19	08:50	3.4	4.49	13	55.98	16:50	5.5	7.26	13	236.98
01:00	2.5	3.30	13	22.26	09:00	3	3.96	14	38.46	17:00	6.4	8.44	13	373.39
01:10	2.5	3.30	13	22.26	09:10	3.4	4.49	14	55.98	17:10	5.3	6.99	13	212.06
01:20	2.4	3.17	13	19.69	09:20	3	3.96	14	38.46	17:20	5.7	7.52	13	263.79
01:30	2.8	3.69	12	31.27	09:30	3.6	4.75	14	66.46	17:30	4.5	5.94	14	129.80
01:40	3	3.96	13	38.46	09:40	3.2	4.22	14	46.67	17:40	4.5	5.94	13	129.80
01:50	3	3.96	12	38.46	09:50	3	3.96	14	38.46	17:50	3.9	5.15	12	84.49
02:00	2.3	3.03	13	17.33	10:00	3.6	4.75	14	66.46	18:00	5.1	6.73	13	188.95
02:10	1.6	2.11	12	5.83	10:10	3.3	4.35	14	51.19	18:10	4.5	5.94	13	129.80
02:20	2	2.64	13	11.40	10:20	3	3.96	15	38.46	18:20	3.9	5.15	13	84.49
02:30	2.1	2.77	14	13.19	10:30	3.3	4.35	15	51.19	18:30	3.5	4.62	13	61.07
02:40	1.8	2.38	13	8.31	10:40	3.2	4.22	14	46.67	18:40	3.3	4.35	13	51.19
02:50	1.8	2.38	13	8.31	10:50	3.9	5.15	15	84.49	18:50	3.7	4.88	13	72.15
03:00	1.8	2.38	12	8.31	11:00	4.7	6.20	16	147.88	19:00	3.8	5.01	13	78.16
03:10	1.4	1.85	13	3.91	11:10	4.7	6.20	15	147.88	19:10	3.8	5.01	14	78.16
03:20	1.5	1.98	13	4.81	11:20	5	6.60	15	178.05	19:20	3.6	4.75	13	66.46
03:30	1.1	1.45	12	1.90	11:30	5.1	6.73	14	188.95	19:30	4.6	6.07	13	138.64
03:40	0.6	0.79	12	0.31	11:40	4.4	5.81	14	121.33	19:40	4.6	6.07	13	138.64
03:50	0.8	1.06	11	0.73	11:50	5.1	6.73	14	188.95	19:50	4	5.28	13	91.16
04:00	0.7	0.92	11	0.49	12:00	4.8	6.33	14	157.53	20:00	3.6	4.75	13	66.46
04:10	1	1.32	14	1.42	12:10	4.7	6.20	14	147.88	20:10	3.4	4.49	13	55.98
04:20	0.6	0.79	12	0.31	12:20	5.3	6.99	14	212.06	20:20	3.4	4.49	12	55.98
04:30	0.7	0.92	13	0.49	12:30	4.8	6.33	14	157.53	20:30	3.4	4.49	13	55.98
04:40	0.7	0.92	12	0.49	12:40	4.8	6.33	13	157.53	20:40	3.5	4.62	12	61.07
04:50	0.4	0.53	12	0.09	12:50	5.4	7.13	15	224.29	20:50	3.5	4.62	13	61.07
05:00	0.5	0.66	12	0.18	13:00	5	6.60	15	178.05	21:00	3.5	4.62	13	61.07
05:10	0.4	0.53	12	0.09	13:10	5.5	7.26	14	236.98	21:10	3.8	5.01	12	78.16
05:20	0.4	0.53	11	0.09	13:20	5.7	7.52	15	263.79	21:20	3.6	4.75	13	66.46
05:30	0.4	0.53	11	0.09	13:30	6.2	8.18	14	339.47	21:30	4	5.28	12	91.16
05:40	0.4	0.53	11	0.09	13:40	5.7	7.52	15	263.79	21:40	2.8	3.69	12	31.27
05:50	0.6	0.79	12	0.31	13:50	6.4	8.44	14	373.39	21:50	2.6	3.43	12	25.04
06:00	0.9	1.19	13	1.04	14:00	6.2	8.18	14	339.47	22:00	2.3	3.03	13	17.33
06:10	0.9	1.19	13	1.04	14:10	7.2	9.50	13	531.65	22:10	3.1	4.09	13	42.43
06:20	1.2	1.58	13	2.46	14:20	6.2	8.18	14	339.47	22:20	2.8	3.69	13	31.27
06:30	1.3	1.72	13	3.13	14:30	5.5	7.26	14	236.98	22:30	3.3	4.35	13	51.19
06:40	1.5	1.98	13	4.81	14:40	6.4	8.44	14	373.39	22:40	3.4	4.49	14	55.98
06:50	1.1	1.45	13	1.90	14:50	6.9	9.10	14	467.92	22:50	2.8	3.69	14	31.27
07:00	1.6	2.11	13	5.83	15:00	6.1	8.05	14	323.31	23:00	2.2	2.90	13	15.17
07:10	1.7	2.24	13	7.00	15:10	7.1	9.37	14	509.80	23:10	1.9	2.51	13	9.77
07:20	2.3	3.03	13	17.33	15:20	7.2	9.50	14	531.65	23:20	2.5	3.30	13	22.26
07:30	2.7	3.56	13	28.04	15:30	6.7	8.84	14	428.40	23:30	2.1	2.77	13	13.19
07:40	2.7	3.56	14	28.04	15:40	6.9	9.10	13	467.92	23:40	1.8	2.38	13	8.31
07:50	3.1	4.09	14	42.43	15:50	6.9	9.10	14	467.92	23:50	1.8	2.38	13	8.31

3Mar	V 15m	V 30m	D°	P/A	3Mar	V 15m	V 30m	D°	P/A	3Mar	V 15m	V 30m	D°	P/A
00:00	1.1	1.45	14	1.90	08:00	0.4	0.53	36	0.09	16:00	5.9	7.79	14	292.54
00:10	1.1	1.45	15	1.90	08:10	0.4	0.53	58	0.09	16:10	5.7	7.52	13	263.79
00:20	1.5	1.98	14	4.81	08:20	0.4	0.53	63	0.09	16:20	5.6	7.39	13	250.14
00:30	1.6	2.11	12	5.83	08:30	0.7	0.92	55	0.49	16:30	5.7	7.52	13	263.79
00:40	1.5	1.98	12	4.81	08:40	1	1.32	33	1.42	16:40	5.2	6.86	13	200.28
00:50	1.8	2.38	14	8.31	08:50	0.8	1.06	35	0.73	16:50	5.8	7.65	13	277.91
01:00	1	1.32	12	1.42	09:00	1.4	1.85	23	3.91	17:00	5.3	6.99	13	212.06
01:10	1.2	1.58	12	2.46	09:10	1.2	1.58	22	2.46	17:10	5.4	7.13	13	224.29
01:20	2.3	3.03	13	17.33	09:20	1.9	2.51	15	9.77	17:20	5.5	7.26	13	236.98
01:30	2.8	3.69	13	31.27	09:30	2.5	3.30	16	22.26	17:30	5.2	6.86	13	200.28
01:40	2.2	2.90	12	15.17	09:40	2.9	3.83	16	34.74	17:40	6	7.92	13	307.67
01:50	1.7	2.24	12	7.00	09:50	2.7	3.56	14	28.04	17:50	5.8	7.65	13	277.91
02:00	1.6	2.11	13	5.83	10:00	3	3.96	14	38.46	18:00	5.8	7.65	13	277.91
02:10	2.2	2.90	12	15.17	10:10	3.1	4.09	15	42.43	18:10	5.5	7.26	13	236.98
02:20	1.7	2.24	12	7.00	10:20	3.4	4.49	13	55.98	18:20	5.8	7.65	13	277.91
02:30	2.2	2.90	13	15.17	10:30	3.6	4.75	14	66.46	18:30	5.1	6.73	13	188.95
02:40	1.7	2.24	12	7.00	10:40	3.7	4.88	14	72.15	18:40	5.1	6.73	13	188.95
02:50	1.6	2.11	12	5.83	10:50	3.3	4.35	14	51.19	18:50	5.2	6.86	12	200.28
03:00	1.5	1.98	12	4.81	11:00	3.6	4.75	14	66.46	19:00	4.6	6.07	12	138.64
03:10	1.6	2.11	12	5.83	11:10	3.7	4.88	14	72.15	19:10	4.6	6.07	12	138.64
03:20	1.7	2.24	12	7.00	11:20	3.9	5.15	14	84.49	19:20	5.1	6.73	12	188.95
03:30	2.7	3.56	12	28.04	11:30	3.9	5.15	15	84.49	19:30	4.9	6.47	12	167.58
03:40	3.2	4.22	12	46.67	11:40	4.7	6.20	16	147.88	19:40	4.9	6.47	13	167.58
03:50	2.8	3.69	12	31.27	11:50	4.8	6.33	16	157.53	19:50	5	6.60	12	178.05
04:00	2.6	3.43	13	25.04	12:00	4.6	6.07	16	138.64	20:00	5	6.60	12	178.05
04:10	2.2	2.90	13	15.17	12:10	5.2	6.86	16	200.28	20:10	5.1	6.73	12	188.95
04:20	1.7	2.24	12	7.00	12:20	5.2	6.86	16	200.28	20:20	5.2	6.86	12	200.28
04:30	0.8	1.06	11	0.73	12:30	5.4	7.13	15	224.29	20:30	5.7	7.52	12	263.79
04:40	0.6	0.79	12	0.31	12:40	5.9	7.79	15	292.54	20:40	5.4	7.13	13	224.29
04:50	1.6	2.11	13	5.83	12:50	5.4	7.13	15	224.29	20:50	4.8	6.33	13	157.53
05:00	2	2.64	13	11.40	13:00	5.8	7.65	14	277.91	21:00	4.7	6.20	13	147.88
05:10	1.8	2.38	14	8.31	13:10	6.5	8.58	14	391.17	21:10	4.2	5.54	13	105.53
05:20	2.9	3.83	13	34.74	13:20	5.8	7.65	14	277.91	21:20	4.7	6.20	13	147.88
05:30	2.5	3.30	12	22.26	13:30	6.4	8.44	14	373.39	21:30	5.6	7.39	13	250.14
05:40	1.5	1.98	12	4.81	13:40	6.6	8.71	14	409.51	21:40	5.1	6.73	12	188.95
05:50	0.5	0.66	11	0.18	13:50	6.6	8.71	14	409.51	21:50	5.1	6.73	12	188.95
06:00	0.4	0.53	11	0.09	14:00	6.1	8.05	13	323.31	22:00	4.4	5.81	13	121.33
06:10	1	1.32	11	1.42	14:10	6.4	8.44	13	373.39	22:10	3.9	5.15	12	84.49
06:20	0.5	0.66	11	0.18	14:20	6.5	8.58	15	391.17	22:20	3.6	4.75	12	66.46
06:30	0.9	1.19	11	1.04	14:30	6.6	8.71	14	409.51	22:30	3.5	4.62	12	61.07
06:40	0.7	0.92	11	0.49	14:40	6.3	8.31	14	356.16	22:40	3.2	4.22	12	46.67
06:50	1	1.32	9	1.42	14:50	6.2	8.18	14	339.47	22:50	3.3	4.35	12	51.19
07:00	1.3	1.72	11	3.13	15:00	5.9	7.79	14	292.54	23:00	3.3	4.35	12	51.19
07:10	0.8	1.06	21	0.73	15:10	6.5	8.58	14	391.17	23:10	3.3	4.35	13	51.19
07:20	0.5	0.66	74	0.18	15:20	6.4	8.44	14	373.39	23:20	3.5	4.62	13	61.07
07:30	0.5	0.66	71	0.18	15:30	5.7	7.52	14	263.79	23:30	3.5	4.62	12	61.07
07:40	0.5	0.66	45	0.18	15:40	5.7	7.52	14	263.79	23:40	3.2	4.22	12	46.67
07:50	0.5	0.66	38	0.18	15:50	5.7	7.52	13	263.79	23:50	3.3	4.35	13	51.19

4Mar	V 15m	V 30m	D°	P/A	4Mar	V 15m	V 30m	D°	P/A	4Mar	V 15m	V 30m	D°	P/A
00:00	3.5	4.62	13	61.07	08:00	1.8	2.38	12	8.31	16:00	6.6	8.71	14	409.51
00:10	3.1	4.09	13	42.43	08:10	1.3	1.72	12	3.13	16:10	6.7	8.84	14	428.40
00:20	3.3	4.35	13	51.19	08:20	1.3	1.72	12	3.13	16:20	6	7.92	14	307.67
00:30	2.9	3.83	12	34.74	08:30	1.1	1.45	13	1.90	16:30	5.7	7.52	14	263.79
00:40	3.3	4.35	12	51.19	08:40	0.8	1.06	13	0.73	16:40	6.3	8.31	14	356.16
00:50	3.7	4.88	13	72.15	08:50	1.5	1.98	14	4.81	16:50	5.3	6.99	14	212.06
01:00	3.1	4.09	13	42.43	09:00	1.1	1.45	15	1.90	17:00	6.1	8.05	14	323.31
01:10	2.4	3.17	13	19.69	09:10	1.2	1.58	27	2.46	17:10	5.9	7.79	14	292.54
01:20	3	3.96	13	38.46	09:20	0.9	1.19	16	1.04	17:20	5.3	6.99	14	212.06
01:30	3.3	4.35	12	51.19	09:30	1.7	2.24	35	7.00	17:30	5	6.60	13	178.05
01:40	3.2	4.22	12	46.67	09:40	1.9	2.51	18	9.77	17:40	5.1	6.73	13	188.95
01:50	3.8	5.01	13	78.16	09:50	2.2	2.90	18	15.17	17:50	5	6.60	13	178.05
02:00	3.7	4.88	12	72.15	10:00	2.7	3.56	18	28.04	18:00	6.3	8.31	13	356.16
02:10	4.1	5.41	12	98.17	10:10	2.5	3.30	18	22.26	18:10	5.7	7.52	13	263.79
02:20	3.3	4.35	13	51.19	10:20	2.9	3.83	17	34.74	18:20	5.7	7.52	13	263.79
02:30	3.6	4.75	13	66.46	10:30	3.2	4.22	14	46.67	18:30	6.4	8.44	12	373.39
02:40	4	5.28	13	91.16	10:40	3.9	5.15	15	84.49	18:40	6.3	8.31	12	356.16
02:50	4.3	5.67	12	113.25	10:50	3.9	5.15	14	84.49	18:50	6.5	8.58	12	391.17
03:00	3.8	5.01	12	78.16	11:00	4	5.28	14	91.16	19:00	5.8	7.65	12	277.91
03:10	5	6.60	12	178.05	11:10	5.1	6.73	14	188.95	19:10	5.4	7.13	12	224.29
03:20	4.3	5.67	12	113.25	11:20	4.6	6.07	15	138.64	19:20	6.2	8.18	12	339.47
03:30	3.9	5.15	12	84.49	11:30	5.3	6.99	14	212.06	19:30	6.4	8.44	12	373.39
03:40	3.5	4.62	12	61.07	11:40	6.2	8.18	14	339.47	19:40	6.1	8.05	12	323.31
03:50	3.6	4.75	12	66.46	11:50	5.8	7.65	13	277.91	19:50	5.6	7.39	13	250.14
04:00	2.8	3.69	12	31.27	12:00	6.7	8.84	14	428.40	20:00	6	7.92	12	307.67
04:10	3.2	4.22	12	46.67	12:10	5.8	7.65	15	277.91	20:10	5.2	6.86	13	200.28
04:20	2.4	3.17	12	19.69	12:20	5.6	7.39	15	250.14	20:20	6	7.92	12	307.67
04:30	2.5	3.30	13	22.26	12:30	5.9	7.79	14	292.54	20:30	6.1	8.05	12	323.31
04:40	2.7	3.56	13	28.04	12:40	5.3	6.99	14	212.06	20:40	6	7.92	12	307.67
04:50	1.8	2.38	12	8.31	12:50	6.5	8.58	14	391.17	20:50	4.9	6.47	12	167.58
05:00	1.4	1.85	12	3.91	13:00	6.8	8.97	14	447.87	21:00	4.3	5.67	12	113.25
05:10	2.3	3.03	13	17.33	13:10	6.6	8.71	14	409.51	21:10	4.6	6.07	12	138.64
05:20	2.4	3.17	12	19.69	13:20	6.4	8.44	14	373.39	21:20	5	6.60	12	178.05
05:30	2	2.64	12	11.40	13:30	7.2	9.50	13	531.65	21:30	4.8	6.33	12	157.53
05:40	1.9	2.51	13	9.77	13:40	6.5	8.58	14	391.17	21:40	3.9	5.15	12	84.49
05:50	1.9	2.51	12	9.77	13:50	6.3	8.31	14	356.16	21:50	4.1	5.41	12	98.17
06:00	2.3	3.03	13	17.33	14:00	6.7	8.84	13	428.40	22:00	3.5	4.62	12	61.07
06:10	1.8	2.38	12	8.31	14:10	6.9	9.10	14	467.92	22:10	3	3.96	12	38.46
06:20	2.3	3.03	12	17.33	14:20	6.5	8.58	14	391.17	22:20	3	3.96	12	38.46
06:30	2.4	3.17	12	19.69	14:30	6	7.92	14	307.67	22:30	3.8	5.01	12	78.16
06:40	2.7	3.56	12	28.04	14:40	6.9	9.10	14	467.92	22:40	2.5	3.30	12	22.26
06:50	2.1	2.77	12	13.19	14:50	6.5	8.58	13	391.17	22:50	1.7	2.24	12	7.00
07:00	2.1	2.77	12	13.19	15:00	7.3	9.63	13	554.11	23:00	2.8	3.69	12	31.27
07:10	2	2.64	12	11.40	15:10	6.7	8.84	14	428.40	23:10	2.8	3.69	12	31.27
07:20	1.7	2.24	12	7.00	15:20	6.9	9.10	14	467.92	23:20	2.6	3.43	12	25.04
07:30	1.3	1.72	12	3.13	15:30	6.8	8.97	14	447.87	23:30	2.6	3.43	12	25.04
07:40	1.9	2.51	12	9.77	15:40	6.5	8.58	14	391.17	23:40	2.2	2.90	12	15.17
07:50	1.7	2.24	12	7.00	15:50	6.9	9.10	14	467.92	23:50	1.7	2.24	12	7.00

5Mar	V 15m	V 30m	D°	P/A	5Mar	V 15m	V 30m	D°	P/A	5Mar	V 15m	V 30m	D°	P/A
00:00	1.6	2.11	13	5.83	08:00	2.6	3.43	13	25.04	16:00	6	7.92	14	307.67
00:10	1.7	2.24	13	7.00	08:10	2.7	3.56	13	28.04	16:10	6.6	8.71	14	409.51
00:20	3.1	4.09	13	42.43	08:20	3.4	4.49	13	55.98	16:20	5.6	7.39	14	250.14
00:30	4.1	5.41	14	98.17	08:30	3.9	5.15	13	84.49	16:30	5.7	7.52	13	263.79
00:40	3.7	4.88	13	72.15	08:40	3.8	5.01	13	78.16	16:40	5.7	7.52	13	263.79
00:50	3.2	4.22	13	46.67	08:50	4	5.28	13	91.16	16:50	6.4	8.44	13	373.39
01:00	3.3	4.35	13	51.19	09:00	3.7	4.88	13	72.15	17:00	6.1	8.05	14	323.31
01:10	3.4	4.49	12	55.98	09:10	4.2	5.54	12	105.53	17:10	5.4	7.13	14	224.29
01:20	3.6	4.75	13	66.46	09:20	4	5.28	13	91.16	17:20	5.8	7.65	13	277.91
01:30	3.6	4.75	13	66.46	09:30	3.7	4.88	13	72.15	17:30	5.1	6.73	13	188.95
01:40	3.7	4.88	12	72.15	09:40	4	5.28	13	91.16	17:40	4.5	5.94	13	129.80
01:50	3.5	4.62	12	61.07	09:50	4.4	5.81	13	121.33	17:50	4.7	6.20	13	147.88
02:00	2.6	3.43	12	25.04	10:00	3.8	5.01	13	78.16	18:00	5.2	6.86	13	200.28
02:10	2.2	2.90	12	15.17	10:10	4	5.28	13	91.16	18:10	5	6.60	13	178.05
02:20	2.2	2.90	12	15.17	10:20	3.8	5.01	13	78.16	18:20	4.8	6.33	12	157.53
02:30	2.2	2.90	12	15.17	10:30	3.7	4.88	13	72.15	18:30	4.7	6.20	13	147.88
02:40	1.9	2.51	13	9.77	10:40	3.4	4.49	13	55.98	18:40	5.2	6.86	12	200.28
02:50	2	2.64	13	11.40	10:50	3.5	4.62	13	61.07	18:50	5.1	6.73	13	188.95
03:00	1.7	2.24	12	7.00	11:00	3.2	4.22	14	46.67	19:00	5.1	6.73	12	188.95
03:10	1.7	2.24	12	7.00	11:10	3.7	4.88	13	72.15	19:10	4.9	6.47	12	167.58
03:20	1.5	1.98	12	4.81	11:20	3.9	5.15	13	84.49	19:20	5	6.60	12	178.05
03:30	1.5	1.98	12	4.81	11:30	3.2	4.22	14	46.67	19:30	5.2	6.86	12	200.28
03:40	1.5	1.98	13	4.81	11:40	3.8	5.01	14	78.16	19:40	4.4	5.81	13	121.33
03:50	1.5	1.98	12	4.81	11:50	4.3	5.67	14	113.25	19:50	4.7	6.20	12	147.88
04:00	1.4	1.85	12	3.91	12:00	3.7	4.88	14	72.15	20:00	4	5.28	12	91.16
04:10	1.6	2.11	12	5.83	12:10	3.8	5.01	14	78.16	20:10	4.3	5.67	13	113.25
04:20	2	2.64	13	11.40	12:20	4	5.28	14	91.16	20:20	3.9	5.15	13	84.49
04:30	1.8	2.38	13	8.31	12:30	3.5	4.62	14	61.07	20:30	4.4	5.81	13	121.33
04:40	2.1	2.77	13	13.19	12:40	3.2	4.22	16	46.67	20:40	4.2	5.54	14	105.53
04:50	2.4	3.17	13	19.69	12:50	3.7	4.88	15	72.15	20:50	4.5	5.94	13	129.80
05:00	2.5	3.30	13	22.26	13:00	3.7	4.88	15	72.15	21:00	4.1	5.41	13	98.17
05:10	1.8	2.38	13	8.31	13:10	3.6	4.75	15	66.46	21:10	4	5.28	13	91.16
05:20	2.4	3.17	12	19.69	13:20	4.4	5.81	15	121.33	21:20	4.4	5.81	13	121.33
05:30	2.5	3.30	12	22.26	13:30	4.5	5.94	15	129.80	21:30	5	6.60	13	178.05
05:40	2.7	3.56	12	28.04	13:40	5	6.60	15	178.05	21:40	4.4	5.81	13	121.33
05:50	2.5	3.30	12	22.26	13:50	5.4	7.13	15	224.29	21:50	4.5	5.94	13	129.80
06:00	2.9	3.83	12	34.74	14:00	5.2	6.86	14	200.28	22:00	4.5	5.94	13	129.80
06:10	2.7	3.56	12	28.04	14:10	5.1	6.73	15	188.95	22:10	4.2	5.54	13	105.53
06:20	2.5	3.30	12	22.26	14:20	5.3	6.99	14	212.06	22:20	4.3	5.67	12	113.25
06:30	2.2	2.90	12	15.17	14:30	5.7	7.52	14	263.79	22:30	4	5.28	13	91.16
06:40	2.1	2.77	12	13.19	14:40	6.8	8.97	13	447.87	22:40	4.1	5.41	13	98.17
06:50	2	2.64	12	11.40	14:50	6.6	8.71	14	409.51	22:50	4.3	5.67	12	113.25
07:00	1.9	2.51	12	9.77	15:00	6.7	8.84	14	428.40	23:00	3.9	5.15	12	84.49
07:10	1.8	2.38	12	8.31	15:10	6.1	8.05	13	323.31	23:10	3.9	5.15	12	84.49
07:20	1.9	2.51	12	9.77	15:20	6.6	8.71	14	409.51	23:20	3.7	4.88	12	72.15
07:30	2	2.64	12	11.40	15:30	6.5	8.58	14	391.17	23:30	3.4	4.49	13	55.98
07:40	2	2.64	12	11.40	15:40	6.6	8.71	14	409.51	23:40	3.1	4.09	12	42.43
07:50	2.2	2.90	12	15.17	15:50	6.4	8.44	14	373.39	23:50	3.4	4.49	12	55.98

6Mar	V 15m	V 30m	D°	P/A	6Mar	V 15m	V 30m	D°	P/A	6Mar	V 15m	V 30m	D°	P/A
00:00	3.2	4.22	12	46.67	08:00	1.5	1.98	15	4.81	16:00	5.3	6.99	14	212.06
00:10	3	3.96	12	38.46	08:10	2	2.64	16	11.40	16:10	4.7	6.20	14	147.88
00:20	3.4	4.49	12	55.98	08:20	1.8	2.38	15	8.31	16:20	5.2	6.86	13	200.28
00:30	3.6	4.75	12	66.46	08:30	2.8	3.69	16	31.27	16:30	5.5	7.26	13	236.98
00:40	3.4	4.49	12	55.98	08:40	3.1	4.09	14	42.43	16:40	5.4	7.13	14	224.29
00:50	3.3	4.35	12	51.19	08:50	3.1	4.09	14	42.43	16:50	5	6.60	13	178.05
01:00	3.6	4.75	12	66.46	09:00	3.1	4.09	13	42.43	17:00	5.1	6.73	13	188.95
01:10	2.8	3.69	13	31.27	09:10	2.6	3.43	13	25.04	17:10	5.3	6.99	13	212.06
01:20	3.1	4.09	12	42.43	09:20	2.7	3.56	14	28.04	17:20	4.7	6.20	13	147.88
01:30	2.9	3.83	13	34.74	09:30	2.8	3.69	14	31.27	17:30	5.7	7.52	13	263.79
01:40	3.1	4.09	12	42.43	09:40	2.9	3.83	14	34.74	17:40	4.8	6.33	13	157.53
01:50	3.1	4.09	13	42.43	09:50	3.2	4.22	15	46.67	17:50	4.2	5.54	13	105.53
02:00	2.8	3.69	13	31.27	10:00	3.1	4.09	14	42.43	18:00	4.8	6.33	13	157.53
02:10	2.7	3.56	12	28.04	10:10	3.6	4.75	15	66.46	18:10	4.3	5.67	13	113.25
02:20	2.2	2.90	12	15.17	10:20	3.9	5.15	14	84.49	18:20	4.7	6.20	12	147.88
02:30	1.9	2.51	12	9.77	10:30	3.6	4.75	14	66.46	18:30	4.9	6.47	13	167.58
02:40	1.7	2.24	12	7.00	10:40	3.8	5.01	14	78.16	18:40	4.9	6.47	13	167.58
02:50	1.9	2.51	13	9.77	10:50	3.8	5.01	14	78.16	18:50	5.1	6.73	13	188.95
03:00	1.4	1.85	12	3.91	11:00	4.1	5.41	15	98.17	19:00	5.1	6.73	13	188.95
03:10	1.6	2.11	12	5.83	11:10	4.6	6.07	15	138.64	19:10	4.3	5.67	13	113.25
03:20	1.2	1.58	11	2.46	11:20	5	6.60	15	178.05	19:20	3.9	5.15	13	84.49
03:30	0.9	1.19	11	1.04	11:30	4.6	6.07	15	138.64	19:30	4.1	5.41	13	98.17
03:40	0.9	1.19	12	1.04	11:40	4.5	5.94	15	129.80	19:40	3.8	5.01	13	78.16
03:50	0.9	1.19	12	1.04	11:50	4.8	6.33	15	157.53	19:50	3.6	4.75	13	66.46
04:00	0.8	1.06	12	0.73	12:00	4.8	6.33	14	157.53	20:00	4.1	5.41	13	98.17
04:10	1	1.32	12	1.42	12:10	4.5	5.94	15	129.80	20:10	3.8	5.01	13	78.16
04:20	1.1	1.45	12	1.90	12:20	4.8	6.33	14	157.53	20:20	3.7	4.88	13	72.15
04:30	1.2	1.58	12	2.46	12:30	4.8	6.33	16	157.53	20:30	3.9	5.15	13	84.49
04:40	1	1.32	12	1.42	12:40	4.4	5.81	15	121.33	20:40	3.4	4.49	13	55.98
04:50	0.6	0.79	11	0.31	12:50	4.9	6.47	15	167.58	20:50	3.9	5.15	13	84.49
05:00	1	1.32	12	1.42	13:00	5.1	6.73	14	188.95	21:00	3.5	4.62	13	61.07
05:10	1.3	1.72	13	3.13	13:10	5.3	6.99	15	212.06	21:10	3.2	4.22	13	46.67
05:20	0.8	1.06	12	0.73	13:20	6	7.92	14	307.67	21:20	3.7	4.88	12	72.15
05:30	0.9	1.19	13	1.04	13:30	5.9	7.79	13	292.54	21:30	3.8	5.01	12	78.16
05:40	0.8	1.06	13	0.73	13:40	5.7	7.52	14	263.79	21:40	3	3.96	12	38.46
05:50	1.6	2.11	13	5.83	13:50	6.6	8.71	14	409.51	21:50	3.1	4.09	12	42.43
06:00	2.3	3.03	13	17.33	14:00	6.5	8.58	14	391.17	22:00	3	3.96	13	38.46
06:10	2.4	3.17	12	19.69	14:10	5.9	7.79	14	292.54	22:10	2.7	3.56	13	28.04
06:20	2.5	3.30	12	22.26	14:20	6.4	8.44	14	373.39	22:20	3	3.96	13	38.46
06:30	2.3	3.03	12	17.33	14:30	6.4	8.44	13	373.39	22:30	3	3.96	13	38.46
06:40	1.6	2.11	13	5.83	14:40	6.2	8.18	14	339.47	22:40	3.3	4.35	13	51.19
06:50	1.5	1.98	13	4.81	14:50	6.9	9.10	13	467.92	22:50	3.7	4.88	13	72.15
07:00	1.4	1.85	12	3.91	15:00	6.6	8.71	13	409.51	23:00	3.6	4.75	13	66.46
07:10	1.3	1.72	13	3.13	15:10	6.7	8.84	14	428.40	23:10	3.2	4.22	13	46.67
07:20	1.4	1.85	14	3.91	15:20	6.6	8.71	13	409.51	23:20	3.4	4.49	13	55.98
07:30	1.4	1.85	14	3.91	15:30	6.2	8.18	13	339.47	23:30	3.5	4.62	13	61.07
07:40	1.3	1.72	17	3.13	15:40	5.5	7.26	13	236.98	23:40	3.6	4.75	12	66.46
07:50	1.1	1.45	15	1.90	15:50	4.8	6.33	13	157.53	23:50	2.8	3.69	12	31.27

7Mar	V 15m	V 30m	D°	P/A	7Mar	V 15m	V 30m	D°	P/A	7Mar	V 15m	V 30m	D°	P/A
00:00	2.2	2.90	12	15.17	08:00	2	2.64	13	11.40	16:00	6.2	8.18	13	339.47
00:10	2.2	2.90	12	15.17	08:10	1.7	2.24	12	7.00	16:10	5.5	7.26	14	236.98
00:20	2.2	2.90	12	15.17	08:20	1.9	2.51	12	9.77	16:20	5.8	7.65	14	277.91
00:30	2.3	3.03	12	17.33	08:30	1.7	2.24	12	7.00	16:30	5.7	7.52	14	263.79
00:40	2.8	3.69	12	31.27	08:40	1.2	1.58	12	2.46	16:40	5.8	7.65	13	277.91
00:50	2.7	3.56	12	28.04	08:50	0.7	0.92	12	0.49	16:50	5.6	7.39	13	250.14
01:00	2.8	3.69	13	31.27	09:00	0.4	0.53	12	0.09	17:00	5.4	7.13	14	224.29
01:10	2.7	3.56	12	28.04	09:10	0.4	0.53	58	0.09	17:10	6.3	8.31	14	356.16
01:20	2.9	3.83	12	34.74	09:20	0.5	0.66	12	0.18	17:20	5.6	7.39	14	250.14
01:30	2.4	3.17	13	19.69	09:30	0.8	1.06	11	0.73	17:30	5.1	6.73	14	188.95
01:40	2.4	3.17	13	19.69	09:40	1.6	2.11	12	5.83	17:40	4.9	6.47	14	167.58
01:50	2.3	3.03	13	17.33	09:50	1.7	2.24	13	7.00	17:50	4.6	6.07	14	138.64
02:00	2.3	3.03	12	17.33	10:00	2	2.64	14	11.40	18:00	4.6	6.07	14	138.64
02:10	2.6	3.43	13	25.04	10:10	2.1	2.77	14	13.19	18:10	3.9	5.15	14	84.49
02:20	2	2.64	12	11.40	10:20	2	2.64	18	11.40	18:20	4.2	5.54	14	105.53
02:30	2.1	2.77	12	13.19	10:30	2.6	3.43	15	25.04	18:30	4.6	6.07	14	138.64
02:40	2	2.64	12	11.40	10:40	3.4	4.49	15	55.98	18:40	4.4	5.81	14	121.33
02:50	1.7	2.24	12	7.00	10:50	3.5	4.62	16	61.07	18:50	4.3	5.67	14	113.25
03:00	2.1	2.77	12	13.19	11:00	3.9	5.15	14	84.49	19:00	4.2	5.54	14	105.53
03:10	2.2	2.90	12	15.17	11:10	4.7	6.20	15	147.88	19:10	4.4	5.81	13	121.33
03:20	2.8	3.69	13	31.27	11:20	5.2	6.86	15	200.28	19:20	3.7	4.88	13	72.15
03:30	2.5	3.30	12	22.26	11:30	5.6	7.39	15	250.14	19:30	3.8	5.01	13	78.16
03:40	2.4	3.17	12	19.69	11:40	5.8	7.65	15	277.91	19:40	3.9	5.15	13	84.49
03:50	2.3	3.03	12	17.33	11:50	5.3	6.99	14	212.06	19:50	3.9	5.15	13	84.49
04:00	2	2.64	12	11.40	12:00	5.8	7.65	15	277.91	20:00	3.5	4.62	13	61.07
04:10	2.3	3.03	12	17.33	12:10	6.6	8.71	14	409.51	20:10	3.5	4.62	13	61.07
04:20	2	2.64	12	11.40	12:20	6	7.92	14	307.67	20:20	3.9	5.15	13	84.49
04:30	2.1	2.77	12	13.19	12:30	5.7	7.52	15	263.79	20:30	3.5	4.62	13	61.07
04:40	1.7	2.24	12	7.00	12:40	6.3	8.31	14	356.16	20:40	4.3	5.67	13	113.25
04:50	1.7	2.24	12	7.00	12:50	5.2	6.86	15	200.28	20:50	4	5.28	13	91.16
05:00	0.8	1.06	11	0.73	13:00	5.6	7.39	15	250.14	21:00	4.1	5.41	13	98.17
05:10	0.5	0.66	11	0.18	13:10	5.7	7.52	14	263.79	21:10	4.3	5.67	13	113.25
05:20	0.4	0.53	11	0.09	13:20	5.9	7.79	14	292.54	21:20	4.7	6.20	13	147.88
05:30	0.4	0.53	11	0.09	13:30	6.2	8.18	14	339.47	21:30	4.4	5.81	13	121.33
05:40	0.4	0.53	11	0.09	13:40	6.2	8.18	13	339.47	21:40	3.6	4.75	13	66.46
05:50	0.4	0.53	11	0.09	13:50	5.9	7.79	14	292.54	21:50	4.4	5.81	13	121.33
06:00	0.4	0.53	11	0.09	14:00	5.9	7.79	14	292.54	22:00	4.6	6.07	13	138.64
06:10	0.4	0.53	11	0.09	14:10	5.7	7.52	15	263.79	22:10	4.5	5.94	13	129.80
06:20	0.4	0.53	12	0.09	14:20	6.2	8.18	14	339.47	22:20	4.5	5.94	13	129.80
06:30	0.6	0.79	11	0.31	14:30	5.7	7.52	14	263.79	22:30	4.7	6.20	13	147.88
06:40	2	2.64	13	11.40	14:40	6.2	8.18	14	339.47	22:40	4.4	5.81	13	121.33
06:50	1.6	2.11	13	5.83	14:50	6.8	8.97	14	447.87	22:50	4.2	5.54	13	105.53
07:00	1.8	2.38	12	8.31	15:00	7.1	9.37	14	509.80	23:00	3.5	4.62	13	61.07
07:10	1.9	2.51	12	9.77	15:10	7	9.24	14	488.56	23:10	4.1	5.41	13	98.17
07:20	2	2.64	12	11.40	15:20	6.4	8.44	14	373.39	23:20	4.3	5.67	13	113.25
07:30	1.9	2.51	13	9.77	15:30	6.7	8.84	14	428.40	23:30	4.5	5.94	13	129.80
07:40	1.8	2.38	12	8.31	15:40	6.9	9.10	14	467.92	23:40	5.1	6.73	13	188.95
07:50	2	2.64	13	11.40	15:50	5.7	7.52	13	263.79	23:50	4.8	6.33	13	157.53

8Mar	V 15m	V 30m	D°	P/A	8Mar	V 15m	V 30m	D°	P/A	8Mar	V 15m	V 30m	D°	P/A
00:00	4.1	5.41	13	98.17	08:00	1	1.32	12	1.42	16:00	5.4	7.13	14	224.29
00:10	4	5.28	13	91.16	08:10	0.7	0.92	11	0.49	16:10	5.5	7.26	14	236.98
00:20	4.3	5.67	13	113.25	08:20	1.6	2.11	12	5.83	16:20	5.3	6.99	14	212.06
00:30	4.6	6.07	13	138.64	08:30	1.2	1.58	12	2.46	16:30	5.2	6.86	14	200.28
00:40	4.6	6.07	13	138.64	08:40	0.7	0.92	8	0.49	16:40	5.1	6.73	14	188.95
00:50	4.1	5.41	13	98.17	08:50	0.7	0.92	12	0.49	16:50	4.9	6.47	14	167.58
01:00	4.1	5.41	13	98.17	09:00	0.5	0.66	11	0.18	17:00	4.9	6.47	13	167.58
01:10	3.9	5.15	13	84.49	09:10	0.5	0.66	11	0.18	17:10	5.3	6.99	14	212.06
01:20	4.6	6.07	13	138.64	09:20	0.5	0.66	11	0.18	17:20	5.2	6.86	13	200.28
01:30	4.7	6.20	13	147.88	09:30	1	1.32	13	1.42	17:30	5	6.60	14	178.05
01:40	3.9	5.15	13	84.49	09:40	0.9	1.19	12	1.04	17:40	4.9	6.47	14	167.58
01:50	3.6	4.75	13	66.46	09:50	1.6	2.11	16	5.83	17:50	5.4	7.13	13	224.29
02:00	3.7	4.88	13	72.15	10:00	1.8	2.38	18	8.31	18:00	4.9	6.47	14	167.58
02:10	4.1	5.41	13	98.17	10:10	2.9	3.83	16	34.74	18:10	4.5	5.94	13	129.80
02:20	4.1	5.41	13	98.17	10:20	3.7	4.88	15	72.15	18:20	4.7	6.20	13	147.88
02:30	3.9	5.15	13	84.49	10:30	3.2	4.22	15	46.67	18:30	4.7	6.20	13	147.88
02:40	3.5	4.62	12	61.07	10:40	3	3.96	14	38.46	18:40	4.6	6.07	13	138.64
02:50	2.9	3.83	13	34.74	10:50	3.1	4.09	14	42.43	18:50	3.9	5.15	13	84.49
03:00	3.6	4.75	13	66.46	11:00	3	3.96	14	38.46	19:00	4.6	6.07	13	138.64
03:10	4.2	5.54	13	105.53	11:10	2.8	3.69	14	31.27	19:10	4.6	6.07	13	138.64
03:20	4.2	5.54	13	105.53	11:20	3.3	4.35	13	51.19	19:20	4.3	5.67	13	113.25
03:30	3.4	4.49	13	55.98	11:30	3.3	4.35	13	51.19	19:30	4.6	6.07	13	138.64
03:40	3.2	4.22	13	46.67	11:40	3.3	4.35	15	51.19	19:40	4.4	5.81	14	121.33
03:50	3.2	4.22	13	46.67	11:50	3.4	4.49	13	55.98	19:50	4.6	6.07	13	138.64
04:00	4	5.28	13	91.16	12:00	3.3	4.35	14	51.19	20:00	3.6	4.75	13	66.46
04:10	4.2	5.54	13	105.53	12:10	3.3	4.35	14	51.19	20:10	4.6	6.07	14	138.64
04:20	4.3	5.67	13	113.25	12:20	3.3	4.35	14	51.19	20:20	4.2	5.54	13	105.53
04:30	4.4	5.81	13	121.33	12:30	3.2	4.22	15	46.67	20:30	4.2	5.54	13	105.53
04:40	3.5	4.62	13	61.07	12:40	2.7	3.56	14	28.04	20:40	3.9	5.15	13	84.49
04:50	3.2	4.22	13	46.67	12:50	2.5	3.30	17	22.26	20:50	4.2	5.54	13	105.53
05:00	3	3.96	13	38.46	13:00	2.8	3.69	18	31.27	21:00	3.5	4.62	13	61.07
05:10	3.2	4.22	13	46.67	13:10	2.9	3.83	15	34.74	21:10	4.2	5.54	13	105.53
05:20	3.2	4.22	12	46.67	13:20	2.9	3.83	17	34.74	21:20	4.2	5.54	13	105.53
05:30	3	3.96	12	38.46	13:30	2.7	3.56	19	28.04	21:30	4.2	5.54	13	105.53
05:40	3	3.96	12	38.46	13:40	2.8	3.69	17	31.27	21:40	4	5.28	14	91.16
05:50	2.6	3.43	12	25.04	13:50	3.8	5.01	16	78.16	21:50	3.6	4.75	13	66.46
06:00	2.4	3.17	12	19.69	14:00	3.3	4.35	15	51.19	22:00	2.9	3.83	13	34.74
06:10	2.2	2.90	12	15.17	14:10	4.7	6.20	15	147.88	22:10	2.4	3.17	13	19.69
06:20	2.2	2.90	12	15.17	14:20	4.2	5.54	16	105.53	22:20	2.8	3.69	13	31.27
06:30	2.5	3.30	12	22.26	14:30	4.6	6.07	15	138.64	22:30	2.2	2.90	13	15.17
06:40	2.6	3.43	12	25.04	14:40	4.1	5.41	15	98.17	22:40	2.7	3.56	14	28.04
06:50	2.6	3.43	13	25.04	14:50	4.6	6.07	14	138.64	22:50	2.6	3.43	14	25.04
07:00	2.6	3.43	12	25.04	15:00	4.7	6.20	15	147.88	23:00	3	3.96	14	38.46
07:10	2.7	3.56	12	28.04	15:10	5.3	6.99	15	212.06	23:10	2.9	3.83	14	34.74
07:20	2.6	3.43	12	25.04	15:20	5.4	7.13	15	224.29	23:20	2.9	3.83	13	34.74
07:30	1.6	2.11	12	5.83	15:30	5.9	7.79	14	292.54	23:30	3.4	4.49	14	55.98
07:40	1.4	1.85	12	3.91	15:40	5.5	7.26	14	236.98	23:40	3.5	4.62	14	61.07
07:50	1	1.32	12	1.42	15:50	5.5	7.26	14	236.98	23:50	3.5	4.62	13	61.07

9Mar	V 15m	V 30m	D°	P/A	9Mar	V 15m	V 30m	D°	P/A	9Mar	V 15m	V 30m	D°	P/A
00:00	3.4	4.49	14	55.98	08:00	1.5	1.98	14	4.81	16:00	6.2	8.18	14	339.47
00:10	4.3	5.67	14	113.25	08:10	2.3	3.03	14	17.33	16:10	5.9	7.79	13	292.54
00:20	3.8	5.01	14	78.16	08:20	2.2	2.90	15	15.17	16:20	6.2	8.18	14	339.47
00:30	4	5.28	13	91.16	08:30	1.3	1.72	13	3.13	16:30	5.9	7.79	13	292.54
00:40	3.5	4.62	14	61.07	08:40	1.8	2.38	14	8.31	16:40	5.3	6.99	14	212.06
00:50	3.2	4.22	13	46.67	08:50	1.3	1.72	15	3.13	16:50	5.5	7.26	13	236.98
01:00	3.2	4.22	14	46.67	09:00	1.5	1.98	16	4.81	17:00	5.5	7.26	13	236.98
01:10	2.6	3.43	13	25.04	09:10	1.1	1.45	12	1.90	17:10	5.2	6.86	14	200.28
01:20	3	3.96	13	38.46	09:20	1.6	2.11	17	5.83	17:20	5	6.60	14	178.05
01:30	2.9	3.83	14	34.74	09:30	1.3	1.72	15	3.13	17:30	5.5	7.26	13	236.98
01:40	3.2	4.22	14	46.67	09:40	1.8	2.38	15	8.31	17:40	5.2	6.86	13	200.28
01:50	2.9	3.83	14	34.74	09:50	1.7	2.24	15	7.00	17:50	4.9	6.47	13	167.58
02:00	2.5	3.30	14	22.26	10:00	2.1	2.77	14	13.19	18:00	4.9	6.47	13	167.58
02:10	2.9	3.83	14	34.74	10:10	1.8	2.38	15	8.31	18:10	4.9	6.47	13	167.58
02:20	2.3	3.03	14	17.33	10:20	1.8	2.38	14	8.31	18:20	4.2	5.54	13	105.53
02:30	2.9	3.83	14	34.74	10:30	2.1	2.77	15	13.19	18:30	4	5.28	13	91.16
02:40	2.6	3.43	14	25.04	10:40	2.3	3.03	15	17.33	18:40	4.3	5.67	13	113.25
02:50	2.5	3.30	13	22.26	10:50	3.3	4.35	17	51.19	18:50	3.9	5.15	13	84.49
03:00	2.9	3.83	14	34.74	11:00	3.3	4.35	18	51.19	19:00	4.7	6.20	13	147.88
03:10	2.5	3.30	13	22.26	11:10	3.9	5.15	17	84.49	19:10	4.5	5.94	13	129.80
03:20	2.7	3.56	13	28.04	11:20	3.7	4.88	16	72.15	19:20	4.2	5.54	13	105.53
03:30	2.9	3.83	14	34.74	11:30	3.2	4.22	15	46.67	19:30	4.1	5.41	12	98.17
03:40	3.1	4.09	13	42.43	11:40	4.5	5.94	16	129.80	19:40	3.3	4.35	12	51.19
03:50	2.6	3.43	13	25.04	11:50	4.3	5.67	15	113.25	19:50	3.3	4.35	12	51.19
04:00	2.6	3.43	14	25.04	12:00	4.1	5.41	16	98.17	20:00	3.6	4.75	12	66.46
04:10	2.7	3.56	13	28.04	12:10	4.6	6.07	16	138.64	20:10	3.7	4.88	13	72.15
04:20	2.8	3.69	13	31.27	12:20	4.6	6.07	14	138.64	20:20	4	5.28	13	91.16
04:30	2.8	3.69	13	31.27	12:30	4.4	5.81	16	121.33	20:30	3.8	5.01	12	78.16
04:40	2	2.64	13	11.40	12:40	4.7	6.20	15	147.88	20:40	2.8	3.69	12	31.27
04:50	1.5	1.98	12	4.81	12:50	4.5	5.94	15	129.80	20:50	3.4	4.49	12	55.98
05:00	0.5	0.66	12	0.18	13:00	4.8	6.33	15	157.53	21:00	3.3	4.35	12	51.19
05:10	0.4	0.53	11	0.09	13:10	4.8	6.33	16	157.53	21:10	3.2	4.22	13	46.67
05:20	0.4	0.53	11	0.09	13:20	4.7	6.20	16	147.88	21:20	3.1	4.09	13	42.43
05:30	0.4	0.53	11	0.09	13:30	4.6	6.07	16	138.64	21:30	3	3.96	13	38.46
05:40	0.5	0.66	12	0.18	13:40	4.4	5.81	16	121.33	21:40	3.6	4.75	12	66.46
05:50	0.9	1.19	14	1.04	13:50	4.1	5.41	15	98.17	21:50	3.4	4.49	13	55.98
06:00	1.6	2.11	15	5.83	14:00	4.5	5.94	14	129.80	22:00	3.1	4.09	13	42.43
06:10	1.9	2.51	14	9.77	14:10	4.7	6.20	15	147.88	22:10	3.8	5.01	13	78.16
06:20	2.1	2.77	13	13.19	14:20	5.4	7.13	14	224.29	22:20	3.2	4.22	13	46.67
06:30	1.4	1.85	13	3.91	14:30	4.6	6.07	14	138.64	22:30	3.9	5.15	13	84.49
06:40	1.4	1.85	14	3.91	14:40	5.4	7.13	14	224.29	22:40	3.4	4.49	13	55.98
06:50	0.7	0.92	14	0.49	14:50	5.5	7.26	13	236.98	22:50	3.2	4.22	13	46.67
07:00	1.3	1.72	14	3.13	15:00	5.1	6.73	14	188.95	23:00	3.6	4.75	13	66.46
07:10	1.3	1.72	15	3.13	15:10	6.1	8.05	14	323.31	23:10	3.2	4.22	13	46.67
07:20	1.4	1.85	16	3.91	15:20	6	7.92	14	307.67	23:20	3.1	4.09	12	42.43
07:30	1.9	2.51	16	9.77	15:30	5.8	7.65	14	277.91	23:30	3.1	4.09	13	42.43
07:40	2.2	2.90	14	15.17	15:40	5.8	7.65	14	277.91	23:40	3.3	4.35	13	51.19
07:50	1.8	2.38	14	8.31	15:50	5.8	7.65	13	277.91	23:50	3.1	4.09	13	42.43

10Mar	V 15m	V 30m	D°	P/A	10Mar	V 15m	V 30m	D°	P/A	10Mar	V 15m	V 30m	D°	P/A
00:00	4	5.28	14	91.16	08:00	0.8	1.06	13	0.73	16:00	3.3	4.35	25	51.19
00:10	4.1	5.41	14	98.17	08:10	1.3	1.72	15	3.13	16:10	3.2	4.22	24	46.67
00:20	3.4	4.49	14	55.98	08:20	1.2	1.58	17	2.46	16:20	2.4	3.17	25	19.69
00:30	3.5	4.62	13	61.07	08:30	1.5	1.98	18	4.81	16:30	2.5	3.30	22	22.26
00:40	3.5	4.62	13	61.07	08:40	2.2	2.90	15	15.17	16:40	2.4	3.17	20	19.69
00:50	3.8	5.01	13	78.16	08:50	2.2	2.90	14	15.17	16:50	3.1	4.09	15	42.43
01:00	3	3.96	13	38.46	09:00	2.4	3.17	15	19.69	17:00	3.4	4.49	14	55.98
01:10	3.2	4.22	13	46.67	09:10	2.1	2.77	13	13.19	17:10	3.5	4.62	14	61.07
01:20	3.3	4.35	13	51.19	09:20	2.3	3.03	15	17.33	17:20	3.8	5.01	14	78.16
01:30	2.3	3.03	13	17.33	09:30	2.4	3.17	17	19.69	17:30	3.9	5.15	14	84.49
01:40	2.1	2.77	13	13.19	09:40	2	2.64	15	11.40	17:40	3.7	4.88	13	72.15
01:50	2.3	3.03	14	17.33	09:50	1.8	2.38	14	8.31	17:50	3.2	4.22	14	46.67
02:00	2.9	3.83	13	34.74	10:00	2	2.64	15	11.40	18:00	3.5	4.62	13	61.07
02:10	2.7	3.56	13	28.04	10:10	2.3	3.03	17	17.33	18:10	3.1	4.09	13	42.43
02:20	2.8	3.69	13	31.27	10:20	2	2.64	14	11.40	18:20	3.3	4.35	13	51.19
02:30	2.5	3.30	13	22.26	10:30	1.8	2.38	13	8.31	18:30	3	3.96	14	38.46
02:40	1.8	2.38	13	8.31	10:40	2.1	2.77	17	13.19	18:40	2.9	3.83	13	34.74
02:50	1.9	2.51	13	9.77	10:50	1.4	1.85	16	3.91	18:50	2.7	3.56	15	28.04
03:00	1.8	2.38	13	8.31	11:00	1.5	1.98	30	4.81	19:00	2.6	3.43	15	25.04
03:10	1.7	2.24	13	7.00	11:10	2	2.64	48	11.40	19:10	3	3.96	13	38.46
03:20	1.2	1.58	12	2.46	11:20	2.1	2.77	22	13.19	19:20	3.1	4.09	13	42.43
03:30	1.2	1.58	13	2.46	11:30	2.4	3.17	25	19.69	19:30	3.1	4.09	13	42.43
03:40	1.5	1.98	13	4.81	11:40	2.8	3.69	38	31.27	19:40	3	3.96	13	38.46
03:50	1.6	2.11	13	5.83	11:50	2.6	3.43	32	25.04	19:50	3.3	4.35	13	51.19
04:00	1.7	2.24	13	7.00	12:00	2.9	3.83	25	34.74	20:00	2.5	3.30	13	22.26
04:10	1.7	2.24	13	7.00	12:10	2.5	3.30	32	22.26	20:10	2.8	3.69	13	31.27
04:20	1.4	1.85	12	3.91	12:20	2.9	3.83	30	34.74	20:20	2.8	3.69	13	31.27
04:30	1.3	1.72	14	3.13	12:30	3.2	4.22	27	46.67	20:30	3.4	4.49	13	55.98
04:40	1.3	1.72	14	3.13	12:40	3.3	4.35	27	51.19	20:40	3.4	4.49	13	55.98
04:50	1.9	2.51	14	9.77	12:50	2.9	3.83	24	34.74	20:50	3.1	4.09	13	42.43
05:00	2.1	2.77	14	13.19	13:00	2.6	3.43	21	25.04	21:00	2.8	3.69	13	31.27
05:10	1.5	1.98	14	4.81	13:10	2.7	3.56	22	28.04	21:10	3.2	4.22	14	46.67
05:20	1.8	2.38	14	8.31	13:20	2.6	3.43	26	25.04	21:20	2.9	3.83	14	34.74
05:30	1.8	2.38	13	8.31	13:30	2.6	3.43	25	25.04	21:30	2.9	3.83	14	34.74
05:40	1.4	1.85	13	3.91	13:40	2.9	3.83	33	34.74	21:40	2.9	3.83	14	34.74
05:50	1.9	2.51	13	9.77	13:50	3	3.96	34	38.46	21:50	2.7	3.56	14	28.04
06:00	1.2	1.58	14	2.46	14:00	2.8	3.69	23	31.27	22:00	2.3	3.03	14	17.33
06:10	1	1.32	12	1.42	14:10	2.7	3.56	28	28.04	22:10	2	2.64	13	11.40
06:20	1.5	1.98	12	4.81	14:20	2.7	3.56	28	28.04	22:20	1.6	2.11	13	5.83
06:30	1.6	2.11	13	5.83	14:30	3.4	4.49	33	55.98	22:30	1.7	2.24	14	7.00
06:40	1.1	1.45	13	1.90	14:40	3.4	4.49	30	55.98	22:40	1.8	2.38	13	8.31
06:50	1.6	2.11	13	5.83	14:50	3.3	4.35	30	51.19	22:50	1.8	2.38	14	8.31
07:00	1.6	2.11	13	5.83	15:00	3.7	4.88	31	72.15	23:00	1	1.32	13	1.42
07:10	1.7	2.24	12	7.00	15:10	3.6	4.75	31	66.46	23:10	0.9	1.19	12	1.04
07:20	1.3	1.72	12	3.13	15:20	3.6	4.75	29	66.46	23:20	0.9	1.19	13	1.04
07:30	1	1.32	12	1.42	15:30	3.9	5.15	28	84.49	23:30	0.7	0.92	13	0.49
07:40	1.3	1.72	14	3.13	15:40	3.8	5.01	26	78.16	23:40	0.7	0.92	13	0.49
07:50	0.8	1.06	13	0.73	15:50	3.4	4.49	24	55.98	23:50	0.4	0.53	13	0.09

11Mar	V 15m	V 30m	D°	P/A	11Mar	V 15m	V 30m	D°	P/A	11Mar	V 15m	V 30m	D°	P/A
00:00	0.4	0.53	13	0.09	08:00	2.6	3.43	13	25.04	16:00	5	6.60	14	178.05
00:10	0.4	0.53	13	0.09	08:10	2.3	3.03	13	17.33	16:10	5	6.60	14	178.05
00:20	0.4	0.53	13	0.09	08:20	1.9	2.51	13	9.77	16:20	4.7	6.20	14	147.88
00:30	1	1.32	17	1.42	08:30	1.9	2.51	13	9.77	16:30	4.4	5.81	14	121.33
00:40	1.5	1.98	16	4.81	08:40	1.8	2.38	13	8.31	16:40	4.3	5.67	14	113.25
00:50	2.1	2.77	15	13.19	08:50	1	1.32	12	1.42	16:50	4.7	6.20	13	147.88
01:00	1.2	1.58	17	2.46	09:00	0.4	0.53	12	0.09	17:00	4.4	5.81	14	121.33
01:10	0.8	1.06	19	0.73	09:10	1	1.32	12	1.42	17:10	4.6	6.07	14	138.64
01:20	0.5	0.66	16	0.18	09:20	0.8	1.06	12	0.73	17:20	4.2	5.54	14	105.53
01:30	0.4	0.53	10	0.09	09:30	1.6	2.11	22	5.83	17:30	4.3	5.67	14	113.25
01:40	0.4	0.53	11	0.09	09:40	2.9	3.83	15	34.74	17:40	4.8	6.33	13	157.53
01:50	0.6	0.79	12	0.31	09:50	2.3	3.03	16	17.33	17:50	4.4	5.81	14	121.33
02:00	2	2.64	15	11.40	10:00	2.5	3.30	16	22.26	18:00	4.4	5.81	14	121.33
02:10	1.9	2.51	16	9.77	10:10	2.5	3.30	16	22.26	18:10	4.6	6.07	14	138.64
02:20	1.8	2.38	14	8.31	10:20	1.6	2.11	15	5.83	18:20	4.2	5.54	14	105.53
02:30	1.7	2.24	14	7.00	10:30	2	2.64	16	11.40	18:30	3.4	4.49	13	55.98
02:40	2.2	2.90	14	15.17	10:40	2.2	2.90	12	15.17	18:40	4.1	5.41	13	98.17
02:50	1.8	2.38	13	8.31	10:50	2	2.64	22	11.40	18:50	3.7	4.88	13	72.15
03:00	2.2	2.90	13	15.17	11:00	3	3.96	17	38.46	19:00	3.8	5.01	13	78.16
03:10	2.2	2.90	13	15.17	11:10	3.4	4.49	16	55.98	19:10	3.5	4.62	13	61.07
03:20	2.2	2.90	13	15.17	11:20	3.8	5.01	16	78.16	19:20	3.1	4.09	13	42.43
03:30	2.7	3.56	13	28.04	11:30	4	5.28	15	91.16	19:30	3.1	4.09	13	42.43
03:40	2.9	3.83	13	34.74	11:40	4.4	5.81	16	121.33	19:40	3.2	4.22	13	46.67
03:50	2.2	2.90	13	15.17	11:50	4.9	6.47	15	167.58	19:50	3.1	4.09	13	42.43
04:00	2.3	3.03	13	17.33	12:00	4.5	5.94	15	129.80	20:00	3.1	4.09	13	42.43
04:10	2.4	3.17	13	19.69	12:10	4.9	6.47	15	167.58	20:10	3.3	4.35	13	51.19
04:20	2.3	3.03	13	17.33	12:20	4.6	6.07	15	138.64	20:20	2.7	3.56	13	28.04
04:30	1.8	2.38	13	8.31	12:30	4.8	6.33	15	157.53	20:30	2.9	3.83	13	34.74
04:40	1.6	2.11	13	5.83	12:40	4.5	5.94	14	129.80	20:40	2.4	3.17	13	19.69
04:50	1.8	2.38	13	8.31	12:50	4.7	6.20	15	147.88	20:50	2.7	3.56	14	28.04
05:00	1.9	2.51	13	9.77	13:00	4.6	6.07	15	138.64	21:00	3.5	4.62	13	61.07
05:10	2.4	3.17	13	19.69	13:10	5	6.60	15	178.05	21:10	3.3	4.35	13	51.19
05:20	2.7	3.56	13	28.04	13:20	5.2	6.86	15	200.28	21:20	3.1	4.09	13	42.43
05:30	2.5	3.30	13	22.26	13:30	5.1	6.73	15	188.95	21:30	2.7	3.56	13	28.04
05:40	2.1	2.77	13	13.19	13:40	5.8	7.65	15	277.91	21:40	1.8	2.38	14	8.31
05:50	2.2	2.90	14	15.17	13:50	6	7.92	15	307.67	21:50	1.9	2.51	14	9.77
06:00	2	2.64	15	11.40	14:00	5.4	7.13	14	224.29	22:00	2.5	3.30	14	22.26
06:10	1.8	2.38	14	8.31	14:10	5.8	7.65	15	277.91	22:10	2.6	3.43	13	25.04
06:20	1.5	1.98	14	4.81	14:20	5.6	7.39	14	250.14	22:20	2.6	3.43	13	25.04
06:30	2.3	3.03	13	17.33	14:30	5.7	7.52	15	263.79	22:30	2.6	3.43	13	25.04
06:40	2.4	3.17	14	19.69	14:40	5.4	7.13	14	224.29	22:40	3.2	4.22	13	46.67
06:50	2.3	3.03	14	17.33	14:50	4.9	6.47	14	167.58	22:50	3.1	4.09	13	42.43
07:00	2.4	3.17	13	19.69	15:00	5.1	6.73	15	188.95	23:00	2.5	3.30	13	22.26
07:10	2.6	3.43	13	25.04	15:10	5.6	7.39	14	250.14	23:10	3.1	4.09	13	42.43
07:20	3	3.96	13	38.46	15:20	5.2	6.86	13	200.28	23:20	2.8	3.69	13	31.27
07:30	2.2	2.90	13	15.17	15:30	5.6	7.39	14	250.14	23:30	2.8	3.69	13	31.27
07:40	2.1	2.77	13	13.19	15:40	4.9	6.47	14	167.58	23:40	2.2	2.90	12	15.17
07:50	2.1	2.77	13	13.19	15:50	5.1	6.73	14	188.95	23:50	0.8	1.06	11	0.73

12Mar	V 15m	V 30m	D°	P/A	12Mar	V 15m	V 30m	D°	P/A	12Mar	V 15m	V 30m	D°	P/A
00:00	0.7	0.92	11	0.49	08:00	5	6.60	14	178.05	16:00	5.8	7.65	14	277.91
00:10	0.8	1.06	11	0.73	08:10	4.2	5.54	13	105.53	16:10	5.4	7.13	14	224.29
00:20	0.6	0.79	12	0.31	08:20	4.2	5.54	13	105.53	16:20	5.9	7.79	14	292.54
00:30	0.5	0.66	12	0.18	08:30	4.6	6.07	14	138.64	16:30	5.7	7.52	15	263.79
00:40	0.7	0.92	12	0.49	08:40	4.5	5.94	14	129.80	16:40	6	7.92	14	307.67
00:50	0.4	0.53	12	0.09	08:50	4.6	6.07	14	138.64	16:50	5.4	7.13	14	224.29
01:00	1.2	1.58	10	2.46	09:00	4.2	5.54	14	105.53	17:00	5.5	7.26	14	236.98
01:10	1.1	1.45	11	1.90	09:10	4.4	5.81	14	121.33	17:10	5.5	7.26	14	236.98
01:20	0.9	1.19	11	1.04	09:20	4.3	5.67	14	113.25	17:20	4.3	5.67	14	113.25
01:30	0.5	0.66	11	0.18	09:30	4.4	5.81	15	121.33	17:30	5.7	7.52	14	263.79
01:40	0.7	0.92	12	0.49	09:40	4.2	5.54	15	105.53	17:40	4.7	6.20	14	147.88
01:50	1.7	2.24	14	7.00	09:50	4.6	6.07	15	138.64	17:50	4.8	6.33	13	157.53
02:00	2.8	3.69	14	31.27	10:00	5.1	6.73	15	188.95	18:00	4.6	6.07	13	138.64
02:10	3.2	4.22	14	46.67	10:10	6.1	8.05	15	323.31	18:10	4.5	5.94	13	129.80
02:20	3.1	4.09	14	42.43	10:20	5.6	7.39	15	250.14	18:20	4.6	6.07	13	138.64
02:30	3.7	4.88	13	72.15	10:30	6.1	8.05	15	323.31	18:30	5.1	6.73	13	188.95
02:40	2.8	3.69	13	31.27	10:40	5.3	6.99	15	212.06	18:40	5	6.60	13	178.05
02:50	2.4	3.17	12	19.69	10:50	5.7	7.52	15	263.79	18:50	5.4	7.13	13	224.29
03:00	2.2	2.90	12	15.17	11:00	6.6	8.71	15	409.51	19:00	5	6.60	13	178.05
03:10	2.3	3.03	13	17.33	11:10	6.4	8.44	14	373.39	19:10	4.4	5.81	13	121.33
03:20	1.9	2.51	13	9.77	11:20	6.4	8.44	15	373.39	19:20	4	5.28	13	91.16
03:30	2	2.64	13	11.40	11:30	7	9.24	15	488.56	19:30	3.8	5.01	13	78.16
03:40	1.3	1.72	12	3.13	11:40	6.4	8.44	15	373.39	19:40	3.5	4.62	13	61.07
03:50	0.6	0.79	12	0.31	11:50	6.9	9.10	15	467.92	19:50	3.6	4.75	13	66.46
04:00	0.8	1.06	11	0.73	12:00	6.5	8.58	15	391.17	20:00	4	5.28	13	91.16
04:10	1.3	1.72	12	3.13	12:10	6.9	9.10	14	467.92	20:10	4.5	5.94	13	129.80
04:20	2.9	3.83	13	34.74	12:20	6.4	8.44	14	373.39	20:20	4.7	6.20	13	147.88
04:30	3.4	4.49	13	55.98	12:30	6.2	8.18	14	339.47	20:30	4.6	6.07	13	138.64
04:40	3.6	4.75	14	66.46	12:40	6.8	8.97	15	447.87	20:40	5.2	6.86	13	200.28
04:50	3.5	4.62	13	61.07	12:50	6.2	8.18	14	339.47	20:50	4.2	5.54	13	105.53
05:00	3.1	4.09	13	42.43	13:00	6.6	8.71	14	409.51	21:00	4.3	5.67	14	113.25
05:10	3.6	4.75	13	66.46	13:10	6.1	8.05	14	323.31	21:10	3.6	4.75	13	66.46
05:20	3.2	4.22	13	46.67	13:20	6.2	8.18	14	339.47	21:20	3.7	4.88	13	72.15
05:30	2.6	3.43	13	25.04	13:30	6.4	8.44	15	373.39	21:30	3.6	4.75	13	66.46
05:40	2	2.64	13	11.40	13:40	6.8	8.97	14	447.87	21:40	3.2	4.22	13	46.67
05:50	2.5	3.30	13	22.26	13:50	7.1	9.37	14	509.80	21:50	3.9	5.15	13	84.49
06:00	2.7	3.56	13	28.04	14:00	6.8	8.97	13	447.87	22:00	3.5	4.62	13	61.07
06:10	2.7	3.56	13	28.04	14:10	5.7	7.52	14	263.79	22:10	3.5	4.62	13	61.07
06:20	2.5	3.30	13	22.26	14:20	6.4	8.44	14	373.39	22:20	3.2	4.22	13	46.67
06:30	2.5	3.30	14	22.26	14:30	6.5	8.58	14	391.17	22:30	2.9	3.83	13	34.74
06:40	2.5	3.30	14	22.26	14:40	6.7	8.84	14	428.40	22:40	2.6	3.43	12	25.04
06:50	2.8	3.69	13	31.27	14:50	6.7	8.84	14	428.40	22:50	2.9	3.83	13	34.74
07:00	3.4	4.49	14	55.98	15:00	6.8	8.97	13	447.87	23:00	3.7	4.88	13	72.15
07:10	3.1	4.09	13	42.43	15:10	6.5	8.58	14	391.17	23:10	2.9	3.83	13	34.74
07:20	3.4	4.49	14	55.98	15:20	5.8	7.65	14	277.91	23:20	4.1	5.41	13	98.17
07:30	4	5.28	13	91.16	15:30	6.2	8.18	14	339.47	23:30	4.8	6.33	13	157.53
07:40	4.3	5.67	13	113.25	15:40	6.5	8.58	14	391.17	23:40	4.8	6.33	13	157.53
07:50	5.1	6.73	13	188.95	15:50	5.9	7.79	14	292.54	23:50	4.1	5.41	13	98.17

13Mar	V 15m	V 30m	D°	P/A	13Mar	V 15m	V 30m	D°	P/A	13Mar	V 15m	V 30m	D°	P/A
00:00	4	5.28	13	91.16	08:00	4.6	6.07	13	138.64	16:00	7.6	10.03	14	625.27
00:10	5.1	6.73	13	188.95	08:10	5.1	6.73	13	188.95	16:10	6.9	9.10	14	467.92
00:20	5	6.60	13	178.05	08:20	4.3	5.67	13	113.25	16:20	6.4	8.44	14	373.39
00:30	3.9	5.15	13	84.49	08:30	4.9	6.47	14	167.58	16:30	6.5	8.58	14	391.17
00:40	4.5	5.94	13	129.80	08:40	4.8	6.33	13	157.53	16:40	6.4	8.44	13	373.39
00:50	4.6	6.07	13	138.64	08:50	5.1	6.73	13	188.95	16:50	6.7	8.84	13	428.40
01:00	4.3	5.67	13	113.25	09:00	5.8	7.65	14	277.91	17:00	6	7.92	14	307.67
01:10	3.8	5.01	13	78.16	09:10	4.8	6.33	14	157.53	17:10	6.2	8.18	14	339.47
01:20	4	5.28	13	91.16	09:20	5.4	7.13	14	224.29	17:20	5.2	6.86	13	200.28
01:30	3.8	5.01	13	78.16	09:30	5.7	7.52	13	263.79	17:30	5.7	7.52	13	263.79
01:40	4.2	5.54	13	105.53	09:40	6.1	8.05	14	323.31	17:40	5.8	7.65	13	277.91
01:50	3.7	4.88	13	72.15	09:50	5.4	7.13	14	224.29	17:50	6	7.92	13	307.67
02:00	3.8	5.01	13	78.16	10:00	5.5	7.26	14	236.98	18:00	5.9	7.79	14	292.54
02:10	2.7	3.56	13	28.04	10:10	5.2	6.86	14	200.28	18:10	5.9	7.79	13	292.54
02:20	2.5	3.30	13	22.26	10:20	5.3	6.99	14	212.06	18:20	5.9	7.79	13	292.54
02:30	2.9	3.83	13	34.74	10:30	5.6	7.39	14	250.14	18:30	6.1	8.05	13	323.31
02:40	3.4	4.49	13	55.98	10:40	5.8	7.65	15	277.91	18:40	5.9	7.79	13	292.54
02:50	3.3	4.35	13	51.19	10:50	5.9	7.79	14	292.54	18:50	5.4	7.13	13	224.29
03:00	2.9	3.83	13	34.74	11:00	6.2	8.18	15	339.47	19:00	6.5	8.58	13	391.17
03:10	3.5	4.62	13	61.07	11:10	6.4	8.44	15	373.39	19:10	5.9	7.79	13	292.54
03:20	4.2	5.54	13	105.53	11:20	6.7	8.84	15	428.40	19:20	5.4	7.13	13	224.29
03:30	4.6	6.07	13	138.64	11:30	6.7	8.84	15	428.40	19:30	6.3	8.31	13	356.16
03:40	4.1	5.41	13	98.17	11:40	6.8	8.97	15	447.87	19:40	5.7	7.52	13	263.79
03:50	4	5.28	13	91.16	11:50	7.1	9.37	15	509.80	19:50	5.7	7.52	13	263.79
04:00	4.3	5.67	13	113.25	12:00	7	9.24	14	488.56	20:00	6.1	8.05	13	323.31
04:10	4.8	6.33	13	157.53	12:10	7.1	9.37	15	509.80	20:10	6.1	8.05	13	323.31
04:20	4.3	5.67	13	113.25	12:20	6.8	8.97	14	447.87	20:20	5.6	7.39	13	250.14
04:30	5	6.60	13	178.05	12:30	6.9	9.10	15	467.92	20:30	5.7	7.52	13	263.79
04:40	4.6	6.07	13	138.64	12:40	7.2	9.50	14	531.65	20:40	5	6.60	13	178.05
04:50	4.5	5.94	13	129.80	12:50	7.7	10.16	15	650.28	20:50	5.3	6.99	13	212.06
05:00	4	5.28	13	91.16	13:00	7.4	9.76	15	577.20	21:00	4.9	6.47	13	167.58
05:10	4.2	5.54	13	105.53	13:10	7.4	9.76	14	577.20	21:10	4.6	6.07	13	138.64
05:20	3.1	4.09	13	42.43	13:20	7.1	9.37	15	509.80	21:20	3.7	4.88	13	72.15
05:30	3.5	4.62	13	61.07	13:30	6.7	8.84	15	428.40	21:30	3.2	4.22	13	46.67
05:40	2.9	3.83	12	34.74	13:40	7	9.24	14	488.56	21:40	3.1	4.09	13	42.43
05:50	2.5	3.30	13	22.26	13:50	6.2	8.18	15	339.47	21:50	3.7	4.88	13	72.15
06:00	3.3	4.35	12	51.19	14:00	7.6	10.03	15	625.27	22:00	4.4	5.81	13	121.33
06:10	2.6	3.43	12	25.04	14:10	6.9	9.10	14	467.92	22:10	5.1	6.73	13	188.95
06:20	3.2	4.22	12	46.67	14:20	7	9.24	14	488.56	22:20	4.4	5.81	13	121.33
06:30	2.6	3.43	12	25.04	14:30	6.8	8.97	14	447.87	22:30	4.2	5.54	13	105.53
06:40	2.1	2.77	12	13.19	14:40	7.1	9.37	14	509.80	22:40	3.8	5.01	13	78.16
06:50	2.7	3.56	12	28.04	14:50	7.5	9.90	14	600.91	22:50	4.3	5.67	13	113.25
07:00	3.3	4.35	13	51.19	15:00	7	9.24	14	488.56	23:00	4.3	5.67	13	113.25
07:10	2.6	3.43	12	25.04	15:10	6.9	9.10	14	467.92	23:10	4	5.28	13	91.16
07:20	2.5	3.30	12	22.26	15:20	7.1	9.37	14	509.80	23:20	4.5	5.94	12	129.80
07:30	3.5	4.62	12	61.07	15:30	6.9	9.10	14	467.92	23:30	3.7	4.88	13	72.15
07:40	3.9	5.15	13	84.49	15:40	7	9.24	13	488.56	23:40	4.1	5.41	13	98.17
07:50	4.3	5.67	13	113.25	15:50	7.5	9.90	14	600.91	23:50	3.5	4.62	12	61.07

14Mar	V 15m	V 30m	D°	P/A	14Mar	V 15m	V 30m	D°	P/A	14Mar	V 15m	V 30m	D°	P/A
00:00	3.6	4.75	12	66.46	08:00	1.9	2.51	13	9.77	16:00	5.2	6.86	14	200.28
00:10	3.8	5.01	13	78.16	08:10	1.9	2.51	12	9.77	16:10	4.5	5.94	13	129.80
00:20	4.4	5.81	13	121.33	08:20	2	2.64	13	11.40	16:20	4.1	5.41	14	98.17
00:30	3.7	4.88	13	72.15	08:30	2.1	2.77	14	13.19	16:30	4.4	5.81	14	121.33
00:40	3.9	5.15	13	84.49	08:40	1.4	1.85	12	3.91	16:40	4.1	5.41	14	98.17
00:50	3.8	5.01	13	78.16	08:50	1.6	2.11	13	5.83	16:50	4.1	5.41	14	98.17
01:00	3.8	5.01	13	78.16	09:00	2.9	3.83	14	34.74	17:00	4.6	6.07	13	138.64
01:10	4	5.28	13	91.16	09:10	4.1	5.41	13	98.17	17:10	4.2	5.54	13	105.53
01:20	3.8	5.01	13	78.16	09:20	3.7	4.88	14	72.15	17:20	4.4	5.81	13	121.33
01:30	3.5	4.62	13	61.07	09:30	3.7	4.88	14	72.15	17:30	3.7	4.88	13	72.15
01:40	3.1	4.09	13	42.43	09:40	3.8	5.01	13	78.16	17:40	4.1	5.41	13	98.17
01:50	3.6	4.75	13	66.46	09:50	3.9	5.15	13	84.49	17:50	3.5	4.62	13	61.07
02:00	3.5	4.62	13	61.07	10:00	3.9	5.15	13	84.49	18:00	4	5.28	13	91.16
02:10	3.1	4.09	13	42.43	10:10	4.5	5.94	13	129.80	18:10	3.6	4.75	13	66.46
02:20	3.3	4.35	14	51.19	10:20	3.8	5.01	14	78.16	18:20	3.2	4.22	13	46.67
02:30	3.8	5.01	14	78.16	10:30	4	5.28	13	91.16	18:30	3.2	4.22	13	46.67
02:40	3.5	4.62	13	61.07	10:40	4.3	5.67	13	113.25	18:40	3.1	4.09	13	42.43
02:50	3.6	4.75	13	66.46	10:50	4.9	6.47	13	167.58	18:50	2.8	3.69	13	31.27
03:00	4	5.28	13	91.16	11:00	4.2	5.54	14	105.53	19:00	3.2	4.22	13	46.67
03:10	3.2	4.22	13	46.67	11:10	4.4	5.81	14	121.33	19:10	3.5	4.62	13	61.07
03:20	2.9	3.83	13	34.74	11:20	4.4	5.81	14	121.33	19:20	3.4	4.49	13	55.98
03:30	3	3.96	13	38.46	11:30	4	5.28	13	91.16	19:30	4.1	5.41	13	98.17
03:40	3.1	4.09	13	42.43	11:40	3.7	4.88	13	72.15	19:40	3.5	4.62	13	61.07
03:50	2.9	3.83	13	34.74	11:50	3.9	5.15	13	84.49	19:50	3.8	5.01	13	78.16
04:00	2.5	3.30	13	22.26	12:00	4	5.28	14	91.16	20:00	3.7	4.88	13	72.15
04:10	2.4	3.17	13	19.69	12:10	4.3	5.67	15	113.25	20:10	4.2	5.54	13	105.53
04:20	2.6	3.43	12	25.04	12:20	4.6	6.07	14	138.64	20:20	4.2	5.54	13	105.53
04:30	2.5	3.30	12	22.26	12:30	4.4	5.81	14	121.33	20:30	4.7	6.20	13	147.88
04:40	2	2.64	12	11.40	12:40	4.2	5.54	15	105.53	20:40	4.1	5.41	13	98.17
04:50	2	2.64	13	11.40	12:50	4.5	5.94	15	129.80	20:50	4.4	5.81	13	121.33
05:00	1.6	2.11	12	5.83	13:00	5	6.60	15	178.05	21:00	4	5.28	13	91.16
05:10	1.6	2.11	12	5.83	13:10	4.9	6.47	15	167.58	21:10	3.2	4.22	13	46.67
05:20	1.9	2.51	12	9.77	13:20	4.8	6.33	14	157.53	21:20	3.1	4.09	13	42.43
05:30	1.3	1.72	12	3.13	13:30	5	6.60	14	178.05	21:30	3.1	4.09	13	42.43
05:40	1.3	1.72	12	3.13	13:40	5	6.60	14	178.05	21:40	3.8	5.01	13	78.16
05:50	1.7	2.24	12	7.00	13:50	5	6.60	14	178.05	21:50	3.8	5.01	13	78.16
06:00	1.2	1.58	12	2.46	14:00	5.3	6.99	14	212.06	22:00	3.4	4.49	13	55.98
06:10	0.5	0.66	12	0.18	14:10	4.8	6.33	14	157.53	22:10	3.5	4.62	13	61.07
06:20	0.4	0.53	11	0.09	14:20	4.8	6.33	15	157.53	22:20	4.4	5.81	13	121.33
06:30	0.4	0.53	11	0.09	14:30	4.9	6.47	14	167.58	22:30	3.9	5.15	13	84.49
06:40	0.4	0.53	11	0.09	14:40	5	6.60	14	178.05	22:40	4.1	5.41	13	98.17
06:50	0.4	0.53	12	0.09	14:50	4.8	6.33	14	157.53	22:50	4	5.28	13	91.16
07:00	1.4	1.85	15	3.91	15:00	5.4	7.13	14	224.29	23:00	4.1	5.41	13	98.17
07:10	1.3	1.72	13	3.13	15:10	5.7	7.52	14	263.79	23:10	4.2	5.54	13	105.53
07:20	1.4	1.85	13	3.91	15:20	5.2	6.86	14	200.28	23:20	3.8	5.01	13	78.16
07:30	1.4	1.85	13	3.91	15:30	5.6	7.39	14	250.14	23:30	4	5.28	13	91.16
07:40	1.8	2.38	12	8.31	15:40	5.2	6.86	14	200.28	23:40	3.5	4.62	13	61.07
07:50	1.9	2.51	13	9.77	15:50	4.7	6.20	13	147.88	23:50	4.3	5.67	13	113.25

15Mar	V 15m	V 30m	D°	P/A	15Mar	V 15m	V 30m	D°	P/A	15Mar	V 15m	V 30m	D°	P/A
00:00	4.8	6.33	13	157.53	08:00	2.4	3.17	13	19.69	16:00	5.3	6.99	14	212.06
00:10	4.6	6.07	13	138.64	08:10	2.5	3.30	13	22.26	16:10	6.2	8.18	14	339.47
00:20	4.9	6.47	13	167.58	08:20	2.3	3.03	12	17.33	16:20	6.1	8.05	14	323.31
00:30	5.1	6.73	13	188.95	08:30	2.1	2.77	12	13.19	16:30	5.9	7.79	14	292.54
00:40	5	6.60	13	178.05	08:40	1.8	2.38	12	8.31	16:40	5.8	7.65	13	277.91
00:50	4	5.28	13	91.16	08:50	2.1	2.77	13	13.19	16:50	5.4	7.13	14	224.29
01:00	5	6.60	13	178.05	09:00	2.1	2.77	13	13.19	17:00	5.2	6.86	14	200.28
01:10	4.5	5.94	13	129.80	09:10	2.7	3.56	14	28.04	17:10	5.2	6.86	14	200.28
01:20	4.1	5.41	13	98.17	09:20	2.9	3.83	13	34.74	17:20	5.6	7.39	13	250.14
01:30	4.4	5.81	13	121.33	09:30	3.1	4.09	14	42.43	17:30	5.5	7.26	14	236.98
01:40	5	6.60	13	178.05	09:40	3.5	4.62	14	61.07	17:40	5.8	7.65	13	277.91
01:50	4.2	5.54	13	105.53	09:50	3.2	4.22	14	46.67	17:50	5.3	6.99	13	212.06
02:00	3.3	4.35	13	51.19	10:00	3.2	4.22	14	46.67	18:00	5.5	7.26	13	236.98
02:10	2.8	3.69	12	31.27	10:10	3.4	4.49	14	55.98	18:10	5.6	7.39	13	250.14
02:20	2.6	3.43	13	25.04	10:20	3.6	4.75	15	66.46	18:20	5.6	7.39	13	250.14
02:30	2.2	2.90	13	15.17	10:30	3.6	4.75	14	66.46	18:30	4	5.28	13	91.16
02:40	2.3	3.03	13	17.33	10:40	3.8	5.01	15	78.16	18:40	4.4	5.81	13	121.33
02:50	2	2.64	13	11.40	10:50	3.8	5.01	14	78.16	18:50	4.3	5.67	13	113.25
03:00	1.6	2.11	12	5.83	11:00	3.6	4.75	14	66.46	19:00	3.5	4.62	13	61.07
03:10	1.3	1.72	13	3.13	11:10	3.8	5.01	15	78.16	19:10	3.9	5.15	13	84.49
03:20	1	1.32	12	1.42	11:20	3.8	5.01	15	78.16	19:20	4.2	5.54	13	105.53
03:30	0.7	0.92	11	0.49	11:30	3.6	4.75	14	66.46	19:30	3.7	4.88	13	72.15
03:40	0.6	0.79	11	0.31	11:40	4	5.28	14	91.16	19:40	4	5.28	13	91.16
03:50	1.4	1.85	14	3.91	11:50	3.8	5.01	14	78.16	19:50	3.6	4.75	13	66.46
04:00	1.4	1.85	14	3.91	12:00	3.7	4.88	15	72.15	20:00	3.7	4.88	13	72.15
04:10	1.5	1.98	13	4.81	12:10	4.1	5.41	15	98.17	20:10	3.7	4.88	12	72.15
04:20	1.7	2.24	13	7.00	12:20	5.1	6.73	15	188.95	20:20	3.6	4.75	12	66.46
04:30	1.6	2.11	14	5.83	12:30	4.2	5.54	15	105.53	20:30	4.4	5.81	12	121.33
04:40	2	2.64	14	11.40	12:40	4.7	6.20	15	147.88	20:40	4	5.28	12	91.16
04:50	1.8	2.38	13	8.31	12:50	4.9	6.47	15	167.58	20:50	3.4	4.49	13	55.98
05:00	1.7	2.24	13	7.00	13:00	4.5	5.94	15	129.80	21:00	4.1	5.41	13	98.17
05:10	1.8	2.38	13	8.31	13:10	5.1	6.73	15	188.95	21:10	3.9	5.15	12	84.49
05:20	2.1	2.77	13	13.19	13:20	5.1	6.73	15	188.95	21:20	4.9	6.47	13	167.58
05:30	2	2.64	13	11.40	13:30	5.3	6.99	15	212.06	21:30	4.9	6.47	13	167.58
05:40	2.3	3.03	12	17.33	13:40	5.2	6.86	15	200.28	21:40	4.1	5.41	13	98.17
05:50	2.1	2.77	12	13.19	13:50	5	6.60	15	178.05	21:50	3.5	4.62	12	61.07
06:00	2.3	3.03	13	17.33	14:00	5	6.60	14	178.05	22:00	3.6	4.75	13	66.46
06:10	2.6	3.43	14	25.04	14:10	5.1	6.73	14	188.95	22:10	3.3	4.35	12	51.19
06:20	2.3	3.03	13	17.33	14:20	5.2	6.86	14	200.28	22:20	3.3	4.35	12	51.19
06:30	2.7	3.56	13	28.04	14:30	5.2	6.86	14	200.28	22:30	3.3	4.35	12	51.19
06:40	3	3.96	13	38.46	14:40	5.5	7.26	14	236.98	22:40	3.5	4.62	13	61.07
06:50	3.1	4.09	12	42.43	14:50	5.5	7.26	14	236.98	22:50	4.2	5.54	13	105.53
07:00	2.2	2.90	12	15.17	15:00	5.5	7.26	14	236.98	23:00	4.1	5.41	13	98.17
07:10	2.5	3.30	12	22.26	15:10	6.2	8.18	14	339.47	23:10	3.9	5.15	13	84.49
07:20	2.4	3.17	12	19.69	15:20	6.3	8.31	14	356.16	23:20	4.5	5.94	13	129.80
07:30	2	2.64	12	11.40	15:30	6.1	8.05	14	323.31	23:30	4.4	5.81	13	121.33
07:40	2.2	2.90	12	15.17	15:40	6.2	8.18	15	339.47	23:40	4.2	5.54	13	105.53
07:50	2.7	3.56	12	28.04	15:50	5.5	7.26	14	236.98	23:50	4.6	6.07	13	138.64

16Mar	V 15m	V 30m	D°	P/A	16Mar	V 15m	V 30m	D°	P/A	16Mar	V 15m	V 30m	D°	P/A
00:00	4.7	6.20	13	147.88	08:00	0.5	0.66	20	0.18	16:00	5.8	7.65	14	277.91
00:10	4.2	5.54	13	105.53	08:10	0.4	0.53	61	0.09	16:10	5.6	7.39	13	250.14
00:20	2.7	3.56	12	28.04	08:20	0.5	0.66	12	0.18	16:20	5.6	7.39	13	250.14
00:30	1	1.32	11	1.42	08:30	0.5	0.66	11	0.18	16:30	5.3	6.99	13	212.06
00:40	2	2.64	13	11.40	08:40	0.4	0.53	10	0.09	16:40	5.4	7.13	14	224.29
00:50	3	3.96	13	38.46	08:50	1.5	1.98	13	4.81	16:50	5.4	7.13	13	224.29
01:00	2.7	3.56	12	28.04	09:00	1.8	2.38	16	8.31	17:00	5.3	6.99	13	212.06
01:10	2	2.64	12	11.40	09:10	2.2	2.90	25	15.17	17:10	5.3	6.99	13	212.06
01:20	2.3	3.03	12	17.33	09:20	2.6	3.43	18	25.04	17:20	5.6	7.39	13	250.14
01:30	1.4	1.85	12	3.91	09:30	2.1	2.77	38	13.19	17:30	5.1	6.73	14	188.95
01:40	1.9	2.51	12	9.77	09:40	1.4	1.85	21	3.91	17:40	5.1	6.73	13	188.95
01:50	2.6	3.43	12	25.04	09:50	2.2	2.90	21	15.17	17:50	5.6	7.39	13	250.14
02:00	2.9	3.83	12	34.74	10:00	2.5	3.30	20	22.26	18:00	5.1	6.73	13	188.95
02:10	2.5	3.30	12	22.26	10:10	3	3.96	16	38.46	18:10	5.1	6.73	13	188.95
02:20	2.7	3.56	12	28.04	10:20	3.4	4.49	16	55.98	18:20	4.9	6.47	13	167.58
02:30	2.8	3.69	13	31.27	10:30	3.5	4.62	15	61.07	18:30	4.8	6.33	13	157.53
02:40	3.1	4.09	13	42.43	10:40	3.9	5.15	15	84.49	18:40	4.4	5.81	13	121.33
02:50	3	3.96	13	38.46	10:50	4	5.28	15	91.16	18:50	4.5	5.94	13	129.80
03:00	3	3.96	12	38.46	11:00	4	5.28	15	91.16	19:00	4.4	5.81	13	121.33
03:10	3.2	4.22	12	46.67	11:10	4.5	5.94	15	129.80	19:10	4.2	5.54	12	105.53
03:20	1.8	2.38	12	8.31	11:20	4.3	5.67	14	113.25	19:20	4.3	5.67	12	113.25
03:30	1	1.32	11	1.42	11:30	4.5	5.94	15	129.80	19:30	4.2	5.54	12	105.53
03:40	1.5	1.98	12	4.81	11:40	4.9	6.47	15	167.58	19:40	4.5	5.94	12	129.80
03:50	1.5	1.98	12	4.81	11:50	5.3	6.99	15	212.06	19:50	4.2	5.54	12	105.53
04:00	1.6	2.11	12	5.83	12:00	5.6	7.39	15	250.14	20:00	4	5.28	13	91.16
04:10	1.9	2.51	12	9.77	12:10	5.3	6.99	14	212.06	20:10	3.9	5.15	12	84.49
04:20	2.1	2.77	12	13.19	12:20	5.8	7.65	13	277.91	20:20	4.1	5.41	13	98.17
04:30	2.2	2.90	12	15.17	12:30	5	6.60	14	178.05	20:30	3.9	5.15	12	84.49
04:40	2.4	3.17	13	19.69	12:40	5.6	7.39	14	250.14	20:40	3.5	4.62	13	61.07
04:50	2.3	3.03	12	17.33	12:50	5	6.60	14	178.05	20:50	3.3	4.35	12	51.19
05:00	2.1	2.77	12	13.19	13:00	5.6	7.39	14	250.14	21:00	3.4	4.49	12	55.98
05:10	1.9	2.51	12	9.77	13:10	5.5	7.26	14	236.98	21:10	2.9	3.83	13	34.74
05:20	1.8	2.38	12	8.31	13:20	5.3	6.99	14	212.06	21:20	2.4	3.17	13	19.69
05:30	1.4	1.85	12	3.91	13:30	5.1	6.73	14	188.95	21:30	2.9	3.83	13	34.74
05:40	1.1	1.45	12	1.90	13:40	5.8	7.65	14	277.91	21:40	3.1	4.09	13	42.43
05:50	0.4	0.53	11	0.09	13:50	5.6	7.39	14	250.14	21:50	2.6	3.43	13	25.04
06:00	0.5	0.66	11	0.18	14:00	5.7	7.52	14	263.79	22:00	1.8	2.38	12	8.31
06:10	0.6	0.79	10	0.31	14:10	5.7	7.52	14	263.79	22:10	1.8	2.38	12	8.31
06:20	1.1	1.45	11	1.90	14:20	5.6	7.39	14	250.14	22:20	1.2	1.58	13	2.46
06:30	1.2	1.58	11	2.46	14:30	5.8	7.65	14	277.91	22:30	1.2	1.58	14	2.46
06:40	1.4	1.85	11	3.91	14:40	5.8	7.65	14	277.91	22:40	0.6	0.79	12	0.31
06:50	1.5	1.98	11	4.81	14:50	6.1	8.05	14	323.31	22:50	0.4	0.53	12	0.09
07:00	1.9	2.51	10	9.77	15:00	5.8	7.65	14	277.91	23:00	0.4	0.53	12	0.09
07:10	1.4	1.85	14	3.91	15:10	5.7	7.52	14	263.79	23:10	0.4	0.53	12	0.09
07:20	1.3	1.72	11	3.13	15:20	6	7.92	14	307.67	23:20	0.7	0.92	12	0.49
07:30	1.3	1.72	11	3.13	15:30	6.1	8.05	14	323.31	23:30	0.8	1.06	11	0.73
07:40	0.9	1.19	359	1.04	15:40	5.7	7.52	14	263.79	23:40	1.1	1.45	11	1.90
07:50	0.8	1.06	25	0.73	15:50	4.9	6.47	14	167.58	23:50	1.1	1.45	11	1.90

17Mar	V 15m	V 30m	D°	P/A	17Mar	V 15m	V 30m	D°	P/A	17Mar	V 15m	V 30m	D°	P/A
00:00	0.5	0.66	11	0.18	08:00	0.4	0.53	10	0.09	16:00	5.7	7.52	13	263.79
00:10	0.4	0.53	11	0.09	08:10	0.4	0.53	12	0.09	16:10	5.8	7.65	13	277.91
00:20	0.4	0.53	11	0.09	08:20	0.6	0.79	12	0.31	16:20	5.5	7.26	13	236.98
00:30	0.5	0.66	11	0.18	08:30	0.9	1.19	11	1.04	16:30	5.4	7.13	13	224.29
00:40	0.5	0.66	11	0.18	08:40	1.6	2.11	11	5.83	16:40	5.8	7.65	14	277.91
00:50	0.4	0.53	10	0.09	08:50	1.6	2.11	12	5.83	16:50	4.7	6.20	13	147.88
01:00	0.6	0.79	10	0.31	09:00	2	2.64	12	11.40	17:00	5.6	7.39	13	250.14
01:10	1	1.32	11	1.42	09:10	1.8	2.38	12	8.31	17:10	5.1	6.73	13	188.95
01:20	1.4	1.85	11	3.91	09:20	2.1	2.77	13	13.19	17:20	5	6.60	13	178.05
01:30	1.5	1.98	11	4.81	09:30	2.3	3.03	13	17.33	17:30	4.9	6.47	13	167.58
01:40	0.9	1.19	11	1.04	09:40	2.1	2.77	14	13.19	17:40	4.7	6.20	13	147.88
01:50	1	1.32	11	1.42	09:50	2.2	2.90	12	15.17	17:50	5	6.60	14	178.05
02:00	1.2	1.58	11	2.46	10:00	2.2	2.90	13	15.17	18:00	4.7	6.20	13	147.88
02:10	0.6	0.79	10	0.31	10:10	2.2	2.90	13	15.17	18:10	4.7	6.20	13	147.88
02:20	0.9	1.19	10	1.04	10:20	2.1	2.77	14	13.19	18:20	4.6	6.07	13	138.64
02:30	0.7	0.92	10	0.49	10:30	2.9	3.83	14	34.74	18:30	4.9	6.47	13	167.58
02:40	0.6	0.79	10	0.31	10:40	3.2	4.22	13	46.67	18:40	4.4	5.81	12	121.33
02:50	0.6	0.79	10	0.31	10:50	3.4	4.49	15	55.98	18:50	4.4	5.81	12	121.33
03:00	0.6	0.79	10	0.31	11:00	3.1	4.09	15	42.43	19:00	4.2	5.54	12	105.53
03:10	0.4	0.53	11	0.09	11:10	3.2	4.22	14	46.67	19:10	4.2	5.54	13	105.53
03:20	0.6	0.79	11	0.31	11:20	3.2	4.22	14	46.67	19:20	3.9	5.15	12	84.49
03:30	0.7	0.92	11	0.49	11:30	3	3.96	14	38.46	19:30	3.2	4.22	13	46.67
03:40	0.5	0.66	11	0.18	11:40	4.2	5.54	15	105.53	19:40	3.2	4.22	12	46.67
03:50	0.5	0.66	10	0.18	11:50	3.5	4.62	14	61.07	19:50	2.4	3.17	12	19.69
04:00	0.7	0.92	11	0.49	12:00	3.9	5.15	15	84.49	20:00	2.8	3.69	12	31.27
04:10	0.6	0.79	11	0.31	12:10	4.3	5.67	14	113.25	20:10	2.9	3.83	12	34.74
04:20	1	1.32	11	1.42	12:20	4.6	6.07	15	138.64	20:20	2.3	3.03	12	17.33
04:30	1.1	1.45	10	1.90	12:30	4.6	6.07	15	138.64	20:30	0.9	1.19	11	1.04
04:40	1	1.32	11	1.42	12:40	4.5	5.94	15	129.80	20:40	0.4	0.53	11	0.09
04:50	0.7	0.92	11	0.49	12:50	4	5.28	14	91.16	20:50	0.6	0.79	11	0.31
05:00	0.7	0.92	11	0.49	13:00	4.2	5.54	14	105.53	21:00	2	2.64	12	11.40
05:10	0.4	0.53	10	0.09	13:10	4	5.28	15	91.16	21:10	2.2	2.90	12	15.17
05:20	0.5	0.66	10	0.18	13:20	4.6	6.07	16	138.64	21:20	1.8	2.38	12	8.31
05:30	0.8	1.06	10	0.73	13:30	4.8	6.33	15	157.53	21:30	2.5	3.30	12	22.26
05:40	0.7	0.92	10	0.49	13:40	4.7	6.20	15	147.88	21:40	2.7	3.56	12	28.04
05:50	0.6	0.79	11	0.31	13:50	5.2	6.86	15	200.28	21:50	1.8	2.38	12	8.31
06:00	0.8	1.06	9	0.73	14:00	5.3	6.99	14	212.06	22:00	1.5	1.98	12	4.81
06:10	0.9	1.19	10	1.04	14:10	5.6	7.39	14	250.14	22:10	1.4	1.85	13	3.91
06:20	0.7	0.92	10	0.49	14:20	5.2	6.86	14	200.28	22:20	1.3	1.72	13	3.13
06:30	0.8	1.06	11	0.73	14:30	6	7.92	14	307.67	22:30	0.9	1.19	12	1.04
06:40	0.4	0.53	11	0.09	14:40	5.1	6.73	14	188.95	22:40	1.4	1.85	15	3.91
06:50	0.9	1.19	11	1.04	14:50	5.3	6.99	14	212.06	22:50	1.8	2.38	14	8.31
07:00	0.5	0.66	11	0.18	15:00	6	7.92	14	307.67	23:00	1.9	2.51	13	9.77
07:10	0.4	0.53	10	0.09	15:10	5.7	7.52	14	263.79	23:10	1.6	2.11	12	5.83
07:20	0.6	0.79	10	0.31	15:20	5.5	7.26	14	236.98	23:20	1.9	2.51	12	9.77
07:30	0.7	0.92	10	0.49	15:30	5.2	6.86	13	200.28	23:30	1.8	2.38	11	8.31
07:40	0.4	0.53	10	0.09	15:40	5.8	7.65	14	277.91	23:40	1.4	1.85	12	3.91
07:50	0.4	0.53	10	0.09	15:50	5.3	6.99	14	212.06	23:50	1.3	1.72	11	3.13

18Mar	V 15m	V 30m	D°	P/A	18Mar	V 15m	V 30m	D°	P/A	18Mar	V 15m	V 30m	D°	P/A
00:00	0.8	1.06	11	0.73	08:00	0.6	0.79	15	0.31	16:00	6.5	8.58	14	391.17
00:10	1.2	1.58	11	2.46	08:10	0.9	1.19	11	1.04	16:10	6.6	8.71	14	409.51
00:20	1.7	2.24	9	7.00	08:20	0.8	1.06	12	0.73	16:20	6.4	8.44	14	373.39
00:30	0.9	1.19	11	1.04	08:30	1.5	1.98	12	4.81	16:30	5.9	7.79	14	292.54
00:40	0.5	0.66	11	0.18	08:40	1.4	1.85	12	3.91	16:40	5.7	7.52	14	263.79
00:50	0.4	0.53	11	0.09	08:50	1.2	1.58	12	2.46	16:50	6.1	8.05	13	323.31
01:00	0.4	0.53	11	0.09	09:00	1.7	2.24	13	7.00	17:00	6.1	8.05	13	323.31
01:10	0.4	0.53	11	0.09	09:10	1.8	2.38	13	8.31	17:10	5.6	7.39	14	250.14
01:20	0.5	0.66	66	0.18	09:20	1.6	2.11	12	5.83	17:20	5.9	7.79	14	292.54
01:30	0.9	1.19	13	1.04	09:30	1.8	2.38	13	8.31	17:30	5.3	6.99	14	212.06
01:40	1.2	1.58	14	2.46	09:40	2.8	3.69	13	31.27	17:40	5.9	7.79	13	292.54
01:50	0.4	0.53	13	0.09	09:50	2.7	3.56	12	28.04	17:50	6	7.92	14	307.67
02:00	0.8	1.06	12	0.73	10:00	2.9	3.83	12	34.74	18:00	6.3	8.31	14	356.16
02:10	0.9	1.19	11	1.04	10:10	2.2	2.90	13	15.17	18:10	5.6	7.39	13	250.14
02:20	0.4	0.53	11	0.09	10:20	3.3	4.35	13	51.19	18:20	5.3	6.99	13	212.06
02:30	0.6	0.79	11	0.31	10:30	4	5.28	14	91.16	18:30	5	6.60	13	178.05
02:40	1.1	1.45	13	1.90	10:40	3.9	5.15	15	84.49	18:40	5.5	7.26	13	236.98
02:50	0.9	1.19	12	1.04	10:50	4	5.28	15	91.16	18:50	5	6.60	13	178.05
03:00	2	2.64	12	11.40	11:00	3.7	4.88	14	72.15	19:00	5.1	6.73	14	188.95
03:10	2.5	3.30	13	22.26	11:10	5	6.60	15	178.05	19:10	5.4	7.13	13	224.29
03:20	2	2.64	14	11.40	11:20	5.2	6.86	14	200.28	19:20	4.8	6.33	13	157.53
03:30	1.2	1.58	12	2.46	11:30	4.9	6.47	15	167.58	19:30	4.6	6.07	13	138.64
03:40	1.9	2.51	14	9.77	11:40	5.4	7.13	14	224.29	19:40	4.1	5.41	13	98.17
03:50	2.2	2.90	13	15.17	11:50	6.1	8.05	14	323.31	19:50	3.8	5.01	13	78.16
04:00	1.7	2.24	14	7.00	12:00	5.4	7.13	14	224.29	20:00	3.8	5.01	13	78.16
04:10	1.4	1.85	14	3.91	12:10	6.1	8.05	14	323.31	20:10	3.5	4.62	13	61.07
04:20	1.9	2.51	14	9.77	12:20	6.4	8.44	15	373.39	20:20	2.9	3.83	12	34.74
04:30	2.2	2.90	12	15.17	12:30	6.4	8.44	14	373.39	20:30	3	3.96	13	38.46
04:40	2.3	3.03	12	17.33	12:40	7.1	9.37	14	509.80	20:40	2.1	2.77	13	13.19
04:50	1.7	2.24	12	7.00	12:50	6.5	8.58	14	391.17	20:50	1.9	2.51	13	9.77
05:00	2.1	2.77	11	13.19	13:00	6.6	8.71	14	409.51	21:00	2.4	3.17	12	19.69
05:10	1.2	1.58	11	2.46	13:10	6.7	8.84	14	428.40	21:10	2.1	2.77	12	13.19
05:20	0.9	1.19	11	1.04	13:20	6.4	8.44	14	373.39	21:20	2.1	2.77	12	13.19
05:30	0.8	1.06	11	0.73	13:30	6.5	8.58	14	391.17	21:30	2.1	2.77	13	13.19
05:40	0.7	0.92	10	0.49	13:40	6.6	8.71	14	409.51	21:40	2.3	3.03	13	17.33
05:50	0.4	0.53	11	0.09	13:50	6.7	8.84	14	428.40	21:50	2.1	2.77	13	13.19
06:00	0.7	0.92	37	0.49	14:00	5.8	7.65	14	277.91	22:00	2.3	3.03	12	17.33
06:10	0.6	0.79	95	0.31	14:10	6	7.92	14	307.67	22:10	2.1	2.77	12	13.19
06:20	0.7	0.92	126	0.49	14:20	5.9	7.79	15	292.54	22:20	2.3	3.03	12	17.33
06:30	0.8	1.06	97	0.73	14:30	7	9.24	14	488.56	22:30	3	3.96	12	38.46
06:40	0.9	1.19	92	1.04	14:40	6.4	8.44	14	373.39	22:40	2.6	3.43	13	25.04
06:50	0.8	1.06	108	0.73	14:50	7.1	9.37	14	509.80	22:50	2.8	3.69	13	31.27
07:00	0.4	0.53	114	0.09	15:00	6.5	8.58	14	391.17	23:00	3.3	4.35	12	51.19
07:10	0.4	0.53	113	0.09	15:10	6.8	8.97	14	447.87	23:10	2.3	3.03	12	17.33
07:20	0.4	0.53	113	0.09	15:20	7	9.24	14	488.56	23:20	2.1	2.77	12	13.19
07:30	0.4	0.53	113	0.09	15:30	6.9	9.10	14	467.92	23:30	1.7	2.24	12	7.00
07:40	0.4	0.53	78	0.09	15:40	7.1	9.37	14	509.80	23:40	1.9	2.51	13	9.77
07:50	0.4	0.53	16	0.09	15:50	6.6	8.71	15	409.51	23:50	2.2	2.90	13	15.17

19Mar	V 15m	V 30m	D°	P/A	19Mar	V 15m	V 30m	D°	P/A	19Mar	V 15m	V 30m	D°	P/A
00:00	2.1	2.77	12	13.19	08:00	0.7	0.92	11	0.49	16:00	5.2	6.86	14	200.28
00:10	1.5	1.98	12	4.81	08:10	0.5	0.66	17	0.18	16:10	5.4	7.13	13	224.29
00:20	2.9	3.83	13	34.74	08:20	0.6	0.79	27	0.31	16:20	5	6.60	14	178.05
00:30	3.1	4.09	13	42.43	08:30	0.5	0.66	29	0.18	16:30	4.4	5.81	14	121.33
00:40	2.5	3.30	13	22.26	08:40	1.1	1.45	13	1.90	16:40	5.2	6.86	14	200.28
00:50	3.2	4.22	12	46.67	08:50	1.5	1.98	15	4.81	16:50	4.3	5.67	14	113.25
01:00	2.5	3.30	12	22.26	09:00	1.9	2.51	14	9.77	17:00	5	6.60	14	178.05
01:10	2.5	3.30	13	22.26	09:10	2.6	3.43	16	25.04	17:10	4.9	6.47	13	167.58
01:20	2.4	3.17	13	19.69	09:20	2.5	3.30	19	22.26	17:20	4.7	6.20	13	147.88
01:30	2.5	3.30	13	22.26	09:30	2.8	3.69	20	31.27	17:30	4	5.28	13	91.16
01:40	2.8	3.69	13	31.27	09:40	2.3	3.03	14	17.33	17:40	4.9	6.47	14	167.58
01:50	2.8	3.69	13	31.27	09:50	3.4	4.49	16	55.98	17:50	4.6	6.07	14	138.64
02:00	2.8	3.69	13	31.27	10:00	3.2	4.22	15	46.67	18:00	4.3	5.67	13	113.25
02:10	2.7	3.56	13	28.04	10:10	3.7	4.88	16	72.15	18:10	4.7	6.20	13	147.88
02:20	2.3	3.03	12	17.33	10:20	4.2	5.54	16	105.53	18:20	3.8	5.01	13	78.16
02:30	2	2.64	13	11.40	10:30	4.6	6.07	15	138.64	18:30	4.6	6.07	13	138.64
02:40	2.1	2.77	13	13.19	10:40	5	6.60	15	178.05	18:40	4.9	6.47	12	167.58
02:50	1.8	2.38	13	8.31	10:50	5.6	7.39	15	250.14	18:50	5.1	6.73	13	188.95
03:00	1.6	2.11	13	5.83	11:00	5.5	7.26	14	236.98	19:00	4.6	6.07	13	138.64
03:10	2.6	3.43	13	25.04	11:10	5.8	7.65	15	277.91	19:10	4.6	6.07	13	138.64
03:20	2.5	3.30	14	22.26	11:20	6.5	8.58	14	391.17	19:20	4.7	6.20	13	147.88
03:30	2.9	3.83	13	34.74	11:30	6.1	8.05	15	323.31	19:30	5	6.60	13	178.05
03:40	3.3	4.35	13	51.19	11:40	6.3	8.31	14	356.16	19:40	4.9	6.47	13	167.58
03:50	2.8	3.69	13	31.27	11:50	7.1	9.37	14	509.80	19:50	4.6	6.07	13	138.64
04:00	2.9	3.83	12	34.74	12:00	6	7.92	14	307.67	20:00	3.7	4.88	12	72.15
04:10	3.1	4.09	13	42.43	12:10	6.3	8.31	14	356.16	20:10	4	5.28	12	91.16
04:20	3	3.96	13	38.46	12:20	6.2	8.18	14	339.47	20:20	3.8	5.01	12	78.16
04:30	3.3	4.35	13	51.19	12:30	6.8	8.97	14	447.87	20:30	3.7	4.88	12	72.15
04:40	3.6	4.75	12	66.46	12:40	7.3	9.63	14	554.11	20:40	3.5	4.62	13	61.07
04:50	3.1	4.09	12	42.43	12:50	7	9.24	14	488.56	20:50	2.9	3.83	13	34.74
05:00	2.6	3.43	12	25.04	13:00	7.2	9.50	14	531.65	21:00	3.3	4.35	12	51.19
05:10	2.8	3.69	12	31.27	13:10	7.6	10.03	14	625.27	21:10	3.7	4.88	12	72.15
05:20	3.1	4.09	12	42.43	13:20	7.3	9.63	13	554.11	21:20	4	5.28	13	91.16
05:30	3.5	4.62	12	61.07	13:30	6.8	8.97	14	447.87	21:30	4.1	5.41	12	98.17
05:40	3.2	4.22	12	46.67	13:40	6.1	8.05	14	323.31	21:40	4.2	5.54	12	105.53
05:50	2.8	3.69	12	31.27	13:50	6.7	8.84	13	428.40	21:50	4.3	5.67	13	113.25
06:00	3.1	4.09	12	42.43	14:00	6.3	8.31	13	356.16	22:00	4.2	5.54	12	105.53
06:10	3	3.96	12	38.46	14:10	6.4	8.44	13	373.39	22:10	4.8	6.33	12	157.53
06:20	2	2.64	12	11.40	14:20	6	7.92	13	307.67	22:20	4.2	5.54	12	105.53
06:30	1.6	2.11	12	5.83	14:30	6.4	8.44	13	373.39	22:30	4.1	5.41	12	98.17
06:40	1.6	2.11	12	5.83	14:40	5.4	7.13	13	224.29	22:40	4.4	5.81	12	121.33
06:50	1.7	2.24	13	7.00	14:50	5.3	6.99	14	212.06	22:50	4	5.28	12	91.16
07:00	1.4	1.85	14	3.91	15:00	5.5	7.26	13	236.98	23:00	3.4	4.49	13	55.98
07:10	1.5	1.98	13	4.81	15:10	5.9	7.79	14	292.54	23:10	3.6	4.75	12	66.46
07:20	1.1	1.45	13	1.90	15:20	5.4	7.13	14	224.29	23:20	3.7	4.88	12	72.15
07:30	0.4	0.53	11	0.09	15:30	4.9	6.47	13	167.58	23:30	4.2	5.54	13	105.53
07:40	0.4	0.53	8	0.09	15:40	5.4	7.13	13	224.29	23:40	3.8	5.01	12	78.16
07:50	1	1.32	10	1.42	15:50	4.9	6.47	14	167.58	23:50	3.8	5.01	12	78.16

20Mar	V 15m	V 30m	D°	P/A	20Mar	V 15m	V 30m	D°	P/A	20Mar	V 15m	V 30m	D°	P/A
00:00	2.9	3.83	12	34.74	08:00	0.6	0.79	11	0.31	16:00	5.7	7.52	14	263.79
00:10	2.8	3.69	12	31.27	08:10	0.9	1.19	11	1.04	16:10	6	7.92	13	307.67
00:20	2.4	3.17	12	19.69	08:20	1.2	1.58	12	2.46	16:20	5.8	7.65	14	277.91
00:30	2.7	3.56	12	28.04	08:30	1.4	1.85	12	3.91	16:30	4.9	6.47	14	167.58
00:40	2.4	3.17	12	19.69	08:40	1.4	1.85	12	3.91	16:40	5.3	6.99	13	212.06
00:50	2	2.64	13	11.40	08:50	1.5	1.98	13	4.81	16:50	4.7	6.20	14	147.88
01:00	2.5	3.30	13	22.26	09:00	1.5	1.98	38	4.81	17:00	5.2	6.86	13	200.28
01:10	2.2	2.90	13	15.17	09:10	2.2	2.90	19	15.17	17:10	5.1	6.73	13	188.95
01:20	2.3	3.03	14	17.33	09:20	2	2.64	18	11.40	17:20	5	6.60	13	178.05
01:30	2.1	2.77	13	13.19	09:30	1.7	2.24	23	7.00	17:30	5.5	7.26	13	236.98
01:40	1.9	2.51	13	9.77	09:40	1.7	2.24	22	7.00	17:40	4.9	6.47	13	167.58
01:50	2.1	2.77	13	13.19	09:50	1.4	1.85	15	3.91	17:50	4.6	6.07	13	138.64
02:00	2.2	2.90	13	15.17	10:00	2.8	3.69	16	31.27	18:00	5	6.60	13	178.05
02:10	2.4	3.17	13	19.69	10:10	3.5	4.62	16	61.07	18:10	5.5	7.26	13	236.98
02:20	2.4	3.17	12	19.69	10:20	3.8	5.01	16	78.16	18:20	4.9	6.47	13	167.58
02:30	2.2	2.90	12	15.17	10:30	3.4	4.49	16	55.98	18:30	5.2	6.86	13	200.28
02:40	2.4	3.17	13	19.69	10:40	3.6	4.75	15	66.46	18:40	4.8	6.33	13	157.53
02:50	2.1	2.77	13	13.19	10:50	3.2	4.22	14	46.67	18:50	4.3	5.67	13	113.25
03:00	2.1	2.77	12	13.19	11:00	3.8	5.01	14	78.16	19:00	5	6.60	13	178.05
03:10	2.4	3.17	12	19.69	11:10	4	5.28	14	91.16	19:10	4.7	6.20	13	147.88
03:20	2.5	3.30	13	22.26	11:20	4.1	5.41	14	98.17	19:20	4.3	5.67	13	113.25
03:30	2.1	2.77	13	13.19	11:30	3.9	5.15	14	84.49	19:30	4.2	5.54	13	105.53
03:40	2.3	3.03	13	17.33	11:40	4.1	5.41	14	98.17	19:40	3.2	4.22	13	46.67
03:50	2.2	2.90	13	15.17	11:50	4.1	5.41	14	98.17	19:50	4.1	5.41	13	98.17
04:00	2.3	3.03	12	17.33	12:00	4.1	5.41	15	98.17	20:00	4	5.28	13	91.16
04:10	2.3	3.03	12	17.33	12:10	4.7	6.20	15	147.88	20:10	3.8	5.01	13	78.16
04:20	2	2.64	12	11.40	12:20	5.3	6.99	14	212.06	20:20	4.7	6.20	13	147.88
04:30	1.8	2.38	12	8.31	12:30	4.6	6.07	14	138.64	20:30	4.2	5.54	13	105.53
04:40	1.2	1.58	11	2.46	12:40	4.7	6.20	14	147.88	20:40	4.4	5.81	13	121.33
04:50	1.1	1.45	12	1.90	12:50	4.8	6.33	14	157.53	20:50	4.7	6.20	13	147.88
05:00	1.3	1.72	12	3.13	13:00	4.3	5.67	14	113.25	21:00	4.6	6.07	13	138.64
05:10	1	1.32	12	1.42	13:10	4.9	6.47	14	167.58	21:10	3.8	5.01	13	78.16
05:20	0.7	0.92	11	0.49	13:20	5.7	7.52	14	263.79	21:20	3.2	4.22	12	46.67
05:30	1.5	1.98	13	4.81	13:30	5.8	7.65	14	277.91	21:30	3.6	4.75	12	66.46
05:40	2.2	2.90	12	15.17	13:40	5.4	7.13	14	224.29	21:40	3.3	4.35	13	51.19
05:50	2.3	3.03	12	17.33	13:50	5.7	7.52	14	263.79	21:50	3.5	4.62	12	61.07
06:00	2.5	3.30	12	22.26	14:00	5.6	7.39	14	250.14	22:00	3.4	4.49	12	55.98
06:10	2.3	3.03	12	17.33	14:10	5.6	7.39	15	250.14	22:10	3.8	5.01	12	78.16
06:20	1.9	2.51	12	9.77	14:20	6.3	8.31	14	356.16	22:20	3.3	4.35	12	51.19
06:30	1	1.32	11	1.42	14:30	5.9	7.79	14	292.54	22:30	2.4	3.17	12	19.69
06:40	0.6	0.79	11	0.31	14:40	6.2	8.18	14	339.47	22:40	2.6	3.43	13	25.04
06:50	0.7	0.92	11	0.49	14:50	5.8	7.65	13	277.91	22:50	3.5	4.62	13	61.07
07:00	0.8	1.06	11	0.73	15:00	6.2	8.18	13	339.47	23:00	4	5.28	13	91.16
07:10	0.9	1.19	12	1.04	15:10	6	7.92	13	307.67	23:10	3.3	4.35	13	51.19
07:20	0.5	0.66	11	0.18	15:20	6.1	8.05	14	323.31	23:20	3.8	5.01	13	78.16
07:30	0.6	0.79	11	0.31	15:30	6.4	8.44	13	373.39	23:30	4.2	5.54	12	105.53
07:40	0.8	1.06	11	0.73	15:40	6	7.92	14	307.67	23:40	4.6	6.07	13	138.64
07:50	0.6	0.79	11	0.49	15:50	5.9	7.79	14	292.54	23:50	4	5.28	13	91.16

21Mar	V 15m	V 30m	D°	P/A	21Mar	V 15m	V 30m	D°	P/A	21Mar	V 15m	V 30m	D°	P/A
00:00	3.7	4.88	13	72.15	08:00	2.2	2.90	13	15.17	16:00	6.1	8.05	14	323.31
00:10	3.6	4.75	13	66.46	08:10	2.3	3.03	12	17.33	16:10	5.7	7.52	14	263.79
00:20	4	5.28	13	91.16	08:20	2	2.64	13	11.40	16:20	5.7	7.52	14	263.79
00:30	4	5.28	13	91.16	08:30	2	2.64	14	11.40	16:30	6	7.92	13	307.67
00:40	3.2	4.22	12	46.67	08:40	2	2.64	13	11.40	16:40	5.9	7.79	13	292.54
00:50	4.3	5.67	13	113.25	08:50	1.6	2.11	12	5.83	16:50	5.2	6.86	14	200.28
01:00	4.2	5.54	12	105.53	09:00	2	2.64	13	11.40	17:00	5.9	7.79	15	292.54
01:10	3.9	5.15	13	84.49	09:10	1.8	2.38	13	8.31	17:10	5.7	7.52	14	263.79
01:20	3.4	4.49	13	55.98	09:20	1.6	2.11	13	5.83	17:20	6.1	8.05	13	323.31
01:30	3.5	4.62	13	61.07	09:30	0.7	0.92	12	0.49	17:30	5.8	7.65	14	277.91
01:40	3.1	4.09	13	42.43	09:40	1.2	1.58	12	2.46	17:40	5.3	6.99	14	212.06
01:50	2.3	3.03	12	17.33	09:50	1.9	2.51	14	9.77	17:50	5.8	7.65	14	277.91
02:00	2.2	2.90	13	15.17	10:00	2	2.64	15	11.40	18:00	5	6.60	13	178.05
02:10	2.9	3.83	13	34.74	10:10	1.9	2.51	14	9.77	18:10	5.1	6.73	13	188.95
02:20	3.2	4.22	13	46.67	10:20	1.8	2.38	15	8.31	18:20	5.1	6.73	13	188.95
02:30	2.6	3.43	13	25.04	10:30	1.5	1.98	16	4.81	18:30	4.1	5.41	13	98.17
02:40	2.6	3.43	13	25.04	10:40	1.9	2.51	14	9.77	18:40	4.5	5.94	13	129.80
02:50	2.3	3.03	13	17.33	10:50	1	1.32	14	1.42	18:50	4.2	5.54	13	105.53
03:00	2	2.64	12	11.40	11:00	0.9	1.19	37	1.04	19:00	4.8	6.33	13	157.53
03:10	2.1	2.77	13	13.19	11:10	1.3	1.72	12	3.13	19:10	4.6	6.07	13	138.64
03:20	1.8	2.38	12	8.31	11:20	1.4	1.85	13	3.91	19:20	4.8	6.33	13	157.53
03:30	1.5	1.98	13	4.81	11:30	1.3	1.72	13	3.13	19:30	5	6.60	13	178.05
03:40	1.9	2.51	13	9.77	11:40	0.9	1.19	13	1.04	19:40	4.4	5.81	13	121.33
03:50	2.5	3.30	13	22.26	11:50	1.7	2.24	14	7.00	19:50	4.1	5.41	13	98.17
04:00	2.3	3.03	13	17.33	12:00	1.2	1.58	17	2.46	20:00	4.4	5.81	13	121.33
04:10	1.6	2.11	14	5.83	12:10	0.8	1.06	49	0.73	20:10	3.6	4.75	14	66.46
04:20	1.7	2.24	14	7.00	12:20	1	1.32	21	1.42	20:20	4.1	5.41	14	98.17
04:30	1.8	2.38	13	8.31	12:30	1.2	1.58	20	2.46	20:30	3.4	4.49	13	55.98
04:40	2	2.64	15	11.40	12:40	1.4	1.85	17	3.91	20:40	3.1	4.09	13	42.43
04:50	2.2	2.90	14	15.17	12:50	2.7	3.56	15	28.04	20:50	3.3	4.35	13	51.19
05:00	1.8	2.38	14	8.31	13:00	3.5	4.62	20	61.07	21:00	3.1	4.09	13	42.43
05:10	1.8	2.38	13	8.31	13:10	4	5.28	23	91.16	21:10	3.2	4.22	13	46.67
05:20	1.7	2.24	12	7.00	13:20	4.3	5.67	18	113.25	21:20	2.9	3.83	13	34.74
05:30	1.7	2.24	12	7.00	13:30	4.5	5.94	14	129.80	21:30	2.7	3.56	13	28.04
05:40	1.4	1.85	12	3.91	13:40	5	6.60	15	178.05	21:40	3	3.96	13	38.46
05:50	1.4	1.85	12	3.91	13:50	5.4	7.13	15	224.29	21:50	2.6	3.43	13	25.04
06:00	1.6	2.11	12	5.83	14:00	5.6	7.39	14	250.14	22:00	2.7	3.56	13	28.04
06:10	0.9	1.19	12	1.04	14:10	6	7.92	15	307.67	22:10	2.7	3.56	14	28.04
06:20	0.4	0.53	11	0.09	14:20	6.3	8.31	14	356.16	22:20	3.2	4.22	14	46.67
06:30	0.4	0.53	11	0.09	14:30	6	7.92	14	307.67	22:30	3.6	4.75	14	66.46
06:40	0.4	0.53	11	0.09	14:40	6.1	8.05	14	323.31	22:40	3.5	4.62	14	61.07
06:50	0.9	1.19	11	1.04	14:50	5.6	7.39	14	250.14	22:50	3.5	4.62	14	61.07
07:00	1.7	2.24	12	7.00	15:00	5.6	7.39	14	250.14	23:00	3.4	4.49	13	55.98
07:10	1.8	2.38	13	8.31	15:10	5.4	7.13	14	224.29	23:10	3.3	4.35	13	51.19
07:20	2.4	3.17	13	19.69	15:20	5.9	7.79	14	292.54	23:20	4	5.28	13	91.16
07:30	2.5	3.30	12	22.26	15:30	6	7.92	14	307.67	23:30	4.2	5.54	13	105.53
07:40	3.1	4.09	13	42.43	15:40	6.3	8.31	15	356.16	23:40	4.3	5.67	13	113.25
07:50	2.7	3.56	12	28.04	15:50	5.6	7.39	15	250.14	23:50	3.8	5.01	13	78.16

22Mar	V 15m	V 30m	D°	P/A	22Mar	V 15m	V 30m	D°	P/A	22Mar	V 15m	V 30m	D°	P/A
00:00	3.6	4.75	13	66.46	08:00	3.2	4.22	12	46.67	16:00	5.6	7.39	13	250.14
00:10	3.5	4.62	12	61.07	08:10	2	2.64	12	11.40	16:10	5.7	7.52	13	263.79
00:20	3.4	4.49	12	55.98	08:20	2.2	2.90	13	15.17	16:20	6	7.92	13	307.67
00:30	3.4	4.49	12	55.98	08:30	2	2.64	13	11.40	16:30	5.4	7.13	13	224.29
00:40	3.6	4.75	13	66.46	08:40	2	2.64	12	11.40	16:40	5.6	7.39	13	250.14
00:50	3.6	4.75	12	66.46	08:50	1.3	1.72	12	3.13	16:50	5.4	7.13	13	224.29
01:00	3.7	4.88	12	72.15	09:00	1.2	1.58	12	2.46	17:00	4.9	6.47	13	167.58
01:10	3.5	4.62	12	61.07	09:10	0.8	1.06	11	0.73	17:10	5.2	6.86	13	200.28
01:20	3	3.96	12	38.46	09:20	0.7	0.92	12	0.49	17:20	5.4	7.13	13	224.29
01:30	3.4	4.49	12	55.98	09:30	0.7	0.92	12	0.49	17:30	5	6.60	13	178.05
01:40	3.4	4.49	12	55.98	09:40	0.5	0.66	13	0.18	17:40	4.7	6.20	13	147.88
01:50	4.5	5.94	13	129.80	09:50	0.8	1.06	17	0.73	17:50	4.6	6.07	13	138.64
02:00	4.7	6.20	12	147.88	10:00	1.1	1.45	10	1.90	18:00	4.8	6.33	13	157.53
02:10	4.8	6.33	13	157.53	10:10	1.5	1.98	14	4.81	18:10	5.1	6.73	13	188.95
02:20	4.6	6.07	13	138.64	10:20	1.6	2.11	17	5.83	18:20	5	6.60	13	178.05
02:30	4.7	6.20	13	147.88	10:30	2.2	2.90	16	15.17	18:30	5.2	6.86	13	200.28
02:40	4.5	5.94	13	129.80	10:40	2.7	3.56	16	28.04	18:40	4.8	6.33	13	157.53
02:50	4.2	5.54	13	105.53	10:50	2.5	3.30	15	22.26	18:50	4.6	6.07	13	138.64
03:00	3.8	5.01	13	78.16	11:00	2.6	3.43	17	25.04	19:00	3.9	5.15	13	84.49
03:10	4	5.28	14	91.16	11:10	2.9	3.83	14	34.74	19:10	3.6	4.75	12	66.46
03:20	4.2	5.54	13	105.53	11:20	3.4	4.49	15	55.98	19:20	3.8	5.01	12	78.16
03:30	4.5	5.94	13	129.80	11:30	3.3	4.35	15	51.19	19:30	3.2	4.22	12	46.67
03:40	4.3	5.67	13	113.25	11:40	4.1	5.41	15	98.17	19:40	3.4	4.49	12	55.98
03:50	3.4	4.49	13	55.98	11:50	4.6	6.07	15	138.64	19:50	4	5.28	12	91.16
04:00	3.1	4.09	13	42.43	12:00	4.5	5.94	15	129.80	20:00	3.9	5.15	12	84.49
04:10	2.3	3.03	13	17.33	12:10	4.8	6.33	15	157.53	20:10	3.2	4.22	12	46.67
04:20	2.2	2.90	12	15.17	12:20	5.6	7.39	15	250.14	20:20	3.1	4.09	12	42.43
04:30	1.5	1.98	12	4.81	12:30	6.4	8.44	15	373.39	20:30	2.9	3.83	12	34.74
04:40	1.7	2.24	12	7.00	12:40	6.5	8.58	15	391.17	20:40	3	3.96	13	38.46
04:50	2.4	3.17	12	19.69	12:50	6.4	8.44	15	373.39	20:50	3.5	4.62	13	61.07
05:00	2	2.64	12	11.40	13:00	7	9.24	15	488.56	21:00	4.2	5.54	13	105.53
05:10	2	2.64	13	11.40	13:10	6.6	8.71	15	409.51	21:10	3.5	4.62	13	61.07
05:20	2.1	2.77	14	13.19	13:20	6.6	8.71	15	409.51	21:20	3.5	4.62	14	61.07
05:30	3.4	4.49	14	55.98	13:30	6.3	8.31	14	356.16	21:30	3.4	4.49	13	55.98
05:40	3.6	4.75	14	66.46	13:40	6.9	9.10	14	467.92	21:40	3.5	4.62	14	61.07
05:50	3.5	4.62	14	61.07	13:50	6.8	8.97	14	447.87	21:50	3.2	4.22	13	46.67
06:00	3.9	5.15	14	84.49	14:00	6.1	8.05	14	323.31	22:00	3.8	5.01	13	78.16
06:10	3.6	4.75	13	66.46	14:10	7.6	10.03	14	625.27	22:10	3.7	4.88	12	72.15
06:20	3.5	4.62	13	61.07	14:20	7	9.24	14	488.56	22:20	3.9	5.15	13	84.49
06:30	3.1	4.09	13	42.43	14:30	7	9.24	14	488.56	22:30	4.1	5.41	13	98.17
06:40	3.3	4.35	13	51.19	14:40	7.2	9.50	15	531.65	22:40	4.5	5.94	13	129.80
06:50	2.4	3.17	12	19.69	14:50	6.7	8.84	14	428.40	22:50	4.1	5.41	13	98.17
07:00	2.8	3.69	12	31.27	15:00	6.2	8.18	14	339.47	23:00	4.2	5.54	13	105.53
07:10	2.6	3.43	12	25.04	15:10	6	7.92	14	307.67	23:10	4.3	5.67	13	113.25
07:20	1.2	1.58	12	2.46	15:20	6.3	8.31	13	356.16	23:20	3.5	4.62	13	61.07
07:30	1.3	1.72	13	3.13	15:30	6.5	8.58	13	391.17	23:30	4.7	6.20	13	147.88
07:40	2.7	3.56	16	28.04	15:40	5.9	7.79	13	292.54	23:40	4.2	5.54	13	105.53
07:50	2.3	3.03	12	17.33	15:50	6	7.92	14	307.67	23:50	4.3	5.67	13	113.25

23Mar	V 15m	V 30m	D°	P/A	23Mar	V 15m	V 30m	D°	P/A	23Mar	V 15m	V 30m	D°	P/A
00:00	4.5	5.94	13	129.80	08:00	3.3	4.35	12	51.19	16:00	5.6	7.39	14	250.14
00:10	3.8	5.01	13	78.16	08:10	2.9	3.83	14	34.74	16:10	4.6	6.07	13	138.64
00:20	4.2	5.54	13	105.53	08:20	2.5	3.30	12	22.26	16:20	4.8	6.33	13	157.53
00:30	4	5.28	13	91.16	08:30	3.1	4.09	12	42.43	16:30	5.1	6.73	13	188.95
00:40	3.3	4.35	12	51.19	08:40	3.3	4.35	13	51.19	16:40	4.8	6.33	13	157.53
00:50	2.8	3.69	13	31.27	08:50	3.7	4.88	13	72.15	16:50	4.9	6.47	13	167.58
01:00	2.6	3.43	13	25.04	09:00	3.7	4.88	13	72.15	17:00	5.2	6.86	14	200.28
01:10	2.6	3.43	13	25.04	09:10	3.7	4.88	13	72.15	17:10	4.8	6.33	13	157.53
01:20	3.1	4.09	12	42.43	09:20	3.5	4.62	13	61.07	17:20	4.9	6.47	13	167.58
01:30	3.6	4.75	13	66.46	09:30	3.2	4.22	13	46.67	17:30	5	6.60	13	178.05
01:40	3.3	4.35	13	51.19	09:40	2.4	3.17	13	19.69	17:40	4.9	6.47	13	167.58
01:50	3.3	4.35	12	51.19	09:50	3.1	4.09	13	42.43	17:50	4.4	5.81	13	121.33
02:00	3.6	4.75	13	66.46	10:00	2.8	3.69	12	31.27	18:00	4.2	5.54	13	105.53
02:10	2.7	3.56	13	28.04	10:10	2.6	3.43	13	25.04	18:10	4.2	5.54	13	105.53
02:20	3.1	4.09	13	42.43	10:20	2.9	3.83	12	34.74	18:20	4.5	5.94	13	129.80
02:30	2.8	3.69	13	31.27	10:30	3	3.96	13	38.46	18:30	4.3	5.67	12	113.25
02:40	2.8	3.69	12	31.27	10:40	3.3	4.35	13	51.19	18:40	5	6.60	12	178.05
02:50	2.8	3.69	12	31.27	10:50	3.7	4.88	12	72.15	18:50	5.4	7.13	13	224.29
03:00	2.6	3.43	13	25.04	11:00	3.7	4.88	13	72.15	19:00	5.2	6.86	13	200.28
03:10	2.6	3.43	13	25.04	11:10	3.7	4.88	13	72.15	19:10	5.7	7.52	12	263.79
03:20	2.7	3.56	14	28.04	11:20	3.8	5.01	13	78.16	19:20	5	6.60	12	178.05
03:30	2.2	2.90	13	15.17	11:30	4.1	5.41	14	98.17	19:30	6.3	8.31	12	356.16
03:40	2.1	2.77	13	13.19	11:40	4.1	5.41	14	98.17	19:40	5.6	7.39	12	250.14
03:50	2.6	3.43	13	25.04	11:50	4.2	5.54	13	105.53	19:50	5.2	6.86	12	200.28
04:00	3.1	4.09	14	42.43	12:00	4	5.28	14	91.16	20:00	5.8	7.65	12	277.91
04:10	2.5	3.30	13	22.26	12:10	3.8	5.01	14	78.16	20:10	5.5	7.26	12	236.98
04:20	2.6	3.43	13	25.04	12:20	3.8	5.01	15	78.16	20:20	5.1	6.73	12	188.95
04:30	1.8	2.38	12	8.31	12:30	4.2	5.54	14	105.53	20:30	4.7	6.20	12	147.88
04:40	2.1	2.77	13	13.19	12:40	4.5	5.94	15	129.80	20:40	5.7	7.52	12	263.79
04:50	1.7	2.24	13	7.00	12:50	4.7	6.20	14	147.88	20:50	5.1	6.73	12	188.95
05:00	1.4	1.85	12	3.91	13:00	4.6	6.07	14	138.64	21:00	5.7	7.52	12	263.79
05:10	0.7	0.92	14	0.49	13:10	5.1	6.73	14	188.95	21:10	5.4	7.13	12	224.29
05:20	1.2	1.58	13	2.46	13:20	4.4	5.81	14	121.33	21:20	5.7	7.52	12	263.79
05:30	2	2.64	14	11.40	13:30	4.8	6.33	14	157.53	21:30	5.9	7.79	12	292.54
05:40	1.4	1.85	13	3.91	13:40	4.8	6.33	14	157.53	21:40	4.8	6.33	12	157.53
05:50	1.2	1.58	13	2.46	13:50	4.9	6.47	14	167.58	21:50	5.4	7.13	12	224.29
06:00	0.9	1.19	13	1.04	14:00	5	6.60	14	178.05	22:00	5.2	6.86	12	200.28
06:10	1.2	1.58	13	2.46	14:10	4.5	5.94	13	129.80	22:10	4.7	6.20	12	147.88
06:20	1.8	2.38	13	8.31	14:20	4.9	6.47	14	167.58	22:20	4.1	5.41	12	98.17
06:30	1.8	2.38	12	8.31	14:30	4.8	6.33	14	157.53	22:30	4.8	6.33	12	157.53
06:40	1.7	2.24	12	7.00	14:40	5.5	7.26	13	236.98	22:40	4.2	5.54	12	105.53
06:50	1.7	2.24	12	7.00	14:50	5.4	7.13	14	224.29	22:50	4.7	6.20	12	147.88
07:00	1.7	2.24	13	7.00	15:00	5.7	7.52	14	263.79	23:00	4.1	5.41	12	98.17
07:10	2.4	3.17	13	19.69	15:10	5	6.60	14	178.05	23:10	4.5	5.94	12	129.80
07:20	2.2	2.90	13	15.17	15:20	4.9	6.47	14	167.58	23:20	4.4	5.81	12	121.33
07:30	2.4	3.17	12	19.69	15:30	5.2	6.86	13	200.28	23:30	3.9	5.15	12	84.49
07:40	2.9	3.83	13	34.74	15:40	5.5	7.26	13	236.98	23:40	4	5.28	12	91.16
07:50	3.2	4.22	13	46.67	15:50	5.3	6.99	13	212.06	23:50	3.9	5.15	12	84.49

24Mar	V 15m	V 30m	D°	P/A	24Mar	V 15m	V 30m	D°	P/A	24Mar	V 15m	V 30m	D°	P/A
00:00	4.1	5.41	12	98.17	08:00	3	3.96	12	38.46	16:00	4.5	5.94	13	129.80
00:10	3.9	5.15	12	84.49	08:10	3.8	5.01	12	78.16	16:10	4.7	6.20	13	147.88
00:20	3.9	5.15	12	84.49	08:20	4.1	5.41	12	98.17	16:20	4.6	6.07	13	138.64
00:30	3.7	4.88	12	72.15	08:30	3.7	4.88	12	72.15	16:30	4.6	6.07	13	138.64
00:40	3.6	4.75	12	66.46	08:40	3.3	4.35	12	51.19	16:40	4.6	6.07	13	138.64
00:50	3.8	5.01	12	78.16	08:50	2.3	3.03	12	17.33	16:50	5	6.60	13	178.05
01:00	3.5	4.62	13	61.07	09:00	2.5	3.30	12	22.26	17:00	4.6	6.07	13	138.64
01:10	3.8	5.01	12	78.16	09:10	2.7	3.56	12	28.04	17:10	4.2	5.54	12	105.53
01:20	3	3.96	12	38.46	09:20	2.8	3.69	12	31.27	17:20	4.4	5.81	13	121.33
01:30	3.1	4.09	12	42.43	09:30	2.5	3.30	13	22.26	17:30	4.5	5.94	12	129.80
01:40	3.1	4.09	12	42.43	09:40	2.3	3.03	12	17.33	17:40	5.2	6.86	13	200.28
01:50	3.2	4.22	12	46.67	09:50	2.9	3.83	12	34.74	17:50	4.7	6.20	13	147.88
02:00	3.5	4.62	13	61.07	10:00	2.8	3.69	13	31.27	18:00	3.6	4.75	12	66.46
02:10	2.6	3.43	13	25.04	10:10	1.8	2.38	13	8.31	18:10	3.7	4.88	12	72.15
02:20	2.6	3.43	13	25.04	10:20	1	1.32	18	1.42	18:20	3.9	5.15	12	84.49
02:30	3.2	4.22	12	46.67	10:30	0.9	1.19	24	1.04	18:30	4.7	6.20	12	147.88
02:40	2.4	3.17	12	19.69	10:40	0.8	1.06	16	0.73	18:40	4.3	5.67	12	113.25
02:50	2.6	3.43	12	25.04	10:50	0.6	0.79	11	0.31	18:50	4	5.28	13	91.16
03:00	2.4	3.17	12	19.69	11:00	1.7	2.24	12	7.00	19:00	3.8	5.01	12	78.16
03:10	2.7	3.56	12	28.04	11:10	2.7	3.56	13	28.04	19:10	4.4	5.81	12	121.33
03:20	2.6	3.43	12	25.04	11:20	4.3	5.67	15	113.25	19:20	4.4	5.81	12	121.33
03:30	1.8	2.38	12	8.31	11:30	4.5	5.94	14	129.80	19:30	4.9	6.47	12	167.58
03:40	2.4	3.17	11	19.69	11:40	4.6	6.07	13	138.64	19:40	4.7	6.20	12	147.88
03:50	2	2.64	11	11.40	11:50	5.5	7.26	13	236.98	19:50	4.4	5.81	12	121.33
04:00	2	2.64	11	11.40	12:00	5.7	7.52	13	263.79	20:00	3.7	4.88	12	72.15
04:10	1.7	2.24	11	7.00	12:10	5.4	7.13	13	224.29	20:10	3.9	5.15	12	84.49
04:20	2	2.64	12	11.40	12:20	5.3	6.99	14	212.06	20:20	4.3	5.67	12	113.25
04:30	2.2	2.90	12	15.17	12:30	5.8	7.65	13	277.91	20:30	4.7	6.20	12	147.88
04:40	2.7	3.56	12	28.04	12:40	5.2	6.86	13	200.28	20:40	3.6	4.75	12	66.46
04:50	2.4	3.17	12	19.69	12:50	4.9	6.47	13	167.58	20:50	4.8	6.33	12	157.53
05:00	2.5	3.30	12	22.26	13:00	4.7	6.20	13	147.88	21:00	4.3	5.67	12	113.25
05:10	2.6	3.43	12	25.04	13:10	4.6	6.07	14	138.64	21:10	4	5.28	12	91.16
05:20	2.8	3.69	12	31.27	13:20	4.2	5.54	13	105.53	21:20	4	5.28	12	91.16
05:30	2.6	3.43	12	25.04	13:30	4.1	5.41	13	98.17	21:30	4	5.28	12	91.16
05:40	2.8	3.69	12	31.27	13:40	4.1	5.41	13	98.17	21:40	3.6	4.75	12	66.46
05:50	2.7	3.56	12	28.04	13:50	4.6	6.07	13	138.64	21:50	3.4	4.49	12	55.98
06:00	3	3.96	12	38.46	14:00	4.4	5.81	14	121.33	22:00	3.1	4.09	12	42.43
06:10	3	3.96	12	38.46	14:10	4.7	6.20	14	147.88	22:10	3.4	4.49	12	55.98
06:20	2.8	3.69	12	31.27	14:20	4.3	5.67	14	113.25	22:20	3.4	4.49	12	55.98
06:30	3	3.96	12	38.46	14:30	5.1	6.73	14	188.95	22:30	3.4	4.49	12	55.98
06:40	3.2	4.22	12	46.67	14:40	4.6	6.07	13	138.64	22:40	3	3.96	12	38.46
06:50	2.7	3.56	11	28.04	14:50	4.7	6.20	13	147.88	22:50	3.3	4.35	12	51.19
07:00	2.6	3.43	11	25.04	15:00	4.5	5.94	14	129.80	23:00	3.7	4.88	12	72.15
07:10	1.8	2.38	11	8.31	15:10	4.9	6.47	14	167.58	23:10	3.6	4.75	12	66.46
07:20	1.3	1.72	11	3.13	15:20	5	6.60	13	178.05	23:20	4.1	5.41	12	98.17
07:30	1.2	1.58	11	2.46	15:30	4.9	6.47	14	167.58	23:30	3.6	4.75	12	66.46
07:40	2.2	2.90	12	15.17	15:40	4.8	6.33	14	157.53	23:40	3.9	5.15	12	84.49
07:50	2.5	3.30	12	22.26	15:50	4.4	5.81	13	121.33	23:50	3.9	5.15	12	84.49

25Mar	V 15m	V 30m	D°	P/A	25Mar	V 15m	V 30m	D°	P/A	25Mar	V 15m	V 30m	D°	P/A
00:00	4.7	6.20	12	147.88	08:00	1.5	1.98	14	4.81	16:00	4	5.28	13	91.16
00:10	4.2	5.54	12	105.53	08:10	1.6	2.11	15	5.83	16:10	4.3	5.67	13	113.25
00:20	3.9	5.15	12	84.49	08:20	2	2.64	14	11.40	16:20	3.9	5.15	13	84.49
00:30	3.4	4.49	12	55.98	08:30	1.5	1.98	15	4.81	16:30	3.8	5.01	14	78.16
00:40	3.4	4.49	12	55.98	08:40	1.4	1.85	13	3.91	16:40	4.1	5.41	14	98.17
00:50	3.2	4.22	12	46.67	08:50	1.3	1.72	15	3.13	16:50	4.4	5.81	15	121.33
01:00	3.9	5.15	12	84.49	09:00	1.7	2.24	15	7.00	17:00	4.3	5.67	14	113.25
01:10	4.5	5.94	12	129.80	09:10	1.6	2.11	13	5.83	17:10	4.3	5.67	13	113.25
01:20	4	5.28	12	91.16	09:20	1.1	1.45	12	1.90	17:20	4.9	6.47	14	167.58
01:30	4.5	5.94	12	129.80	09:30	2	2.64	13	11.40	17:30	4.6	6.07	13	138.64
01:40	4.5	5.94	12	129.80	09:40	2.7	3.56	14	28.04	17:40	3.9	5.15	14	84.49
01:50	4.4	5.81	12	121.33	09:50	2.8	3.69	14	31.27	17:50	4.4	5.81	13	121.33
02:00	3.8	5.01	12	78.16	10:00	2.5	3.30	13	22.26	18:00	4.6	6.07	13	138.64
02:10	4.1	5.41	12	98.17	10:10	2.8	3.69	14	31.27	18:10	3.9	5.15	14	84.49
02:20	3.4	4.49	12	55.98	10:20	2.9	3.83	14	34.74	18:20	3.9	5.15	13	84.49
02:30	2.9	3.83	12	34.74	10:30	3.4	4.49	14	55.98	18:30	3.8	5.01	13	78.16
02:40	2.3	3.03	12	17.33	10:40	3.8	5.01	14	78.16	18:40	3.2	4.22	13	46.67
02:50	2.3	3.03	12	17.33	10:50	3.7	4.88	14	72.15	18:50	3.3	4.35	13	51.19
03:00	2.1	2.77	12	13.19	11:00	4.4	5.81	14	121.33	19:00	3.3	4.35	13	51.19
03:10	1.4	1.85	12	3.91	11:10	4.6	6.07	13	138.64	19:10	3.3	4.35	12	51.19
03:20	2.5	3.30	12	22.26	11:20	4.9	6.47	14	167.58	19:20	3.4	4.49	12	55.98
03:30	2.8	3.69	12	31.27	11:30	4.7	6.20	14	147.88	19:30	3.6	4.75	12	66.46
03:40	2.7	3.56	13	28.04	11:40	4.7	6.20	13	147.88	19:40	2.7	3.56	12	28.04
03:50	2.6	3.43	13	25.04	11:50	4.9	6.47	14	167.58	19:50	3.6	4.75	12	66.46
04:00	2.4	3.17	12	19.69	12:00	4.6	6.07	13	138.64	20:00	3.4	4.49	12	55.98
04:10	2.3	3.03	12	17.33	12:10	4.6	6.07	14	138.64	20:10	3.3	4.35	13	51.19
04:20	2.1	2.77	12	13.19	12:20	4.7	6.20	13	147.88	20:20	3.6	4.75	12	66.46
04:30	1.3	1.72	11	3.13	12:30	4.9	6.47	14	167.58	20:30	3.8	5.01	13	78.16
04:40	1.3	1.72	11	3.13	12:40	4.5	5.94	13	129.80	20:40	3.9	5.15	13	84.49
04:50	1.5	1.98	12	4.81	12:50	5	6.60	14	178.05	20:50	3.4	4.49	12	55.98
05:00	1.5	1.98	12	4.81	13:00	4.5	5.94	14	129.80	21:00	3.8	5.01	12	78.16
05:10	0.8	1.06	11	0.73	13:10	5.3	6.99	13	212.06	21:10	3.8	5.01	12	78.16
05:20	0.6	0.79	12	0.31	13:20	4.6	6.07	14	138.64	21:20	3.3	4.35	13	51.19
05:30	0.6	0.79	13	0.31	13:30	4.8	6.33	14	157.53	21:30	3.8	5.01	12	78.16
05:40	0.4	0.53	13	0.09	13:40	4.5	5.94	13	129.80	21:40	3.8	5.01	12	78.16
05:50	0.6	0.79	13	0.31	13:50	4.6	6.07	13	138.64	21:50	3.4	4.49	12	55.98
06:00	0.5	0.66	11	0.18	14:00	4.8	6.33	13	157.53	22:00	3.8	5.01	12	78.16
06:10	1	1.32	12	1.42	14:10	4.7	6.20	14	147.88	22:10	3.5	4.62	12	61.07
06:20	1.8	2.38	12	8.31	14:20	4.2	5.54	13	105.53	22:20	3.3	4.35	12	51.19
06:30	1.2	1.58	12	2.46	14:30	4.2	5.54	13	105.53	22:30	3.4	4.49	12	55.98
06:40	1.7	2.24	12	7.00	14:40	4.6	6.07	14	138.64	22:40	2.9	3.83	12	34.74
06:50	1.9	2.51	12	9.77	14:50	4.5	5.94	13	129.80	22:50	2.7	3.56	12	28.04
07:00	1.8	2.38	13	8.31	15:00	4.2	5.54	13	105.53	23:00	2.5	3.30	12	22.26
07:10	1.9	2.51	12	9.77	15:10	4.7	6.20	13	147.88	23:10	2.4	3.17	12	19.69
07:20	2	2.64	12	11.40	15:20	4.7	6.20	13	147.88	23:20	2.3	3.03	12	17.33
07:30	1.4	1.85	12	3.91	15:30	3.8	5.01	13	78.16	23:30	2.4	3.17	12	19.69
07:40	1.5	1.98	12	4.81	15:40	4.4	5.81	14	121.33	23:40	2.3	3.03	12	17.33
07:50	1.9	2.51	13	9.77	15:50	4.2	5.54	13	105.53	23:50	2.3	3.03	12	17.33

26Mar	V 15m	V 30m	D°	P/A	26Mar	V 15m	V 30m	D°	P/A	26Mar	V 15m	V 30m	D°	P/A
00:00	2.6	3.43	12	25.04	08:00	1.5	1.98	12	4.81	16:00	4.8	6.33	13	157.53
00:10	1.6	2.11	12	5.83	08:10	1.6	2.11	12	5.83	16:10	5.2	6.86	14	200.28
00:20	1.7	2.24	12	7.00	08:20	1.3	1.72	12	3.13	16:20	4.6	6.07	13	138.64
00:30	2.3	3.03	12	17.33	08:30	1.4	1.85	12	3.91	16:30	4.5	5.94	14	129.80
00:40	2.6	3.43	12	25.04	08:40	1.4	1.85	13	3.91	16:40	4.5	5.94	14	129.80
00:50	2	2.64	11	11.40	08:50	1.6	2.11	13	5.83	16:50	4.2	5.54	13	105.53
01:00	1.5	1.98	11	4.81	09:00	1.5	1.98	12	4.81	17:00	4.2	5.54	14	105.53
01:10	2.2	2.90	12	15.17	09:10	1.8	2.38	12	8.31	17:10	3.9	5.15	14	84.49
01:20	2.7	3.56	12	28.04	09:20	1.6	2.11	12	5.83	17:20	3.8	5.01	14	78.16
01:30	2.9	3.83	12	34.74	09:30	2.4	3.17	14	19.69	17:30	3.7	4.88	13	72.15
01:40	2.6	3.43	12	25.04	09:40	1.8	2.38	13	8.31	17:40	3.7	4.88	14	72.15
01:50	2.3	3.03	12	17.33	09:50	1.9	2.51	12	9.77	17:50	3.1	4.09	14	42.43
02:00	2.1	2.77	11	13.19	10:00	1.8	2.38	14	8.31	18:00	3.7	4.88	13	72.15
02:10	0.6	0.79	11	0.31	10:10	2.2	2.90	13	15.17	18:10	3.9	5.15	13	84.49
02:20	0.7	0.92	11	0.49	10:20	1.7	2.24	14	7.00	18:20	2.9	3.83	13	34.74
02:30	1.2	1.58	11	2.46	10:30	2	2.64	14	11.40	18:30	3.6	4.75	13	66.46
02:40	0.7	0.92	11	0.49	10:40	2.2	2.90	16	15.17	18:40	3.1	4.09	13	42.43
02:50	0.8	1.06	11	0.73	10:50	1.9	2.51	15	9.77	18:50	3.3	4.35	13	51.19
03:00	1.1	1.45	11	1.90	11:00	2.1	2.77	13	13.19	19:00	2.7	3.56	13	28.04
03:10	1	1.32	11	1.42	11:10	2.9	3.83	14	34.74	19:10	3	3.96	12	38.46
03:20	0.8	1.06	11	0.73	11:20	3.4	4.49	14	55.98	19:20	3.1	4.09	12	42.43
03:30	1	1.32	11	1.42	11:30	3.4	4.49	13	55.98	19:30	3	3.96	12	38.46
03:40	1	1.32	11	1.42	11:40	3.7	4.88	14	72.15	19:40	2.8	3.69	12	31.27
03:50	0.6	0.79	10	0.31	11:50	3.9	5.15	13	84.49	19:50	2.9	3.83	12	34.74
04:00	0.4	0.53	11	0.09	12:00	3.6	4.75	14	66.46	20:00	3	3.96	12	38.46
04:10	0.4	0.53	11	0.09	12:10	3.5	4.62	14	61.07	20:10	2.9	3.83	12	34.74
04:20	0.4	0.53	11	0.09	12:20	3.3	4.35	14	51.19	20:20	2.4	3.17	12	19.69
04:30	0.5	0.66	11	0.18	12:30	3.5	4.62	15	61.07	20:30	2.1	2.77	12	13.19
04:40	0.4	0.53	11	0.09	12:40	4.7	6.20	14	147.88	20:40	2.3	3.03	12	17.33
04:50	0.4	0.53	10	0.09	12:50	4.7	6.20	14	147.88	20:50	1.9	2.51	12	9.77
05:00	0.4	0.53	9	0.09	13:00	4.7	6.20	13	147.88	21:00	2.3	3.03	12	17.33
05:10	0.4	0.53	9	0.09	13:10	4.8	6.33	13	157.53	21:10	1.7	2.24	11	7.00
05:20	0.4	0.53	9	0.09	13:20	4.9	6.47	13	167.58	21:20	1.8	2.38	12	8.31
05:30	0.4	0.53	9	0.09	13:30	5.1	6.73	14	188.95	21:30	1.8	2.38	12	8.31
05:40	0.4	0.53	10	0.09	13:40	4.6	6.07	16	138.64	21:40	2.4	3.17	12	19.69
05:50	0.4	0.53	357	0.09	13:50	4.8	6.33	14	157.53	21:50	2	2.64	12	11.40
06:00	0.8	1.06	56	0.73	14:00	4.8	6.33	14	157.53	22:00	2.1	2.77	12	13.19
06:10	0.5	0.66	50	0.18	14:10	5	6.60	14	178.05	22:10	1.6	2.11	12	5.83
06:20	0.5	0.66	51	0.18	14:20	4.8	6.33	14	157.53	22:20	1.5	1.98	12	4.81
06:30	0.5	0.66	51	0.18	14:30	4.5	5.94	14	129.80	22:30	1.9	2.51	12	9.77
06:40	0.4	0.53	50	0.09	14:40	4.7	6.20	14	147.88	22:40	1.6	2.11	11	5.83
06:50	0.4	0.53	49	0.09	14:50	5.4	7.13	14	224.29	22:50	1.2	1.58	11	2.46
07:00	0.4	0.53	49	0.09	15:00	5.5	7.26	15	236.98	23:00	0.8	1.06	11	0.73
07:10	0.4	0.53	50	0.09	15:10	5.7	7.52	13	263.79	23:10	0.9	1.19	11	1.04
07:20	0.5	0.66	13	0.18	15:20	5.6	7.39	13	250.14	23:20	0.4	0.53	10	0.09
07:30	0.4	0.53	12	0.09	15:30	5.1	6.73	13	188.95	23:30	0.4	0.53	12	0.09
07:40	0.4	0.53	12	0.09	15:40	5.3	6.99	13	212.06	23:40	0.4	0.53	11	0.09
07:50	0.6	0.79	13	0.31	15:50	4.9	6.47	13	167.58	23:50	0.4	0.53	10	0.09

27Mar	V 15m	V 30m	D°	P/A	27Mar	V 15m	V 30m	D°	P/A	27Mar	V 15m	V 30m	D°	P/A
00:00	0.4	0.53	10	0.09	08:00	0.4	0.53	11	0.09	16:00	4.5	5.94	13	129.80
00:10	0.6	0.79	10	0.31	08:10	0.6	0.79	11	0.31	16:10	4.7	6.20	13	147.88
00:20	0.8	1.06	10	0.73	08:20	0.6	0.79	11	0.31	16:20	4.2	5.54	13	105.53
00:30	0.4	0.53	10	0.09	08:30	0.8	1.06	11	0.73	16:30	4.3	5.67	13	113.25
00:40	0.4	0.53	16	0.09	08:40	1.2	1.58	12	2.46	16:40	4.4	5.81	13	121.33
00:50	0.4	0.53	12	0.09	08:50	1.8	2.38	12	8.31	16:50	4.3	5.67	13	113.25
01:00	0.4	0.53	12	0.09	09:00	1.8	2.38	12	8.31	17:00	4.5	5.94	14	129.80
01:10	0.7	0.92	11	0.49	09:10	2.1	2.77	13	13.19	17:10	4	5.28	13	91.16
01:20	0.8	1.06	10	0.73	09:20	2.3	3.03	13	17.33	17:20	4.1	5.41	14	98.17
01:30	1.4	1.85	11	3.91	09:30	2.1	2.77	13	13.19	17:30	4	5.28	14	91.16
01:40	1.5	1.98	11	4.81	09:40	2.2	2.90	13	15.17	17:40	4.4	5.81	13	121.33
01:50	1.4	1.85	11	3.91	09:50	2.3	3.03	16	17.33	17:50	4.6	6.07	13	138.64
02:00	1.3	1.72	11	3.13	10:00	2.3	3.03	16	17.33	18:00	4.2	5.54	13	105.53
02:10	1.3	1.72	11	3.13	10:10	2.3	3.03	18	17.33	18:10	3.9	5.15	13	84.49
02:20	1.3	1.72	11	3.13	10:20	2.8	3.69	15	31.27	18:20	3.6	4.75	13	66.46
02:30	1.5	1.98	11	4.81	10:30	2.6	3.43	17	25.04	18:30	3.9	5.15	13	84.49
02:40	1.7	2.24	11	7.00	10:40	2.3	3.03	15	17.33	18:40	3.4	4.49	12	55.98
02:50	1.4	1.85	10	3.91	10:50	2.3	3.03	16	17.33	18:50	3.4	4.49	13	55.98
03:00	1.1	1.45	11	1.90	11:00	2.6	3.43	22	25.04	19:00	3.6	4.75	13	66.46
03:10	1.2	1.58	11	2.46	11:10	2.7	3.56	15	28.04	19:10	3.5	4.62	13	61.07
03:20	1.3	1.72	11	3.13	11:20	3.1	4.09	17	42.43	19:20	3.6	4.75	12	66.46
03:30	1.3	1.72	11	3.13	11:30	3.4	4.49	15	55.98	19:30	3.6	4.75	12	66.46
03:40	1.2	1.58	11	2.46	11:40	2.9	3.83	18	34.74	19:40	3.6	4.75	12	66.46
03:50	1.1	1.45	11	1.90	11:50	3.8	5.01	16	78.16	19:50	3.5	4.62	12	61.07
04:00	1.2	1.58	11	2.46	12:00	4	5.28	14	91.16	20:00	3.7	4.88	12	72.15
04:10	1.5	1.98	11	4.81	12:10	4.2	5.54	14	105.53	20:10	3.2	4.22	12	46.67
04:20	1.8	2.38	11	8.31	12:20	4.5	5.94	14	129.80	20:20	2.7	3.56	13	28.04
04:30	1.7	2.24	11	7.00	12:30	4.3	5.67	14	113.25	20:30	2.8	3.69	12	31.27
04:40	1.8	2.38	11	8.31	12:40	4.8	6.33	14	157.53	20:40	2.5	3.30	12	22.26
04:50	1.7	2.24	11	7.00	12:50	4.1	5.41	14	98.17	20:50	2.6	3.43	12	25.04
05:00	1.6	2.11	11	5.83	13:00	4.8	6.33	14	157.53	21:00	2.5	3.30	13	22.26
05:10	1.7	2.24	12	7.00	13:10	4.8	6.33	14	157.53	21:10	2.8	3.69	12	31.27
05:20	1.9	2.51	10	9.77	13:20	5	6.60	14	178.05	21:20	2.6	3.43	12	25.04
05:30	2	2.64	13	11.40	13:30	5.3	6.99	13	212.06	21:30	2.9	3.83	12	34.74
05:40	1.6	2.11	11	5.83	13:40	4.6	6.07	14	138.64	21:40	3.5	4.62	12	61.07
05:50	1.7	2.24	13	7.00	13:50	4.9	6.47	15	167.58	21:50	3.2	4.22	12	46.67
06:00	1.6	2.11	10	5.83	14:00	4.7	6.20	14	147.88	22:00	3.3	4.35	12	51.19
06:10	1.5	1.98	10	4.81	14:10	4.6	6.07	13	138.64	22:10	3.4	4.49	12	55.98
06:20	1.4	1.85	12	3.91	14:20	4.4	5.81	13	121.33	22:20	3.3	4.35	12	51.19
06:30	1	1.32	10	1.42	14:30	4.1	5.41	13	98.17	22:30	3.3	4.35	12	51.19
06:40	0.8	1.06	9	0.73	14:40	4.2	5.54	13	105.53	22:40	3.1	4.09	12	42.43
06:50	0.4	0.53	9	0.09	14:50	3.9	5.15	13	84.49	22:50	3.4	4.49	12	55.98
07:00	0.4	0.53	9	0.09	15:00	3.4	4.49	14	55.98	23:00	3.2	4.22	12	46.67
07:10	0.4	0.53	9	0.09	15:10	4.1	5.41	14	98.17	23:10	3.2	4.22	12	46.67
07:20	0.4	0.53	9	0.09	15:20	4.8	6.33	14	157.53	23:20	3.2	4.22	12	46.67
07:30	0.4	0.53	9	0.09	15:30	4	5.28	14	91.16	23:30	2.5	3.30	12	22.26
07:40	0.4	0.53	9	0.09	15:40	4.1	5.41	13	98.17	23:40	3.1	4.09	12	42.43
07:50	0.4	0.53	10	0.09	15:50	4.1	5.41	13	98.17	23:50	2.7	3.56	12	28.04

28Mar	V 15m	V 30m	D°	P/A	28Mar	V 15m	V 30m	D°	P/A	28Mar	V 15m	V 30m	D°	P/A
00:00	2.3	3.03	12	17.33	08:00	0.5	0.66	12	0.18	16:00	4.6	6.07	14	138.64
00:10	3	3.96	12	38.46	08:10	0.4	0.53	11	0.09	16:10	4.6	6.07	14	138.64
00:20	2.6	3.43	12	25.04	08:20	0.9	1.19	13	1.04	16:20	5.1	6.73	13	188.95
00:30	2.7	3.56	12	28.04	08:30	0.5	0.66	12	0.18	16:30	4.8	6.33	13	157.53
00:40	2.3	3.03	12	17.33	08:40	0.4	0.53	12	0.09	16:40	5.1	6.73	14	188.95
00:50	2.6	3.43	12	25.04	08:50	0.4	0.53	11	0.09	16:50	4.5	5.94	13	129.80
01:00	2.7	3.56	13	28.04	09:00	0.7	0.92	15	0.49	17:00	5.2	6.86	13	200.28
01:10	2.9	3.83	12	34.74	09:10	0.6	0.79	16	0.31	17:10	4.6	6.07	14	138.64
01:20	2.5	3.30	13	22.26	09:20	0.7	0.92	15	0.49	17:20	5	6.60	13	178.05
01:30	2.1	2.77	13	13.19	09:30	1.3	1.72	12	3.13	17:30	4.8	6.33	13	157.53
01:40	2.2	2.90	12	15.17	09:40	0.9	1.19	12	1.04	17:40	4.5	5.94	14	129.80
01:50	2.2	2.90	12	15.17	09:50	0.5	0.66	12	0.18	17:50	4.1	5.41	14	98.17
02:00	1.8	2.38	12	8.31	10:00	1.5	1.98	13	4.81	18:00	4.6	6.07	14	138.64
02:10	2.7	3.56	12	28.04	10:10	2	2.64	14	11.40	18:10	4.4	5.81	13	121.33
02:20	2.2	2.90	12	15.17	10:20	1.3	1.72	16	3.13	18:20	4.1	5.41	13	98.17
02:30	2.6	3.43	12	25.04	10:30	1.6	2.11	14	5.83	18:30	4.7	6.20	13	147.88
02:40	2.1	2.77	12	13.19	10:40	1.7	2.24	13	7.00	18:40	4.5	5.94	13	129.80
02:50	2.7	3.56	12	28.04	10:50	2.3	3.03	14	17.33	18:50	4.2	5.54	13	105.53
03:00	2.3	3.03	12	17.33	11:00	2.3	3.03	12	17.33	19:00	4.1	5.41	12	98.17
03:10	2.3	3.03	12	17.33	11:10	2.3	3.03	13	17.33	19:10	4	5.28	13	91.16
03:20	2.5	3.30	12	22.26	11:20	2.8	3.69	14	31.27	19:20	3.9	5.15	13	84.49
03:30	1.7	2.24	12	7.00	11:30	2.8	3.69	13	31.27	19:30	4	5.28	13	91.16
03:40	1.5	1.98	13	4.81	11:40	2.9	3.83	14	34.74	19:40	4.2	5.54	13	105.53
03:50	1.8	2.38	12	8.31	11:50	3.2	4.22	14	46.67	19:50	3.6	4.75	12	66.46
04:00	1.4	1.85	12	3.91	12:00	3.3	4.35	13	51.19	20:00	3.9	5.15	13	84.49
04:10	1.1	1.45	12	1.90	12:10	3.3	4.35	14	51.19	20:10	3.4	4.49	12	55.98
04:20	1.4	1.85	13	3.91	12:20	3.2	4.22	14	46.67	20:20	3.8	5.01	12	78.16
04:30	1.4	1.85	12	3.91	12:30	3.7	4.88	13	72.15	20:30	3.8	5.01	12	78.16
04:40	1.9	2.51	12	9.77	12:40	3.7	4.88	13	72.15	20:40	3.6	4.75	12	66.46
04:50	1.5	1.98	13	4.81	12:50	3.9	5.15	13	84.49	20:50	3.9	5.15	13	84.49
05:00	1.7	2.24	12	7.00	13:00	3.5	4.62	14	61.07	21:00	4.1	5.41	12	98.17
05:10	1.2	1.58	12	2.46	13:10	3.5	4.62	13	61.07	21:10	4	5.28	13	91.16
05:20	1	1.32	12	1.42	13:20	3.4	4.49	13	55.98	21:20	3.7	4.88	12	72.15
05:30	1.1	1.45	12	1.90	13:30	3.1	4.09	14	42.43	21:30	4.2	5.54	12	105.53
05:40	1.3	1.72	11	3.13	13:40	4	5.28	14	91.16	21:40	3.2	4.22	13	46.67
05:50	1.3	1.72	12	3.13	13:50	3.6	4.75	14	66.46	21:50	3.4	4.49	13	55.98
06:00	1.1	1.45	12	1.90	14:00	3.6	4.75	14	66.46	22:00	3	3.96	12	38.46
06:10	1	1.32	12	1.42	14:10	3.3	4.35	15	51.19	22:10	3.5	4.62	12	61.07
06:20	0.4	0.53	11	0.09	14:20	3.7	4.88	15	72.15	22:20	2.8	3.69	12	31.27
06:30	0.4	0.53	11	0.09	14:30	3.5	4.62	15	61.07	22:30	3.8	5.01	12	78.16
06:40	0.5	0.66	12	0.18	14:40	3.9	5.15	15	84.49	22:40	3.6	4.75	12	66.46
06:50	0.6	0.79	13	0.31	14:50	3.8	5.01	16	78.16	22:50	3.5	4.62	12	61.07
07:00	0.4	0.53	11	0.09	15:00	3.9	5.15	14	84.49	23:00	3.3	4.35	12	51.19
07:10	0.7	0.92	12	0.49	15:10	3.8	5.01	15	78.16	23:10	3	3.96	12	38.46
07:20	0.5	0.66	12	0.18	15:20	4.3	5.67	14	113.25	23:20	2.6	3.43	12	25.04
07:30	0.4	0.53	11	0.09	15:30	4.5	5.94	15	129.80	23:30	3.3	4.35	12	51.19
07:40	0.4	0.53	11	0.09	15:40	4.4	5.81	15	121.33	23:40	3.4	4.49	12	55.98
07:50	0.7	0.92	12	0.49	15:50	4.3	5.67	14	113.25	23:50	3.2	4.22	12	46.67

29Mar	V 15m	V 30m	D°	P/A	29Mar	V 15m	V 30m	D°	P/A	29Mar	V 15m	V 30m	D°	P/A
00:00	3.2	4.22	12	46.67	08:00	2.1	2.77	12	13.19	16:00	4.7	6.20	14	147.88
00:10	3.6	4.75	12	66.46	08:10	2.7	3.56	12	28.04	16:10	4.4	5.81	14	121.33
00:20	3.4	4.49	12	55.98	08:20	2.6	3.43	12	25.04	16:20	4	5.28	13	91.16
00:30	3.4	4.49	12	55.98	08:30	3.1	4.09	13	42.43	16:30	4.7	6.20	13	147.88
00:40	3.2	4.22	12	46.67	08:40	2.9	3.83	12	34.74	16:40	4	5.28	13	91.16
00:50	3.2	4.22	12	46.67	08:50	2.6	3.43	13	25.04	16:50	4.3	5.67	13	113.25
01:00	3	3.96	12	38.46	09:00	2.1	2.77	13	13.19	17:00	3.9	5.15	13	84.49
01:10	2.3	3.03	12	17.33	09:10	2.1	2.77	12	13.19	17:10	4.1	5.41	13	98.17
01:20	2.7	3.56	12	28.04	09:20	2.1	2.77	12	13.19	17:20	4.5	5.94	13	129.80
01:30	3.2	4.22	12	46.67	09:30	1.5	1.98	12	4.81	17:30	4.5	5.94	13	129.80
01:40	2.7	3.56	13	28.04	09:40	2.1	2.77	14	13.19	17:40	3.6	4.75	13	66.46
01:50	2.7	3.56	12	28.04	09:50	2.4	3.17	12	19.69	17:50	4.3	5.67	13	113.25
02:00	2.7	3.56	12	28.04	10:00	2.5	3.30	13	22.26	18:00	4.7	6.20	13	147.88
02:10	3	3.96	13	38.46	10:10	3.2	4.22	13	46.67	18:10	4.4	5.81	13	121.33
02:20	2.6	3.43	13	25.04	10:20	3.4	4.49	13	55.98	18:20	4.8	6.33	13	157.53
02:30	1.9	2.51	12	9.77	10:30	3.3	4.35	13	51.19	18:30	4.6	6.07	12	138.64
02:40	2	2.64	13	11.40	10:40	3.4	4.49	13	55.98	18:40	4.2	5.54	13	105.53
02:50	1.7	2.24	12	7.00	10:50	4.2	5.54	14	105.53	18:50	3.9	5.15	12	84.49
03:00	1.4	1.85	13	3.91	11:00	4.5	5.94	13	129.80	19:00	4.2	5.54	12	105.53
03:10	2.3	3.03	12	17.33	11:10	4.4	5.81	14	121.33	19:10	3.9	5.15	13	84.49
03:20	3	3.96	12	38.46	11:20	4.3	5.67	13	113.25	19:20	3.9	5.15	12	84.49
03:30	2.4	3.17	13	19.69	11:30	4.4	5.81	14	121.33	19:30	3.7	4.88	12	72.15
03:40	2.4	3.17	12	19.69	11:40	4.4	5.81	13	121.33	19:40	4.2	5.54	13	105.53
03:50	2.3	3.03	13	17.33	11:50	4.3	5.67	13	113.25	19:50	3.9	5.15	12	84.49
04:00	2.3	3.03	12	17.33	12:00	3.9	5.15	13	84.49	20:00	3.7	4.88	12	72.15
04:10	2.1	2.77	12	13.19	12:10	4.2	5.54	14	105.53	20:10	4.5	5.94	12	129.80
04:20	2	2.64	12	11.40	12:20	4	5.28	15	91.16	20:20	4	5.28	12	91.16
04:30	2.1	2.77	12	13.19	12:30	4	5.28	14	91.16	20:30	3.9	5.15	12	84.49
04:40	2.1	2.77	12	13.19	12:40	3.9	5.15	13	84.49	20:40	4.1	5.41	12	98.17
04:50	2	2.64	12	11.40	12:50	3.8	5.01	14	78.16	20:50	4.1	5.41	12	98.17
05:00	2.3	3.03	13	17.33	13:00	4.3	5.67	14	113.25	21:00	4.3	5.67	12	113.25
05:10	2.6	3.43	12	25.04	13:10	4.4	5.81	14	121.33	21:10	4.5	5.94	12	129.80
05:20	3	3.96	13	38.46	13:20	4.3	5.67	14	113.25	21:20	4.2	5.54	12	105.53
05:30	3.1	4.09	13	42.43	13:30	4.6	6.07	15	138.64	21:30	3.8	5.01	13	78.16
05:40	2.8	3.69	12	31.27	13:40	4.6	6.07	14	138.64	21:40	2.9	3.83	12	34.74
05:50	2.3	3.03	12	17.33	13:50	4.4	5.81	13	121.33	21:50	3.1	4.09	12	42.43
06:00	2.8	3.69	12	31.27	14:00	4.3	5.67	14	113.25	22:00	3.1	4.09	12	42.43
06:10	2.1	2.77	12	13.19	14:10	4	5.28	14	91.16	22:10	3.7	4.88	12	72.15
06:20	2	2.64	12	11.40	14:20	4.1	5.41	14	98.17	22:20	4.6	6.07	12	138.64
06:30	1.7	2.24	12	7.00	14:30	3.9	5.15	13	84.49	22:30	3.8	5.01	12	78.16
06:40	2.4	3.17	12	19.69	14:40	4.4	5.81	14	121.33	22:40	4.2	5.54	12	105.53
06:50	2.2	2.90	12	15.17	14:50	4.5	5.94	13	129.80	22:50	4.1	5.41	12	98.17
07:00	2	2.64	12	11.40	15:00	4.2	5.54	15	105.53	23:00	4.3	5.67	12	113.25
07:10	2.2	2.90	12	15.17	15:10	4.3	5.67	15	113.25	23:10	3.6	4.75	12	66.46
07:20	2.6	3.43	12	25.04	15:20	4.2	5.54	14	105.53	23:20	3.8	5.01	12	78.16
07:30	2.1	2.77	12	13.19	15:30	3.3	4.35	14	51.19	23:30	3.6	4.75	12	66.46
07:40	2.7	3.56	12	28.04	15:40	4.1	5.41	13	98.17	23:40	4	5.28	12	91.16
07:50	2.8	3.69	12	31.27	15:50	3.7	4.88	13	72.15	23:50	3.6	4.75	12	66.46

30Mar	V 15m	V 30m	D°	P/A	30Mar	V 15m	V 30m	D°	P/A	30Mar	V 15m	V 30m	D°	P/A
00:00	4.2	5.54	12	105.53	08:00	0.5	0.66	10	0.18	16:00	5.8	7.65	14	277.91
00:10	3.6	4.75	12	66.46	08:10	0.4	0.53	9	0.09	16:10	6	7.92	13	307.67
00:20	3.8	5.01	12	78.16	08:20	0.4	0.53	9	0.09	16:20	6.1	8.05	14	323.31
00:30	3.4	4.49	12	55.98	08:30	0.4	0.53	10	0.09	16:30	5.4	7.13	14	224.29
00:40	3.5	4.62	12	61.07	08:40	0.4	0.53	13	0.09	16:40	4.9	6.47	13	167.58
00:50	3.8	5.01	12	78.16	08:50	1.3	1.72	13	3.13	16:50	5.2	6.86	14	200.28
01:00	3.6	4.75	12	66.46	09:00	1.8	2.38	14	8.31	17:00	5.2	6.86	13	200.28
01:10	4	5.28	12	91.16	09:10	1.7	2.24	13	7.00	17:10	5.4	7.13	13	224.29
01:20	3.6	4.75	12	66.46	09:20	1.6	2.11	13	5.83	17:20	5	6.60	13	178.05
01:30	3.4	4.49	12	55.98	09:30	1.9	2.51	14	9.77	17:30	5.2	6.86	13	200.28
01:40	3.5	4.62	12	61.07	09:40	2	2.64	13	11.40	17:40	5.1	6.73	13	188.95
01:50	3.6	4.75	12	66.46	09:50	2.1	2.77	14	13.19	17:50	4.9	6.47	13	167.58
02:00	3.6	4.75	12	66.46	10:00	2	2.64	13	11.40	18:00	5	6.60	13	178.05
02:10	3.9	5.15	12	84.49	10:10	2.9	3.83	14	34.74	18:10	4.3	5.67	13	113.25
02:20	3.4	4.49	12	55.98	10:20	2.9	3.83	14	34.74	18:20	4.6	6.07	13	138.64
02:30	3.9	5.15	12	84.49	10:30	3.1	4.09	14	42.43	18:30	4.9	6.47	13	167.58
02:40	2.9	3.83	12	34.74	10:40	2.5	3.30	14	22.26	18:40	4.4	5.81	12	121.33
02:50	3.4	4.49	12	55.98	10:50	2.7	3.56	13	28.04	18:50	4.3	5.67	13	113.25
03:00	3.5	4.62	12	61.07	11:00	3.2	4.22	13	46.67	19:00	4.7	6.20	12	147.88
03:10	3.5	4.62	12	61.07	11:10	3.1	4.09	14	42.43	19:10	4.9	6.47	13	167.58
03:20	3.7	4.88	12	72.15	11:20	3.7	4.88	14	72.15	19:20	4.7	6.20	12	147.88
03:30	3	3.96	12	38.46	11:30	3.7	4.88	14	72.15	19:30	4.9	6.47	13	167.58
03:40	2.9	3.83	12	34.74	11:40	4.7	6.20	15	147.88	19:40	5.1	6.73	12	188.95
03:50	2.9	3.83	12	34.74	11:50	4.7	6.20	14	147.88	19:50	4.1	5.41	12	98.17
04:00	2.9	3.83	12	34.74	12:00	4.8	6.33	14	157.53	20:00	4.1	5.41	12	98.17
04:10	2.8	3.69	12	31.27	12:10	4.7	6.20	15	147.88	20:10	4.9	6.47	12	167.58
04:20	2.4	3.17	12	19.69	12:20	4.9	6.47	15	167.58	20:20	4.2	5.54	12	105.53
04:30	2.1	2.77	12	13.19	12:30	5.2	6.86	14	200.28	20:30	4.6	6.07	13	138.64
04:40	1.3	1.72	11	3.13	12:40	5.9	7.79	14	292.54	20:40	5.3	6.99	13	212.06
04:50	0.4	0.53	11	0.09	12:50	5.9	7.79	14	292.54	20:50	4.8	6.33	13	157.53
05:00	0.4	0.53	11	0.09	13:00	5.5	7.26	14	236.98	21:00	5	6.60	13	178.05
05:10	0.4	0.53	11	0.09	13:10	6.6	8.71	14	409.51	21:10	5.2	6.86	13	200.28
05:20	0.7	0.92	10	0.49	13:20	6.8	8.97	14	447.87	21:20	5	6.60	13	178.05
05:30	0.5	0.66	10	0.18	13:30	6.3	8.31	13	356.16	21:30	5.1	6.73	13	188.95
05:40	1	1.32	10	1.42	13:40	6.4	8.44	13	373.39	21:40	5.2	6.86	13	200.28
05:50	1.3	1.72	10	3.13	13:50	6.3	8.31	14	356.16	21:50	5.6	7.39	12	250.14
06:00	1.3	1.72	11	3.13	14:00	6.5	8.58	14	391.17	22:00	5	6.60	12	178.05
06:10	1.1	1.45	10	1.90	14:10	5.9	7.79	13	292.54	22:10	4.1	5.41	12	98.17
06:20	1.2	1.58	10	2.46	14:20	6.1	8.05	14	323.31	22:20	3.9	5.15	13	84.49
06:30	1.1	1.45	11	1.90	14:30	6.6	8.71	14	409.51	22:30	3.7	4.88	12	72.15
06:40	0.7	0.92	10	0.49	14:40	6.1	8.05	14	323.31	22:40	4	5.28	12	91.16
06:50	1	1.32	11	1.42	14:50	6.4	8.44	14	373.39	22:50	3.7	4.88	13	72.15
07:00	0.8	1.06	10	0.73	15:00	6.4	8.44	13	373.39	23:00	3.5	4.62	12	61.07
07:10	0.9	1.19	11	1.04	15:10	6.1	8.05	14	323.31	23:10	3.5	4.62	12	61.07
07:20	1	1.32	11	1.42	15:20	6.3	8.31	14	356.16	23:20	3.4	4.49	12	55.98
07:30	0.9	1.19	11	1.04	15:30	5.6	7.39	13	250.14	23:30	3.5	4.62	12	61.07
07:40	0.5	0.66	11	0.18	15:40	5.9	7.79	13	292.54	23:40	3.5	4.62	13	61.07
07:50	0.6	0.79	11	0.31	15:50	6	7.92	13	307.67	23:50	3.6	4.75	12	66.46

31Mar	V 15m	V 30m	D°	P/A	31Mar	V 15m	V 30m	D°	P/A	31Mar	V 15m	V 30m	D°	P/A
00:00	3.3	4.35	12	51.19	08:00	1.7	2.24	12	7.00	16:00	6.4	8.44	14	373.39
00:10	2.8	3.69	12	31.27	08:10	1.1	1.45	12	1.90	16:10	6.9	9.10	13	467.92
00:20	3	3.96	12	38.46	08:20	0.8	1.06	13	0.73	16:20	6.9	9.10	14	467.92
00:30	2.5	3.30	12	22.26	08:30	0.7	0.92	11	0.49	16:30	6.9	9.10	13	467.92
00:40	2.4	3.17	12	19.69	08:40	0.8	1.06	12	0.73	16:40	6.5	8.58	13	391.17
00:50	2.6	3.43	12	25.04	08:50	0.6	0.79	11	0.31	16:50	6.2	8.18	13	339.47
01:00	2.1	2.77	12	13.19	09:00	0.7	0.92	11	0.49	17:00	6.4	8.44	13	373.39
01:10	1.8	2.38	12	8.31	09:10	0.8	1.06	11	0.73	17:10	6	7.92	13	307.67
01:20	1.7	2.24	12	7.00	09:20	1.3	1.72	12	3.13	17:20	6.1	8.05	13	323.31
01:30	1.2	1.58	11	2.46	09:30	1.6	2.11	12	5.83	17:30	6	7.92	13	307.67
01:40	0.9	1.19	11	1.04	09:40	1.7	2.24	13	7.00	17:40	4.6	6.07	13	138.64
01:50	1.3	1.72	11	3.13	09:50	1.6	2.11	12	5.83	17:50	5	6.60	13	178.05
02:00	1.1	1.45	11	1.90	10:00	0.7	0.92	13	0.49	18:00	5.2	6.86	13	200.28
02:10	1.1	1.45	11	1.90	10:10	1.6	2.11	14	5.83	18:10	4.7	6.20	13	147.88
02:20	1.2	1.58	11	2.46	10:20	2	2.64	13	11.40	18:20	4.5	5.94	12	129.80
02:30	1.6	2.11	11	5.83	10:30	2.4	3.17	13	19.69	18:30	5	6.60	12	178.05
02:40	2.4	3.17	12	19.69	10:40	2.2	2.90	14	15.17	18:40	4.8	6.33	12	157.53
02:50	1.7	2.24	11	7.00	10:50	2.3	3.03	14	17.33	18:50	4.5	5.94	12	129.80
03:00	2.1	2.77	12	13.19	11:00	2.3	3.03	15	17.33	19:00	4.8	6.33	12	157.53
03:10	2.1	2.77	13	13.19	11:10	3	3.96	15	38.46	19:10	4.5	5.94	13	129.80
03:20	2.2	2.90	14	15.17	11:20	2.4	3.17	13	19.69	19:20	4.8	6.33	13	157.53
03:30	2	2.64	13	11.40	11:30	3.5	4.62	15	61.07	19:30	5	6.60	12	178.05
03:40	1.7	2.24	13	7.00	11:40	3.8	5.01	15	78.16	19:40	4.7	6.20	13	147.88
03:50	1.1	1.45	12	1.90	11:50	4.3	5.67	14	113.25	19:50	5.1	6.73	13	188.95
04:00	1.5	1.98	13	4.81	12:00	4.5	5.94	15	129.80	20:00	5.6	7.39	13	250.14
04:10	1.8	2.38	13	8.31	12:10	4.5	5.94	14	129.80	20:10	4.7	6.20	13	147.88
04:20	1.6	2.11	13	5.83	12:20	5.4	7.13	15	224.29	20:20	4.4	5.81	12	121.33
04:30	1.5	1.98	12	4.81	12:30	5.3	6.99	14	212.06	20:30	4.8	6.33	13	157.53
04:40	1.7	2.24	12	7.00	12:40	5.1	6.73	14	188.95	20:40	4.2	5.54	12	105.53
04:50	2.1	2.77	13	13.19	12:50	6.1	8.05	14	323.31	20:50	4.1	5.41	13	98.17
05:00	2.1	2.77	14	13.19	13:00	6	7.92	14	307.67	21:00	3.8	5.01	12	78.16
05:10	2	2.64	13	11.40	13:10	5.5	7.26	15	236.98	21:10	3.8	5.01	12	78.16
05:20	1.7	2.24	13	7.00	13:20	5.7	7.52	14	263.79	21:20	3.8	5.01	13	78.16
05:30	1.8	2.38	13	8.31	13:30	5.7	7.52	14	263.79	21:30	3.8	5.01	12	78.16
05:40	2	2.64	13	11.40	13:40	5.7	7.52	14	263.79	21:40	3.4	4.49	12	55.98
05:50	2	2.64	12	11.40	13:50	5.6	7.39	14	250.14	21:50	4	5.28	13	91.16
06:00	2.3	3.03	13	17.33	14:00	6	7.92	14	307.67	22:00	3.9	5.15	12	84.49
06:10	2	2.64	12	11.40	14:10	5.9	7.79	14	292.54	22:10	3.5	4.62	12	61.07
06:20	2.3	3.03	13	17.33	14:20	5.6	7.39	15	250.14	22:20	3.2	4.22	12	46.67
06:30	2.8	3.69	12	31.27	14:30	6.4	8.44	14	373.39	22:30	2.9	3.83	12	34.74
06:40	2	2.64	12	11.40	14:40	6	7.92	14	307.67	22:40	2.8	3.69	12	31.27
06:50	1.9	2.51	12	9.77	14:50	6.5	8.58	14	391.17	22:50	2.5	3.30	12	22.26
07:00	2.1	2.77	12	13.19	15:00	5.9	7.79	13	292.54	23:00	2.7	3.56	12	28.04
07:10	2	2.64	12	11.40	15:10	6.9	9.10	14	467.92	23:10	2.3	3.03	12	17.33
07:20	2.3	3.03	12	17.33	15:20	6.5	8.58	14	391.17	23:20	1.6	2.11	11	5.83
07:30	2.3	3.03	12	17.33	15:30	6.1	8.05	14	323.31	23:30	1.6	2.11	12	5.83
07:40	2.2	2.90	12	15.17	15:40	6.8	8.97	14	447.87	23:40	2.1	2.77	12	13.19
07:50	2.3	3.03	12	17.33	15:50	6.2	8.18	13	339.47	23:50	2.4	3.17	12	19.69

10.4. Anexo IV: Semoviente

Anexo 24: Listado de Semovientes

Nota: Fuente: Autor

Bien	Serie/ Identificación	Nombre	Marca/ Raza/ Otros	Edad	Peso (kg)	N° de Arete
BOVINO O VACUNO/VACA	ARETE 3233	ADORACION	SUECO ROJO X BROWN SWISS X HOLSTEIN FRIESIAN	1	410	809
BOVINO O VACUNO/VACA	ARETE 2890	ADELA	HOLSTEIN FRIESIAN X SUECO ROJO X BROWN SWISS X JERSEY	1	460	971
BOVINO O VACUNO/VACA	ARETE 5093	ADRIANA	HOLSTEIN FRIESIAN	1	450	5093
BOVINO O VACUNO/VACA	ARETE 3103	AGRACIADA	HOLSTEIN FRIESIAN X BROWN SWISS X SUECO ROJO	1	450	507
BOVINO O VACUNO/VACA	ARETE 2836	AISHA	HOLSTEIN FRIESIAN	1	450	858
BOVINO O VACUNO/VACA	ARETE 3173	ALFREDA	HOLSTEIN FRIESIAN	1	430	697
BOVINO O VACUNO/VACA	ARETE 1513	ALIS	SUECO ROJO X HOLSTEIN FRIESIAN X BROWN SWISS	4	420	284
BOVINO O VACUNO/VACA	ARETE 7909	ALMEJA	HOLSTEIN FRIESIAN	1	460	7909
BOVINO O VACUNO/VACA	ARETE 3169	ALMIRA	HOLSTEIN FRIESIAN	1	440	690
BOVINO O VACUNO/VACA	ARETE 2893	ALTA	HOLSTEIN FRIESIAN X BROWN SWISS	1	440	977
BOVINO O VACUNO/VACA	ARETE 2848	ALTAGRACIA	HOLSTEIN FRIESIAN X JERSEY	1	400	879
BOVINO O VACUNO/VACA	ARETE 5122	AMALIA	HOLSTEIN FRIESIAN X SUECO ROJO X BROWN SWISS X JERSEY	1	450	5122
BOVINO O VACUNO/VACA	ARETE 9833	AMARILIS	HOLSTEIN FRIESIAN	2	440	446
BOVINO O VACUNO/VACA	ARETE 7903	AMAYA	HOLSTEIN FRIESIAN X BROWN SWISS	1	400	7903
BOVINO O VACUNO/VACA	ARETE 2865	AMELIA	HOLSTEIN FRIESIAN X BROWN SWISS	1	450	911
BOVINO O VACUNO/VACA	ARETE 7910	ANALUISA	HOLSTEIN FRIESIAN	1	480	7910
BOVINO O VACUNO/VACA	ARETE 9818	ANDALUZ -1	HOLSTEIN FRIESIAN	2	450	431
BOVINO O VACUNO/VACA	ARETE 2892	ANGELICA	HOLSTEIN FRIESIAN	1	420	974
BOVINO O VACUNO/VACA	ARETE 2196	ANGELITA	HOLSTEIN FRIESIAN	4	460	351
BOVINO O VACUNO/VACA	ARETE 1469	ANITA	BROWN SWISS	5	420	231
BOVINO O VACUNO/VACA	ARETE 1584	ANITA-1	HOLSTEIN FRIESIAN X BROWN SWISS	4	430	332
BOVINO O VACUNO/VACA	ARETE 9780	ANREA	HOLSTEIN FRIESIAN X JERSEY	3	440	403
BOVINO O VACUNO/VACA	ARETE 2826	ANTONIA	HOLSTEIN FRIESIAN X BROWN SWISS X SUECO ROJO	1	430	844
BOVINO O VACUNO/VACA	ARETE 2846	ANTONIA-1	HOLSTEIN FRIESIAN	1	420	876
BOVINO O VACUNO/VACA	ARETE 2850	ATANACIA	BROWN SWISS	1	440	883
BOVINO O VACUNO/VACA	ARETE 2853	AUDY	HOLSTEIN FRIESIAN	1	450	887

BOVINO O VACUNO/VACA	ARETE 7902	AZUL	HOLSTEIN FRIESIAN X BROWN SWISS	1	470	7902
BOVINO O VACUNO/VACA	ARETE 7904	BACHITA	HOLSTEIN FRIESIAN	1	440	7904
BOVINO O VACUNO/VACA	ARETE 2893	BALENTINA	HOLSTEIN FRIESIAN X BROWN SWISS	1	410	975
BOVINO O VACUNO/VACA	ARETE 2884	BALERIA	HOLSTEIN FRIESIAN	1	420	957
BOVINO O VACUNO/VACA	ARETE 2876	BALQUIRIA	HOLSTEIN FRIESIAN X JERSEY X BROWN SWISS	1	420	936
BOVINO O VACUNO/VACA	ARETE 7901	BARBARA	HOLSTEIN FRIESIAN X BROWN SWISS	1	500	7901
BOVINO O VACUNO/VACA	ARETE 3203	BEGONIA	HOLSTEIN FRIESIAN	1	450	760
BOVINO O VACUNO/VACA	ARETE 2889	BELEN	HOLSTEIN FRIESIAN	1	480	970
BOVINO O VACUNO/VACA	ARETE 2927	BELINDA	HOLSTEIN FRIESIAN	1	450	2927
BOVINO O VACUNO/VACA	ARETE 3214	BELLA-1	HOLSTEIN FRIESIAN	1	420	778
BOVINO O VACUNO/VACA	ARETE 1540	BELLA	SUECO ROJO X HOLSTEIN FRIESIAN	4	440	321
BOVINO O VACUNO/VACA	ARETE 3174	BELLANCA	JERSEY X HOLSTEIN FRIESIAN X BROWN SWISS X SUECO ROJO	1	350	699
BOVINO O VACUNO/VACA	ARETE 2851	BERNAVE	HOLSTEIN FRIESIAN	1	420	884
BOVINO O VACUNO/VACA	ARETE 2902	BERNAVE	HOLSTEIN FRIESIAN X BROWN SWISS X SUECO ROJO	1	420	995
BOVINO O VACUNO/VACA	ARETE 2885	BERTHA	HOLSTEIN FRIESIAN	1	430	963
BOVINO O VACUNO/VACA	ARETE 2906	BETTY	HOLSTEIN FRIESIAN	1	450	2906
BOVINO O VACUNO/VACA	ARETE 8318	BOLONIA	HOLSTEIN FRIESIAN	3	450	384
BOVINO O VACUNO/VACA	ARETE 2913	BONITA	HOLSTEIN FRIESIAN X SUECO ROJO X BROWN SWISS X JERSEY	1	420	2913
BOVINO O VACUNO/VACA	ARETE 3218	REGINA	HOLSTEIN FRIESIAN	1	410	787
BOVINO O VACUNO/VACA	ARETE 7912	BRUNA	HOLSTEIN FRIESIAN X SUECO ROJO	1	470	7912
BOVINO O VACUNO/VACA	ARETE 3135	CANELA	JERSEY X SUECO ROJO X HOLSTEIN FRIESIAN X BROWN SWISS	1	420	600
BOVINO O VACUNO/VACA	ARETE 3112	CHIQUITA	HOLSTEIN FRIESIAN	1	430	537
BOVINO O VACUNO/VACA	ARETE 2926	COLORADA	JERSEY X BROWN SWISS X HOLSTEIN FRIESIAN	1	420	2926
BOVINO O VACUNO/VACA	ARETE 3118	DALIA	HOLSTEIN FRIESIAN	1	360	551
BOVINO O VACUNO/VACA	ARETE 3126	DANNA	JERSEY X HOLSTEIN FRIESIAN X BROWN SWISS	1	460	576
BOVINO O VACUNO/VACA	ARETE 2190	DIGNA	HOLSTEIN FRIESIAN X BROWN SWISS X SUECO ROJO	4	400	345
BOVINO O VACUNO/VACA	ARETE 3140	DIVINA	BROWN SWISS X HOLTEIN FRIESIAN	1	440	607
BOVINO O VACUNO/VACA	ARETE 9800	ESLID	SUECO ROJO X HOLSTEIN FRIESIAN X BROWN SWISS	3	410	413
BOVINO O VACUNO/VACA	ARETE 2864	ESMERALDA	HOLSTEIN FRIESIAN X BROWN SWISS	1	440	908
BOVINO O VACUNO/VACA	ARETE 3115	ESTEFANIA-1	BROWN SWISS X HOLTEIN FRIESIAN	1	430	543
BOVINO O VACUNO/VACA	ARETE 3209	FABIANA	HOLSTEIN FRIESIAN X SUECO ROJO X BROWN SWISS	1	430	769

BOVINO O VACUNO/VACA	ARETE 2899	FABRIL	BROWN SWISS X JERSEY X HOLSTEIN FRIESIAN	1	420	990
BOVINO O VACUNO/VACA	ARETE: 2852	FANNY	JERSEY X BROWN SWISS X HOLSTEIN FRIESIAN	1	400	885
BOVINO O VACUNO/VACA	ARETE 5082	FATIMA	SUECO ROJO X BROWN SWISS X HOLSTEIN FRIESIAN	1	400	5082
BOVINO O VACUNO/VACA	ARETE 2920	FAVIOLA	BROWN SWISS X HOLTEIN FRIESIAN	1	430	2920
BOVINO O VACUNO/VACA	ARETE 2891	FERNANDA	BROWN SWISS X HOLSTEIN FRIESIAN X SUECO ROJO	1	430	972
BOVINO O VACUNO/VACA	ARETE 7900	FICHA	SUECO ROJO X BROWN SWISS X HOLSTEIN FRIESIAN	1	490	7900
BOVINO O VACUNO/VACA	ARETE 2915	FILEDICNA	BROWN SWISS X JERSEY X HOLSTEIN FRIESIAN	1	430	2915
BOVINO O VACUNO/VACA	ARETE 2878	FILIPINA	SUECO ROJO X HOLSTEIN FRIESIAN X BROWN SWISS	1	44	942
BOVINO O VACUNO/VACA	ARETE 5094	FILOMENA	JERSEY X SUECO ROJO X HOLSTEIN FRIESIAN	1	39	5094
BOVINO O VACUNO/VACA	ARETE 2873	FINITA	SUECO ROJO X BROWN SWISS X HOLSTEIN FRIESIAN	1	41	929
BOVINO O VACUNO/TERNERO	ARETE 2923	FLAMENCO	BROWN SWISS X HOLTEIN FRIESIAN	1	48	2923
BOVINO O VACUNO/VACA	ARETE 2883	FLORENCIA	BROWN SWISS X HOLTEIN FRIESIAN	1	42	955
BOVINO O VACUNO/VACA	ARETE 2897	FLORENCIA-1	BROWS SWISS X SUECO ROJO X HOLSTEIN FRIESIAN	1	42	986
BOVINO O VACUNO/VACA	ARETE 2887	FLORINDA	BROWN SWISS X HOLTEIN FRIESIAN	1	42	968
BOVINO O VACUNO/VACA	ARETE 3129	FRANCESCA	HOSLTEIN FRIESIAN X BROWN SWISS	1	43	581
BOVINO O VACUNO/VACA	ARETE 5075	GALENA	JERSEY X SUECO ROJO X BROWN SWISS X HOLSTEIN FRIESIAN	1	38	5075
BOVINO O VACUNO/VACA	ARETE 5095	GALINDA	BROWN SWISS X HOLTEIN FRIESIAN	1	42	5095
BOVINO O VACUNO/VACA	ARETE 3226	GANDY	HOLSTEIN FRIESIAN	1	43	806
BOVINO O VACUNO/VACA	ARETE 2909	GAVIOTA	BROWN SWISS X HOLTEIN FRIESIAN	1	45	2909
BOVINO O VACUNO/VACA	ARETE 5074	GEMA	JERSEY X BROWN SWISS X HOLSTEIN FRIESIAN	1	40	5074
BOVINO O VACUNO/VACA	ARETE 5070	GETRUDES	JERSEY X BROWN SWISS X HOLSTEIN FRIESIAN	1	42	5070
BOVINO O VACUNO/VACA	ARETE 2881	GLADYS	TARANTES X JERSEY X SUECO ROJO X BROWN SWISS X HOLSTEIN FRIESIAN	1	410	950
BOVINO O VACUNO/VACA	ARETE 9842	GRACIELA	JERSEY X BROWN SWISS X HOLSTEIN FRIESIAN	2	450	455
BOVINO O VACUNO/VACA	ARETE 9850	GRACIELA -1	HOLSTEIN FRIESIAN	2	470	463
BOVINO O VACUNO/VACA	ARETE 3237	GUADALUPE	HOLSTEIN FRIESIAN X BROWN SWISS	1	450	815
BOVINO O VACUNO/VACA	ARETE 2904	GUAJIRA-1	BROWN SWISS	1	420	2904
BOVINO O VACUNO/VACA	ARETE 2896	GUAJIRA	BROWN SWISS X HOLSTEIN FRIESIAN X SUECO ROJO	1	420	984
BOVINO O VACUNO/VACA	ARETE 3145	GUANDA	BROWS SWISS X HOLSTEIN FRIESIAN	1	450	602
BOVINO O VACUNO/VACA	ARETE 3133	HILDA	HOLSTEIN FRIESIAN X JERSEY	1	450	596
BOVINO O VACUNO/VACA	ARETE 2855	INES	BROWN SWISS X HOLTEIN FRIESIAN	1	440	889
BOVINO O VACUNO/VACA	ARETE: 3153	IRNALDA	BROWN SWISS X HOLTEIN FRIESIAN	1	420	651

BOVINO O VACUNO/VACA	ARETE 3165	JACINTA	BROWN SWISS X HOLSTEIN FRIESIAN X SUECO ROJO	1	430	683
BOVINO O VACUNO/VACA	ARETE 9856	JALEA	BROWN SWISS X HOLSTEIN FRIESIAN X SUECO ROJO	2	410	469
BOVINO O VACUNO/VACA	ARETE 3217	JARDEÑA	BROWS SWISS X HOLSTEIN FRIESIAN X SUECO ROJO	1	420	786
BOVINO O VACUNO/VACA	ARETE 3215	JASMINE	BROWS SWISS X HOLSTEIN FRIESIAN	1	410	780
BOVINO O VACUNO/VACA	ARETE 3224	JAVAN	BROWS SWISS X HOLSTEIN FRIESIAN	1	450	792
BOVINO O VACUNO/VACA	ARETE 2856	JEMA	BROWN SWISS X HOLSTEIN FRIESIAN X SUECO ROJO	1	430	892
BOVINO O VACUNO/VACA	ARETE 7894	JESSIE	HOLSTEIN FRIESIAN X JERSEY X BROWN SWISS	1	400	7894
BOVINO O VACUNO/TERNERO	ARETE 7897	JIJON	HOLSTEIN FRIESIAN	1	470	7897
BOVINO O VACUNO/VACA	ARETE 3178	JILDA	HOLSTEIN FRIESIAN X BROWN SWISS	1	440	707
BOVINO O VACUNO/VACA	ARETE 5086	JIMENA	HOLSTEIN FRIESIAN	1	440	5086
BOVINO O VACUNO/VACA	ARETE 1490	JIRAFÁ	SUECO ROJO X HOLSTEIN FRIESIAN X BROWN SWISS	6	470	169
BOVINO O VACUNO/VACA	ARETE 3223	JODIDA	BROWN SWISS X JERSEY	1	420	796
BOVINO O VACUNO/VACA	ARETE: 3213	JOKANA	BROWS SWISS X SUECO ROJO X HOLSTEIN FRIESIAN	1	430	776
BOVINO O VACUNO/VACA	ARETE 2834	JORDANA	BROWS SWISS X SUECO ROJO X HOLSTEIN FRIESIAN	1	450	854
BOVINO O VACUNO/VACA	ARETE 3182	JOSEFA	BROWN SWISS X HOLSTEIN FRIESIAN	1	440	717
BOVINO O VACUNO/VACA	ARETE 3208	JOSELINA	BROWS SWISS X HOLSTEIN FRIESIAN	1	440	767
BOVINO O VACUNO/VACA	ARETE 2871	JUANA	BROWN SWISS X HOLSTEIN FRIESIAN X SUECO ROJO	1	450	927
BOVINO O VACUNO/VACA	ARETE 2847	JUDEA	JERSEY X HOLSTEIN FRIESIAN	1	440	877
BOVINO O VACUNO/VACA	ARETE 2844	JUDYTH	BROWS SWISS X HOLSTEIN FRIESIAN	1	440	869
BOVINO O VACUNO/VACA	ARETE 2874	JULIA	BROWN SWISS X HOLSTEIN FRIESIAN X SUECO ROJO	1	440	931
BOVINO O VACUNO/VACA	ARETE 5120	JULIETA-1	HOLSTEIN FRIESIAN	1	420	5120
BOVINO O VACUNO/VACA	ARETE 2863	JULIETA	HOLSTEIN FRIESIAN X BROWN SWISS	1	450	907
BOVINO O VACUNO/VACA	ARETE 5078	JUSTA	HOLSTEIN FRIESIAN	1	420	5078
BOVINO O VACUNO/VACA	ARETE 3141	KAREN	HOLSTEIN FRIESIAN	1	430	611
BOVINO O VACUNO/VACA	ARETE 5096	KARLA	HOLSTEIN FRIESIAN	1	450	5096
BOVINO O VACUNO/VACA	ARETE 2870	KYRIA	HOLSTEIN FRIESIAN	1	440	922
BOVINO O VACUNO/VACA	ARETE 3160	LATINA	HOLSTEIN FRIESIAN	1	380	670
BOVINO O VACUNO/VACA	ARETE 2868	LAURA	JERSEY X HOLSTEIN FRIESIAN X BROWN SWISS	1	420	917
BOVINO O VACUNO/VACA	ARETE 3154	LAZANIA	HOLSTEIN FRIESIAN	1	430	656
BOVINO O VACUNO/VACA	ARETE 7907	LORETA	HOLSTEIN FRIESIAN X BROWN SWISS X SUECO ROJO	1	450	7907
BOVINO O VACUNO/VACA	ARETE 8303	LUCINDA	HOLSTEIN FRIESIAN X BROWN SWISS X JERSEY	3	470	374

BOVINO O VACUNO/VACA	ARETE 2191	MANUELITA	HOLSTEIN FRIESIAN	4	430	346
BOVINO O VACUNO/VACA	ARETE 3128	MARIA	BROWN SWISS X HOLTEIN FRIESIAN	1	460	580
BOVINO O VACUNO/VACA	ARETE 5091	MAYRA	BROW SWISS X JERSEY X SUECO ROJO X HOLSTEIN FRIESIAN	1	460	5091
BOVINO O VACUNO/VACA	ARETE 5089	MERCY	SUECO ROJO X BROWN SWISS X HOLSTEIN FRIESIAN	1	440	5089
BOVINO O VACUNO/VACA	ARETE 7913	MOANA	JERSEY X BROWN SWISS X HOLSTEIN FRIESIAN	1	370	7913
BOVINO O VACUNO/VACA	ARETE 1485	MONICA	HOLSTEIN FRIESIAN	5	420	238
BOVINO O VACUNO/VACA	ARETE 3124	MORITA	HOLSTEIN FRIESIAN	1	400	569
EQUINOS/CABALLO	221-A20	SULTAN	CRILLO	23	410	1
BOVINO O VACUNO/VACA	ARETE 3195	PALADIA	JERSEY X SUECO ROJO X HOLSTEIN FRIESIAN X BROWN SWISS	1	400	741
BOVINO O VACUNO/VACA	ARETE 2860	PALOMA	JERSEY X BROWN SWISS X HOLSTEIN FRIESIAN X SUECO ROJO	1	380	899
BOVINO O VACUNO/VACA	ARETE 5098	PAMELA	JERSEY X HOLSTEIN FRIESIAN X BROWN SWISS X SUECO ROJO	1	446	5098
BOVINO O VACUNO/VACA	ARETE 7893	PAPAYA	HOLSTEIN FRIESIAN	1	448	7893
BOVINO O VACUNO/VACA	ARETE: 2829	PATRICIA	BROWN SWISS X HOLSTEIN FRIESIAN X SUECO ROJO	1	445	848
BOVINO O VACUNO/VACA	ARETE 2901	PATRICIA-1	JERSEY X BROWN SWISS X HOLSTEIN FRIESIAN	1	444	994
BOVINO O VACUNO/VACA	ARETE 3216	PAULA-1	BROWS SWISS X HOLSTEIN FRIESIAN X SUECO ROJO	1	442	785
BOVINO O VACUNO/VACA	ARETE 3151	PAULA	BROWN SWISS	1	440	637
BOVINO O VACUNO/VACA	ARETE 2827	PEPITA	JERSEY X HOLSTEIN FRIESIAN	1	439	845
BOVINO O VACUNO/VACA	ARETE 3242	PERLA	JERSEY HOLSTEIN FRIESIAN	1	439	827
BOVINO O VACUNO/VACA	ARETE 3142	PERLITA	SUECO ROJO X HOLSTEIN FRIESIAN X BROWN SWISS	1	444	616
BOVINO O VACUNO/VACA	ARETE 5125	PIEDAD	HOLSTEIN FRIESIAN X SUECO ROJO X BROWN SWISS	1	448	5125
BOVINO O VACUNO/VACA	ARETE 2900	PITUFINA	JERSEY X HOLSTEIN FRIESIAN	1	440	991
BOVINO O VACUNO/VACA	ARETE 3240	POLONIA descarte	BROWN SWISS X HOLTEIN FRIESIAN	1	445	822
BOVINO O VACUNO/VACA	ARETE 3248	PRICILA	JERSEY X HOLSTEIN FRIESIAN X BROWN SWISS	1	436	840
BOVINO O VACUNO/VACA	ARETE 2866	PRIMAVERA	JERSEY X BROWN SWISS X HOLSTEIN FRIESIAN X SUECO ROJO	1	440	912
BOVINO O VACUNO/VACA	ARETE 3247	PRUDENCIA	HOLSTEIN FRIESIAN X BROWN SWISS	1	443	839
BOVINO O VACUNO/VACA	ARETE 3236	PULGARCITA	BROWN SWISS X HOLTEIN FRIESIAN	1	441	813
BOVINO O VACUNO/VACA	ARETE 3143	ROSARIO	HOLSTEIN FRIESIAN X BROWN SWISS	1	445	617
BOVINO O VACUNO/VACA	ARETE 2838	RAFAELA	HOLSTEIN FRIESIAN	1	442	860
BOVINO O VACUNO/VACA	ARETE 2831	RAMONA	HOLSTEIN FRIESIAN	1	442	850
BOVINO O VACUNO/VACA	ARETE 2903	RAQUEL	HOLSTEIN FRIESIAN	1	445	2903
BOVINO O VACUNO/VACA	ARETE 2867	RAYZA	HOLSTEIN FRIESIAN X BROWN SWISS X SUECO ROJO	1	444	916

BOVINO O VACUNO/VACA	ARETE 2861	REBECA	HOLSTEIN FRIESIAN	1	443	901
BOVINO O VACUNO/VACA	ARETE 3136	RENATA	HOLSTEIN FRIESIAN X SUECO ROJO X BROWN SWISS X JERSEY	1	439	601
BOVINO O VACUNO/VACA	ARETE: 3234	REYNA	HOLSTEIN FRIESIAN X SUECO ROJO X BROWN SWISS X JERSEY	1	442	810
BOVINO O VACUNO/VACA	ARETE 2854	RICARDINA	HOLSTEIN FRIESIAN	1	442	888
BOVINO O VACUNO/VACA	ARETE 7896	RISEL	HOLSTEIN FRIESIAN X JERSEY X BROWN SWISS X SUECO ROJO	1	440	7896
BOVINO O VACUNO/VACA	ARETE 2830	RITHA	JERSEY X SUECO ROJO X BROWN SWISS X HOLSTEIN FRIESIAN	1	442	849
BOVINO O VACUNO/VACA	ARETE 5123	ROBERTA	HOLSTEIN FRIESIAN X JERSEY X BROWN SWISS X SUECO ROJO	1	447	5123
BOVINO O VACUNO/VACA	ARETE 2832	ROCIO	JERSEY X SUECO ROJO X HOLSTEIN FRIESIAN	1	440	852
BOVINO O VACUNO/VACA	ARETE 2912	ROMELIA	HOLSTEIN FRIESIAN X BROWN SWISS	1	444	2912
BOVINO O VACUNO/VACA	ARETE 2833	ROMILDA	HOLSTEIN FRIESIAN	1	444	853
BOVINO O VACUNO/VACA	ARETE 2895	ROSALINDA-1	HOLSTEIN FRIESIAN	1	442	979
BOVINO O VACUNO/VACA	ARETE 2845	ROSALINDA	HOSLTEIN FRIESIAN X BROWN SWISS	1	442	874
BOVINO O VACUNO/VACA	ARETE 3144	RUCETH	HOLSTEIN FRIESIAN X BROWN SWISS	1	445	620
BOVINO O VACUNO/VACA	ARETE 7888	RUDITH	HOLSTEIN FRIESIAN	1	445	7888
BOVINO O VACUNO/VACA	ARETE 2877	RUTH	HOLSTEIN FRIESIAN	1	443	938
BOVINO O VACUNO/VACA	ARETE 3119	SARAH	HOLSTEIN FRIESIAN	1	445	556
BOVINO O VACUNO/VACA	ARETE 3134	SHIRA	SUECO ROJO X HOLSTEIN FRIESIAN X BROWN SWISS	1	446	597
BOVINO O VACUNO/VACA	ARETE 3132	SOL	BROWN SWISS	1	443	593
BOVINO O VACUNO/VACA	ARETE 2929	TALIA	JERSEY X BROWN SWISS X HOLSTEIN FRIESIAN X SUECO ROJO	1	440	2929
BOVINO O VACUNO/VACA	ARETE 2872	TAMARIS	JERSEY X SUECO ROJO X BROWN SWISS X HOLSTEIN FRIESIAN	1	440	928
BOVINO O VACUNO/VACA	ARETE 2886	TENUBRIA	JERSEY X HOLSTEIN FRIESIAN X BROWN SWISS X SUECO ROJO	1	435	966
BOVINO O VACUNO/VACA	ARETE 2875	TENUMBRA	JERSEY X BROWN SWISS X HOLSTEIN FRIESIAN	1	442	933
BOVINO O VACUNO/VACA	ARETE 5115	TERESA	JERSEY X BROWN SWISS X HOLSTEIN FRIESIAN	1	442	5115
BOVINO O VACUNO/VACA	ARETE 3108	URSULA	JERSEY X HOLSTEIN FRIESIAN X BROWN SWISS	1	439	ARETE 527
BOVINO O VACUNO/VACA	ARETE 3193	VALDIS	JERSEY X SUECO ROJO X HOLSTEIN FRIESIAN X BROWN SWISS	1	440	737
BOVINO O VACUNO/VACA	ARETE 3170	VALDIVIA	JERSEY X HOLSTEIN FRIESIAN X BROWN SWISS	1	438	693
BOVINO O VACUNO/VACA	ARETE 3183	VALENTINA	JERSEY X BROWN SWISS X HOLSTEIN FRIESIAN	1	440	718
BOVINO O VACUNO/VACA	ARETE 3190	VALENTINA-1	JERSEY X SUECO ROJO X HOLSTEIN FRIESIAN	1	438	729
BOVINO O VACUNO/VACA	ARETE 2859	VALERIA	JERSEY X BROWN SWISS X HOLSTEIN FRIESIAN	1	438	898
BOVINO O VACUNO/VACA	ARETE 2882	VALEROSA	JERSEY X HOLSTEIN FRIESIAN X BROWN SWISS X SUECO ROJO	1	437	952
BOVINO O VACUNO/VACA	ARETE 2880	VALTURIA	JERSEY X BROWN SWISS X HOLSTEIN FRIESIAN	1	436	949

BOVINO O VACUNO/VACA	ARETE 3210	VARVARA	HOLSTEIN FRIESIAN	1	442	775
BOVINO O VACUNO/VACA	ARETE 3176	VICKY	JERSEY X BROWN SWISS X HOLSTEIN FRIESIAN	1	441	701
BOVINO O VACUNO/VACA	ARETE 3147	VICTORIA	JERSEY X SUECO ROJO X HOLSTEIN FRIESIAN	1	437	625
BOVINO O VACUNO/VACA	ARETE 3159	VICTORIA-1	JERSEY X HOLSTEIN FRIESIAN X BROWN SWISS	1	440	664
BOVINO O VACUNO/VACA	ARETE 3246	VICTORINA	JERSEY X HOLSTEIN FRIESIAN X BROWN SWISS X SUECO ROJO	1	441	834
BOVINO O VACUNO/VACA	ARETE 3219	VIDAÑA	JERSEY X BROWN SWISS X HOLSTEIN FRIESIAN	1	442	788
BOVINO O VACUNO/VACA	ARETE 3150	VIÑA	JERSEY X BROWN SWISS X HOLSTEIN FRIESIAN	1	438	631
BOVINO O VACUNO/VACA	ARETE 3137	VIQUINGA	JERSEY X BROWN SWISS X HOLSTEIN FRIESIAN	1	439	621
BOVINO O VACUNO/VACA	ARETE 3239	VIRTUDES	JERSEY X HOLSTEIN FRIESIAN X BROWN SWISS	1	438	820
BOVINO O VACUNO/VACA	ARETE 3186	WALKIRIA	BROWN SWISS X HOLTEIN FRIESIAN	1	445	723
BOVINO O VACUNO/VACA	ARETE 3189	WALQUIRA	JERSEY X SUECO ROJO X BROWN SWISS X HOLSTEIN FRIESIAN	1	441	726
BOVINO O VACUNO/VACA	ARETE 2922	WARA descarte	BROWN SWISS X HOLTEIN FRIESIAN	1	440	2922
BOVINO O VACUNO/VACA	ARETE: 3210	WAYRA	BROWS SWISS X HOLSTEIN FRIESIAN X SUECO ROJO	1	440	770
BOVINO O VACUNO/VACA	ARETE 3146	WILMA	BROWS SWISS X HOLSTEIN FRIESIAN	1	442	622
BOVINO O VACUNO/VACA	ARETE 3229	WINNI	BROWN SWISS	1	442	791
BOVINO O VACUNO/VACA	ARETE 3201	WINOLA	BROWN SWISS	1	443	758

10.5. Anexo V: Semoviente cabeza de ganado

Bien	Marca/ Raza/ Otros	Suma de Peso (kg)	Cuenta de Nombre
BOVINO O VACUNO/TERNERO	BROWN SWISS X HOLTEIN FRIESIAN	48	1
	HOLSTEIN FRIESIAN	470	1
Total BOVINO O VACUNO/TERNERO		518	2
BOVINO O VACUNO/VACA	BROW SWISS X JERSEY X SUECO ROJO X HOLSTEIN FRIESIAN	460	1
	BROWN SWISS	3048	7
	BROWN SWISS X HOLTEIN FRIESIAN	5002	15
	BROWN SWISS X HOLSTEIN FRIESIAN X SUECO ROJO	3455	8
	BROWN SWISS X JERSEY	420	1
	BROWN SWISS X JERSEY X HOLSTEIN FRIESIAN	850	2
	BROWS SWISS X HOLSTEIN FRIESIAN	2632	6
	BROWS SWISS X HOLSTEIN FRIESIAN X SUECO ROJO	1302	3

BROWS SWISS X SUECO ROJO X HOLSTEIN FRIESIAN	922	3
HOLSTEIN FRIESIAN	21456	50
HOLSTEIN FRIESIAN X SUECO ROJO X BROWN SWISS	430	1
HOLSTEIN FRIESIAN X BROWN SWISS	6657	15
HOLSTEIN FRIESIAN X BROWN SWISS X JERSEY	470	1
HOLSTEIN FRIESIAN X BROWN SWISS X SUECO ROJO	2594	6
HOLSTEIN FRIESIAN X JERSEY	1290	3
HOLSTEIN FRIESIAN X JERSEY X BROWN SWISS	820	2
HOLSTEIN FRIESIAN X JERSEY X BROWN SWISS X SUECO ROJO	887	2
HOLSTEIN FRIESIAN X SUECO ROJO	470	1
HOLSTEIN FRIESIAN X SUECO ROJO X BROWN SWISS	448	1
HOLSTEIN FRIESIAN X SUECO ROJO X BROWN SWISS X JERSEY	2211	5
HOSLTEIN FRIESIAN X BROWN SWISS	485	2
JERSEY X HOLSTEIN FRIESIAN X BROWN SWISS	859	2
JERSEY HOLSTEIN FRIESIAN	439	1
JERSEY X BROWN SWISS X HOLSTEIN FRIESIAN	6124	16
JERSEY X BROWN SWISS X HOLSTEIN FRIESIAN X SUECO ROJO	1260	3
JERSEY X HOLSTEIN FRIESIAN	1319	3
JERSEY X HOLSTEIN FRIESIAN X BROWN SWISS	2212	5
JERSEY X HOLSTEIN FRIESIAN X BROWN SWISS X SUECO ROJO	2109	5
JERSEY X SUECO ROJO X BROWN SWISS X HOLSTEIN FRIESIAN	1361	4
JERSEY X SUECO ROJO X HOLSTEIN FRIESIAN	1354	4
JERSEY X SUECO ROJO X HOLSTEIN FRIESIAN X BROWN SWISS	1260	3
SUECO ROJO X BROWN SWISS X HOLSTEIN FRIESIAN	1781	5
SUECO ROJO X HOLSTEIN FRIESIAN	440	1
SUECO ROJO X HOLSTEIN FRIESIAN X BROWN SWISS	2234	6
TARANTES X JERSEY X SUECO ROJO X BROWN SWISS X HOLSTEIN FRIESIAN	410	1
Total BOVINO O VACUNO/VACA	79471	194
EQUINOS/CABALLO CRIOLLO	410	1
Total EQUINOS/CABALLO	410	1
Total general	80399	197