	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA			
	Documento	Código	Fecha	Revisión
	FORMATO HOJA DE RESUMEN PARA TRABAJO DE GRADO	F-AC-DBL-007	08-07-2021	B
Dependencia	Aprobado	Pág.		
DIVISIÓN DE BIBLIOTECA	SUBDIRECTOR ACADEMICO	1(151)		

RESUMEN – TRABAJO DE GRADO

AUTORES	Eiler Fernando Páez Téllez		
FACULTAD	Ingeniería		
PLAN DE ESTUDIOS	Ingeniería de Sistemas		
DIRECTOR	Torcoroma Velásquez Pérez		
TÍTULO DE LA TESIS	Desarrollo de un sistema hidroeléctrico monitoreado por una aplicación móvil como alternativa de generación de energía limpia en viviendas.		
TITULO EN INGLES	Development of a hydroelectric system monitored by a mobile application as an alternative for clean energy generation in homes.		
RESUMEN (70 palabras)			
<p>El consumo de energía eléctrica en el mundo cada vez crece más en los hogares, empresas y lugares públicos, el propósito de este proyecto tiene como fin la construcción de una turbina generadora de energía eléctrica a escala pequeña, con un circuito programado para regular y enviar la información a un servidor, donde podrá ser consultada desde una aplicación móvil o página web, como alternativa de energía limpia en viviendas.</p>			
RESUMEN EN INGLES			
<p>The consumption of electrical energy in the world is growing more and more in homes, businesses and public places, the purpose of this project is the construction of a small-scale electrical energy generating turbine, with a programmed circuit to regulate and send the information to a server, where it can be consulted from a mobile application or web page, as a clean energy alternative in homes.</p>			
PALABRAS CLAVES	Desarrollo de software, energía hidroeléctrica, turbina hidroeléctrica, aplicación móvil, Arduino, plataforma WEB, energías limpias.		
PALABRAS CLAVES EN INGLES	Software development, hydroelectric power, hydroelectric turbine, mobile application, Arduino, WEB platform, clean energy.		
CARACTERÍSTICAS			
PÁGINAS: 151	PLANOS:	ILUSTRACIONES: 92	CD-ROM:



Desarrollo de un sistema hidroeléctrico monitoreado por una aplicación móvil como alternativa de generación de energía limpia en viviendas

Eiler Fernando Páez Téllez

Facultad de Ingenierías, Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña

Ingeniería de Sistemas

PhD. Torcoroma Velásquez Pérez

09 Noviembre del 2021

DEDICATORIA

Este nuevo objetivo para mi vida se lo dedico principalmente a mis padres amados, por estar siempre conmigo en este proceso, por ese apoyo incondicional, ser un ejemplo de principios y valores para lograr mis metas. A mis hermanos por su sacrificio y apoyo en todo momento, pues ustedes son mi motor para superarme cada día más en cada una de mis metas, esto es por ustedes y para ustedes.

Eiler Fernando Páez Téllez

AGRADECIMIENTOS

Agradezco al destino por dejarme vivir y permitirme cumplir el sueño de mi madre, que era obtener el título de ingeniero, gracias ma'.

A mi directora Torcoroma Velásquez y el profesor Alfredo Bohórquez, quienes fueron guía en el aprendizaje y experticia personal y profesional para culminar este proceso.

Y a todas las personas que colaboraron directa e indirectamente en este proceso académico y que comparten conmigo este triunfo, ¡Gracias!

Índice

Capítulo 1.

Desarrollo de un sistema hidroeléctrico monitoreado por una aplicación móvil como alternativa de generación de energía limpia en viviendas.	17
1.1 Planteamiento del problema	17
1.2 Formulación del problema	19
1.3 Objetivos	19
1.3.1 Objetivo general	19
1.3.2 Objetivos específicos	19
1.4 Justificación.....	20
1.5 Delimitaciones.....	21
1.5.1 Delimitación Operativa.....	21
1.5.2 Delimitación Conceptual	22
1.5.3 Delimitación Geográfica.....	22
1.5.4 Delimitación Temporal.....	22
Capítulo 2. Marco Referencial	23
2.1 Marco Histórico.....	23
2.1.1 Antecedentes a nivel internacional	23
2.1.1.1 Turbina generadora de electricidad.....	24

2.1.2 Antecedentes a nivel nacional	28
2.1.3. Antecedentes a nivel local	31
2.2 Marco contextual.....	31
2.3 Marco conceptual	32
2.4 Marco teórico	37
2.4.5 Baterías o acumuladores.....	41
2.4.6 Regulador de voltaje.....	41
2.4.7 Rectificador de corriente.	42
2.4.8 Android.....	42
2.4.9 Tipos de aplicaciones según el desarrollo.	43
2.4.10 Apps.....	44
2.4.11 Lenguajes de programación.....	44
2.4.11.1 Programación en el Arduino.	44
2.4.11.2 Java.	45
2.4.11.3 HTML.	45
2.4.11.4 HTML 5.	45
2.4.11.4 Usos del lenguaje HTML 5.....	46
2.4.11.5 CSS.	46
2.4.11.6 Java Script.....	46
2.4.12 Herramientas para el desarrollo de apps.....	47

2.4.12.1 Editores de texto.	47
2.4.12.2 Bootstrap.	47
2.4.12.3 Node.js.	48
2.4.12.4 Socket.io.	48
2.5 Marco legal.	49
2.5.1 Ley 1715 del 2014.	49
2.5.2 Ley 697 del 2001.	49
2.5.3 Ley 23 de 1982.	50
2.5.4 Ley 1341 de 2009.	50
Capítulo 3. Diseño metodológico	52
3.1 Tipo de investigación	52
3.2 Población y muestra	53
3.2.1 Población	53
3.2.2 Muestra	53
3.3 Técnicas e instrumentos de la recolección de la información	54
3.4 Análisis de la información	55
3.4.1 Encuesta realizada a viviendas del barrio 26 de Julio de Ocaña.	55
3.5 Cronograma de actividades	65
Capítulo 4. Administración del proyecto	66
4.1 Recursos	66

4.1.1 Recursos humanos	66
4.1.2 Recursos institucionales	66
4.1.3 Recursos financieros.....	67
5. Resultados	68
5.1 Clasificación de las turbinas.....	68
5.1.1 Según la dirección del flujo en el rodete.	68
5.1.1.1 Turbinas de flujo radial.....	68
5.1.1.2 Turbinas de flujo radio-axial.	68
5.1.1.3 Turbinas de flujo axial.....	68
5.1.1.4 Turbinas de flujo tangencial.	69
5.1.2 Turbinas de reacción o sobrepresión.	69
5.1.3 Turbinas de acción o impulsión.....	69
5.1.4 Ecuación de cantidad de movimiento.	70
5.2 Consideraciones de diseño.	71
5.2.1 Turbina Michell-Banki.	71
5.2.2 Ruedas Hidráulicas.	72
5.3 Metodología de diseño y optimización de turbinas hidráulicas.	73
5.3.1 La metodología de diseño.....	74
5.3.1.1 Especificaciones funcionales requeridas.....	74
5.3.1.2 Diseño de experimento.	75

	8
5.3.1.3 Primer diseño de turbina.	75
5.3.1.4 Creación de geometrías.	76
5.3.2 Construcción del modelo global.	76
5.3.2.1 Modelado de turbina en 3D.	77
5.3.2.2 Distribuidor de entrada y salida de agua.	77
5.3.2.3 Bobina y regulador integrado.	78
5.3.2.4 Rodete con álabes e imanes internos y eje central.	79
5.3.2.5 Tapa central con perforación para las bobinas.	79
5.3.2.6 Tapa superior.	80
5.3.2.7 Tubos para entrada y salida de agua.	80
5.3.2.8 Manómetro.	81
5.3.2.9 Unión.	81
5.4 Modelo de turbina propuesta en 3D.	82
5.4.1 Ensamble de turbina con manómetro.	83
5.4.2 Eficiencia de la turbina.	84
5.4.3 Alturas de tanques de agua potable en el casco urbano Ocaña Norte de Santander.	85
5.4.3.1 Tanque de agua potable 12 de octubre. Altura 1222 m s. n. m.	86
5.4.3.2 Tanque de agua potable Adamiuain. Altura 1186 m s. n. m.	86
5.4.3.3 Tanque de agua potable Cristo Rey. Altura 1229 m s. n. m.	87
5.4.3.4 Tanque de agua potable la Santa Cruz. Altura 1244 m s. n. m.	88

5.4.3.5 Avenida Francisco Fernández de Contreras. Altura 1154 m s. n. m.	88
5.4.3.6 Barrio 26 de Julio. Altura 1218 m s. n. m.	89
5.4.4 Presión atmosférica.....	90
5.5 Diseño del circuito electrónico.....	91
5.5.1 Pantalla LCD 16x2.	91
5.5.2 Sensor ACS712.....	92
5.5.3 Módulo relé 2CH 5VDC.....	93
5.5.4 Arduino UNO.	93
5.5.5 Módulo LM2596.....	94
5.5.6 Módulo WIFI ESP8266.....	95
5.5.7 Fuente de alimentación MB-102.	95
5.5.8 Batería Power Bank.....	96
5.5.9 Firtzing.....	97
5.5.10 Impresora 3D.....	97
5.5.10.1 Filamentos PLA.	98
5.5.10.2 Filamentos PSE.....	98
5.6 Diseño del circuito electrónico 2d Fritzing.....	98
5.6.1 Ensamble general circuito.	100
5.6.2 Codificación de las instrucciones a los componentes del circuito.....	100
5.7 Diseño de la aplicación móvil.....	101

	10
5.7.1 Preparación del entorno.....	102
5.7.2 Diagrama del funcionamiento de la aplicación y plataforma.....	102
5.7.3 Diagrama de casos de uso.....	103
5.7.4 Requerimientos funcionales.....	104
5.7.5 Requerimientos no funcionales.....	104
5.7.6 Especificación de requerimientos.....	105
5.7.7 Diagrama de actividades.....	111
5.8 Especificación y diseño.....	120
5.8.1 Diseño interfaz gráfica móvil y web.....	120
Capítulo 6. Conclusiones	129
Referencias.....	131
Apéndice	140
Apéndice A. Encuesta realizada.....	140
Apéndice B. Código Arduino.....	143
Apéndice C. Manual de usuario de la aplicación Sistema de Monitoreo Hidroeléctrico (SMH)	147

Lista de tablas

Tabla 1. Presupuesto global del proyecto.	67
Tabla 2. Tabla de variables. Fuente autor del proyecto.	85
Tabla 3. Presiones atmosféricas en Ocaña. Fuente autor del proyecto.	90
Tabla 4. Esp. Requerimiento inicio de sesión.	105
Tabla 5. Esp. Comprobar autenticación.	107
Tabla 6. Consultar y graficar la energía total en el sistema.	107
Tabla 7. Seleccionar rangos de tiempos.	108
Tabla 8. Búsquedas por fechas.	109
Tabla 9. Búsqueda por el paginador.	110
Tabla 10. Animación offline.	110

Figuras

Figura 1. Turbina generadora de electricidad. Fuente Traxco.	24
Figura 2. Generador de energía de agua ultrapequeño. Fuente UNIDO.	26
Figura 3. Interfaz de la aplicación móvil PV Output. Fuente Play Store.	27
Figura 4. Interfaz de aplicación móvil APsystems EMA App. Fuente Play Store.	28
Figura 5. Microturbina pelton. Fuente revista Colombia de Tecnologías Avanza.	29
Figura 6. Interfaz de aplicación móvil Enertotal. Fuente Play Store.	30
Figura 7. Central hidroeléctrica. Fuente Ingfocol Ltda.	32
Figura 8. Turbina de acción. Fuente academia.edu	39
Figura 9. Turbina de reacción. Fuente academia.edu	39
Figura 10. Turbina Axial. Fuente academia.edu	40
Figura 11. Turbina Radial. Fuente academia.edu	40
Figura 12. Turbina Tangencial. Fuente academia.edu	41
Figura 13. Representación gráfica de los resultados obtenidos en la pregunta No. 1. Fuente Análisis de encuesta.	56
Figura 14. Representación gráfica de los resultados obtenidos en la pregunta No. 2. Fuente Análisis de encuesta.	56
Figura 15. Representación gráfica de los resultados obtenidos en la pregunta No. 3. Fuente Análisis de encuesta.	57
Figura 16. Representación gráfica de los resultados obtenidos en la pregunta No. 4. Fuente Análisis de encuesta.	58

Figura 17. Representación gráfica de los resultados obtenidos en la pregunta No. 5. Fuente Análisis de encuesta.....	59
Figura 18. Representación gráfica de los resultados obtenidos en la pregunta No. 6. Fuente Análisis de encuesta.....	59
Figura 19. Representación gráfica de los resultados obtenidos en la pregunta No. 7. Fuente Análisis de encuesta.....	60
Figura 20. Representación gráfica de los resultados obtenidos en la pregunta No. 8. Fuente Análisis de encuesta.....	60
Figura 21. Representación gráfica de los resultados obtenidos en la pregunta No. 9. Fuente Análisis de encuesta.....	61
Figura 22. Representación gráfica de los resultados obtenidos en la pregunta No. 10. Fuente Análisis de encuesta.....	62
Figura 23. Representación gráfica de los resultados obtenidos en la pregunta No. 11. Fuente Análisis de encuesta.....	62
Figura 24. Representación gráfica de los resultados obtenidos en la pregunta No. 7. Fuente Análisis de encuesta.....	63
Figura 25. Clasificación de las turbinas según la dirección del flujo en el rodete.....	69
Figura 26. Partes de la turbina Michell-Banki. Fuente Romeo, 2020.....	71
Figura 27. Rueda movida tangencialmente.....	72
Figura 28. Metodología de diseño y optimización de turbinas hidráulicas. Fuente Díez, Turbinas Hidráulicas.	73
Figura 29. Primer prototipo de turbina. Fuente autor del proyecto.	75
Figura 30. Distribuidor de entrada y salida de agua. Fuente autor del proyecto.	77

Figura 31. Bobina y regulador integrado. Fuente autor del proyecto.	78
Figura 32. Rodete con álabes e imanes internos y eje central. Fuente autor del proyecto.	79
Figura 33. Tapa central con perforación para las bobinas. Fuente autor del proyecto.	79
Figura 34. Tapa superior. Fuente autor del proyecto.	80
Figura 35. Tubo para entrada y salida de agua. Fuente autor del proyecto.	80
Figura 36. Manómetro. Fuente autor del proyecto.	81
Figura 37. Unión. Fuente autor del proyecto.	82
Figura 38. Modelo turbina 3D ensamblada. Fuente autor del proyecto.	82
Figura 39. Modelo de turbina 3D vista de los componentes. Fuente autor del proyecto.	83
Figura 40. Ensamble de turbina con manómetro. Fuente autor del proyecto.	83
Figura 41. Tanque 12 de octubre. Fuente. Autor del proyecto	86
Figura 42. Tanque Adamiuain. Fuente Autor del proyecto.	86
Figura 43. Tanque Cristo Rey. Fuente Autor del proyecto.	87
Figura 44. Tanque Santa Cruz. Fuente. Autor del proyecto.	88
Figura 45. Altura tomada en la Avenida principal Ocaña. Fuente autor del proyecto.	88
Figura 46. Altura tomada en el barrio 26 de Julio Ocaña. Fuente autor del proyecto.	89
Figura 47. Pantalla LCD (Liquid Cristal Display). Fuente web Física con Arduino.	92
Figura 48. Sensor ACS712. Fuente Llamas, 2017.	92
Figura 49. Módulo relé 2CH 5VDC. Fuente Aprendiendo Arduino.	93
Figura 50. Arduino UNO. Fuente Arduino, 2005.	94
Figura 51. Módulo LM2596. Fuente (Electronilab, 2021).	94
Figura 52. Módulo ESP8266. Fuente Sigmae, 2021.	95
Figura 53. Fuente de alimentación para protoboard. Fuente Mactronica, 2019.	96

Figura 54. Batería Power Bank. Fuente DUCKSHOP91, 2021.	96
Figura 55. Diseño del circuito electrónico. Fuente autor del proyecto.	99
Figura 56. Ensamble general del circuito. Fuente autor del proyecto.	100
Figura 57. Diagrama funcionamiento de la aplicación y plataforma. Fuente autor del proyecto.	102
Figura 58. Diagrama de casos de uso. Fuente autor del proyecto.....	103
Figura 59. Diagrama de actividades. Servicio de autenticación.	111
Figura 60. Diagrama de actividades. Consulta de grafica en barras total.	112
Figura 61. Diagrama de actividades. Consulta de grafica en dona total.	113
Figura 62. Diagrama de actividades. Consulta de grafica de líneas total.	113
Figura 63. Diagrama de actividades. Consulta de grafica en barras hoy.	114
Figura 64. Diagrama de actividades. Consulta de grafica en dona hoy.	114
Figura 65. Diagrama de actividades. Consulta de grafica de líneas hoy.	115
Figura 66. Diagrama de actividades. Consulta de grafica en barras diaria.	115
Figura 67. Diagrama de actividades. Consulta de grafica de dona diaria.	116
Figura 68. Diagrama de actividades. Consulta de grafica de líneas diaria.	116
Figura 69. Diagrama de actividades. Consulta de grafica en barras semanal.	117
Figura 70. Diagrama de actividades. Consulta de grafica en dona semanal.	117
Figura 71. Diagrama de actividades. Consulta de grafica de línea semanal.	118
Figura 72. Diagrama de actividades. Consulta de grafica en barras mensual.	118
Figura 73. Diagrama de actividades. Consulta de grafica en barras mensual.	119
Figura 74. Diagrama de actividades. Consulta de grafica de línea mensual.	119
Figura 75. Interfaz gráfica. Inicio de sesión. Fuente autor del proyecto.	121

Figura 76. Interfaz gráfica. Gráfica de barras total. Fuente autor del proyecto.	122
Figura 77. Interfaz gráfica. Gráfica de dona total. Fuente autor del proyecto.	122
Figura 78. Interfaz gráfica. Gráfica línea semanal. Fuente autor del proyecto.	123
Figura 79. Interfaz gráfica. Gráfica de dona semanal. Fuente autor del proyecto.	123
Figura 80. Interfaz gráfica. Registros almacenados. Fuente autor del proyecto.	124
Figura 81. Interfaz gráfica. Inicio de sesión. Fuente autor del proyecto.	125
Figura 82. Interfaz gráfica. Gráfica de barras total. Fuente autor del proyecto.	125
Figura 83. Interfaz gráfica. Gráfica de barras semanal. Fuente autor del proyecto.	126
Figura 84. Interfaz gráfica. Gráfica de dona total. Fuente autor del proyecto.	126
Figura 85. Interfaz gráfica. Gráfica de línea semanal. Fuente autor del proyecto.	127
Figura 86. Interfaz gráfica. Gráfica de donas semanal. Fuente autor del proyecto.	127
Figura 87. Interfaz gráfica. Registros almacenados. Fuente autor del proyecto.	128
Figura 88. Funcionamiento general del proyecto. Fuente autor del proyecto.	128
Figura 89. Manual de usuario Inicio de sesión. Fuente autor del proyecto.	148
Figura 90. Gráfica de barras de energía total generada. Fuente autor del proyecto.	149
Figura 91. Gráfica de dona de energía total generada. Fuente autor del proyecto.	149
Figura 92. Gráfica de líneas de energía semanal. Fuente autor del proyecto.	150

Capítulo 1. Título

Desarrollo de un sistema hidroeléctrico monitoreado por una aplicación móvil como alternativa de generación de energía limpia en viviendas.

1.1 Planteamiento del problema

Actualmente el uso de la energía eléctrica se ha convertido en un servicio indispensable a nivel mundial llegando aproximadamente a un consumo anual per cápita de 3132,14 kWh (Mundial, 2018). Una cifra elevada que lleva a reconsiderar la inversión anual realizada por el usuario final. Una de las formas de generar energía eléctrica, es por medio de la quema de combustibles fósiles, responsables de efectos ambientales irreversibles para nuestro planeta (Silva, 2017). Otro tipo de energía es la geotérmica, que aprovecha el calor del interior de la tierra, cuerpos de piedra caliente transmiten el calor a ciertas sustancias tóxicas que pueden ser derramadas a las fuentes hídricas o producir emisiones tóxicas en grandes proporciones a la atmosfera, produciendo un gran impacto medioambiental pues es necesario perforar la superficie terrestre con el consecuente deterioro del paisaje y recursos naturales (Dickson, 2014).

El cáncer para el medio ambiente es la energía nuclear, un método que incluso en evidencia de casos específicos de accidentes, ha provocado una gran concentración de productos radiactivos, lo que tiene graves consecuencias sobre la salud humana y el resto de los seres vivos. Desde su implementación han ocurrido 11 accidentes a nivel mundial, el más reciente en Fukushima el 11 de marzo de 2011 elevando su gravedad a nivel 7 según la Agencia de

Seguridad Nuclear e Industrial (NISA), siendo el mismo nivel que alcanzó el accidente de Chernóbil en 1986, considerados los accidentes más graves de la historia (Claro, 2015).

Un tema que preocupa a las familias en Colombia es el alto costo de las facturas por el consumo de energía eléctrica, a pesar de los planes de ahorro de consumo de energía en viviendas que prometen las empresas privadas y públicas prestadoras del servicio de energía eléctrica, no es posible llegar a tener un bajo costo de las facturas, esto provoca que las familias con escasos recursos tengan problemas de sobre cargo por el no pago, o hasta el corte del servicio (MinEnergía, 2018).

Uno de los métodos utilizados que más controversia ha creado en nuestro país, es la energía hidroeléctrica en ríos del país. Una energía que se supone que es limpia y renovable, pero que actualmente está generando grandes problemas, pues el represamiento Inundación de tierras cultivables, desplazamiento de residentes en áreas inundadas, alteración del territorio, reducción de la biodiversidad, obstaculización de la migración de peces, navegación fluvial y transporte de nutrientes río abajo y reducción del caudal fluvial (Carles Furió, 2011).

En la mayoría de los hogares y locales comerciales en Ocaña Norte de Santander, dependen del servicio de energía eléctrica de Centrales Eléctricas, son muy pocas las viviendas que obtienen la energía por otro medio, como la generación de energía solar, con paneles solares. Pero en el casco urbano se hace fácil detectar que se obtiene por medio de la energía hidroeléctrica, siendo esta última también renovable.

Uno de los retos que tiene actualmente la ciudad de Ocaña, y desde la Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña, es el desarrollo de nuevas fuentes de energía limpia y renovable, haciendo uso de las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC), fortaleciendo el desarrollo sostenible, para de este modo obtener un beneficio.

1.2 Formulación del problema

¿Con la construcción de un generador hidroeléctrico y del desarrollo de una app móvil, permitirá la implementación de un sistema generador de energía limpia en una vivienda en Ocaña Norte de Santander?

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo general

Desarrollar un sistema hidroeléctrico monitoreado por una aplicación móvil como alternativa de generación de energía limpia en viviendas.

1.3.2 Objetivos específicos

- Analizar requerimientos y tecnologías necesarios para el desarrollo del sistema generador hidroeléctrico y requerimientos para el desarrollo de la aplicación móvil.

- Diseñar el sistema generador hidroeléctrico y la aplicación móvil de acuerdo con los referentes y requerimientos.
- Construcción del sistema generador hidroeléctrico y desarrollo de la aplicación móvil.

1.4 Justificación

El consumo de energía eléctrica aumenta de manera proporcional a la fabricación y comercialización de dispositivos que la requieren como mecanismo de acción, esto hace que seamos más dependientes de aparatos electrónicos cada día, haciendo que aumente consumo de la energía eléctrica, desconociendo los métodos por las que se generó inicialmente. Los daños ambientales producto de métodos de producción de energía eléctrica han cambiado el curso de ecosistemas que han perdido gran parte de su desarrollo natural. Es por ello que generar proyectos que enfoquen sus objetivos a crear nuevas fuentes de generación de energía eléctrica limpia y renovable, nos hace que reflexionemos sobre los actuales métodos de producción de las energías que no son renovables, mirando los efectos negativos que se le hace al medio ambiente, nos obliga a que busquemos nuevos métodos de generar alternativas de energías limpias.

Los efectos negativos que producen las empresas generadoras de energía eléctrica por cualquier medio que la producen y viendo el cambio climático del cual somos responsables, se plantea el desarrollo de sistema generador de energía hidroeléctrico controlado y monitoreado por una aplicación móvil en viviendas que consiste en lo siguiente: Implementar turbinas conectadas a un generador de energía dentro del acueducto de agua potable de una vivienda, cuando alguna llave o grifo de la vivienda se abra, la presión del agua hará que las turbinas giren,

produciendo energía hidroeléctrica para luego ser almacenada en baterías, y su posterior consumo en la vivienda.

Dada la tendencia actual al uso de dispositivos móviles, se plantea el desarrollo de la aplicación móvil que hará el monitoreo y control de la energía producida por sistema generador hidroeléctrico, de una forma fácil y a la mano. De esta manera se busca generar una energía limpia y renovable para el mismo consumo en la vivienda, ayudando a disminuir los costos de energía y siendo una vivienda casi auto sostenible de energía eléctrica. Así mismo se busca ayudar al medio ambiente, desarrollando este proyecto donde los beneficiados son varios actores, pues la implementación de este sistema generador promete una vivienda donde la generación de su propia energía hidroeléctrica está aprobada por el mismo gobierno para su implementación, ya que en Colombia se expidió la ley 1715 del 13 de mayo de 2014 (MinEnergía, 2014). Por medio de la cual se regula la integración de la energía renovable no convencionales al sistema energético nacional, y cuyo objetivo es promover el desarrollo y utilización de las fuentes no convencionales de energía, teniendo como prioridad las de carácter renovable.

1.5 Delimitaciones

1.5.1 Delimitación Operativa

Se pueden presentar inconvenientes para el desarrollo del proyecto como que no se puedan conseguir los componentes para la construcción, como también que no se tenga un espacio dedicado para el desarrollo del proyecto, como aquel espacio que permita la pruebas de

este. Esto podría afectar el óptimo desarrollo del proyecto impidiendo que se logren cumplir los objetivos propuestos.

1.5.2 Delimitación Conceptual

En este proyecto de investigación se hace indispensable tener presente los conceptos principales que son el desarrollo ágil de aplicaciones móviles y los sistemas de turbinas para la generación de energía hidroeléctrica.

Se mencionarán conceptos como aplicación móvil, API interfaz, software, diseño, estabilidad, adaptabilidad, ejecución, base de datos, ingeniería de software, desarrollo ágil, tipos de turbinas, energía cinética y mecánica.

1.5.3 Delimitación Geográfica

El proyecto se desarrollará en la ciudad de Ocaña, Norte de Santander, ya que es donde se implementará el sistema generador de energía hidroeléctrico, junto con la aplicación móvil.

1.5.4 Delimitación Temporal

El proyecto actual se realizará en un periodo de seis meses (6) calendario, en donde se desarrollarán paso a paso los objetivos propuestos, a partir de la aprobación de este.

Capítulo 2. Marco Referencial

En esta sección del documento se habla sobre la importancia de la generación de energías renovables que ha cambiado y revolucionado el mundo por el gran impacto con beneficio al hombre y al medio ambiente, estos métodos son aplicados en espacios donde es de vital importancia como las viviendas donde no llega la red nacional de energía eléctrica, o en otros casos que es fundamental su generación en viviendas para ser un apoyo en el consumo de esta. Por otra parte, en esta sección, encontraremos una aproximación a los sistemas que permiten monitorear sistemas generadores de energía, y el subcampo de interés que estos sistemas han generado y los desarrollos que se han realizado a nivel nacional e internacional, además se abordan conceptos principales que se usan alrededor de las energías renovables, la arquitectura de sistemas generadores hidroeléctricos y de aplicaciones móviles como a poyo a estos sistemas.

2.1 Marco Histórico

Gracias al concepto de energía renovable, se han generado nuevas posibilidades para el desarrollo de proyectos que se extienden hasta las ciudades, en este caso nos centraremos en el estudio histórico de los generadores hidroeléctricos y sistemas que los controlan, gracias a la utilización de turbinas y sistemas de información se pueden monitorear. Desde hace tiempo se han venido utilizando técnicas para la generación de energía e incluyendo la tecnología en los procesos de estos sistemas en las ciudades.

2.1.1 Antecedentes a nivel internacional

2.1.1.1 Turbina generadora de electricidad. España. Es una turbina generadora de electricidad construida por la compañía Traxco, y es una turbina de reducidas dimensiones, para insertar en tuberías de 2" (50,8mm de diámetro) y de 3" (76,2mm de diámetro) que genera 1 Kw por hora con un caudal de 10 litros por segundo, necesitando y ocasionando una pérdida de carga o pérdida de presión de tan sólo 2 Kg/cm².

Trabaja a partir de 0,8 Kg/cm² de presión y hasta un máximo de 8 Kg/cm² y el mismo equipo se regula automáticamente para cargar y acumular la electricidad generada en baterías tanto si son de 12V, como de 24V, como de 48V. En 12V genera una potencia máxima de entre 0,5 y 0,8 kWcc, en 24V de entre 0,8 y 1,2 kWcc y en 48V de 1,5 kWcc. El fluido que circula desde la tubería de entrada a través de la microturbina regresa a la instalación a través de la tubería de salida, y la presión se reduce en un pequeño porcentaje con respecto a la presión de entrada, y la energía eléctrica generada es consistente con las condiciones de presión y flujo hidráulico existentes en la instalación (Traxco, 2012).

El sistema cuenta con un monitor de batería para controlar la mini turbina, que se vende por separado, pero no cuenta con una aplicación móvil para su monitoreo por lo que si se quiere mirar la generación de energía se debe acercarse al monitor para poder tener información de la generación del sistema.

Figura 1.

Turbina generadora de electricidad. Fuente Traxco.



2.1.1.2 Generador de energía de agua ultrapequeño. Japón. Este producto fue diseñado y construido por Sr. Masaya Sumino y permite generar energía eléctrica con menor altura en comparación con otras unidades de generación de energía hidráulica. Como toda la estructura de este molino de agua es de tipo abierto y simple, los trabajos de montaje, instalación, limpieza y mantenimiento se pueden completar con facilidad. Además, el molino de agua en forma de espiral evita que la unidad se obstruya con sustancias flotantes o polvos.

Debido a que este producto no requiere grandes conductos de agua o tubos de presión para su instalación y no hay muchos componentes, este producto es rentable en comparación con otras unidades de generación hidráulica. Cuando se instala, el marco y el cuerpo principal crean una cabeza al represar el canal.

Por lo tanto, este producto se puede instalar y operar sin problemas siempre que la vía fluvial garantice el flujo requerido para la generación. Con respecto a los consumibles principales (como cojinetes, generador y turbina de molino de agua) que requieren

mantenimiento, no se necesitará ninguna habilidad especial para cambiarlos. En consecuencia, los problemas se pueden reparar rápidamente (UNIDO, 2018).

Este sistema no cuenta con una aplicación móvil para su monitoreo, pues el consumo de esa energía solo depende de que sea almacenada o en el caso presentado se usa la energía de manera directa.

Figura 2.

Generador de energía de agua ultrapequeño. Fuente UNIDO.



2.1.1.3 PV Output. Australia. PV Output para Android es una aplicación limpia y fácil para obtener una visión general del estado rápido de su instalación fotovoltaica (Store, 2015).

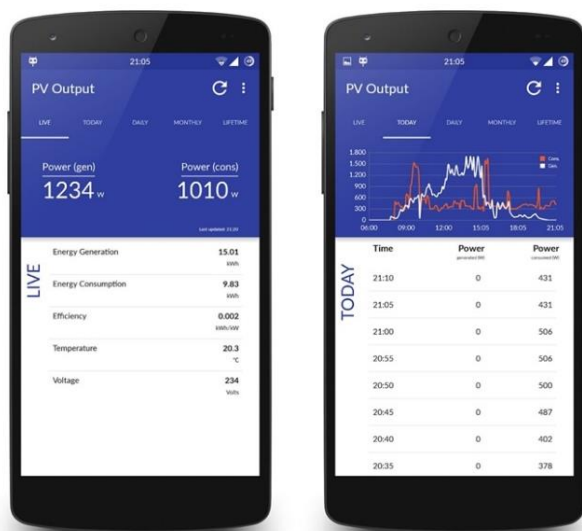
PVOutput es un servicio en línea gratuito para compartir y comparar datos de salida de paneles solares fotovoltaicos. Proporciona funciones de carga de datos tanto manual como automática. Los datos de salida se pueden graficar, analizar y comparar con otros contribuyentes

de pvoutput durante varios períodos de tiempo. La capacidad de comparar con sistemas similares en las proximidades permite identificar fácilmente los problemas de rendimiento a corto y largo plazo.

Si bien PV Output se centra en monitorear la generación de energía, también proporciona instalaciones igualmente capaces de cargar y monitorear datos de consumo de energía desde varios dispositivos de monitoreo de energía. Los datos de generación solar y consumo de energía se pueden combinar para proporcionar una vista 'neta' de la energía que se genera o consume en vivo (Buntjer, 2015).

Figura 3.

Interfaz de la aplicación móvil PV Output. Fuente Play Store.



2.1.1.4 APsystems EMA App. Estados Unidos de América. Esa aplicación móvil hace un monitoreo de energía y análisis desde la aplicación, permite a los propietarios del sistema

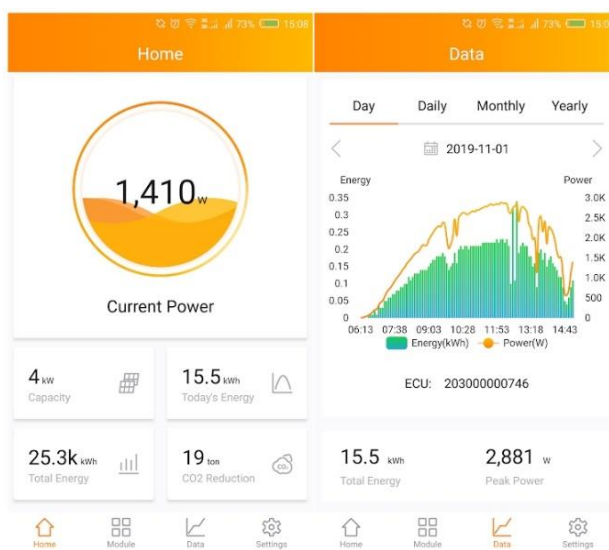
APsystems microinversor, realice un seguimiento del rendimiento de los paneles solares en tiempo real a través de dispositivos móviles.

Vea la producción del sistema por día, mes, año y duración de la matriz, y calcule el ahorro de energía en función del precio por kilovatio hora.

La aplicación también muestra los ahorros ambientales por galón de gasolina, árboles y emisiones de carbono. Todos los datos se muestran a través de una interfaz gráfica fácil de usar. (Zhi-Min Ling, 2018).

Figura 4.

Interfaz de aplicación móvil APsystems EMA App. Fuente Play Store.



2.1.2 Antecedentes a nivel nacional

2.1.2.1 Microturbina pelton, una solución real de energía para zonas no interconectadas (ZNI). Este es un representativo proyecto, es un desarrollo de soluciones energéticas para áreas no interconectadas, específicamente la microturbina pelton, que utiliza pequeñas cascadas y donde la convierte energía, es decir la potencia cinética suficiente para hacer girar el alternador y hacer funcionar el generador y dar energía a electrodomésticos necesarios en una o más casas relativamente cercanas de donde se instale el sistema. La construcción de la turbina y la puesta en servicio de operación de un sistema compacto con todos los elementos necesarios capaz de trasladarse de manera práctica (Niño, 2018).

Es un dispositivo que da solución a los problemas de energía eléctrica a aquellas viviendas rurales que no cuentan con el servicio y que además pueden establecer una solución implementando esta turbina en una fuente hídrica donde haya una caída de agua.

Figura 5.

Microturbina pelton. Fuente revista Colombia de Tecnologías Avanza.

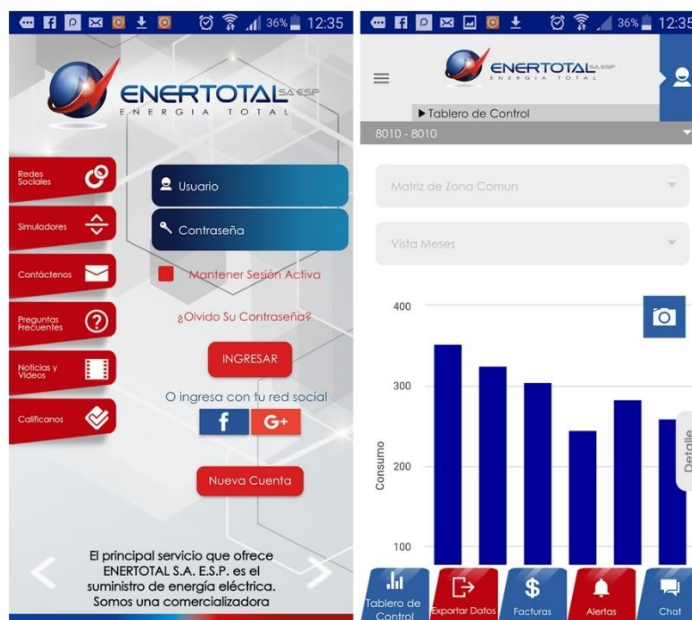


2.1.2.2 Enertotal. Es una aplicación móvil desarrollada por una empresa colombiana, que brindar a los usuarios y clientes información oportuna sobre el consumo energético de sus hogares o negocios, que sea útil para reducir costos.

Dentro de sus características que ofrece a sus clientes; Verifique sus facturas, pague en cualquier momento y en cualquier lugar, administre el consumo de energía en función de los promedios esperados, reciba notificaciones sobre interrupciones del servicio planificadas, reduzca el riesgo de sobrecargas de energía y controle el consumo de energía con emuladores (ESP, 2019)

Figura 6.

Interfaz de aplicación móvil Enertotal. Fuente Play Store.



2.1.3. Antecedentes a nivel local

A nivel local no se encuentran antecedentes de la utilización de aplicaciones móviles que permitan el monitoreo de un sistema generador hidroeléctrico implementado en viviendas ni empresas, lo que demuestra la importancia a través de la investigación generar un precedente.

2.2 Marco contextual

Ocaña fue fundada el 14 de diciembre de 1570, está situada a 8° 14' 15" Latitud Norte y 73° 2' 26" Longitud Oeste y su altura sobre el nivel del mar es de 1.202 m. La superficie del municipio es 460Km², los cuales representan el 2,2% del departamento. La Provincia de Ocaña tiene un área de 8.602 km². Posee una altura máxima de 2.065 m sobre el nivel del mar y una mínima de 761 m sobre el nivel del mar (Alcaldía Ocaña, 2019).

Con una población aproximada de 129.308 habitantes, la arquitectura de Ocaña mezcla una arquitectura colonial, republicana y moderna. Por su parte, la ciudad cuenta con empresas servicios públicos de agua potable para la población, estas son de vital importancia para el desarrollo del proyecto teniendo la implementación del sistema hidroeléctrico en el acueducto de una vivienda, siendo el proveedor una empresa de este servicio público, teniendo como principal, el método de generación por medio de la energía cinética que permanece en la presión de agua que circula por el acueducto.

2.3 Marco conceptual

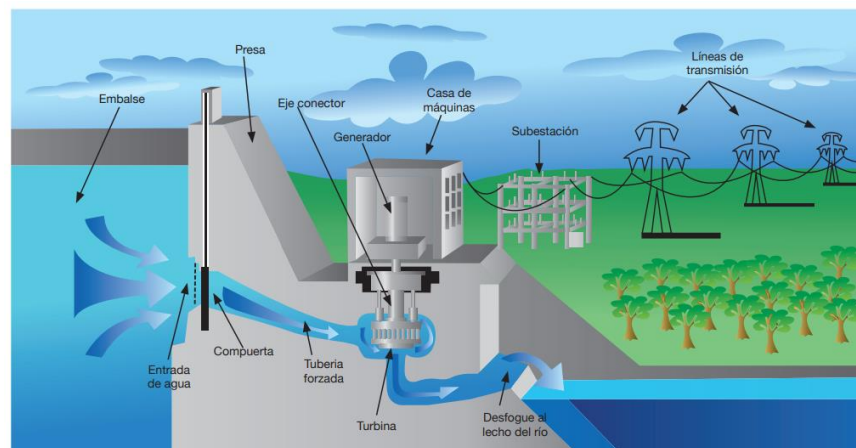
2.3.1 Energía hidroeléctrica.

Es la energía que posee el agua cuando fluye por un determinado canal o se almacena (energía potencial) a cierta altura y cae para producir electricidad. Este tipo de energía renovable se puede obtener en áreas con agua suficiente, el uso más importante son las centrales hidroeléctricas, y para el desarrollo de centrales hidroeléctricas se requiere de una estructura que cambie según las condiciones del entorno.

Una central hidroeléctrica es una instalación que permite el aprovechamiento de una gran cantidad de agua que circula en un río y la convierte en electricidad mediante una turbina conectada a un generador. Después de este proceso, el agua se devuelve al río tal y como se tomó para que pueda ser reutilizada en otra fábrica aguas abajo o para consumo (IDEAM, 2015).

Figura 7.

Central hidroeléctrica. Fuente Ingfocol Ltda.



Una central hidroeléctrica se puede definir como una instalación a través de la cual la energía contenida en una masa de agua ubicada a una determinada altura se puede utilizar para convertirla en energía eléctrica. Esto se logra conduciendo el agua desde el nivel de agua original hasta el nivel de agua más bajo ubicado en una o más turbinas hidráulicas, las cuales son impulsadas por el agua, las cuales a su vez generan electricidad por uno o más generadores (Diego, 2015).

Las pequeñas centrales hidroeléctricas PCHs en Colombia se definen bajo los criterios establecidos por la Comisión de Regulación de Energía y Gas CREG así: en el rango de 0 a 100 kilovatios Micro central, de 100 a 1000 kilovatios Minicentral y de 1000 a 10.000 kilovatios Pequeña central (Sierra, Sierra & Guerrero, 2011).

2.3.2 Energías limpias, renovables o alternativas.

Las energías renovables son aquellas que son inagotables, ya que vienen de las fuentes que nos ha dado la naturaleza, como el sol, el viento o el agua. Una gran ventaja y característica, es que se renuevan constantemente, son capaces de regenerarse por medios naturales más rápido de lo que las podemos consumir, pero no implican necesariamente que sean limpias.

Las energías limpias: son aquellas que cuando se usan no generan residuos tóxicos que dañan al medio ambiente. Existen energías limpias, pero no renovables como el gas natural. Por otro lado, están las energías alternativas, que son aquellas diferentes a las tradicionales o a las

más utilizadas actualmente y pueden ser renovables y limpias, pero no implican la quema de consumibles fósiles (Laumayer, 2016).

Según la revista Dinero, actualmente en Colombia el 70% de la generación de energía eléctrica en Colombia se hace a partir del agua, a través de las hidroeléctricas, que ya completan 23 en el país (cinco de ellas en construcción). El 29% de la producción se genera gracias al gas natural por medio de las plantas termoeléctricas y el 1% restante a partir de otras fuentes como carbón, energía eólica, etc.

2.3.3 Turbina hidráulica.

Una máquina hidráulica es un dispositivo capaz de convertir energía hidráulica en energía mecánica; pueden ser motrices (turbinas), o generatrices (bombas), modificando la energía total de la vena fluida que las atraviesa (Díez, TURBINAS HIDRÁULICAS, 1996).

2.3.4 IoT.

Internet de las cosas (IoT) consiste en cosas que tienen una conexión a Internet en cualquier momento y en cualquier lugar. Técnicamente, implica integrar sensores y dispositivos en objetos cotidianos conectados a Internet a través de redes fijas e inalámbricas. El hecho de que Internet pueda verse en todas partes hace que la adopción masiva de esta tecnología sea más factible. Dado su tamaño y costo, estos sensores se pueden integrar fácilmente en hogares, entornos de trabajo y lugares públicos. De esta manera, cualquier objeto puede conectarse y

mostrarse en Internet. Además, Internet de las cosas implica que cada objeto puede convertirse en una fuente de datos. Esto empezó a cambiar la forma de hacer negocios, la organización del sector público y el día a día de millones de personas (Bankinter, 2014).

Por otra parte (Alejandro, 2012) dice que Internet de las cosas (IoT) es un mundo en el que los dispositivos que lo componen se pueden identificar en Internet, y los dispositivos están creciendo a un ritmo más rápido a medida que se desarrollan nuevos dispositivos conectados. En este sentido, las redes de sensores inalámbricos juegan un papel importante en la mejora de la popularidad de la red de dispositivos inteligentes de bajo costo y fáciles de implementar. Estos estándares incluyen IEEE 802.15.4 en la capa física, 6LoWPAN en la capa de red y RPL como protocolo de enrutamiento, que se integran en el concepto de IoT para brindar nuevas experiencias de la vida diaria, como en hogares y oficinas cómodas, salud, monitoreo ambiental y aplicaciones de ciudades inteligentes.

2.3.5 Arduino.

Es una plataforma electrónica de código abierto basada en hardware y software fáciles de usar. La placa de desarrollo Arduino puede leer la entrada y convertirla en la salida del dispositivo. Puedes decirle a la placa de desarrollo qué hacer enviando un conjunto de instrucciones al microcontrolador en la placa de desarrollo. Esta placa utiliza el lenguaje de programación Arduino (basado en Wiring) y el Software Arduino (IDE). A través del tiempo, Arduino ha sido el cerebro de miles de proyectos, desde objetos cotidianos hasta complejos instrumentos científicos. Una comunidad mundial de creadores se ha reunido en torno a esta

plataforma de código abierto, sus contribuciones se han sumado a una increíble cantidad de conocimiento accesible que puede ser de gran ayuda tanto para principiantes como para expertos (Arduino, 2005).

2.3.6 Hardware libre.

Hardware de Fuentes Abiertas (OSHW en inglés) es aquel hardware cuyo diseño se hace disponible públicamente para que cualquier persona del mundo y que este lo pueda estudiar, modificar, distribuir, materializar y vender, tanto el original como otros objetos basados en ese diseño.

2.3.7 Aplicaciones móviles.

Las aplicaciones móviles son aplicaciones desarrolladas para ejecutarse en dispositivos móviles. El término móvil se refiere a la capacidad de acceder a datos, aplicaciones y dispositivos desde cualquier lugar. Para desarrollar este tipo de software, se deben considerar ciertas limitaciones en el hardware de estos dispositivos, como su pequeño tamaño, baja potencia informática, baja capacidad de almacenamiento y ancho de banda limitado. Algunos ejemplos de aplicaciones móviles incluyen: mapas y navegación, búsqueda, juegos, mensajería, aplicaciones comerciales (Enriquez & Casas, 2013).

2.3.8 Sistemas operativos móviles.

A partir de la definición del sistema operativo: la capa compleja entre el hardware y el usuario también se puede imaginar como una máquina virtual, que proporciona a los usuarios o programadores las herramientas e interfaces adecuadas para realizar sus tareas informáticas, dejándolos de realizar lo que necesitan. Podemos inferir que el uso de uno u otro sistema operativo determinará las capacidades multimedia del dispositivo y la forma en que interactúan con el usuario (Alonso, Artime & Rodríguez, 2011).

2.3.9 Comunicación inalámbrica.

La comunicación inalámbrica es una red que utiliza ondas de radio para conectar dispositivos sin ningún tipo de cable. Los dispositivos comúnmente utilizados en redes inalámbricas incluyen computadoras portátiles, computadoras de escritorio, portátiles, teléfonos móviles, tabletas. El método de trabajo de la red inalámbrica es similar al de la red cableada, pero la red inalámbrica debe convertir la señal de información en una forma adecuada para la transmisión en el medio aéreo (Salazar, 2016).

2.4 Marco teórico

2.4.1 Generador hidroeléctrico.

En un sistema de microgeneración de energía hidroeléctrica, el elemento que transforma la energía potencial del fluido en energía mecánica por lo general es una turbina hidráulica que de manera sintetizada se puede describir como un conjunto compuesto por: el rodete con

una serie de alabes o paletas y que gira ante el impacto del chorro de agua; el estator, que es un elemento fijo el cual en cada tipo de turbina puede regular el caudal, direccionar el flujo, transforman la energía de presión en energía cinética y una carcasa que cubre y soporta los elementos que la componen.

2.4.2 Turbinas hidroeléctricas.

Las turbinas se clasifican en dos grandes grupos: de acción o presión constante como la Pelton, Turgo y Michell Banki y las de reacción o presión variable, como la Axial (bulbo, tubular, y de flujo), la Francis y la Kaplan. También pueden ser clasificadas de acuerdo con la dirección del flujo: radial, semiaxial, axial, tangencial y transversal, lo cual determina la forma del rotor. En microgeneración es común encontrar turbinas Pelton, Michell-Banki y Axiales, que son las más sencillas de fabricar y abarcarían toda la gama posible de combinación de saltos y caudales (Sierra, Sierra & Guerrero, 2011).

2.4.3 Clasificación de turbinas.

Las turbinas se clasifican en:

2.4.3.1 Turbinas de acción o impulsión: En las turbinas de acción el agua sale del distribuidor a la presión atmosférica, y llega al rodete con la misma presión; en estas turbinas, toda la energía potencial del salto se transmite al rodete en forma de energía cinética. En las turbinas de acción, el empuje y la acción del agua coinciden. Ejemplo la Turbina Pelton.

Figura 8.

Turbina de acción. Fuente academia.edu



2.4.3.2 Turbinas de reacción o sobrepresión: En las turbinas de reacción el agua sale del distribuidor con una cierta presión que va disminuyendo a medida que el agua atraviesa los alabes del rodete, de forma que, a la salida, la presión puede ser nula o incluso negativa; en estas turbinas el agua circula a presión en el distribuidor y en el rodete y, por lo tanto, la energía potencial del salto se transforma, una parte, en energía cinética, y la otra, en energía de presión. En las turbinas de reacción, el empuje y la acción del agua son opuestos. Este empuje es consecuencia de la diferencia de velocidades entre la entrada y la salida del agua en el rodete ($w_1 - w_2$), según la proyección de la misma sobre la perpendicular al eje de giro.

Figura 9.

Turbina de reacción. Fuente academia.edu



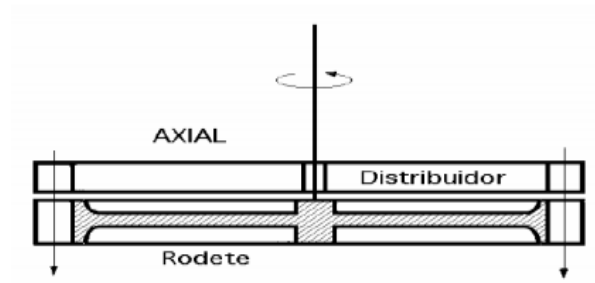
2.4.4 Turbinas según la dirección de entrada del agua.

Estas pueden clasificarse en:

2.4.4.1 Turbinas Axiales. En las axiales, (Kaplan, hélice, bulbo), el agua entra paralelamente al eje, tal como se muestra en la Figura 10.

Figura 10.

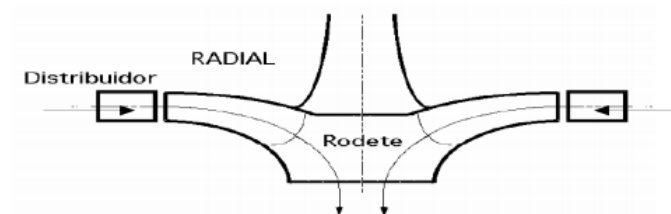
Turbina Axial. Fuente academia.edu



2.4.4.2 Turbinas Radiales (centrípetas y centrífugas). En las radiales, el agua entra perpendicularmente al eje, siendo centrífugas cuando el agua va de dentro hacia afuera, y centrípetas, cuando el agua va de afuera hacia adentro, (Francis).

Figura 11.

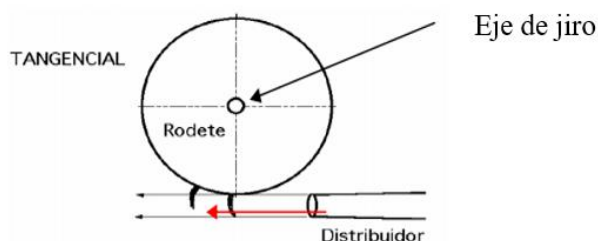
Turbina Radial. Fuente academia.edu



2.4.4.3 Turbinas Tangenciales. En las tangenciales, el agua entra lateral o tangencialmente (Pelton) contra las palas, cangilones o cucharas de la rueda.

Figura 12.

Turbina Tangencial. Fuente academia.edu



2.4.5 Baterías o acumuladores.

Son los elementos encargados de realizar la función de almacenamiento de energía cuando la producción fotovoltaica supera la demanda de la aplicación y entregársela al usuario en forma de corriente continua. Los hechos han demostrado que este elemento es muy importante en la aplicación de paneles solares, pues su función principal es acumular energía y estabilizar la tensión de cada dispositivo. Por otro lado, la batería se debe realizar un ciclo diario y estacionales (Correa, 2016).

2.4.6 Regulador de voltaje.

La función de un regulador de voltaje es, dado un voltaje de entrada mantener a la salida un voltaje deseado, sin importar que tipo de carga se necesite alimentar sólo limitado en la

corriente que el propio regulador es capaz de suministrar, de acuerdo con la potencia del regulador, entonces, el proceso de regulación de voltaje falla al momento en que a dicho regulador se le exige una corriente mayor a la que puede suministrar (Rojas, 2016).

2.4.7 Rectificador de corriente.

Los rectificadores son circuitos electrónicos cuya función es la de procesar potencia eléctrica desde una fuente AC, para obtener una salida DC con las características deseadas para la carga o en otras palabras regulación de voltaje, (Martínez, 2013).

2.4.8 Android.

Es un sistema operativo móvil basado en Linux, específicamente para dispositivos móviles, como teléfonos inteligentes, tabletas, Google TV y otros dispositivos. Está desarrollado por Open Mobile Alliance, liderado por Google.

La estructura del sistema operativo Android consta de aplicaciones que se ejecutan en el framework de Java de aplicaciones orientadas a objetos en el núcleo de la biblioteca de Java en la máquina virtual Dalvik compilada en tiempo de ejecución. La biblioteca escrita en lenguaje C incluye administrador de interfaz gráfica, un framework OpenCore, una base de datos relacional SQLite, interfaz de programación de API de grafica OpenGL ES 2.0 3D, un motor de renderizado WebKit, motor de gráficos SGL, SSL y una biblioteca estándar C Bionic (Cobo, 2013).

2.4.9 Tipos de aplicaciones según el desarrollo.

A nivel de desarrollo, existen varios métodos para desarrollar aplicaciones, cada uno con diferentes características y limitaciones, especialmente desde el punto de vista técnico. Aunque a primera vista no parezca el trabajo de un diseñador, la realidad es que el tipo de aplicación seleccionada determinará el diseño visual y la interacción (Navarro., 2014).

2.4.9.1 Desarrollo móvil web. Una aplicación web móvil es una aplicación que se puede ejecutar en diferentes plataformas como Android, iOS y Windows Phone desde la nube sin necesidad de instalarla.

2.4.9.2 Desarrollo de aplicaciones móviles. Las aplicaciones nativas son aplicaciones desarrolladas utilizando software proporcionado a los programadores por cada sistema operativo. Llamado genéricamente Software Development Kit o SDK. Así, Android, iOS y tienen uno diferente y las aplicaciones nativas están diseñadas y programadas específicamente para cada plataforma, en el lenguaje utilizado por el SDK.

2.4.9.3 Desarrollo de las aplicaciones Híbridas. Se llaman híbridas porque combinan aspectos de las aplicaciones nativas y de las aplicaciones web según más convenga. Por un lado, se desarrollan bajo lenguaje Javascript, CSS o HTML, al igual que las apps web, lo cual permite la adaptación a cualquier sistema operativo; y por otro lado, como sucede con las apps nativas, permiten el acceso a las funcionalidades del dispositivo.

2.4.10 Apps.

Es una herramienta diseñada para desarrollar funciones específicas en plataformas específicas: teléfonos móviles, tabletas, televisores, ordenadores personales, etc. El término se deriva de la palabra en inglés aplicación (App). Puede descargar o acceder a la aplicación desde un teléfono o algún otro dispositivo móvil. Para acceder a ellos desde un teléfono inteligente, debe considerar la conexión a Internet y su sistema operativo. Las tiendas son: Google Play (Android), Apple, Microsoft y BlackBerry, donde puede buscar, descargar e instalar (Castañeda).

2.4.11 Lenguajes de programación

2.4.11.1 Programación en el Arduino. Arduino se basa en el lenguaje de programación C y es compatible con ciertas funciones de los estándares C y C++. Sin embargo, debido a que la transmisión de datos entre la PC y la tarjeta es en serie, cualquier lenguaje que admita este lenguaje proporcionado por Java se puede utilizar para la programación, como la biblioteca integrada de programación Arduino en el software Easy Java Simulations (EJS (2014)) y otras bibliotecas comerciales como Matlab, para ello MathWorks proporciona un paquete de software gratuito para la programación de bloques de Simulink. El paquete de software proporciona una serie de bloques específicamente para Arduino, por lo que se puede implementar la solución requerida en Matlab-Simulink y transferirla a la placa Arduino de manera completamente transparente al programador, sin preocuparse por la conversión entre bloques Simulink y código Arduino (Valles, 2014).

2.4.11.2 Java. Es un lenguaje de programación desarrollado por Sun Microsystems. Java se introdujo en la segunda mitad de 1995 y desde entonces se ha convertido en un lenguaje de programación muy popular. Java es un lenguaje muy valioso porque los programas Java pueden ejecutarse en varias plataformas con sistemas operativos como Windows, Mac OS, Linux o Solaris. James Gosling, jefe del grupo de trabajo de Java, presentó la promesa de lenguajes independientes de la plataforma. El propósito es diseñar un lenguaje que permita que la aplicación se programe una sola vez y luego se pueda ejecutar en diferentes máquinas y sistemas operativos. Para lograr la portabilidad de los programas Java, se utiliza el entorno de ejecución para compilar los programas. Este entorno se denomina Java Runtime Environment (JRE). Es gratis y está disponible para los principales sistemas operativos. Esto asegura que el mismo programa Java pueda ejecutarse en Windows, Mac OS, Linux o Solaris (Guevara, 2014).

2.4.11.3 HTML. Es un lenguaje de programación con el cual que desarrollan las páginas web, por lo tanto, Es el idioma utilizado por los navegadores para mostrar páginas web a los usuarios y publicar la interfaz más extensa en la web. Nos permite agrupar texto, sonido e imágenes y combinarlos en nuestros estilos favoritos. Además, nos permite introducir referencias a otras páginas a través de enlaces de hipertexto. (Auquilla, 2018).

2.4.11.4 HTML 5. Esta es la quinta edición del lenguaje HTML. Junto con el lenguaje CSS3, define un nuevo estándar de desarrollo web, Redefina el código para resolver el problema y actualícelo al nuevo requisito. No se limita a crear nuevas etiquetas o atributos, sino que también contiene nuevas funciones y proporciona una plataforma de desarrollo para aplicaciones web complejas (mediante la interfaz de programación e aplicaciones API).

HTML5 reemplaza no solo HTML 4, sino XHTML 1 y DOM Nivel 2, permite la interacción entre la página web y el contenido medio (video, audio, entre otros) así como una mayor facilidad a la hora de codificar nuestro diseño básico (Auquilla, 2018).

2.4.11.4 Usos del lenguaje HTML 5

- Página web con elementos multimedia
- Funciones de geolocalización
- Animaciones
- Aplicaciones web

2.4.11.5 CSS. El CSS es un lenguaje de estilos utilizado para definir la presentación, el formato y la apariencia de un documento de marcaje, sea HTML, XML, o cualquier otro. Generalmente se emplea para dar formato visual a documentos. Las hojas de estilo se derivan de los requisitos de diseño de la información, en los que se puede separar el contenido de la presentación, por lo que, a través de la misma fuente de información normalmente definida por el lenguaje de marcado, se puede basar en dispositivo, servicio, contexto o aplicación. Se separa el contenido de la forma, composición, colores y fuentes (Collell Puig).

2.4.11.6 Java Script. Es un lenguaje de programación utilizado para procesar información y procesar documentos. Como cualquier otro lenguaje de programación, las instrucciones proporcionadas por JavaScript se ejecutan de manera secuencial para indicar lo que queremos que haga (realizar operaciones aritméticas, asignar nuevos valores a elementos, etc.).

Cuando el navegador encuentra dicho código en nuestro documento, ejecutará inmediatamente la instrucción y cualquier cambio realizado en el documento se mostrará en la pantalla. (Gauchat, 2017).

2.4.12 Herramientas para el desarrollo de apps.

2.4.12.1 Editores de texto. Son archivos de texto, por lo que podemos utilizar cualquier editor incluido en la computadora para crearlos, como el Bloc de notas de Windows o una aplicación de edición de texto para computadoras Apple, pero también existen editores de texto especialmente diseñados para programadores y desarrolladores web que pueden simplificar nuestro trabajo. Estos editores resaltan el texto en diferentes colores para ayudarnos a identificar cada parte del código, o enumeran los archivos de un proyecto en el panel lateral para ayudarnos a procesar varios archivos al mismo tiempo. La siguiente es una lista de los editores y de IDE (entorno de desarrollo integrado) más populares disponibles para computadoras personales y computadoras Apple (Gauchat, 2017).

2.4.12.2 Bootstrap. Es un framework CSS utilizado en aplicaciones front-end, en otras palabras, desarrollo de aplicaciones adecuadas para cualquier dispositivo en la pantalla de la interfaz de usuario. El framework combina CSS y JavaScript para darle estilo a los elementos de una página HTML. Además de simplemente cambiar el color de los botones y enlaces, también proporciona más funciones. Esta es una herramienta que brinda interactividad en la página, por lo que proporciona una serie de componentes que facilitan la comunicación con los usuarios, como menús de navegación, controles de página, barras de progreso, etc. Además de todas las características proporcionadas por el framework, su objetivo principal es permitir la creación de

sitios web responsive para dispositivos móviles. Esto significa que estas páginas están diseñadas para funcionar en computadoras de escritorio, tabletas y teléfonos inteligentes de una manera muy simple y organizada. (Guajardo, 2020).

2.4.12.3 Node.js. Es una plataforma desarrollada en tiempo de ejecución JavaScript de Chrome para construir fácilmente aplicaciones de red escalables. Node.js usa un modelo de operaciones Entada/Salida sin bloqueo y orientado a eventos, que lo hace liviano y eficiente, perfecto para datos intensivos en tiempo real aplicaciones que se ejecutan en dispositivos distribuidos. El ecosistema de paquetes de Node.js, npm, es el más grande de librerías de código abierto en el mundo (García, 2018).

NodeJS es un entorno de tiempo de ejecución multiplataforma de código abierto que permite el uso de javascript en la capa del servidor para ingresar y generar datos en una arquitectura orientada a eventos. El motor se basa en el motor V8 de Google y está diseñado para ejecutarse en el navegador y ejecutarse de manera rápida el código Javascript. El objetivo de crearlo fue que fuera útil para crear aplicaciones web altamente escalables (Orozco, 2016).

2.4.12.4 Socket.io. Es una biblioteca de JavaScript para Node.js, que permite la comunicación bidireccional en tiempo real entre el cliente y el servidor. Para ello, se basa principalmente en Websocket, pero también puedes utilizar otros métodos alternativos, como sockets de Adobe Flash, JSONP polling o long polling en AJAX, para elegir la mejor alternativa para el cliente en tiempo de ejecución (Andrearrs, 2014).

2.5 Marco legal

2.5.1 Ley 1715 del 2014.

Para diversificar la canasta energética y buscar desarrollar nuevas fuentes de energía renovable, el gobierno ha decidido “*regular la integración de las energías renovables no convencionales al sistema energético nacional*” mediante la implementación y entrada en vigencia de la Ley No. 1715 el 13 de mayo de 2014; estableció un mecanismo de apoyo, fortaleció el entorno de inversión y alentó el desarrollo de las energías renovables. En esta ley se incluyen y definen las pequeñas centrales hidroeléctricas como fuentes de energía renovable no convencional, extendiendo así todos los beneficios que contempla la citada ley. Con la entrada en vigencia de la Ley No. 1715, tal como se establece en el artículo 6 del numeral 2-A, “*establezcan los procedimientos, para la conexión, operación, respaldo y comercialización de energía de la autogeneración distribuida*”, En este sentido, las entidades vinculadas al proceso legislativo tienen un plazo no mayor a un (1) año a partir de su entrada en vigencia para establecer las condiciones y mecanismos de suministro bajo los cuales se realizará la entrega de los excedentes de energía producida al sistema de interconexión nacional (Triana, 2015).

2.5.2 Ley 697 del 2001.

En 2001, de conformidad con la Ley N ° 697 y su Decreto N° 3683 de 19 de diciembre de 2003, en esta se “*fomenta el uso racional y eficiente de la energía, y se promueve la utilización de energías alternativas y se dictan otras disposiciones*”, el objetivo no es solo promover el

desarrollo de proyectos que involucren el uso racional y eficiente de la energía, sino también apoyar proyectos de investigación enfocados en el uso eficiente de la energía eléctrica; este es el esfuerzo del país para promover y desarrollar fuentes de energía no convencionales y reconocer el uso de alternativas limpias, en ese mismo sentido también se refieren al decreto No. 070 de 2001 en el artículo No. 3, que incluye promover el desarrollo sostenible de los recursos naturales y el desarrollo de fuentes de energía alternativas dentro de su alcance (Triana, 2015).

2.5.3 Ley 23 de 1982.

Esta es la ley más conocida como "ley de derechos de autor" las personas que están protegidas por esta ley regulador será el autor de obras literarias, científicas y artísticas, y brindarán protección a sus obras en la forma de este reglamento (Congreso de la republica de Colombia, 1982).

2.5.4 Ley 1341 de 2009.

El país garantizará la libre adopción de tecnología teniendo en cuenta las recomendaciones, conceptos y reglamentos de los organismos internacionales competentes pertinentes, promoviendo así la prestación efectiva de servicios, contenidos y aplicaciones utilizando tecnologías de la información y la comunicación. Asegurar una competencia libre y leal y asegurar que su adopción esté en armonía con el desarrollo ambiental sostenible. Por otro lado, estipula que el Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones debe

diseñar, definir y promover políticas en el sector TIC (Congreso de la Republica de Colombia, 2009)

Capítulo 3. Diseño metodológico

3.1 Tipo de investigación

Para este proyecto se ha definido por la investigación descriptiva, que busca especificar las propiedades, las características y los perfiles de personas, grupos, comunidades, procesos, objetos o cualquier otro fenómeno que se someta a un análisis (Collado, 2014).

El propósito de la investigación descriptiva es comprender la situación actual, costumbres y actitudes a través de descripciones precisas de actividades, objetos, procesos y personas. Su objetivo no se limita a la recopilación de datos, sino que también incluye la predicción e identificación de la relación que existe entre dos o más variables. Los investigadores no solo son tabuladores, sino que también recopilan datos basados en hipótesis o teorías, presentan y resumen cuidadosamente la información y luego analizan cuidadosamente los resultados para extraer generalizaciones significativas que contribuyan al conocimiento (Morales, 2010).

Esta investigación se enmarca en una perspectiva cuantitativa, que es equivalente a medir. Según la definición clásica del término, la medición se refiere a asignar números a objetos y eventos de acuerdo con ciertas reglas. En muchos casos, el concepto se vuelve observable a través de referencias empíricas relacionadas con él. La investigación cuantitativa intenta explicar la realidad social desde una perspectiva externa y objetiva. Su propósito es buscar la precisión de la medición o de los indicadores sociales para que los resultados se puedan extender a un amplio abanico de personas o situaciones. Se ocupan de números fundamentalmente, datos cuantificables (Medina, Quintero & Valdez, 2013).

Es así que (Galeano, 2004), propone que los objetivos de una perspectiva cuantitativa, están orientados a:

- Medición de variables susceptibles a ser cuantitativas.
- La verificación de hipótesis que tienen como soporte teorías legitimadas por la comunidad académica.
- El comportamiento humano y las situaciones y relaciones sociales desde sus manifestaciones externas y medibles.
- Probar teorías categorías analíticas.
- Generalizar a poblaciones amplias los resultados del proceso de investigación.

3.2 Población y muestra

3.2.1 Población

La población objeto de estudio involucradas en la investigación está conformada por los habitantes del barrio 26 de Julio de la Ciudad de Ocaña Norte de Santander.

3.2.2 Muestra

Para este proyecto se decidió el tipo de muestreo probalístico, en los que todos los individuos tienen la misma probabilidad de ser elegidos para formar parte de una muestra y, consiguientemente, por lo que todos tienen la misma probabilidad de ser elegidas. Este método de muestreo probabilísticos nos asegura la representatividad de la muestra extraída.

De este modo para el desarrollo del proyecto se define la muestra de 42 viviendas del barrio 26 de Julio que consumen agua potable, en la ciudad de Ocaña Norte de Santander, que ha sido calculada con la siguiente ecuación para hallar la muestra con datos finitos.

$$n = \frac{N(p * q)(ZC)^2}{(N - 1)E^2 + [(ZC)^2 * p * q]}$$

N = Tamaño de la Población = 107

ZC = Nivel de confianza = 1,645 (90%=1.645 95%=1.96 99%=2.58)

p = Probabilidad de aceptación (50%) = 0.5

q = Probabilidad de rechazo (50%) = 0.5

E = Error de estimación dispuesto a asumir. Debe ser menor del 10% = 0.1

$$n = \frac{107(0.5 * 0.5) * (1.645)^2}{(107 - 1) * 0.1^2 + [(1.645)^2 * 0.5 * 0.5]}$$

$$n = \frac{26.75 * (1.645)^2}{(107 - 1) * 0.1^2 + [(1.645)^2 * 0.5 * 0.5]}$$

$$n = \frac{26.75 * 1.645^2}{1.7120}$$

$$n = \frac{72.3861}{1.7120}$$

$$n = 42.28$$

3.3 Técnicas e instrumentos de la recolección de la información

La recolección de la información de la investigación se obtendrá de dos métodos, uno de ellos es la encuesta, para recopilar información es una conversación dirigida con un propósito específico, en la cual se usa un formato de preguntas y respuestas, que se aplicará a la muestra seleccionada (Kenneth & Kendall, 2011).

Por otra parte, se usará la observación, donde se busca obtener de forma consciente y directa, datos que proporcionen elementos importantes en la investigación.

3.4 Análisis de la información

La encuesta que se realizará personalmente en cada una de las viviendas de la muestra de la investigación, luego de hacer la recolección de la información se hará una tabulación de los resultados de las encuestas con el objetivo de hacer el análisis general. También en el desarrollo del proyecto se harán análisis de información luego de la construcción conforme a las pruebas a realizar al sistema generador y a la aplicación móvil.

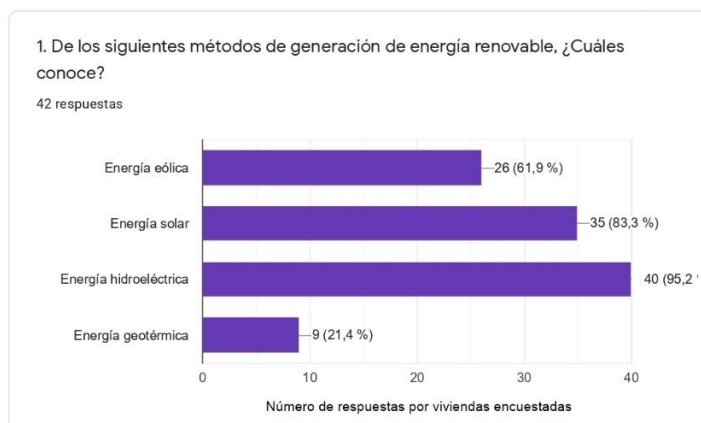
3.4.1 Encuesta realizada a viviendas del barrio 26 de Julio de Ocaña.

A continuación, se presentan los resultados luego de realizar las encuestas a 42 viviendas del barrio 26 de Julio de Ocaña, debido a que este es el número de la muestra calculada en el proyecto. Esta encuesta se realizó con el objetivo de determinar requerimientos y tecnologías necesarios para el desarrollo del proyecto, así como analizar cuáles son los consumos de energía eléctrica y agua potable en las viviendas, también conocer que tipos dispositivos usan para el

alumbrado, y también determinar cuál es el conocimiento de algunas tecnologías usadas para la generación de la energía eléctrica en el mundo.

Figura 13.

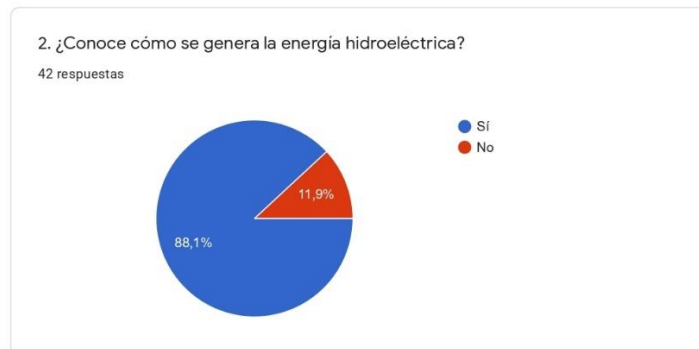
Representación gráfica de los resultados obtenidos en la pregunta No. 1. Fuente Análisis de encuesta.



El resultado de la primera pregunta en la encuesta realizada se puede evidenciar que gran parte de la muestra encuestada refleja que tienen conocimiento de los métodos de generación de energía renovable y que en su mayoría conocen la energía hidroeléctrica, seguido de la energía solar, energía eólica, y por último se tiene un resultado de un porcentaje bajo de conocimiento a la energía geotérmica como.

Figura 14.

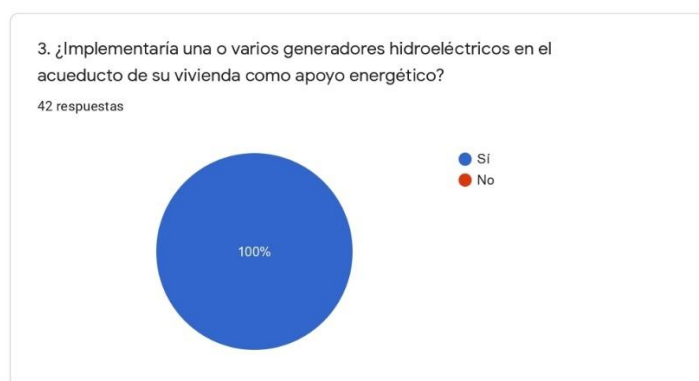
Representación gráfica de los resultados obtenidos en la pregunta No. 2. Fuente Análisis de encuesta.



En los resultados de la segunda pregunta realizada se puede evidenciar que un 88.1% de la muestra encuestada conoce o tiene algún tipo de conocimiento básico de cómo es el proceso de generación de energía hidroeléctrica, en contraste de un 11.9% de la muestra encuestada que no tiene conocimiento o no sabe cómo es el proceso de generación de esta energía.

Figura 15.

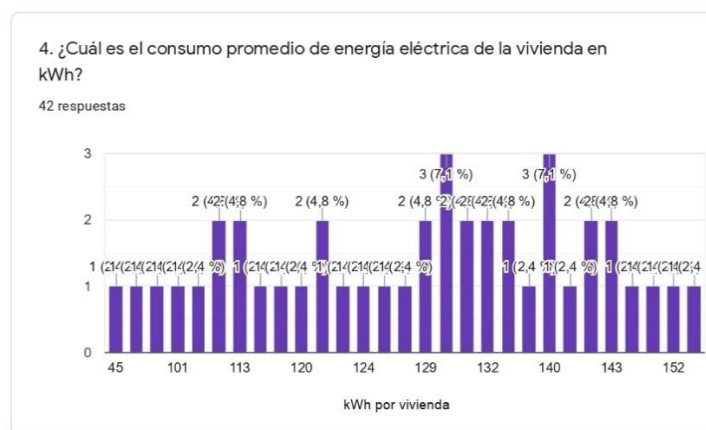
Representación gráfica de los resultados obtenidos en la pregunta No. 3. Fuente Análisis de encuesta.



En este resultado de la pregunta número 3 de la encuesta realizada a la muestra de la investigación, se aprecia en la gráfica un 100% de aceptación a la implementación de uno o varios generadores hidroeléctricos en el acueducto de la vivienda como apoyo energético. Esto un punto importante para la investigación realizada pues nos permite tener claro una aceptación total de la muestra al estar de acuerdo con una posible implementación de un apoyo energético en la vivienda.

Figura 16.

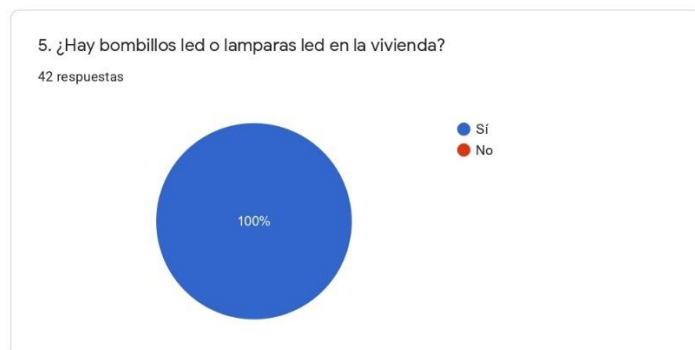
Representación gráfica de los resultados obtenidos en la pregunta No. 4. Fuente Análisis de encuesta.



Para el análisis del resultado de esta pregunta realizada a la muestra del proyecto, primero tenemos que observar que el consumo de kWh por vivienda varía considerablemente pero el rango de consumo está entre los 45 kWh que es el consumo más bajo de una vivienda y 152 kWh siendo el consumo más alto de una vivienda obtenido en esta pregunta, esto nos permite determinar que los consumos de las viviendas encuestadas en los estratos 1 y 2 del barrio 26 de Julio varían por el número de personas que viven en estas viviendas.

Figura 17.

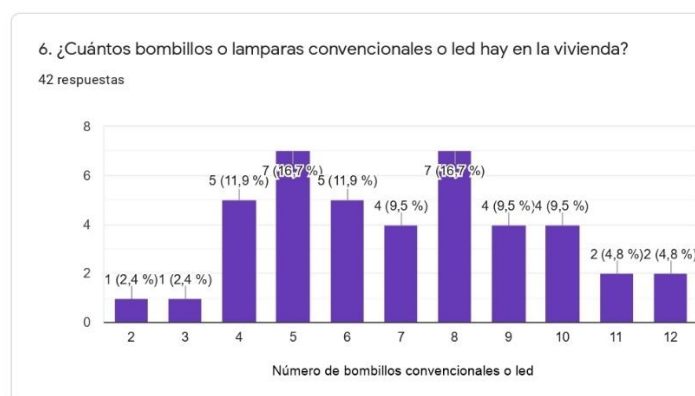
Representación gráfica de los resultados obtenidos en la pregunta No. 5. Fuente Análisis de encuesta.



El resultado de esta pregunta realizada a la muestra nos permite ver claramente en la gráfica que en las viviendas encuestadas con un 100% cuentan con bombillos led o lámparas led, que son de gran ayuda por el bajo consumo de energía que estas necesitan para funcionar, siendo una ayuda para que el consumo de la energía eléctrica de la vivienda sea bajo.

Figura 18.

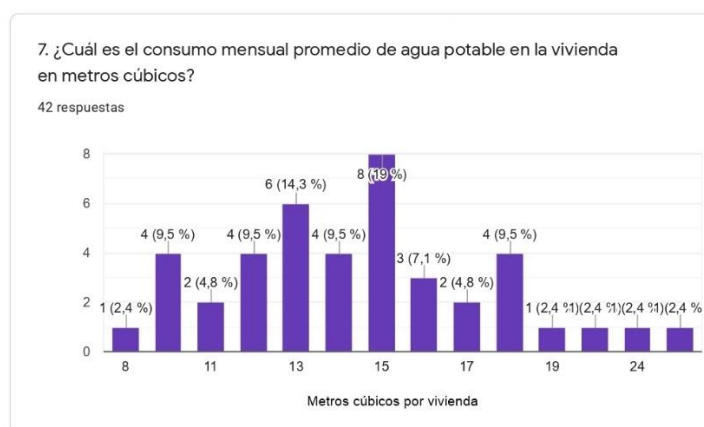
Representación gráfica de los resultados obtenidos en la pregunta No. 6. Fuente Análisis de encuesta.



Los resultados para esta pregunta realizada, nos permite observar en la gráfica que el número de bombillos convencionales o led en las viviendas varía, si miramos en la gráfica hay 7 viviendas que tienen 5 bombillos y 7 viviendas tienen 8 bombillos, y por otra parte 2 viviendas tienen 12 bombillos en la vivienda, siendo el número más alto de estos por vivienda.

Figura 19.

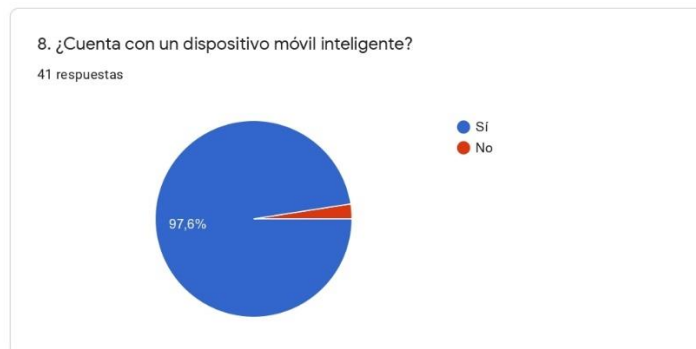
Representación gráfica de los resultados obtenidos en la pregunta No. 7. Fuente Análisis de encuesta.



En este resultado de datos obtenido en la encuesta realizada, se puede observar en la gráfica que el consumo de metros cúbicos de agua potable varía en las viviendas y que el consumo que frecuentan 8 viviendas es de 15 metros cúbicos, también por otra parte hay una vivienda que consume 8 metros cúbicos siendo el consumo más bajo obtenido, y 24 metros cúbicos el consumo más alto.

Figura 20.

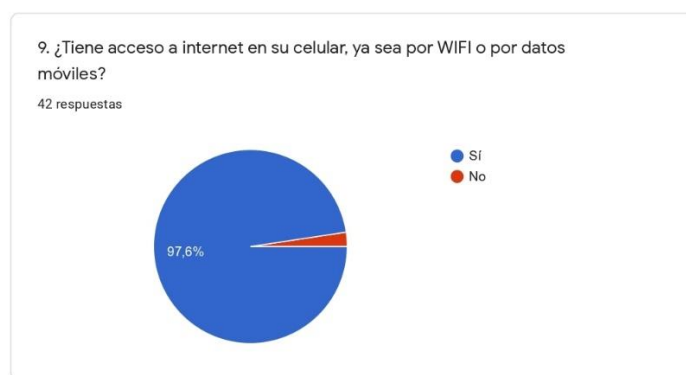
Representación gráfica de los resultados obtenidos en la pregunta No. 8. Fuente Análisis de encuesta.



Se puede evidenciar en la gráfica el resultado de esta pregunta realizada a la muestra seleccionada, que un 97.6% de las viviendas donde se realizó la encuesta cuentan con un dispositivo móvil inteligente, y un 2.4% de las viviendas no cuentan con un dispositivo móvil inteligente, esto nos permite determinar que gran parte de la muestra cuenta con un dispositivo móvil inteligente.

Figura 21.

Representación gráfica de los resultados obtenidos en la pregunta No. 9. Fuente Análisis de encuesta.



En este resultado de la pregunta número 9 de la encuesta, es fácil notar que gran parte de la muestra encuestada tiene acceso a internet en sus dispositivos móviles ya sea por WIFI o datos

móviles, con un total de 40 viviendas cuentan con este servicio dando como resultado de 97.6%, y un 2.4% no tiene acceso a internet, lo que nos permite determinar que 2 viviendas de las encuestadas no cuentan con este servicio.

Figura 22.

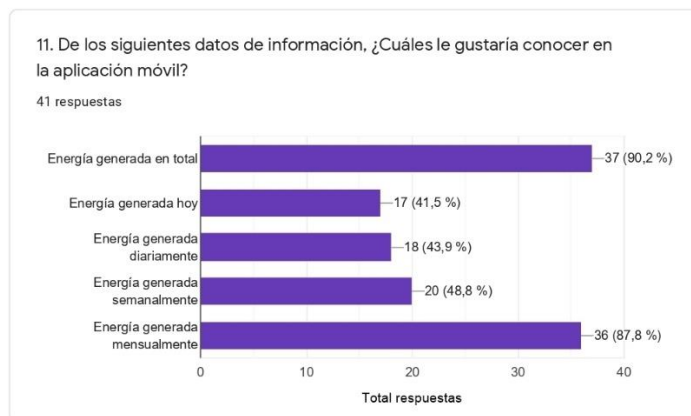
Representación gráfica de los resultados obtenidos en la pregunta No. 10. Fuente Análisis de encuesta.



Se puede evidenciar en la gráfica que de las viviendas encuestadas gran parte de la muestra respondió que le gustaría poder conocer en tiempo real la generación de la energía de los generadores por medio de una aplicación móvil, esto nos permite ver que aparte de que este sistema sea instalado en la vivienda puede tener la facilidad de poder observar su generación en un dispositivo.

Figura 23.

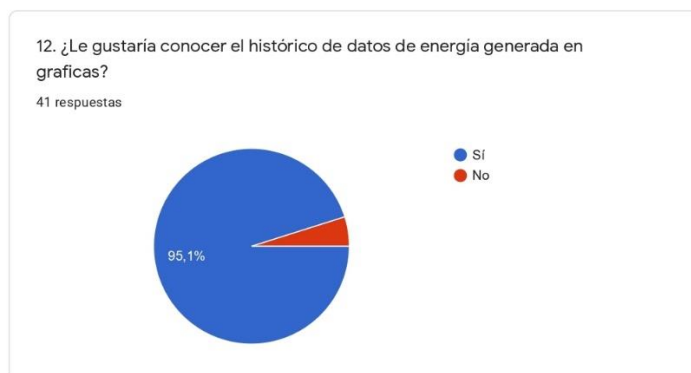
Representación gráfica de los resultados obtenidos en la pregunta No. 11. Fuente Análisis de encuesta.



En esta gráfica como resultado de la pregunta número 11 de la encuesta realizada a la muestra, se puede notar que de los datos que posiblemente le gustaría conocer en la aplicación móvil se tiene un gran porcentaje de 2 de los 5, el primero el dato (Energía generada en total) y el dato (Energía generada mensualmente), y los demás datos tienden a tener un resultado parecido, esto permite evidenciar que datos son relevantes de conocer en la aplicación móvil.

Figura 24.

Representación gráfica de los resultados obtenidos en la pregunta No. 7. Fuente Análisis de encuesta.



El resultado de la pregunta 12 de la encuesta realizada en las viviendas, nos permite observar en la gráfica que un 95.1% de la muestra está de acuerdo con que en la aplicación móvil muestre datos históricos de la energía generada en gráficas, esto con el fin de poder observar en el tiempo cuales son los datos de las energías al pasar el tiempo.

Capítulo 4. Administración del proyecto

4.1 Recursos

4.1.1 Recursos humanos

Investigador:

Eiler Fernando Páez Téllez

Estudiante de Ingeniería de Sistemas de la Universidad Francisco de Paula Santander

Ocaña, autor del proyecto.

Directora del proyecto:

PhD. Torcoroma Velásquez Pérez

4.1.2 Recursos institucionales

Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña

Biblioteca UFPSO

Biblioteca virtual UFPSO

Bases de datos UFPSO

4.1.3 Recursos financieros

Tabla 1.

Presupuesto global del proyecto.

Recursos	Valor de gastos
Equipo de computo	1.100.000
Arduino (2)	90.000
Módulos de arduino	70.000
Materiales	650.000
Transporte	130.000
Papelería	80.000
Imprevistos	250.000
Trabajo de autor	2.000.000
Asesorías	500.000
Total	4.870.000

5. Resultados

5.1 Clasificación de las turbinas.

5.1.1 Según la dirección del flujo en el rodete.

Las turbinas pueden ser de flujo radial, de flujo radio-axial, de flujo axial y de flujo Tangencial.

5.1.1.1 Turbinas de flujo radial. En una turbina radial, la trayectoria de movimiento de las partículas de fluido está inscrita en un plano perpendicular al eje de la máquina. La velocidad del fluido en cualquier punto del impulsor tiene un componente axial (paralelo al eje). Por ejemplo, este es el caso de las turbinas Francis puras. (Figura 25. a)

5.1.1.2 Turbinas de flujo radio-axial. En turbinas con flujo radio-axial o transversal, las partículas de fluido que siguen la trayectoria del impulsor se colocan sobre una superficie cónica. La velocidad tiene tres componentes: radial, axial y tangencial. Por ejemplo, en la turbina de Francis. (Figura 25. b)

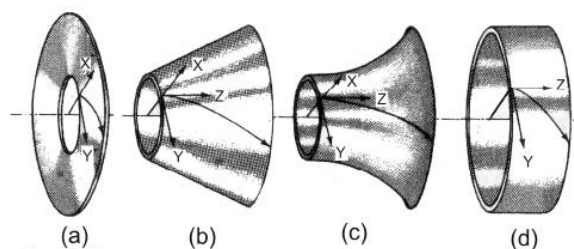
5.1.1.3 Turbinas de flujo axial. En una turbina de flujo axial, las partículas de fluido se mueven a lo largo de una trayectoria de rueda ubicada en un cilindro coaxial con el eje de la máquina. La velocidad del fluido en la rueda tiene un componente radial. Tiene solo dos componentes: axial y la periferia (tangente). Por ejemplo, las turbinas Kaplan y Hélice. (Figura 25. c)

5.1.1.4 Turbinas de flujo tangencial. En las turbinas de flujo tangencial, la entrada del flujo es tangente al rodete. Por ejemplo, las turbinas Pelton. (Figura 25. d)

En las figuras se representan las trayectorias de una partícula de fluido que atraviesa el rodete en los cuatro primeros casos:

Figura 25.

Clasificación de las turbinas según la dirección del flujo en el rodete.



5.1.2 Turbinas de reacción o sobrepresión.

En una turbina reacción, el agua sale del distribuidor a una determinada presión, que se reduce a cuando el agua pasa a través de las palas del impulsor, por lo tanto, en la salida, la presión puede ser cero o incluso negativo; en estas turbinas, el agua circula bajo la presión en el distribuidor y el impulsor, por lo tanto, parte de la energía potencial del salto se convierte en energía cinética y la otra parte se convierte en presión (Díez, Turbinas Hidráulicas).

5.1.3 Turbinas de acción o impulsión.

En las turbinas de acción el agua sale del distribuidor a la presión atmosférica, y llega al rodete con la misma presión; en estas turbinas, toda la energía potencial del salto se transmite al rodete en forma de energía cinética.

5.1.4 Ecuación de cantidad de movimiento.

La ecuación de cantidad de movimiento, desde el punto de vista de sistema y volumen de control, se expresa como:

$$\sum \vec{F}_{vc} = \int_{vc} \rho \vec{g} dV + \int_{sc} \hat{\tau} dA + \int \hat{p} dA + \sum \vec{F}_{mec} = \frac{\partial}{\partial t} \int_{vc} \rho \vec{V} r dV + \int_{sc} \rho \vec{V} r (\vec{V} r \cdot d\vec{A})$$

donde:

$\sum \vec{F}_{vc}$ - es el conjunto de fuerzas que ejerce el volumen de control sobre la masa de fluido contenido en él.

$\int_{vc} \rho \vec{g} dV$ - es el peso del fluido contenido en el volumen de control, incluye el peso del mismo volumen de control.

$\int_{sc} \hat{\tau} dA + \int \hat{p} dA$ - representan a las fuerzas que actúan sobre la superficie o área del fluido como las fuerzas cortantes y las de presión.

$\sum \vec{F}_{mec}$ - representa a las fuerzas de reacción mecánica que aparecen cuando el volumen de control (externo) corta a un elemento sólido.

Esta ecuación permite calcular las fuerzas que ejercen los fluidos sobre los contornos por los cuales fluyen.

Para el desarrollo de la turbina se usará el flujo de ingreso y salida del agua tangencial al rodete, lo que permitirá que la pérdida energía cinética a la salida del agua no sea afectada en la presión, velocidad, y por el giro de la turbina. Teniendo en cuenta la anterior determinación para su función, se usará el agua del acueducto de la vivienda lo que fluirá y determina el tipo Turbinas de acción, el agua sale del distribuidor a la presión atmosférica, y llega al rodete con la misma presión.

5.2 Consideraciones de diseño.

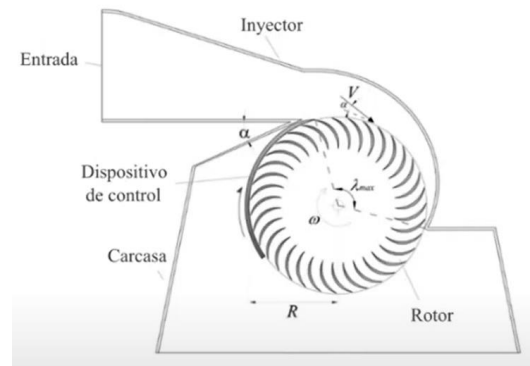
Entre los estudios de la generación de la energía eléctrica, están aquellos que permiten determinar los datos hidroenergéticos del río o de cualquier otro aprovechamiento hidráulico como lo son el caudal y altura disponible. El objetivo es seleccionar combinaciones de geometrías y dimensiones que permitan maximizar la eficiencia y conversión del sistema, garantizando así el máximo aprovechamiento.

5.2.1 Turbina *Michell-Banki*.

La turbina *Michell-Banki* se encuentra compuesta principalmente por 4 elementos: rodete (o rotor), inyector o tobera, tubería de conducción y álabe director. El rodete es la parte de la turbina encargada de la transformación de energía cinética del fluido en energía mecánica rotacional (Romeo, 2020).

Figura 26.

Partes de la turbina Michell-Banki. Fuente Romeo, 2020.

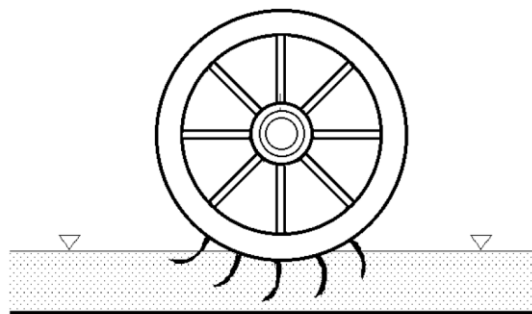


5.2.2 Ruedas Hidráulicas.

Las ruedas hidráulicas son máquinas capaces de transformar la energía del agua, cinética o potencial, en energía mecánica de rotación. Su energía cinética se transforma en energía mecánica, como se indica en las Figura 27.

Figura 27.

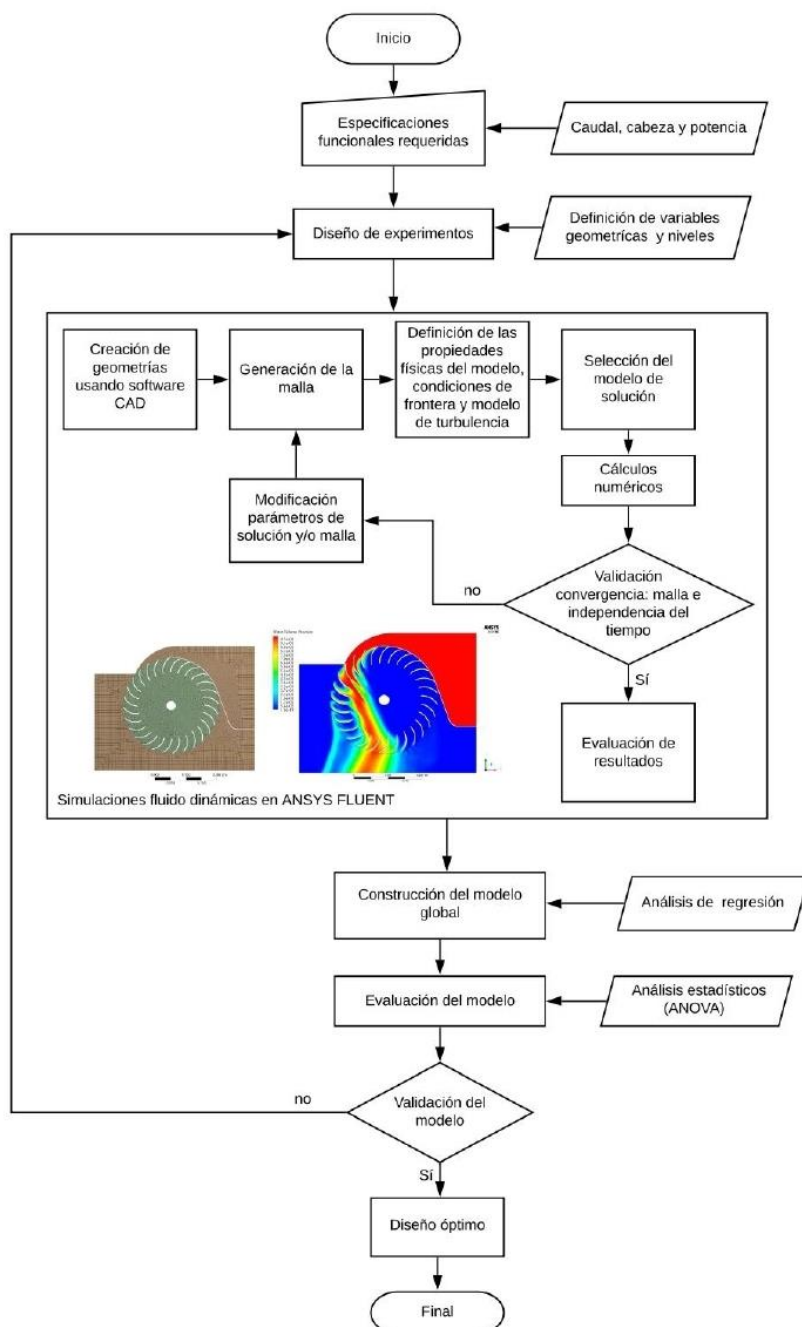
Rueda movida tangencialmente. Fuente Romeo, 2020.



5.3 Metodología de diseño y optimización de turbinas hidráulicas.

Figura 28.

Metodología de diseño y optimización de turbinas hidráulicas. Fuente Díez, Turbinas Hidráulicas.



La metodología de diseño inicialmente sienta las bases de diseño para establecer un consenso en los valores de los parámetros que optimizan el desempeño de la turbina Michel-Banki. Esta metodología tiene en cuenta todas las consideraciones posibles que deben tenerse previo al diseño de los componentes de la turbina: posteriormente estima la evaluación computacional del campo en diseño y comportamiento de la turbina, lo cual permitirá realizar las correcciones necesarias para lograr un diseño que cumpla las condiciones de operación establecidas (Díez, Turbinas Hidráulicas).

5.3.1 La metodología de diseño.

Los aspectos para tomar en cuenta para la metodología usada en la construcción de la turbina se organizan de la siguiente manera:

- Especificaciones funcionales requeridas
 - Caudal, rodete y presión del agua
- Diseño de experimento
 - Creación de geometrías
- Construcción del modelo global

5.3.1.1 Especificaciones funcionales requeridas. Las especificaciones funcionales para el tipo de turbina que se desea diseñar se consideran a continuación:

- **El caudal:** Volumen de agua que atraviesa una superficie en un tiempo determinado.

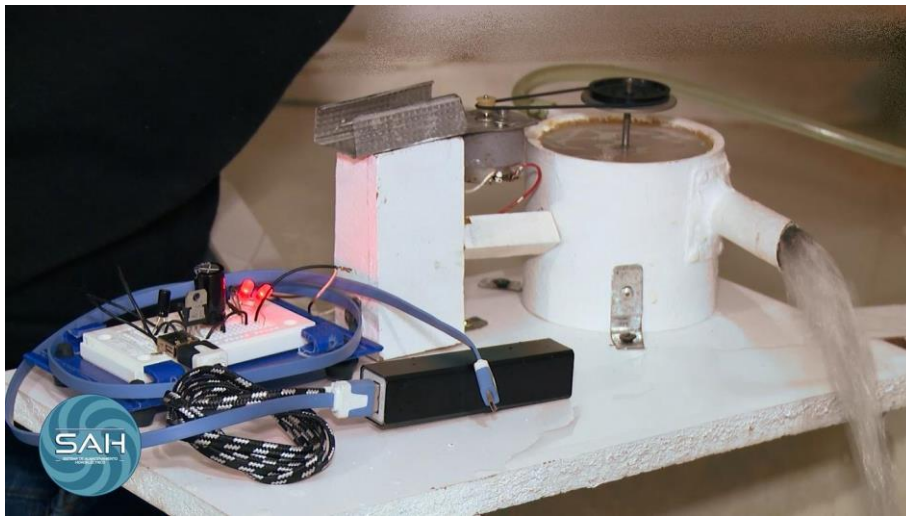
- **Rodete:** Un rodete es un tipo de rotor situado dentro de una tubería o un conducto y encargado de impulsar un fluido.
- **Potencia:** Es la energía neta transmitida al fluido.

5.3.1.2 Diseño de experimento. Desde el inicio del desarrollo del proyecto se diseñó un modelo de una turbina que permitió analizar los comportamientos energéticos generados como también su eficiencia, a continuación, se especifica el prototipo de generador y turbina:

5.3.1.3 Primer diseño de turbina. Está compuesto por un generador de 9 voltios y una turbina de eje vertical a la entrada de agua, un pequeño sistema regulador de voltaje, y una batería, fue construida con materiales reciclados, que permitieron comprobar el principio de la generación de energía hidroeléctrica, almacenando la energía generada en la batería.

Figura 29.

Primer prototipo de turbina. Fuente autor del proyecto.



5.3.1.4 Creación de geometrías. Para el diseño de la turbina se tuvo en cuenta el tipo de turbina a reacción con entrada de agua tangencial, pues la presión del agua está dada por la gravedad y la altura desde el tanque de agua hacía los tubos de 1.5 pulgadas que llegan a las viviendas.

Se presenta un diseño de turbina pequeño esto con el objetivo que sea implementado en varios lugares de la vivienda y así aprovechar la presión del agua que llega a la vivienda. El diseño se determina con la funcionalidad de captar toda la energía cinética y convertirla en energía eléctrica a niveles pequeños, sin generar grandes pérdidas de presión y no afectar el servicio para otros usos dentro de la vivienda.

Más adelante se hablará de algunos puntos donde se encuentran algunos de los tanques de agua potable Ocaña Norte de Santander donde se tomaron datos de la altura, esto con el fin de determinar la presión con la que el agua llega a la vivienda.

5.3.2 Construcción del modelo global.

Para la construcción de este modelo global se tuvieron en cuenta los siguientes aspectos de construcción:

- Diseños geométricos.
- Modelado de las piezas en 3D.
 - Distribuidor (entrada y salida de agua)

- Rodete
- Tapa superior
- Impresión de las partes.
- Ensamble de eje de rodete.
- Disposición de imanes en paredes del rodete.
- Embobinado del eje estático de la turbina.
- Conexión con circuito regulador a la salida.
- Tornillos superiores de sellado de turbina con oring.

El resultado de este proceso general da como resultado la turbina en una escala de dimensiones mencionadas en el diseño geométrico y diseño 3D.

5.3.2.1 Modelado de turbina en 3D. Para el modelado de la turbina en 3D se usó el programa Solidworks tomando los diseños antes mostrados, dando como resultado los siguientes modelos de las piezas para la construcción total de la turbina:

5.3.2.2 Distribuidor de entrada y salida de agua. Esta pieza tiene como función permitir la conexión en la entrada y salida del agua, suministrar tangencialmente el agua a la turbina y permitir que el agua que se mantiene represada por un corto periodo salga por la inercia de esta, con este diseño circular permite que el agua a presión que ingresa a la cámara gire el rodete y genere la energía.

Figura 30.

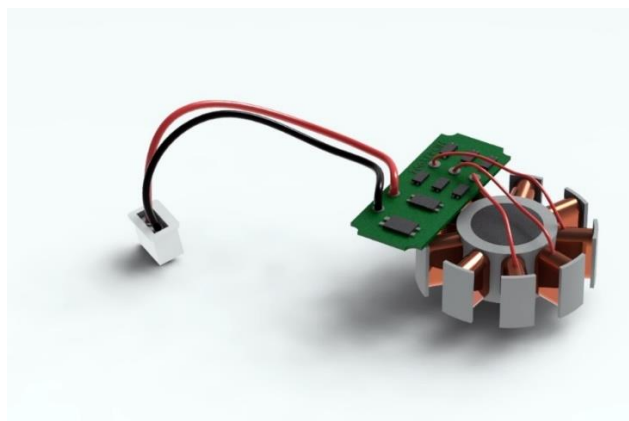
Distribuidor de entrada y salida de agua. Fuente autor del proyecto.



5.3.2.3 Bobina y regulador integrado. Se conoce como estátor a la parte fija de una máquina giratoria. Dependiendo del diseño que se implemente, el estator de un generador puede funcionar como el imán permanente ante un sistema de bobinas móviles; o bien, puede ser un sistema de embobinado fijo el cual es sometido a un campo magnético variable (Luz, 2013). En este caso el estator estará fijo y la turbina tendrá los imanes que giraran alrededor de este para producir la energía.

Figura 31.

Bobina y regulador integrado. Fuente autor del proyecto.



5.3.2.4 Rodete con álabes e imanes internos y eje central. El rodete es el elemento esencial de la turbina, está compuesto de álabes en los que tiene lugar el intercambio. El diseño está compuesto por 24 álabes fijos inclinados y curvados que permiten capturar la energía cinética con la que ingresa el agua al interior, a su vez dos imanes en las paredes internas del rodete que permite excitar el bobinado de la turbina, y por último un eje central que permite mantener el rodete centrado a las revoluciones provocadas por la presión del agua al ingresar a la turbina.

Figura 32.

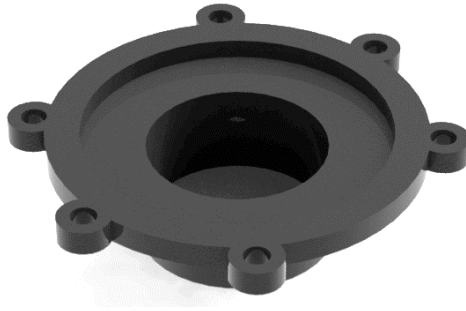
Rodete con álabes e imanes internos y eje central. Fuente autor del proyecto.



5.3.2.5 Tapa central con perforación para las bobinas. Esta pieza tiene como función integrar en el interior el bobinado del generador y conectar entre la base y parte superior, en esta pieza se encuentra un oring que impide la fuga del agua.

Figura 33.

Tapa central con perforación para las bobinas. Fuente autor del proyecto.



5.3.2.6 Tapa superior. Esta pieza permite cerrar desde la parte superior el bobinado y el circuito regulador permitiendo dar paso al cable de la salida del generador.

Figura 34.

Tapa superior. Fuente autor del proyecto.



5.3.2.7 Tubos para entrada y salida de agua. La función de estos tubos es guiar el agua a la cámara de la turbina para hacer moverla, y también permitir la salida del agua cuando entra en contacto con los álabes del rodete.

Figura 35.

Tubo para entrada y salida de agua. Fuente autor del proyecto.



5.3.2.8 Manómetro. El manómetro permite medir la presión del agua en PSI, antes de llegar la turbina y así poder determinar que presión que maneja el agua antes y después de abrir la válvula que libera o detiene el fluido.

Figura 36.

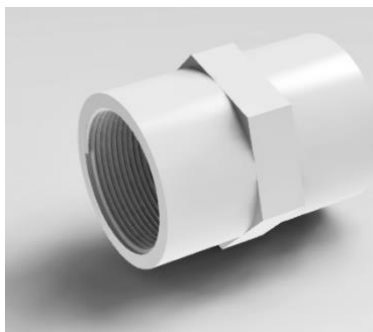
Manómetro. Fuente autor del proyecto.



5.3.2.9 Unión. Esta pieza permite conectar los tubos de entrada y salida a la turbina.

Figura 37.

Unión. Fuente autor del proyecto.



5.4 Modelo de turbina propuesta en 3D.

A continuación, se presenta el modelo de la turbina en 3D con todas las piezas y la vista final de la turbina con las conexiones de los tubos:

Figura 38.

Modelo turbina 3D ensamblada. Fuente autor del proyecto.

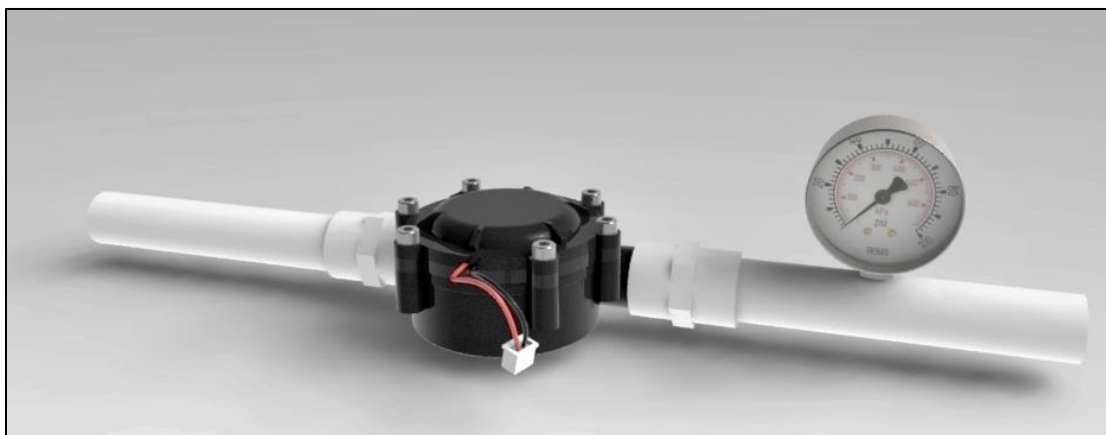
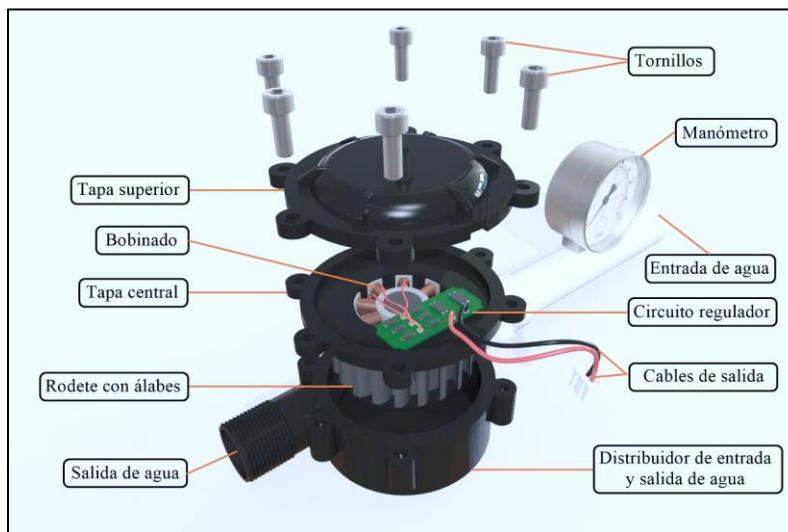


Figura 39.

Modelo de turbina 3D vista de los componentes. Fuente autor del proyecto.



5.4.1 Ensamble de turbina con manómetro.

Para este ensamble se usaron varios conectores machos y hembras para tubo PVC de 1.5 pulgadas, como también se usó manguera para la flexibilidad de conexión con una fuente de agua potable, la posición del manómetro y la llave de paso permite medir la presión del agua antes y después de librar el paso el agua hacia la turbina. A continuación, se puede observar el ensamble en general.

Figura 40.

Ensamble de turbina con manómetro. Fuente autor del proyecto.



5.4.2 Eficiencia de la turbina.

Se define como el cociente entre la energía producida por la misma y la energía disponible, es por ello por lo que el conocimiento del rendimiento de una central hidroeléctrica, dotada con uno o varios grupos turbina-alternador, se traduce en una mejor explotación de la misma mediante la optimización del aprovechamiento del agua disponible, adicionalmente sirve para realizar un seguimiento del estado de la unidad, cuyo desgaste y deterioro se traduce en una pérdida de rendimiento de la instalación.

La eficiencia y potencia de salida está dada por la siguiente ecuación:

$$\eta = \frac{P_{Salida}}{P_{Entrada}} = \frac{P_{Salida}}{\delta ghQ}$$

$$\eta = 4\varphi^2 \frac{\sin(\alpha) \sin(\beta - \alpha) \cos(\beta)}{\sin^2(\beta)}$$

$$Q = A \cdot V = AV \sin(\alpha)$$

$$P_{Salida} = 4\varphi^2 AV \delta gh \frac{\sin^2(\alpha) \sin(\beta - \alpha) \cos(\beta)}{\sin^2(\beta)}$$

Donde:

Tabla 2.

Tabla de variables. Fuente autor del proyecto.

Símbolo	Variable
n	Eficiencia
P	Potencia
S	Densidad del agua
g	Gravedad
h	Salto neto
Q	Caudal
Y	Factor Perdida
A	Área
V	Velocidad del agua

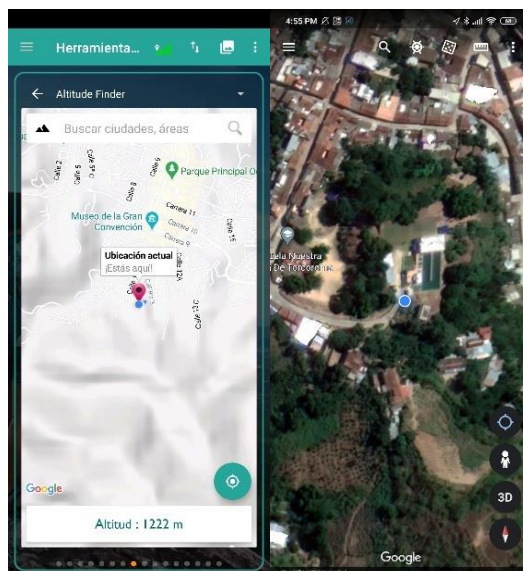
5.4.3 Alturas de tanques de agua potable en el casco urbano Ocaña Norte de Santander

La eficiencia de la turbina a construir depende de varios factores entre esos esta la presión del agua que llega a las viviendas, a continuación, se muestran las alturas sobre el nivel del mar de los tanques de agua potable que suministran de agua a los barrios de Ocaña Norte de Santander:

5.4.3.1 Tanque de agua potable 12 de octubre. Altura 1222 m s. n. m.

Figura 41.

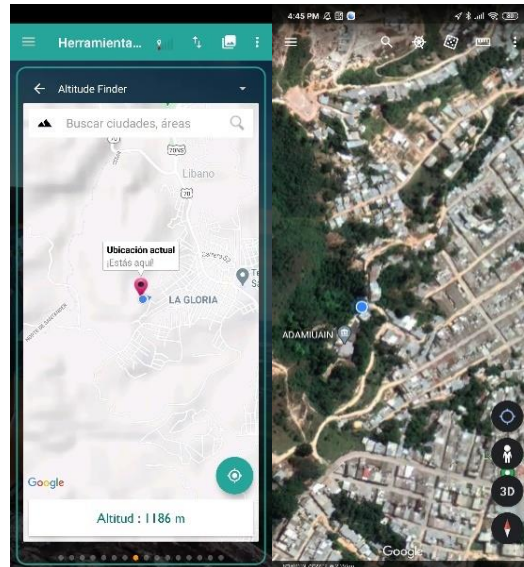
Tanque 12 de octubre. Fuente. Autor del proyecto



5.4.3.2 Tanque de agua potable Adamiuain. Altura 1186 m s. n. m.

Figura 42.

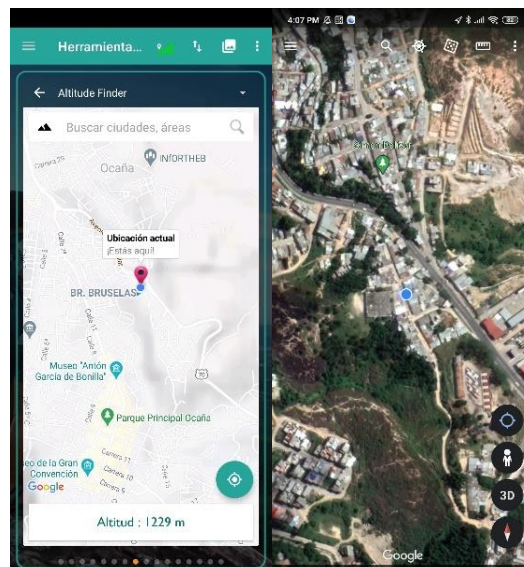
Tanque Adamiuain. Fuente Autor del proyecto.



5.4.3.3 Tanque de agua potable Cristo Rey. Altura 1229 m s. n. m.

Figura 43.

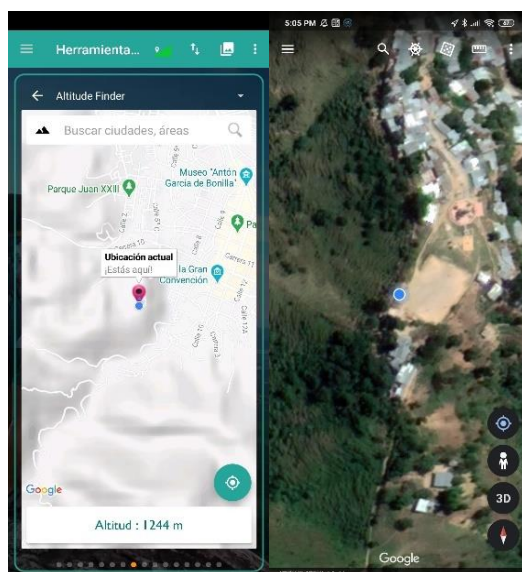
Tanque Cristo Rey. Fuente Autor del proyecto.



5.4.3.4 Tanque de agua potable la Santa Cruz. Altura 1244 m s. n. m.

Figura 44.

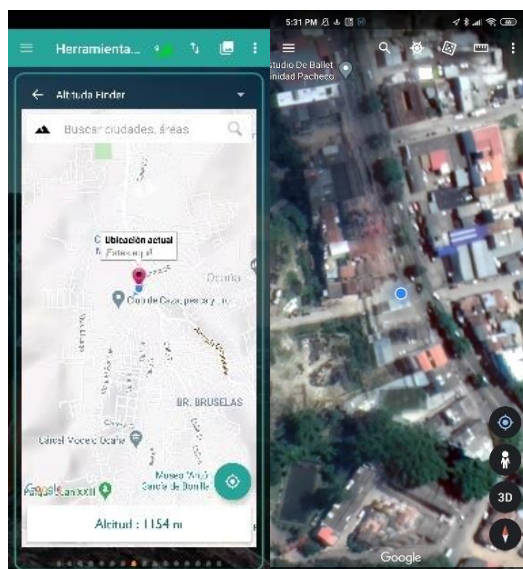
Tanque Santa Cruz. Fuente. Autor del proyecto.



5.4.3.5 Avenida Francisco Fernández de Contreras. Altura 1154 m s. n. m.

Figura 45.

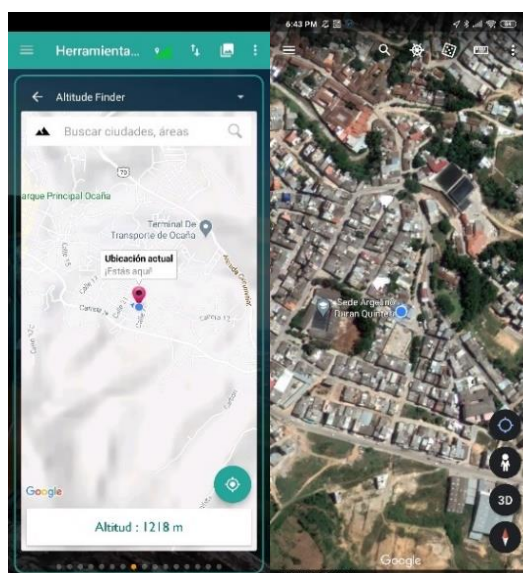
Altura tomada en la Avenida principal Ocaña. Fuente autor del proyecto.



5.4.3.6 Barrio 26 de Julio. Altura 1218 m s. n. m.

Figura 46.

Altura tomada en el barrio 26 de Julio Ocaña. Fuente autor del proyecto.



5.4.4 Presión atmosférica.

La fórmula para calcular la presión atmosférica o barométrica se rige por los principios de la ecuación fundamental hidrostática. Veamos a continuación la presión atmosférica de varios puntos de Ocaña:

$$P_a = \rho \cdot g \cdot h$$

En esta fórmula,

P_a es igual a la presión ejercida en un punto del fluido.

ρ es igual a la densidad del fluido.

g es igual a la aceleración de gravedad.

h es igual a la altura.

Densidad del agua se establece en 997 kg/m^3

Gravedad se establece en 9.8 m/s^2

En la siguiente tabla se establecen las presiones en los puntos antes mencionados:

Tabla 3.

Presiones atmosféricas en Ocaña. Fuente autor del proyecto.

Lugar	Altura m s. n. m	Presión atmosférica
Tanque de agua potable 12 de octubre	1222 m s. n. m.	119,39 PA
Tanque de agua potable Adamiuain	1186 m s. n. m.	115,87 PA

Tanque de agua potable Cristo Rey	1229 m s. n. m.	120,08 PA
Tanque de agua potable la Santa Cruz	1244 m s. n. m.	121,54 PA
Avenida Francisco Fernández de Contreras	1154 m s. n. m.	112,27 PA
Barrio 26 de Julio	1218 m s. n. m.	119,00 PA

Los datos arrojados por los cálculos de la presión atmosférica de varios puntos del casco urbano de Ocaña Norte de Santander nos permiten comprender la topografía de la ciudad y especialmente las diferentes presiones que se presentan en esos puntos, realizando un análisis de estas presiones, donde el tanque de agua potable del barrio de la Santa Cruz se encuentra en el punto más alto de la ciudad y que por ende es donde se presenta mayor presión atmosférica del agua al llegar a la vivienda, este dato también estará respaldado por un manómetro que se implementara en la conexión del sistema generador conjunto a la turbina.

5.5 Diseño del circuito electrónico.

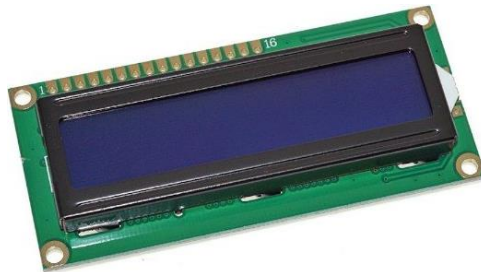
El circuito electrónico que cumple la función de recibir la energía generada por la turbina, también este circuito almacena. Este circuito también muestra los parámetros calculados por medio del código subido al Arduino como el voltaje y la corriente, estos datos son mostrados por la pantalla LCD. A continuación, muestran las partes que componen este circuito:

5.5.1 Pantalla LCD 16x2.

Una pantalla LCD (Liquid Crystal Display) es una forma muy sencilla y económica de leer información desde nuestro Arduino. Un formato muy habitual es el 16x2 es decir, pantallas que muestran 2 filas de 16 caracteres cada una (Arduino F. c., s.f.). En esta pantalla se mostrará información relevante enviada desde el Arduino, como el progreso encendido de los dispositivos conectados al circuito, también muestra el progreso del censo de la toma de los datos de voltaje y corriente en determinado tiempo.

Figura 47.

Pantalla LCD (Liquid Cristal Display). Fuente web Física con Arduino.

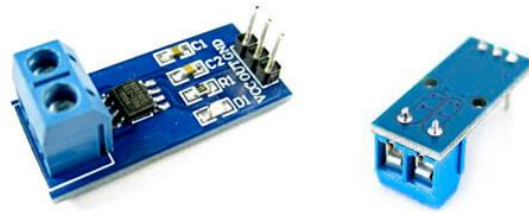


5.5.2 Sensor ACS712.

El ACS712 es un sensor de corriente tanto alterna como continua, que permite medir la intensidad eléctrica que atraviesa un conductor. Podemos emplear el ACS712 junto con un procesador como Arduino para medir la intensidad o potencia consumida por una carga (Llamas, 2017).

Figura 48.

Sensor ACS712. Fuente Llamas, 2017

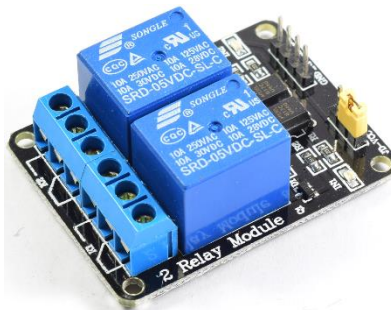


5.5.3 Módulo relé 2CH 5VDC.

Un relé es un interruptor accionado eléctricamente. Muchos relés utilizan un electroimán para operar mecánicamente un interruptor, pero otros principios de funcionamiento también se utilizan los relés de estado sólido. Los relés se utilizan cuando es necesario para controlar un circuito por una señal de baja potencia (con aislamiento eléctrico completo entre el control y los circuitos controlados), o cuando varios circuitos deben ser controlados por una señal (Arduino A. , s.f.).

Figura 49.

Módulo relé 2CH 5VDC. Fuente Aprendiendo Arduino.

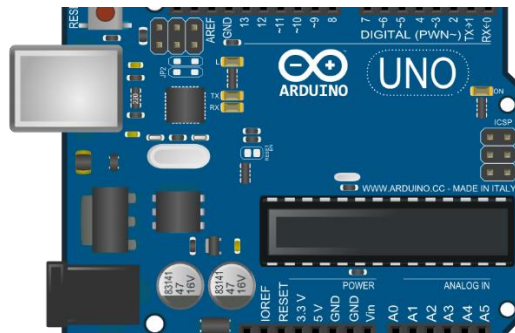


5.5.4 Arduino UNO.

Es una plataforma electrónica de código abierto basada en hardware y software fáciles de usar. La placa de desarrollo Arduino puede leer la entrada y convertirla en la salida del dispositivo. Puedes decirle a la placa de desarrollo qué hacer enviando un conjunto de instrucciones al microcontrolador en la placa de desarrollo (Arduino, 2005).

Figura 50.

Arduino UNO. Fuente Arduino, 2005.



5.5.5 Módulo LM2596.

El módulo LM2596 es un dispositivo electrónico que tiene la capacidad de regular o disminuir el voltaje de entrada de un circuito a partir de una fuente de alimentación con un voltaje mayor (Electronilab, 2021).

Figura 51.

Módulo LM2596. Fuente (Electronilab, 2021).

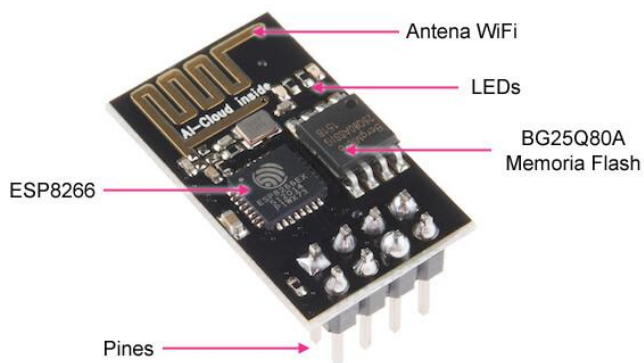


5.5.6 Módulo WIFI ESP8266.

El ESP8266 es un microcontrolador con capacidad de conexión Wi-Fi que no requiere un módulo externo para conectarse a redes inalámbricas. El chip es extremadamente barato y también se encuentra soldado en módulos con la antena o en kits de desarrollo (Sigmae, 2021).

Figura 52.

Módulo ESP8266. Fuente Sigmae, 2021.



5.5.7 Fuente de alimentación MB-102.

Esta board es muy útil para conectarlo a la protoboard y alimentar los circuitos electrónicos, especialmente los de carácter digital. Para alimentar el circuito en cuestión, esta board posee dos líneas de alimentación. Esta board permite realizar prototipos fácilmente cableados con board Arduino, PIC o cualquier tipo de circuito a diseñar (Macronica, 2019).

Figura 53.

Fuente de alimentación para protoboard. Fuente Macronica, 2019.



5.5.8 Batería Power Bank.

Su función en el proyecto es almacenar la energía generada por la turbina para su posterior uso. Consta de varias salidas USB y una entrada microUSB para su carga, también cuenta con una pantalla que muestra información del porcentaje de carga de la batería.

Figura 54.

Batería Power Bank. Fuente DUCKSHOP91, 2021.



5.5.9 Firtzing.

Fritzing es el programa por excelencia para la realización de esquemas eléctricos en proyectos con Arduino y es open source. Dispone bibliotecas con la mayoría de los componentes incluido los propios Arduinos, placas de conexiones, led, motores, displays, etc. Además, permite hacer esquemas eléctricos, diseñar nuestro PCB final y un sinfín de opciones que convierten a este programa en una herramienta muy útil (LinuxAdictos, 2020).

5.5.10 Impresora 3D.

Una impresora 3D es un artefacto que puede realizar impresiones no convencionales, como en actualmente se hace, estos tienen algo muy diferente, y es que se utilizan para hacer réplicas exactas, pero en diseño 3D, para crear obras diseñadas y producidas por computadora. La realización de esta idea se debe a los archivos 2D, que son verdaderos prototipos 3D que se han utilizado para piezas o prefabricación de piezas. Campos como la arquitectura y el diseño industrial. Actualmente diseñando prototipos para fabricar en otros países Piezas complejas, alimentación, prótesis médicas y otros campos (Bejarano, 2019).

Este dispositivo se usará para imprimir las partes de la turbina generadora, luego de tener las piezas en 3D. La selección del material usado para la impresión de las piezas se hizo entre los filamentos:

5.5.10.1 Filamentos PLA. Poliácido láctico, es un material versátil elaborado a partir de recursos 100% renovables como el maíz, la remolacha azucarera, el trigo y otros productos ricos en almidón (Industriales, 2015). Este material es considerablemente duro, pero se desintegra con el pasar del tiempo para el uso de las piezas de una turbina.

5.5.10.2 Filamentos PSE. Acrilonitrilo butadieno estireno, o también se le llama plástico de la ingeniería, es un plástico muy resistente al impacto (golpes) muy utilizado en automoción y otros usos tanto industriales como domésticos (Wikipedia, 2021).

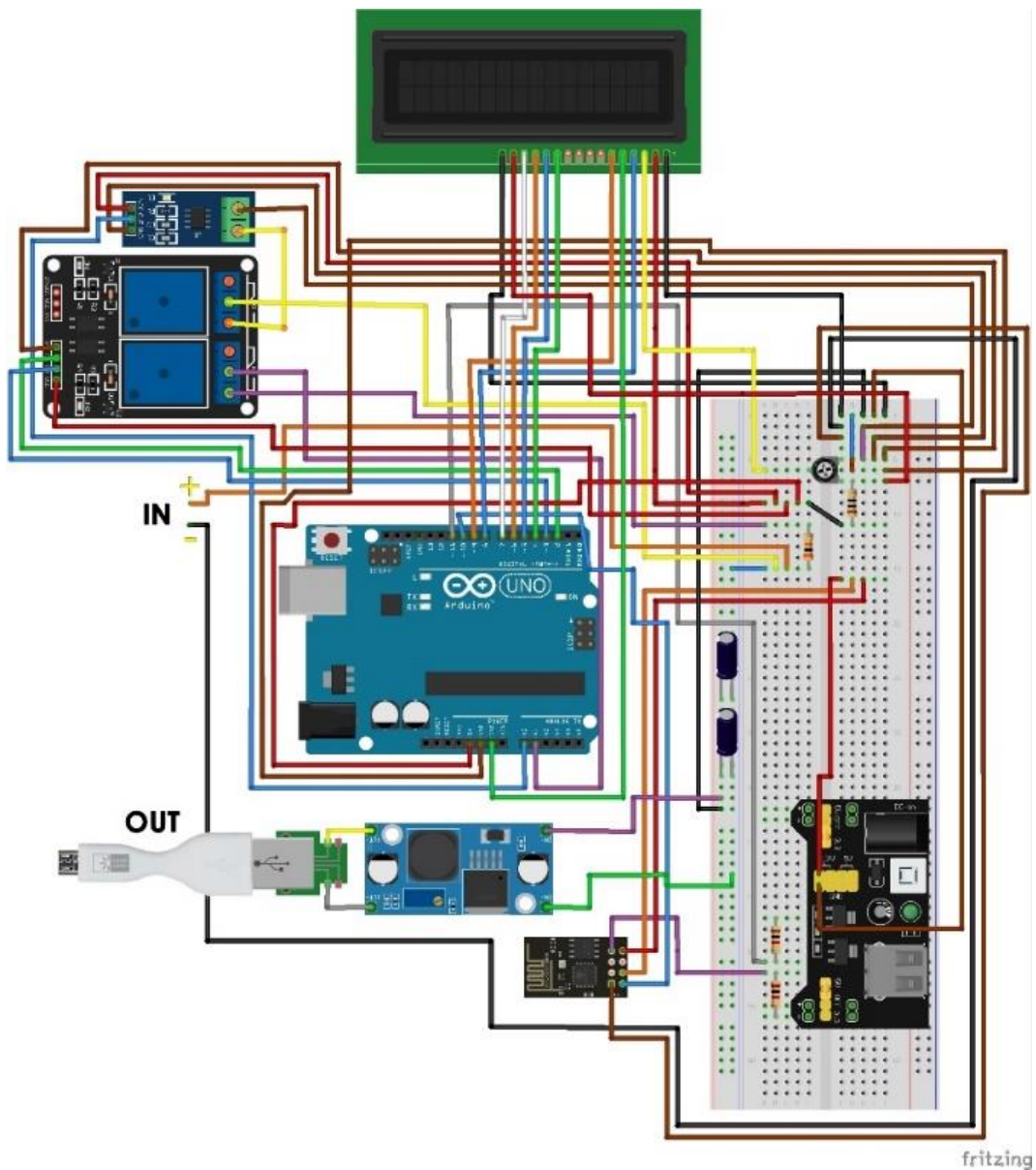
De las dos opciones que se estudiaron se determinó usar los filamentos PSE, por su resistencia y dureza, lo que permite que las piezas impresas con este filamento duren con el pasar del tiempo, esto permite garantizar que la turbina perdure en el tiempo y las piezas de la misma no se desintegren, también en el ámbito higiénico y de salud, este tipo de material promete que no se desprendan partes de su composición, siendo la turbina una pieza para el paso de agua potable en la vivienda, y no afecte la salud de los habitantes.

5.6 Diseño del circuito electrónico 2d Fritzing.

Para el diseño del sistema usó Fritzing donde permitió el ensamble de las piezas en general y tener una visión mayor del circuito y sus conexiones. A continuación, se muestra el diseño del circuito electrónico y sus piezas:

Figura 55.

Diseño del circuito electrónico. Fuente autor del proyecto.

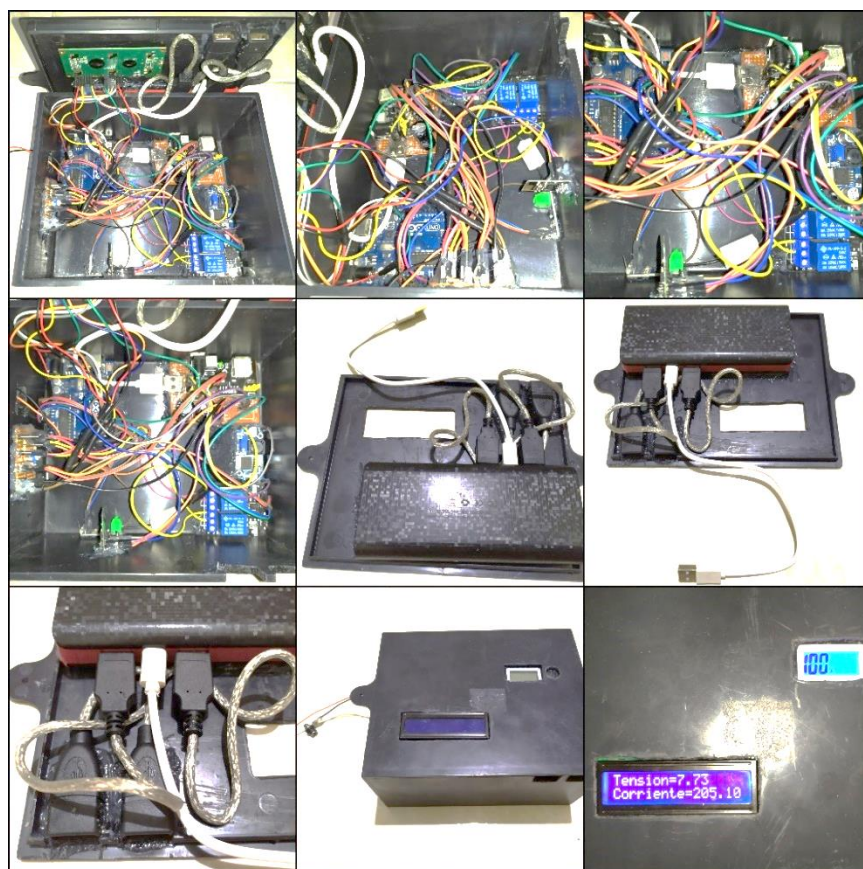


5.6.1 Ensamble general circuito.

A continuación, se muestran todas las piezas ensambladas y armadas en una caja donde se contienen para darle un diseño estético y poder acopar todas las piezas.

Figura 56.

Ensamble general del circuito. Fuente autor del proyecto.



5.6.2 Codificación de las instrucciones a los componentes del circuito.

Para este punto del proyecto se procedió a usar el programa Arduino para poder programar la placa Arduino UNO, comprender el requerimiento a los valores que se quieren controlar desde esta placa. Para entender mejor este proceso general de la programación de la placa y demás componentes, se hace necesario mostrar el paso a paso de este proceso en la siguiente secuencia:

- Declaración de variables y objetos.
- Se definen los parámetros de conexión a internet.
- Se inician los componentes.
- Se procese a conectarse a internet.
- El circuito establece conexión con el servidor.
- Comienza el censo de los datos a leer en este caso (voltaje y corriente).
- Se capturan los dos datos y se envían al servidor.
- Se regula la energía entrante y sale dirige para salir por puerto USB.

Estos son los pasos que se tuvieron en cuenta para la realización de la programación de los componentes del circuito y al cual se le compilado y subido el programa al Arduino Uno para su funcionamiento. El código de esta programación en lenguaje C, estará en el apartado de apéndices al final de este documento.

5.7 Diseño de la aplicación móvil.

Para el diseño de la aplicación móvil que será desarrollada para dispositivos móviles con sistema operativo Android 4.5 superior, para esto se tuvo en cuenta el resultado de las preguntas 10, 11 y 12 de la encuesta realizada a viviendas del barrio 26 de Julio de Ocaña. Estas preguntas se aplicaron con el objetivo de identificar que el nivel de aceptación del desarrollo de una aplicación móvil que permita mostrar información general del sistema generador hidroeléctrico. Para brindar mayor accesibilidad de la información que se mostrará en la aplicación también se dispondrá a desarrollar una plataforma web que cumplirá con los mismos requisitos de la aplicación móvil, para mostrar la información al usuario de una manera fácil, esto con el fin de disponer de los datos al cliente desde diferentes plataformas o dispositivos para poder revisar esta información.

5.7.1 Preparación del entorno.

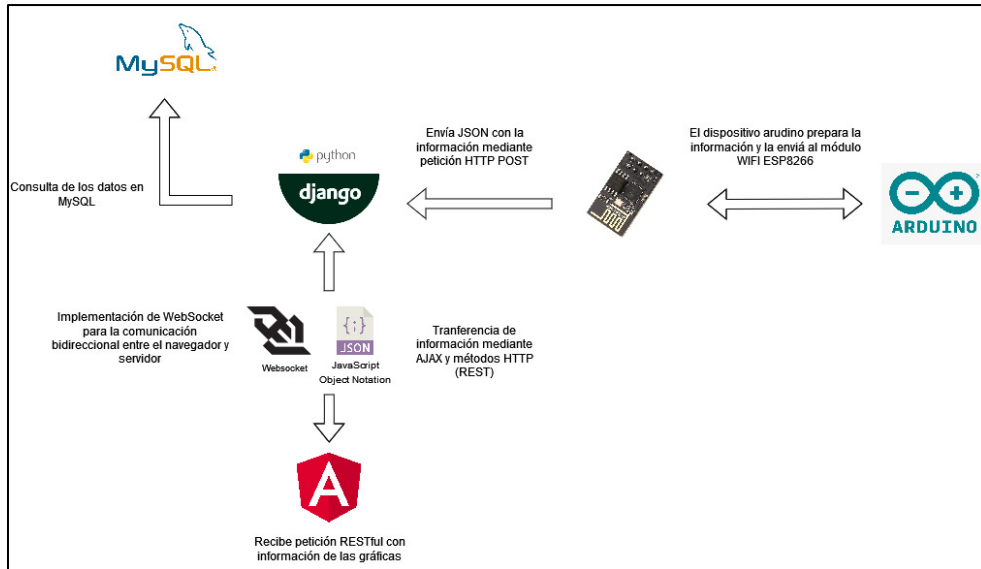
En este punto se dispone a preparar el entorno para desarrollar la aplicación móvil y la plataforma con los programas, plataformas, servicios y base de datos.

5.7.2 Diagrama del funcionamiento de la aplicación y plataforma.

A continuación, se muestra un diagrama general del funcionamiento de la aplicación móvil y también el de la plataforma web que se desarrollaran.

Figura 57.

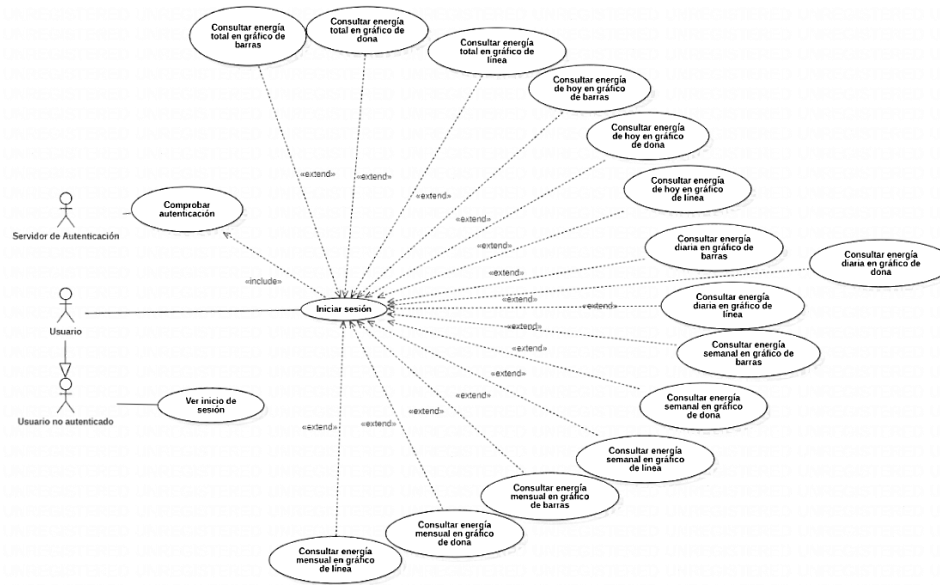
Diagrama funcionamiento de la aplicación y plataforma. Fuente autor del proyecto.



5.7.3 Diagrama de casos de uso.

Figura 58.

Diagrama de casos de uso. Fuente autor del proyecto.



5.7.4 Requerimientos funcionales.

- FR1 El sistema debe permitir iniciar sesión al usuario.
- FR2 El sistema debe tener un servicio que permita la autenticación del usuario.
- FR3 El sistema debe mostrar la gráfica de energía total al ingresar al aplicativo.
- RF4 El sistema debe permitir al usuario seleccionar los rangos en tiempo de las gráficas que desea ver.
- FR5 El sistema debe permitir al usuario seleccionar el tipo de gráfico que sea ver, el gráfico de barras, el de dona y el de líneas.
- RF6 El sistema debe permitir al usuario realizar una búsqueda de información del sistema generador, por fecha.
- RF7 El sistema debe permitir al usuario navegar por los datos con el paginador.
- RF8 El sistema debe mostrar en tiempo real la actualización de las gráficas a como se va recibiendo los datos del sistema circuito.
- RF8 El sistema debe permitir al usuario pasar el mouse sobre una gráfica y mostrar la información estadística en el momento.
- RF9 El sistema debe mostrar el total de los registros tomados y graficados.
- RF10 El sistema debe mostrar una animación si el dispositivo no tiene acceso a internet.

5.7.5 Requerimientos no funcionales.

Hardware:

- El sistema debe implementarse en una aplicación móvil y una plataforma web.

Software:

- La aplicación móvil estará desarrollada en sistema operativo Android.
- La plataforma se podrá abrir desde cualquier navegador web que tenga acceso a internet.

5.7.6 Especificación de requerimientos.

- **Iniciar sesión**

Tabla 4.

Esp. Requerimiento inicio de sesión.

<i>CASO DE USO</i>	<i>INICIAR SESION</i>	
DESCRIPCION	El sistema debe permitir a los usuarios autenticarse	
ACTOR	Usuario	
PRE-CONDICIONES	El usuario debe estar registrado en la plataforma	
POS-CONDICIONES	Usuario autenticado	
FLUJO BÁSICO	ACTOR	SISTEMA
	1. El caso de uso inicia cuando el actor selecciona la opción Iniciar Sesión.	2. El sistema muestra un formulario para ingresar los datos necesarios para iniciar sesión
	3. El actor llena los campos requeridos	4. Valida los datos

FLUJOS ALTERNATIVO	<p>5. El sistema despliega una serie de opciones para seleccionar tipo de gráfica.</p> <p>4.1. Si los datos están incompletos, el sistema muestra un mensaje de error y vuelve al punto 3</p>
-----------------------	---

- **Comprobar autenticación**

Tabla 5.

Esp. Comprobar autenticación.

<i>CASO DE USO</i>	<i>COMPROBAR AUTENTICACIÓN</i>	
DESCRIPCION	El sistema comprueba la autenticidad de los datos del Usuario.	
ACTOR	Usuario	
PRE-CONDICIONES	El usuario debe estar registrado en la plataforma	
POS-CONDICIONES	Usuario autenticado	
FLUJO BÁSICO	ACTOR	SISTEMA
		<p>1. El sistema obtiene los datos ingresados en el formulario de iniciar sesión y enviado al servidor de autenticación</p> <p>2. El servidor verifica las credenciales en la base de datos</p> <p>3. El sistema da los</p>

FLUJOS ALTERNATIVO	<p>permisos de ingreso a la aplicación.</p> <p>3.1 Si el usuario es incorrecto o contraseña, el sistema no dará permiso para ingresar a la aplicación, y despliega un mensaje de datos erróneos.</p>
-----------------------	---

- **Consultar y graficar la energía total en el sistema**

Tabla 6.

Consultar y graficar la energía total en el sistema.

<i>CASO DE USO</i>	<i>CONSULTAR Y GRAFICAR</i>	
DESCRIPCION	El sistema debe permitir a los usuarios observar las gráficas en el aplicativo.	
ACTOR	Usuario	
PRE-CONDICIONES	El usuario debe iniciar sesión	
POS-CONDICIONES	Usuario comprueba las gráficas.	
FLUJO BÁSICO	ACTOR	SISTEMA
	<p>1. El caso de uso inicia cuando el actor haya iniciado sesión en el aplicativo</p>	<p>2. El sistema muestra la gráfica de energía total al inicio.</p> <p>3. El sistema muestra los datos de las gráficas cuando son señalados.</p> <p>4. El sistema despliega una serie de opciones para seleccionar tipo de gráfica.</p>

FLUJOS ALTERNATIVO	5. Si el servicio pierde la conexión, espera que haya conexión.
-----------------------	---

- **Seleccionar rangos de tiempos.**

Tabla 7.

Seleccionar rangos de tiempos.

<i>CASO DE USO</i>	<i>SELECCIONAR RANGOS DE TIEMPOS</i>	
DESCRIPCION	El sistema debe permitir al usuario seleccionar los rangos de fechas para visualizar las gráficas.	
ACTOR	Usuario	
PRE-CONDICIONES	El usuario debe iniciar sesión	
POS-CONDICIONES	Usuario visualiza la gráfica respecto al rango de fecha seleccionado.	
FLUJO BÁSICO	ACTOR	SISTEMA
	1. El caso de uso inicia cuando el usuario haya seleccionado en la lista desplegable el rango de fecha que quiere ver.	2. El sistema muestra la gráfica dependiendo del rango de fecha que el usuario seleccionó.
		3. El sistema muestra al usuario los tipos de gráficas (barras, dona. líneal) de las que el usuario decide cual ver.

FLUJOS ALTERNATIVO	4. Si el servicio pierde la conexión, espera que haya conexión.
-----------------------	---

- **Búsquedas por fechas.**

Tabla 8.

Búsquedas por fechas.

<i>CASO DE USO</i>	<i>BÚSQUEDAS POR FECHAS</i>	
DESCRIPCION	El sistema debe permitir al usuario realizar búsquedas por fecha.	
ACTOR	Usuario	
PRE-CONDICIONES	El usuario debe iniciar sesión y situarse en la búsqueda.	
POS-CONDICIONES	Usuario visualiza el resultado por la fecha filtrada.	
FLUJO BÁSICO	ACTOR	SISTEMA
	1. El caso de uso inicia cuando el usuario digita la fecha para ver los datos.	2. El sistema muestra los datos antes filtrados
		3. El sistema muestra los datos buscados.
FLUJOS ALTERNATIVO	4. Si el servicio pierde la conexión, espera que haya conexión.	

- **Búsqueda por el paginador.**

Tabla 9.*Búsqueda por el paginador.*

<i>CASO DE USO</i>	<i>BÚSQUEDA POR PAGINADOR</i>	
DESCRIPCION	El sistema debe permitir al usuario realizar búsquedas por el paginador	
ACTOR	Usuario	
PRE-CONDICIONES	El usuario debe iniciar sesión y dirigirse al paginador.	
POS-CONDICIONES	Usuario navega por las páginas al seleccionar la página que quiere ver. .	
FLUJO BÁSICO	<p>ACTOR</p> <p>1. El caso de uso inicia cuando el usuario selecciona un número en el paginador.</p>	<p>SISTEMA</p> <p>2. El sistema muestra los datos antes filtrados</p> <p>3. El sistema actualiza los datos mostrados tan pronto recibe un nuevo registro.</p>
FLUJOS ALTERNATIVO	4. Si el servicio pierde la conexión, espera que haya conexión.	

- **Animación offline.**

Tabla 10.*Animación offline.*

<i>CASO DE USO</i>	<i>ANIMACIÓN OFFLINE</i>								
DESCRIPCION	El sistema debe mostrar una animación si no tiene acceso a internet.								
ACTOR	Usuario								
PRE-CONDICIONES	El usuario debe iniciar sesión y estar en alguna opción del menú.								
POS-CONDICIONES	Usuario visualiza la animación offline.								
FLUJO BÁSICO	<table border="0"> <thead> <tr> <th>ACTOR</th> <th>SISTEMA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td>1. El sistema detecta que no hay conexión a internet</td> </tr> <tr> <td></td> <td>3. El sistema muestra la animación.</td> </tr> <tr> <td>4. El usuario observa la animación.</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	ACTOR	SISTEMA		1. El sistema detecta que no hay conexión a internet		3. El sistema muestra la animación.	4. El usuario observa la animación.	
ACTOR	SISTEMA								
	1. El sistema detecta que no hay conexión a internet								
	3. El sistema muestra la animación.								
4. El usuario observa la animación.									
FLUJOS ALTERNATIVO	4. Si el servicio pierde la conexión, espera que haya conexión.								

5.7.7 Diagrama de actividades.

Figura 59.

Diagrama de actividades. Servicio de autenticación.

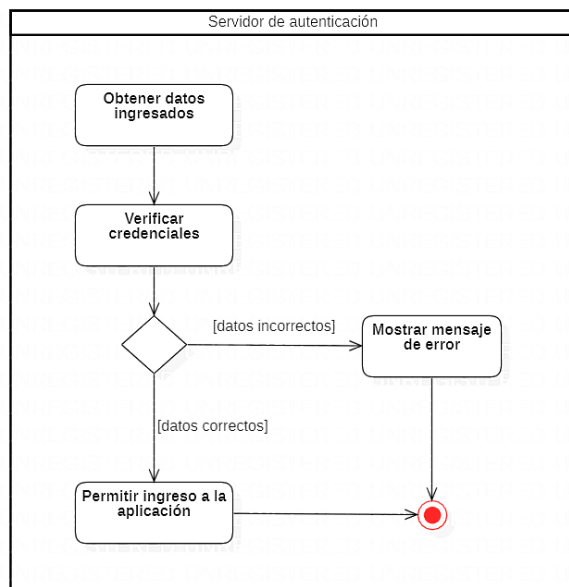


Figura 60.

Diagrama de actividades. Consulta de grafica en barras total.

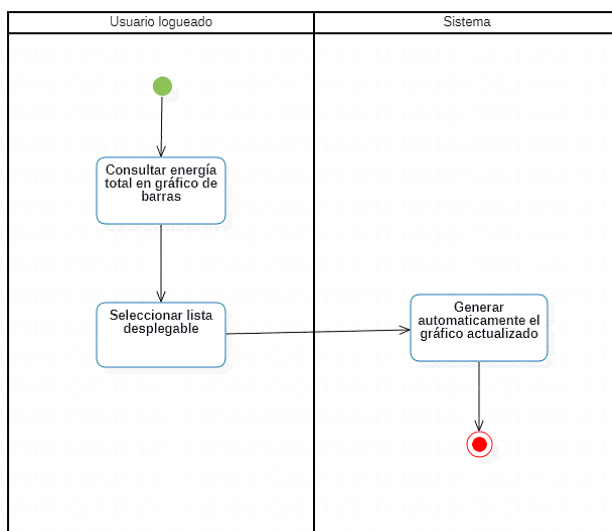


Figura 61.

Diagrama de actividades. Consulta de grafica en dona total.

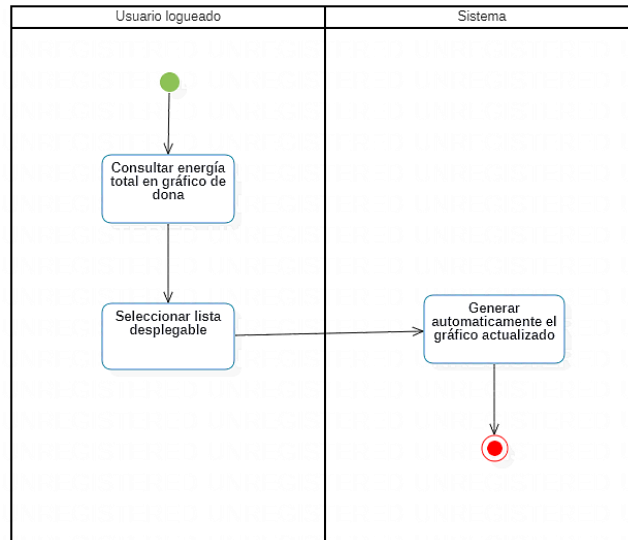
**Figura 62.**

Diagrama de actividades. Consulta de grafica de líneas total.

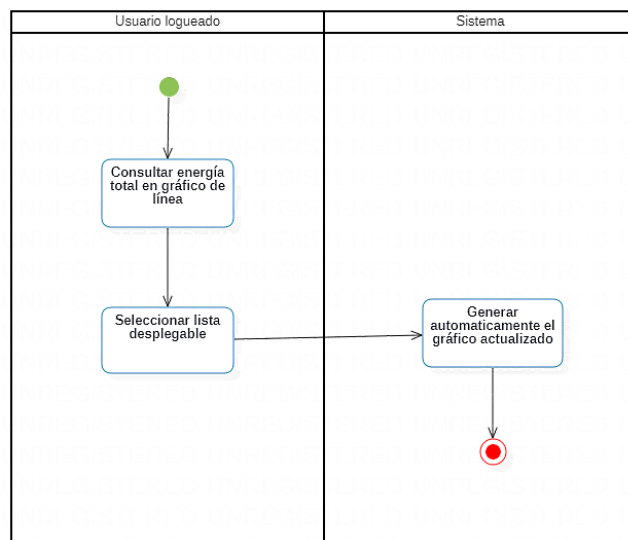


Figura 63.

Diagrama de actividades. Consulta de grafica en barras hoy.

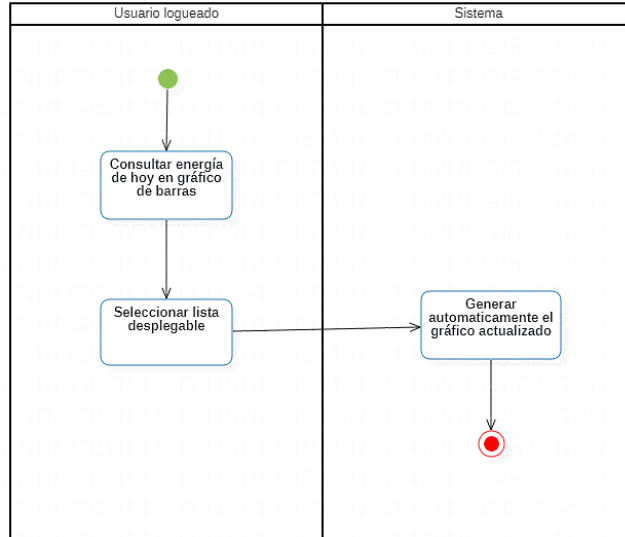
**Figura 64.**

Diagrama de actividades. Consulta de grafica en dona hoy.

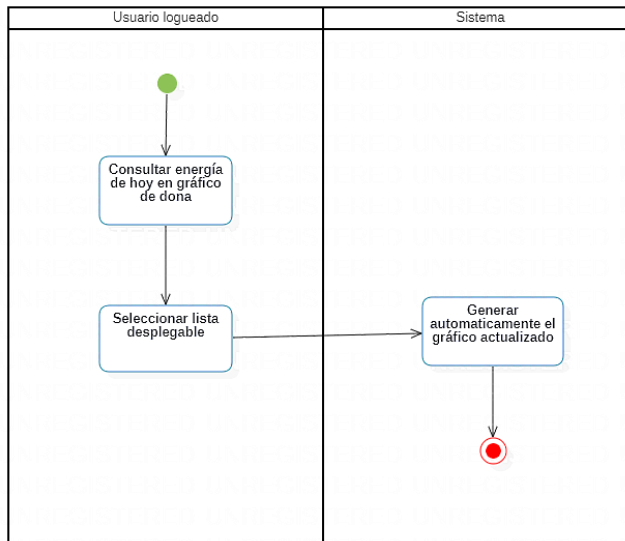


Figura 65.

Diagrama de actividades. Consulta de grafica de líneas hoy.

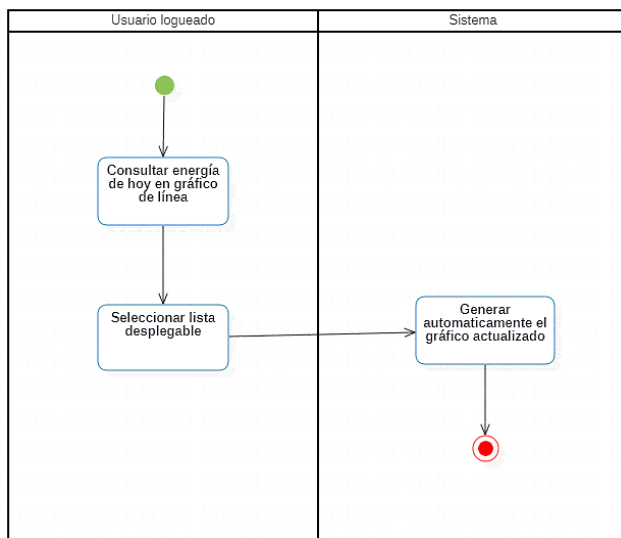
**Figura 66.**

Diagrama de actividades. Consulta de grafica en barras diaria.

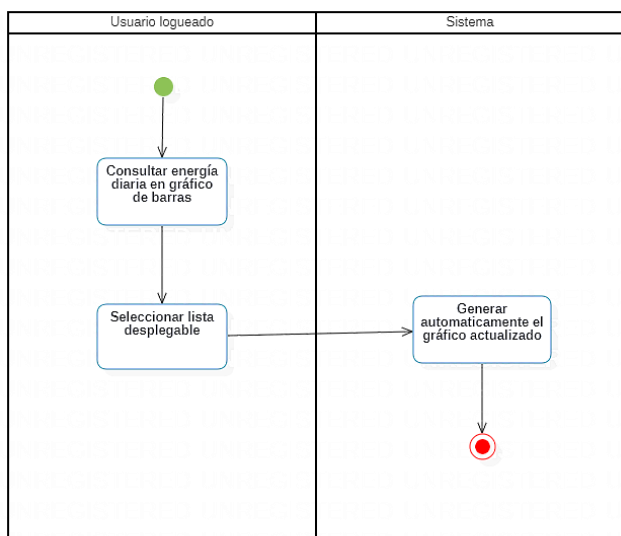


Figura 67.

Diagrama de actividades. Consulta de grafica de dona diaria.

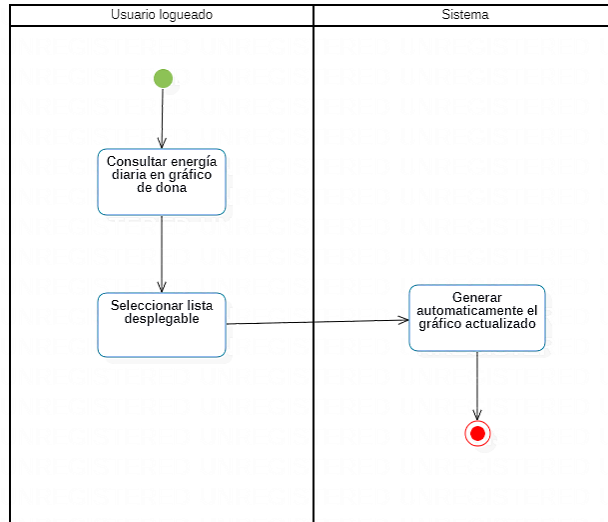
**Figura 68.**

Diagrama de actividades. Consulta de grafica de líneas diaria.

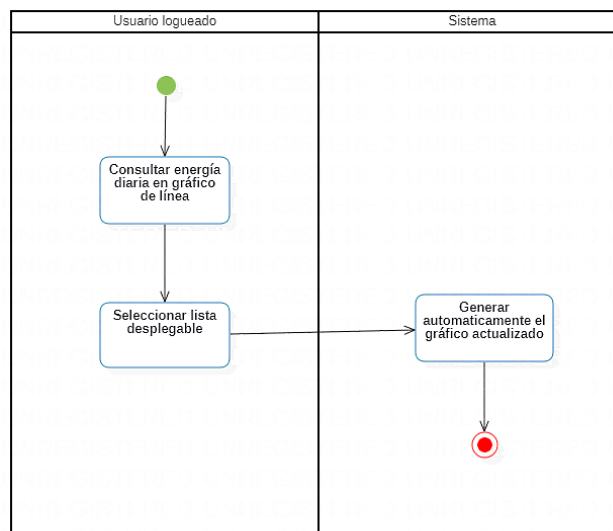


Figura 69.

Diagrama de actividades. Consulta de grafica en barras semanal.

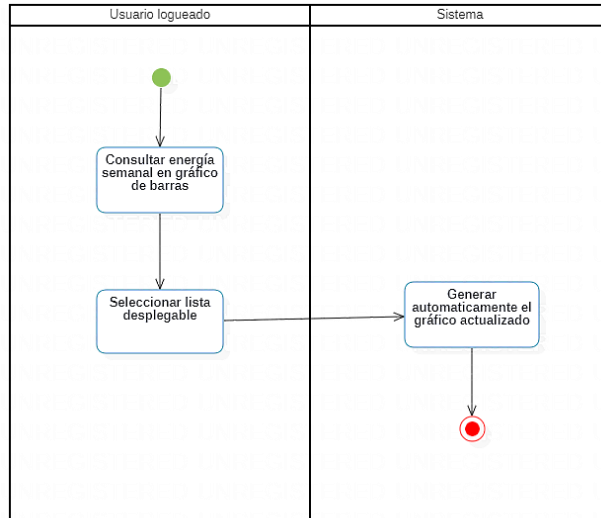
**Figura 70.**

Diagrama de actividades. Consulta de grafica en dona semanal.

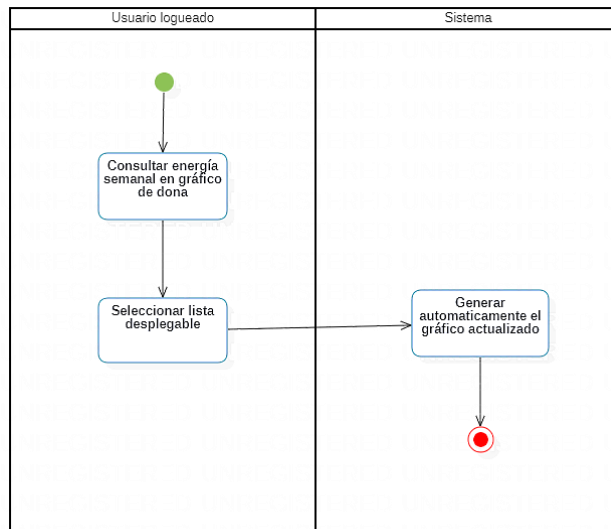


Figura 71.

Diagrama de actividades. Consulta de grafica de línea semanal.

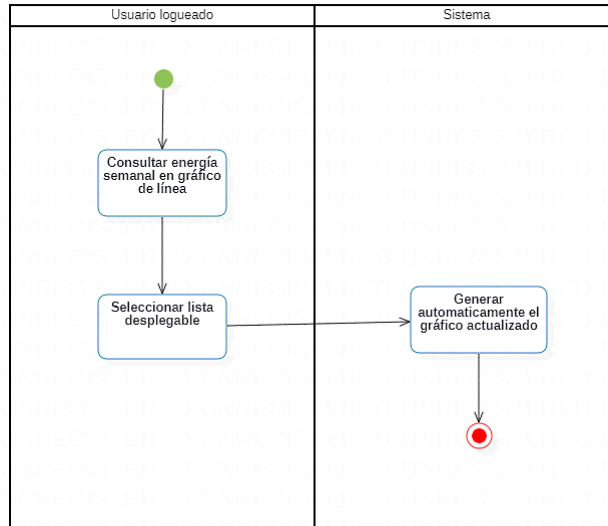
**Figura 72.**

Diagrama de actividades. Consulta de grafica en barras mensual.

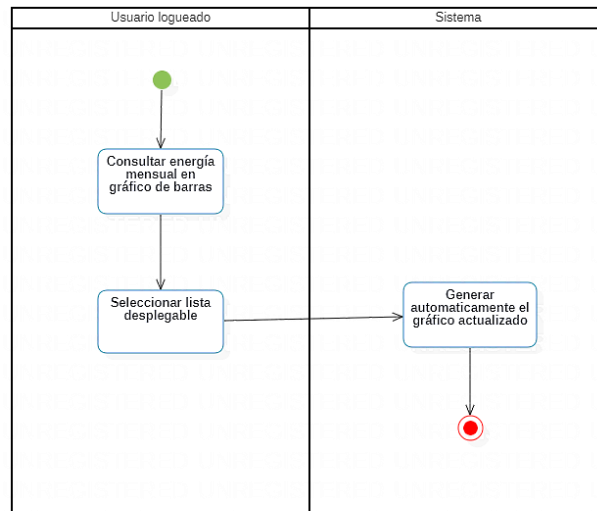


Figura 73.

Diagrama de actividades. Consulta de grafica en barras mensual.

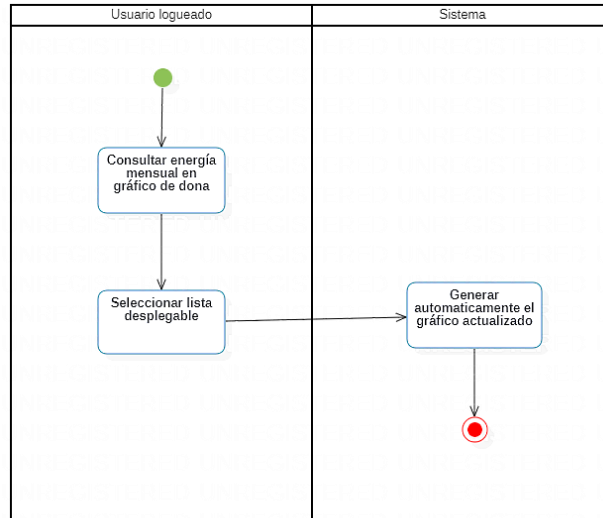
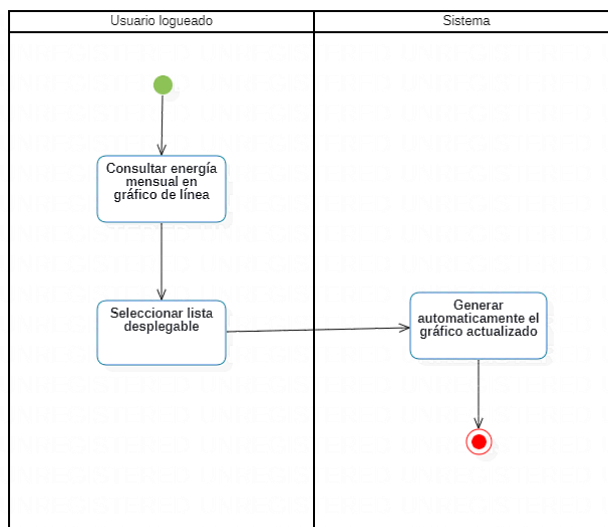
**Figura 74.**

Diagrama de actividades. Consulta de grafica de línea mensual.



5.8 Especificación y diseño.

5.8.1 *Diseño interfaz gráfica móvil y web.*

En el diseño de la interfaz gráfica se usó la herramienta Balsamiq Mockups, esta nos permite hacer un acercamiento al diseño final, permitiéndonos visualizar como sería el diseño final.

- **Inicio de sesión móvil.**

Para el diseño de esta vista se estructura un inicio de sesión convencional con las típicas cajas de texto, se muestra el logotipo alusivo a la aplicación, todo enmarcado en un recuadro para su ajuste de posición.

Figura 75.

Interfaz gráfica. Inicio de sesión. Fuente autor del proyecto.

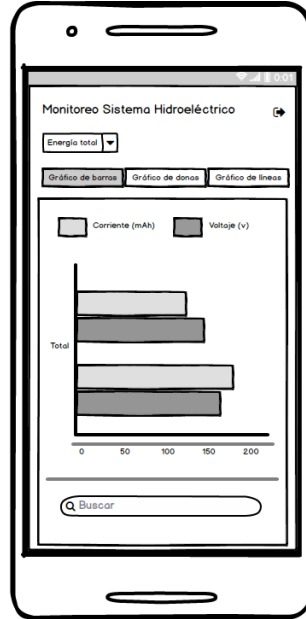


- **Gráficas estadísticas en móvil.**

Luego de haber iniciado sesión se muestran estas series de pantallas, donde se implementan las gráficas como resultado de los datos tabulados y obtenidos por el sistema generador de energía, lo que permite al usuario desde el menú seleccionar el rango de tiempo que desea ver, para luego mostrar los tres tipos de gráficas seleccionables; de barras, donas, y de líneas. A continuación, se muestran los diferentes tipos de gráficos:

Figura 76.

Interfaz gráfica. Gráfica de barras total. Fuente autor del proyecto.

**Figura 77.**

Interfaz gráfica. Gráfica de dona total. Fuente autor del proyecto.

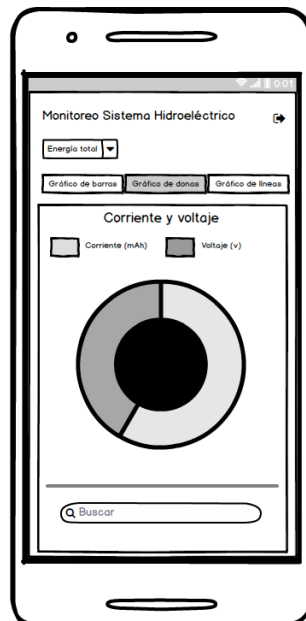


Figura 78.

Interfaz gráfica. Gráfica línea semanal. Fuente autor del proyecto.

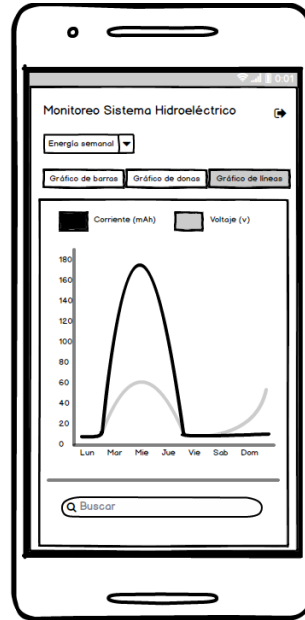


Figura 79.

Interfaz gráfica. Gráfica de dona semanal. Fuente autor del proyecto.

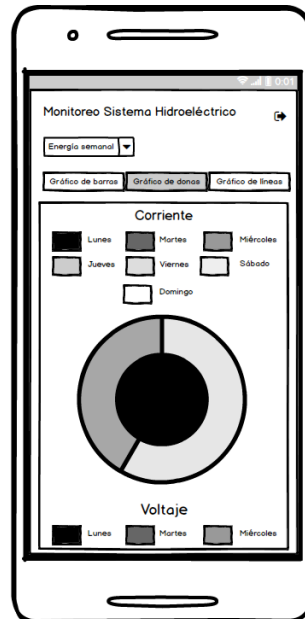
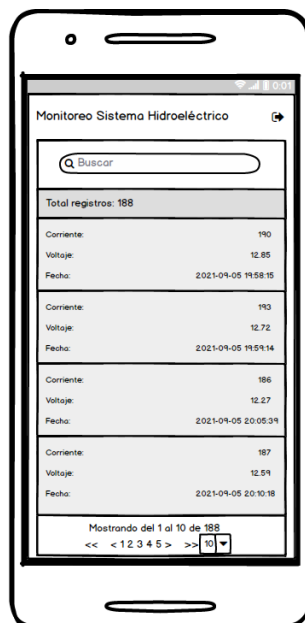


Figura 80.

Interfaz gráfica. Registros almacenados. Fuente autor del proyecto.

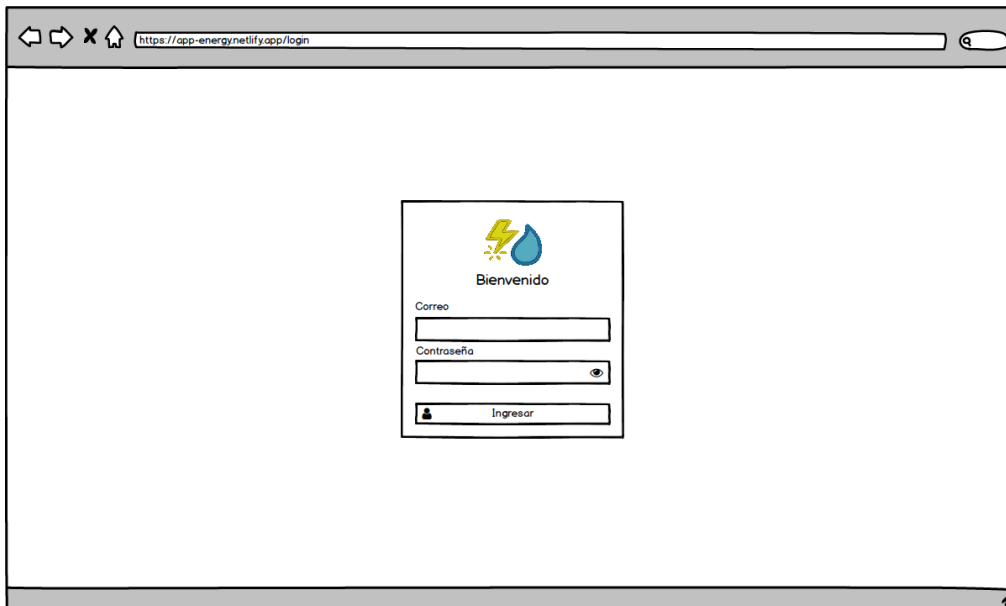


- **Inicio de sesión web.**

Para el diseño de las interfaces de la plataforma WEB, se usó generalmente el mismo diseño de los mockups a la versión móvil, esto con el fin de mantener el diseño en las dos versiones, en estos se presentan de manera ajustada a las dimensiones de una pantalla de escritorio, lo que permite una visión general de las gráficas presentadas.

Figura 81.

Interfaz gráfica. Inicio de sesión. Fuente autor del proyecto.

**Figura 82.**

Interfaz gráfica. Gráfica de barras total. Fuente autor del proyecto.

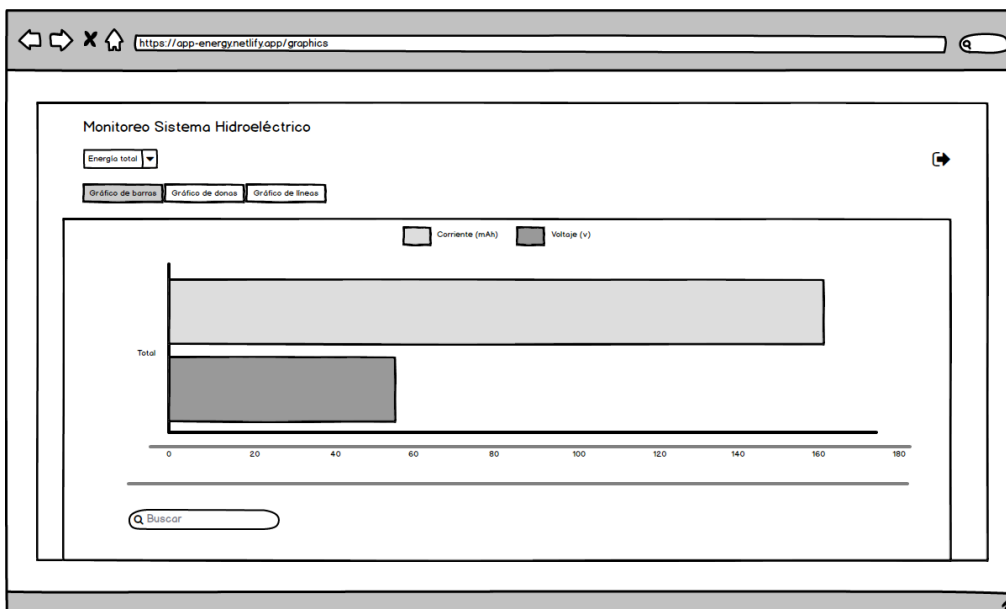
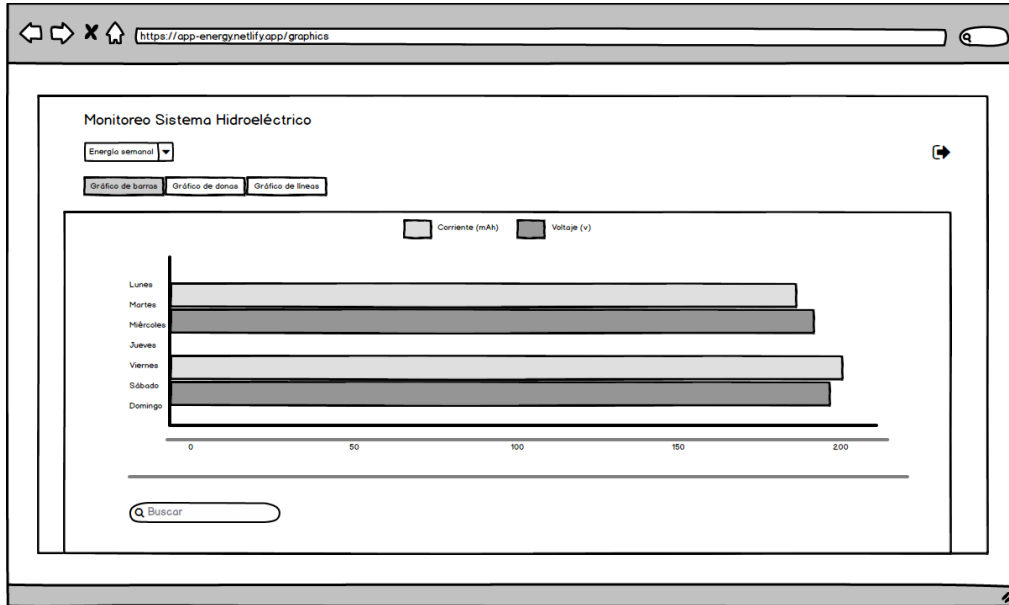


Figura 83.

Interfaz gráfica. Gráfica de barras semanal. Fuente autor del proyecto.

**Figura 84.**

Interfaz gráfica. Gráfica de dona total. Fuente autor del proyecto.

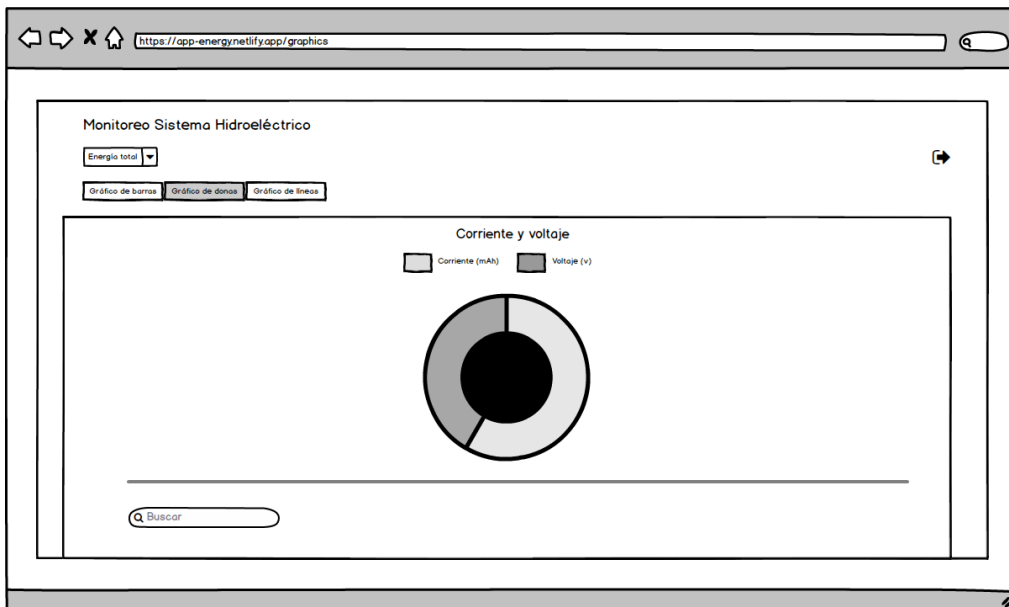
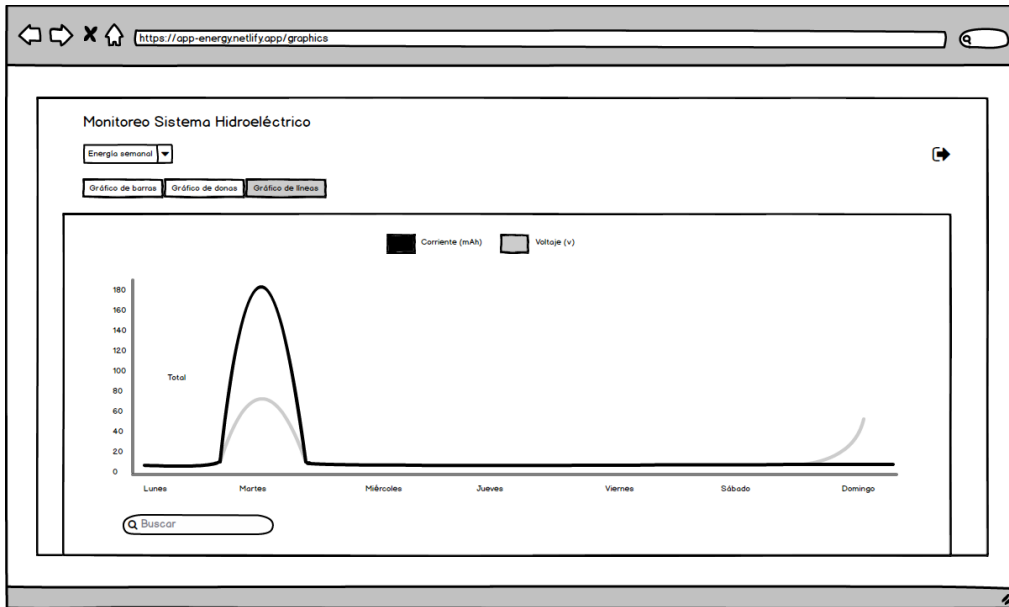


Figura 85.

Interfaz gráfica. Gráfica de línea semanal. Fuente autor del proyecto.

**Figura 86.**

Interfaz gráfica. Gráfica de donas semanal. Fuente autor del proyecto.

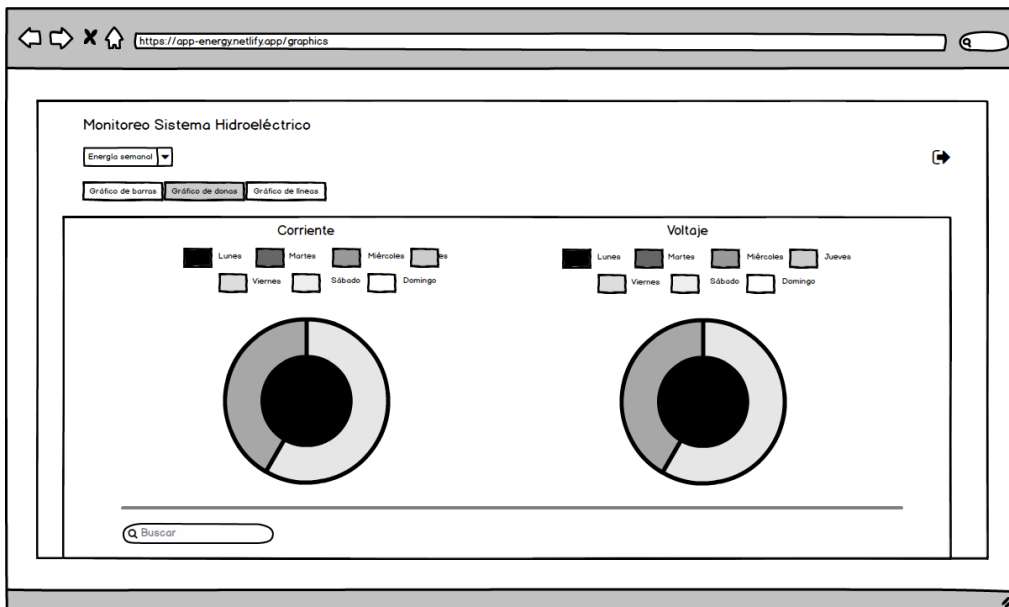
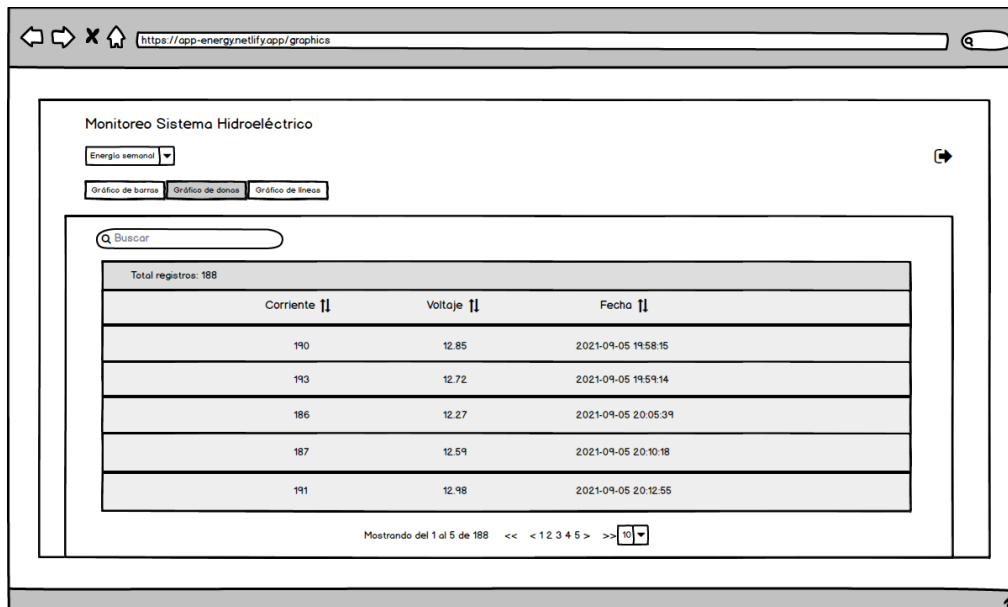


Figura 87.

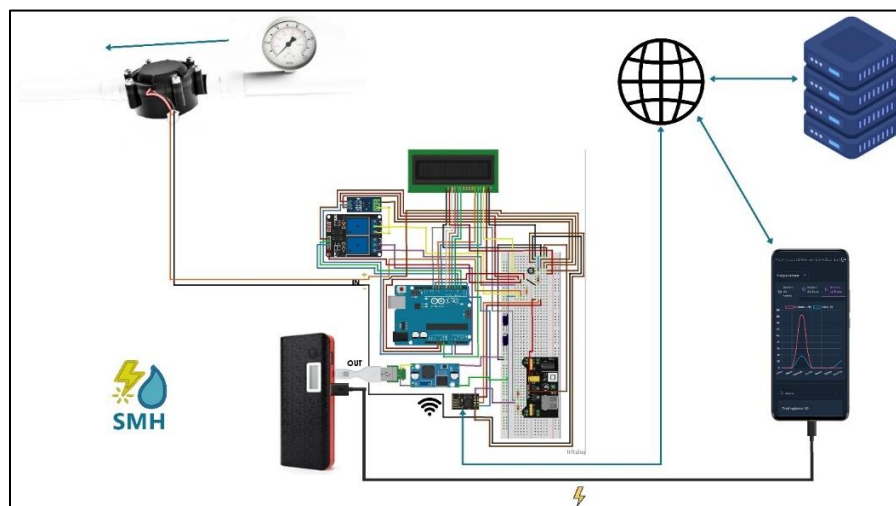
Interfaz gráfica. Registros almacenados. Fuente autor del proyecto.



5.9 Funcionamiento general del proyecto.

Figura 88.

Funcionamiento general del proyecto. Fuente autor del proyecto.



Capítulo 6. Conclusiones

De los resultados de este proyecto, se puede deducir lo siguiente:

Del análisis de requerimientos se determinó que, el uso de varias tecnologías fue necesarias para el diseño del sistema generador hidroeléctrico, el uso de programas para el modelado y dispositivos para su impresión con los modelos en 3D, fueron ejes fundamentales para el desarrollo general del proyecto, y también contar con un recurso con experiencia en términos de turbinas, lo que permitió agilizar el proceso efectivo para la construcción del sistema generador.

Los requerimientos para el desarrollo de la aplicación móvil, terminó el uso del sistema operativo Android, siendo este sistema operativo uno de los más usados en el mundo, también el uso de graficas estadísticas permitiendo mostrar al usuario la información del sistema generador.

El resultado de la encuesta aplicada logró determinar requerimientos y tecnologías necesarios para el desarrollo del proyecto, en especial la aplicación móvil o web, estos requerimientos se obtuvieron de varias respuestas de las preguntas que se aplicaron a las personas, analizando que tipo de información le gustaría conocer del sistema, así como analizar cuáles son los consumos de energía eléctrica y agua potable en las viviendas.

En el diseño y construcción del sistema generador, el aplicativo móvil y web, logró verificar el principio de la conversión de energía cinética a mecánica y por último a la energía eléctrica. En el diseño de la aplicación muestra la tabulación de los datos generados por el sistema generador hidroeléctrico, también se comprendió mejor las tecnologías que actualmente son usadas para su desarrollo y el uso de placas como el Arduino y demás componentes se evidencia lo poderosa que es esta placa para un sinnúmero de proyectos que se deseen implementar en la misma.

En cada fase del desarrollo del proyecto se obtuvo una gran experiencia en el ámbito profesional, adquiriendo conocimiento de nuevas tendencias y temas que ayuden al uso de tecnologías para el desarrollo de software y construcción de sistemas generadores.

El uso e implementación de varias tecnologías y desarrollos permitieron impulsar este proyecto de energías renovables dentro de una vivienda, evidenciando que desde este tipo de proyectos se puede ayudar a promover el uso de estas estrategias energéticas, demostrando que el compromiso de disminuir el cambio climático que afecta a todo tipo de vida en la tierra es parte de cada uno de nosotros, y desde este proyecto se da una alternativa de generación de energía eléctrica limpia en viviendas.

Referencias

- Alcaldía Ocaña. (2019). Obtenido de <http://www.ocana-nortedesantander.gov.co/municipio/nuestro-municipio>
- Alejandro, E. D. (2012). Las redes de sensores inalámbricos y el Internet de las cosas. *INGE CUC*, 163-172.
- Andrrearrs. (8 de Agosto de 2014). *Socket.io: Comunicación bidireccional en tiempo real para JavaScript*. Obtenido de <https://hipertextual.com/archivo/2014/08/socketio-javascript/#:~:text=Socket.io%20es%20una%20librer%C3%ADa,real%20entre%20cliente%20y%20servidor.>
- Arduino. (2005). Obtenido de <https://www.arduino.cc/en/Guide/Introduction>
- Arduino, A. (s.f.). *Uso Relé con Arduino*. Obtenido de <https://aprendiendoarduino.wordpress.com/tag/rele/>
- Arduino, F. c. (s.f.). *Física con Arduino*. Obtenido de <https://fisica-arduino.gitbook.io/sensores/salida/pantalla-lcd-i2c>
- Arturo Baz Alonso, I. F. (2011). Dispositivos móviles. *EPSIG Ing. Telecomunicación Universidad de Oviedo*, 12.

Aquilla, M. J. (2018). *Diseño metodológico para el desarrollo de interfaces gráficas en páginas web utilizando los lenguajes html 5 y css 3*. Ecuador: Universidad Nacional de Chimborazo.

Bankinter. (2014). *El Internet de las Cosas*. Innovatech.

Bejarano, J. E. (2019). Impresoras 3D la nueva era tecnológica. *Tecnología en Sistemas*.

Buntjer, M. (2015). *pvoutput*. Obtenido de <https://pvoutput.org/help.html#overview>

Carles Furió, J. C. (2011). Pequeñas y microcentrales hidroeléctricas: alternativa real de generación eléctrica. *Revistas Sena*, 13.

Castañeda, M. L. (s.f.). *Qué son las app y tipos de apps*. Universidad Tecnológica de Pereira. Obtenido de <http://univirtual.utp.edu.co/pandora/recursos/2000/2591/2591.pdf>

Claro, M. F. (2015). *Dialnet*. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/tesis?codigo=57056>

Cobo, J. G. (2013). TFT Desarrollo de aplicaciones móviles. 72.

Collado, C. F. (2014). *Metodología de la Investigación*. México : McGRAW-HILL.

Congreso de la republica de Colombia. (1982). *Ley número 23 de 1982*. Bogotá.

Congreso de la Republica de Colombia. (2009). *Ley 1341 de 2009*. Bogotá.

Correa, Y. A. (2016). *Adaptación de un sistema de información y arquitectura al prototipo de estación de carga de baterías de celulares mediante el aprovechamiento de energías alternativas usando paneles solares*. Caldas Colombia: Corporación Universitaria Lasallista.

cosas, I. d. (s.f.). *ESP8266*.

Dickson, M. H. (2014). *¿Qué es la energía geotérmica?* Obtenido de <https://publications.iadb.org/es/publicacion/13779/emprendimiento-de-la-energia-geotermica-en-colombia>

Diego, I. F. (2015). Centrales Hidráulicas. En *Centrales de Generación de Energía Eléctrica* (pág. 82). Creative Commons 3.0 BY-NC-SA.

Díez, P. F. (1996). *TURBINAS HIDRÁULICAS*. España: Universidad de Cantabria .

Díez, P. F. (s.f.). Turbinas Hidráulicas. *UNIVERSIDAD DE CANTABRIA*, 3.

DUCKSHOP91. (2021). *Tienda*. Obtenido de https://articulo.mercadolibre.com.co/MCO-506440095-power-bank-samsung-20000-mah-con-pantalla-lcd-y-linterna-_JM

Electronilab. (2021). *Módulo LM2596 Convertidor de Voltaje DC-DC*. Obtenido de <https://electronilab.co/tienda/modulo-lm2596-convertidor-de-voltaje-dc-dc-buck-1-25v-35v/>

Enriquez Juan Gabriel, C. S. (2013). USABILIDAD EN APLICACIONES MÓVILES. *Informe Científico Técnico UNPA*, 25-47.

ESP, E. S. (26 de 3 de 2019). *Enertotal*. Obtenido de <https://www.enertotalesp.com/enertotal-app/>

Fabio Emiro Sierra, A. F. (2011). Pequeñas y microcentrales hidroeléctricas: alternativa real de generación eléctrica. *Informador Técnico (Colombia)*, 73-85.

Fredy Hernán Martínez Sarmiento, C. A. (2013). Rectificador de alto desempeño para aplicaciones de media potencia en equipos con alimentación universal. *Tekhnê*, 19-27.

Galeano, M. E. (2004). *Diseños de proyectos en la investigación cualitativa*. Medellín : Fondo Editorial Universidad EAFIT.

- García, D. E. (2018). *Desarrollo del sistema de requisiciones para la empresa hidroeléctrica abanico s.a. aplicando el entorno de programación node.js*. Ecuador: Escuela Superior Politécnica De Chimborazo.
- Gauchat, J. (2017). *El gran libro de HTML5, CSS3 y JavaScript*. Barcelona : Maracombo.
- Guajardo, P. (2020). *Bootstrap: guía para principiantes de qué es, por qué y cómo usarlo*. rockcontent.
- Guevara, J. M. (2014). *Fundamentos de programación en Java*. Madrid: EME.
- IDEAM. (2015). *Potencial Hidroeléctrico de Colombia*. Bogotá.
- Industriales, E. d. (2015). *PLA*. Obtenido de <http://www.eis.uva.es/~biopolimeros/alberto/pla.htm>
- Java. (s.f.). *Oracle*. Obtenido de https://www.java.com/es/download/faq/whatis_java.xml
- Kenneth E. Kendall, J. E. (2011). *Análisis y Diseño de Sistemas*. Naucalpan de Juárez, Estado de México: Cámara Nacional de la Industria Editorial Mexicana.
- Laumayer. (17 de Mayo de 2016). *Colombia, ¿energías limpias, renovables o alternativas?* Obtenido de <https://laumayer.com/novedades-y-publicaciones/2016-mayo/colombia-energias-limpias-renovables-o->

alternativas/#:~:text=Las%20energ%C3%ADas%20renovables%20son%20aquellas,el%20viento%20o%20el%20agua.&text=Las%20energ%C3%ADas%20limpias%20son%20aquellas,que%20

LinuxAdictos. (2020). *Fritzing*. Obtenido de <https://www.linuxadictos.com/fritzing-disenar-circuitos-electronicos-y-esquemas-con-soporte-para-arduino-y-raspberry-pi.html>

Llamas, L. (2017). *MEDIR INTENSIDAD Y CONSUMO ELÉCTRICO CON ARDUINO Y ACS712*. Obtenido de <https://www.luisllamas.es/arduino-intensidad-consumo-electrico-ac712/>

Luz, P. (2013). *¿Qué es un estátor?* Obtenido de <https://www.luzplantas.com/que-es-un-estator/>

Mactronica. (2019). *Fuente de poder MBV2*. Obtenido de <https://www.mactronica.com.co/fuente-protoboard-power-mb-v2-ams1117>

Manuel Ildefonso Ruiz Medina, M. d. (2013). EL ENFOQUE MIXTO DE INVESTIGACIÓN EN LOS ESTUDIOS FISCALES. *Revista Académica de Investigación*, 25.

Michael Rojas, G. E. (2016). *Modelado y control de reguladores de voltaje ajustable para regulación de corriente y potencia constante*. Querétaro.

MinEnergía. (2014). *Energías Renovables No Convencionales*. Obtenido de <https://www.minenergia.gov.co/energias-renovables-no-convencionales>

MinEnergía. (2018). *Ministerio de Energía*. Obtenido de <https://www.minenergia.gov.co/tips-de-ahorro-de-energia>

Morales, F. (2010). *Tipos de Investigación*. Obtenido de https://www.academia.edu/4646164/Tipos_de_Investigaci%C3%B3n

Mundial, I. d. (2018). *Consumo de energía eléctrica (kWh per cápita)*. Obtenido de <https://datos.bancomundial.org/indicador/EG.USE.ELEC.KH.PC?end=2018&start=1960&view=chart&year=1960>

Navarro., R. L. (2014). *Desarrollo de aplicaciones Móviles*. Perú: Universidad Nacional De La Amazonía Peruana.

Niño, A. B. (2018). MICROTURBINA PELTON, UNA SOLUCION REAL DE ENERGIA PARA. *Avanza*, 5.

Orozco, Á. P. (2016). *Desarrollo de un entorno virtual colaborativo aplicado a la enseñanza del diseño web, en la epoch extensión morona santiago para mejorar el aprendizaje significativo*. Ecuador: Escuela Superior Politécnica De Chimborazo .

Puig, J. C. (s.f.). *CSS3 y Javascriptavanzado*. España: Universidad Oberta de Catalunya.

Romeo, F. (2020). Consideraciones de diseño de una turbina Michell-Banki. *Revista UIS Ingenierías* .

Salazar, J. (2016). REDES INALÁMBRICAS. *Tech pedia*, 40.

Sigmae. (2021). *Módulo ESP8266*. Obtenido de
<https://www.sigmaelectronica.net/producto/tarjet-esp8266/>

Silva, C. D. (2017). *Estudio de factibilidad de la importación de paneles solares fotovoltaicos al cantón Cuenca*. Obtenido de <http://dspace.uazuay.edu.ec/handle/datos/6764>

Store, P. (3 de 9 de 2015). *PV Output*. Obtenido de
<https://play.google.com/store/apps/details?id=com.github.marlonbuntjer.pvoutput>

Traxco. (12 de 12 de 2012). *Componentes para sistemas de riego Pivot*. Obtenido de
<https://www.traxco.es/blog/productos-nuevos/turbina-generadora-de-electricidad>

Triana, J. D. (2015). *Políticas para el Aprovechamiento del Potencial Hidroenergético en Colombia Mediante Pequeñas Centrales*. Medellín : Universidad Nacional de Colombia.

UNIDO. (2018). *United Nations Industrial Development Organization*. Obtenido de http://www.unido.or.jp/en/technology_db/5276/

Valles, A. V. (2014). Plataformas de Bajo Coste para la Realización de Trabajos Prácticos de Mecatrónica y Robótica. *Revista Iberoamericana de Automática e Informática industrial*, 363-376.

Wikipedia. (2021). *Wikipedia*. Obtenido de https://es.wikipedia.org/wiki/Acrilonitrilo_butadieno_estireno

Zhi-Min Ling. (2018). *APsystem*.

Apéndice

Apéndice A. Encuesta realizada

Encuesta para el desarrollo del sistema generador hidroeléctrico y la aplicación móvil, realizada en viviendas del barrio 26 de Julio de Ocaña Norte de Santander.

Esta encuesta es formulada con el objetivo de la adquisición de información y reconocer los requerimientos para la construcción y desarrollo del proyecto

Indicaciones

-
- Antes de elegir una respuesta, lea detenidamente la pregunta.
 - Marque la respuesta que considera correcta.

1. De los siguientes métodos de generación de energía renovable, ¿Cuáles conoce?

Selecciona todos los que correspondan.

- Energía eólica
- Energía solar
- Energía hidroeléctrica
- Energía geotérmica

2. ¿Conoce cómo se genera la energía hidroeléctrica?

Marca solo un óvalo.

- Sí
- No

3. ¿Implementaría una o varios generadores hidroeléctricos en el acueducto de su vivienda como apoyo energético?

Marca solo un óvalo.

Sí

No

4. ¿Cuál es el consumo promedio de energía eléctrica de la vivienda en kWh?

5. ¿Hay bombillos led o lamparas led en la vivienda?

Marca solo un óvalo.

Sí

No

6. ¿Cuántos bombillos o lamparas convencionales o led hay en la vivienda?

7. ¿Cuál es el consumo mensual promedio de agua potable en la vivienda en metros cúbicos?

8. ¿Cuenta con un dispositivo móvil inteligente?

Marca solo un óvalo.

Sí

No

9. ¿Tiene acceso a internet en su celular, ya sea por WIFI o por datos móviles?

Marca solo un óvalo.

Sí

No

10. ¿Le gustaría conocer en tiempo real la generación de energía de los generadores hidroeléctricos por medio de una aplicación móvil?

Marca solo un óvalo.

Sí

No

11. De los siguientes datos de información, ¿Cuáles le gustaría conocer en la aplicación móvil?

Selecciona todos los que correspondan.

Energía generada en total

Energía generada hoy

Energía generada diariamente

Energía generada semanalmente

Energía generada mensualmente

12. ¿Le gustaría conocer el histórico de datos de energía generada en graficas?

Marca solo un óvalo.

Sí

No

Apéndice B. Código Arduino

```

#include <LiquidCrystal.h>

#include <LiquidCrystal.h>
#include "SoftwareSerial.h"
SoftwareSerial SerialESP8266(10, 11); // RX, TX

//Crear el objeto LCD con los números correspondientes (rs, en, d4, d5, d6, d7)
LiquidCrystal lcd(8, 9, 4, 5, 6, 7);

float Sensibilidad=0.185; //sensibilidad en Voltios/Amperio para sensor de 5A

#define NombreRed " "
#define Clave " "
#define Servidor " "

String cadena="";

void setup()
{
  Serial.begin(9600);
  pinMode(2,OUTPUT);
  pinMode(3,OUTPUT);
  digitalWrite(2,HIGH);
  digitalWrite(3,HIGH);

  // Inicializar el LCD con el número de columnas y filas del LCD
  lcd.begin(16, 2);
  lcd.setCursor(0, 0);
  lcd.print("Censando...");

  SerialESP8266.begin(9600);

  SerialESP8266.setTimeout(2000);

  //Verificamos si el ESP8266 responde
  SerialESP8266.println("AT");
  if(SerialESP8266.find("OK"))
    Serial.println("Respuesta AT correcto");
  else
    Serial.println("Error en ESP8266");

  SerialESP8266.println("AT+CWMODE=1");
  if(SerialESP8266.find("OK"))
    Serial.println("ESP8266 en modo Estacion");

  //Nos conectamos a una red wifi
  String ConexionWifi = "AT+CWJAP=\"";
  ConexionWifi+=NombreRed;
  ConexionWifi+="\", \"";
  ConexionWifi+=Clave;
  ConexionWifi+="\"";
  SerialESP8266.println(ConexionWifi);
  Serial.println("Conectandose a la red ...");
  SerialESP8266.setTimeout(10000); //Aumentar si demora la conexion
  if(SerialESP8266.find("OK"))
    Serial.println("WIFI conectado");
  else
    Serial.println("Error al conectarse en la red");
  SerialESP8266.setTimeout(2000);
  //Desabilitamos las conexiones multiples
  SerialESP8266.println("AT+CIPMUX=0");
  if(SerialESP8266.find("OK"))
    Serial.println("Multiconexiones deshabilitadas");

  //-----fin de configuracion-----

```



```

delay(1000);
}

float get_corriente(int n_muestras)
{
    float voltajeSensor;
    float corriente=0;
    for(int i=0;i<n_muestras;i++)
    {
        voltajeSensor = analogRead(A0) * (5.0 / 1023.0);////lectura del sensor
        corriente=corriente+(voltajeSensor-2.5)/Sensibilidad; //Ecuación para obtener la
corriente
    }
    corriente=corriente/n_muestras;

    return((corriente-0.190)*1000);
}

float fmap(float x, float in_min, float in_max, float out_min, float out_max)
{
    return (x - in_min) * (out_max - out_min) / (in_max - in_min) + out_min;
}

void loop()
{
    float I,T,VT;

    digitalWrite(2,LOW);
    delay(200);
    I=get_corriente(1000);//obtenemos la corriente promedio de 500 muestras
    if(I<0)
        I=0;

    digitalWrite(2,HIGH);
    delay(100);

    digitalWrite(3,LOW);
    delay(200);

    T = analogRead(A1);          // realizar la lectura
    VT = fmap(T, 0, 1023, 0.0, 25.0); // cambiar escala a 0.0 - 25.0
    VT=VT-0.4;
    if(VT<0)
        VT=0;

    digitalWrite(3,HIGH);
    delay(100);

    Serial.print("Tension: ");
    Serial.println(VT);          // mostrar el valor por serial

    Serial.print("Corriente: ");
    Serial.println(I,3);

    Serial.println("");

    lcd.setCursor(0, 0);
    lcd.print("          ");
    lcd.setCursor(0, 0);
    lcd.print("Tension=");
    lcd.setCursor(8, 0);

    lcd.print(VT);

    lcd.setCursor(0, 1);
    lcd.print("          ");
    lcd.setCursor(0, 1);
    lcd.print("Corriente=");
    lcd.setCursor(10, 1);

```

```

lcd.print(I);

String ConexionServidor = "AT+CIPSTART=\"";
ConexionServidor+="TCP";
ConexionServidor+="\",";
ConexionServidor+=Servidor;
ConexionServidor+="\",";
ConexionServidor+="80";

//Serial.print(ConexionServidor);

SerialESP8266.println(ConexionServidor);

if( SerialESP8266.find("OK"))
{
  Serial.println("ESP8266 conectado con el servidor...");

  //Armanos el encabezado de la peticion http
  String peticionHTTP= "GET /ingresar.php?voltaje=";
  peticionHTTP=peticionHTTP+String(VT)+"&corriente="+String(I)+" HTTP/1.1"+" \r\n";
  peticionHTTP=peticionHTTP+Host: "+" \r\n\r\n";

  //Enviamos el tamaño en caracteres de la peticion http:
  SerialESP8266.print("AT+CIPSEND=");
  SerialESP8266.println(peticionHTTP.length());

  //esperamos a ">" para enviar la peticion http
  if(SerialESP8266.find(">")) // ">" indica que podemos enviar la peticion http
  {
    Serial.println("Enviando HTTP . . .");
    SerialESP8266.println(peticionHTTP);
    if( SerialESP8266.find("SEND OK"))
    {
      Serial.println("Peticion HTTP enviada:");
      Serial.println();
      Serial.println(peticionHTTP);
      Serial.println("Esperando respuesta...");

      boolean fin_respuesta=false;
      long tiempo_inicio=millis();
      cadena="";

      while(fin_respuesta==false)
      {
        while(SerialESP8266.available(>0)
        {
          char c=SerialESP8266.read();
          Serial.write(c);
          cadena.concat(c); //guardamos la respuesta en el string "cadena"
        }
        //finalizamos si la respuesta es mayor a 500 caracteres
        if(cadena.length(>500) //Pueden aumentar si tenen suficiente espacio en la
        memoria
        {
          Serial.println("La respuesta a excedido el tamaño maximo");

          SerialESP8266.println("AT+CIPCLOSE");
          if( SerialESP8266.find("OK"))
            Serial.println("Conexion finalizada");
          fin_respuesta=true;
        }
        if((millis()-tiempo_inicio)>10000) //Finalizamos si ya han transcurrido 10 seg
        {
          Serial.println("Tiempo de espera agotado");
          SerialESP8266.println("AT+CIPCLOSE");
          if( SerialESP8266.find("OK"))
            Serial.println("Conexion finalizada");
          fin_respuesta=true;
        }
      }
    }
  }
}

```

```
        if(cadena.indexOf("CLOSED")>0) //si recibimos un CLOSED significa que ha
finalizado la respuesta
        {
            Serial.println();
            Serial.println("Cadena recibida correctamente, conexion finalizada");
            fin_respuesta=true;
        }

    }
    else
    {
        Serial.println("No se ha podido enviar HTTP.....");
    }
}
//delay(10000);
//SerialESP8266.println("AT+CIPCLOSE");
}
else
{
    Serial.println("No se ha podido conectarse con el servidor");
}

delay(5000);
asm volatile (" jmp 0");

}
```

Apéndice C. Manual de usuario de la aplicación Sistema de Monitoreo Hidroeléctrico (SMH)

Objetivo de la aplicación

Permitir al usuario obtener información del sistema generador en los diferentes tipos de gráficas de la energía generada por la turbina y administrada por el circuito de Arduino.

Requisitos del sistema

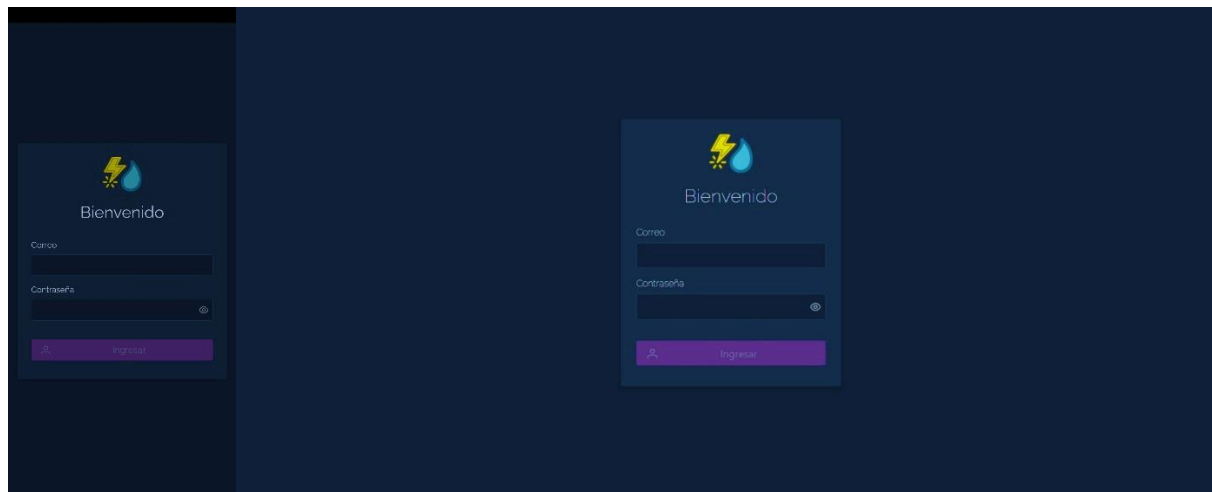
- Dispositivo móvil
- Versiones de Android 5 o superior

Inicio de sesión vista móvil y Web

Después de instalar la aplicación la primera pantalla que le aparece al usuario es el inicio de sesión, donde luego de ingresar sus credenciales podrá dar sesión al botón ingresar.

Figura 89.

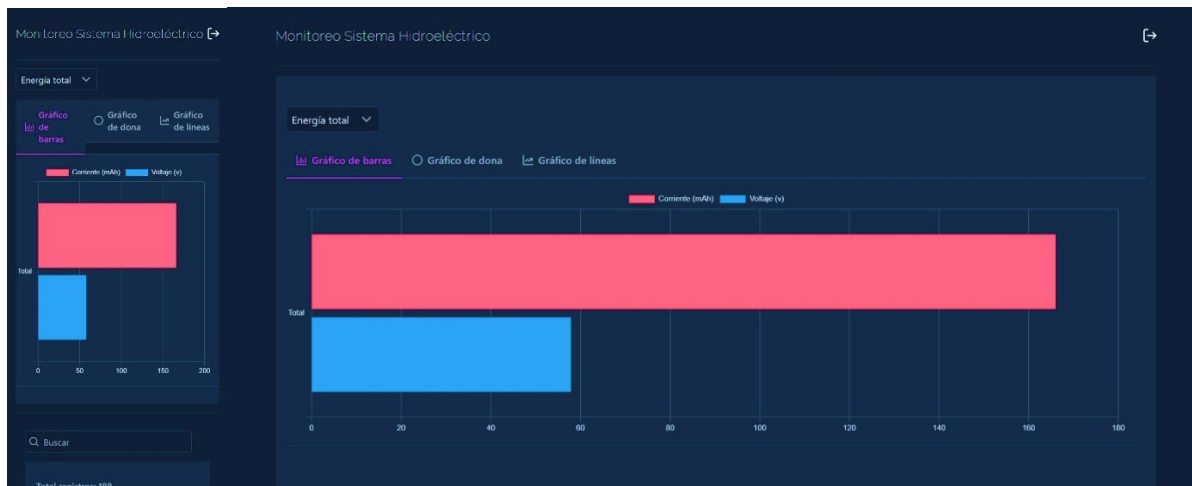
Manual de usuario Inicio de sesión móvil y WEB. Fuente autor del proyecto.

**Consulta de gráficas.**

Después de que el usuario inicie sesión correctamente podrá visualizar las gráficas. En la parte superior de la pantalla podrá seleccionar el rango de tiempo del cual desee observar la generación de energía eléctrica.

Figura 90.

Gráfica de barras de energía total generada. Fuente autor del proyecto.

**Figura 91.**

Gráfica de dona de energía total generada. Fuente autor del proyecto.

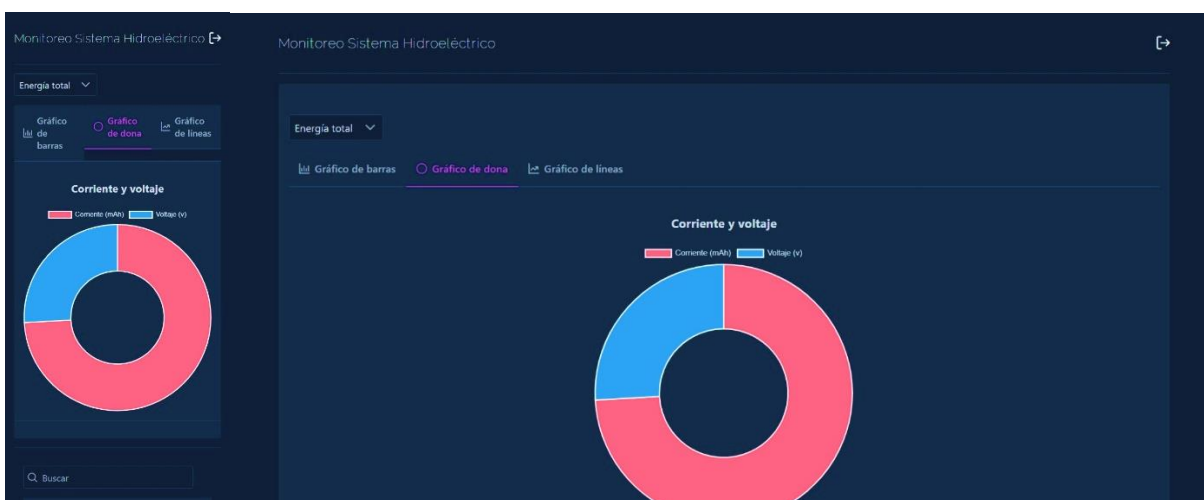


Figura 92.

Gráfica de líneas de energía semanal. Fuente autor del proyecto.

