



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS - ESPE

DEPARTAMENTO DE ELÉCTRICA, ELECTRÓNICA Y TELECOMUNICACIONES

CARRERA DE INGENIERÍA EN ELECTROMECAÁNICA

Trabajo de Unidad de Integración Curricular Previo a la Obtención del Título de Ingeniero en Electromecánica

"Diseño de un sistema híbrido óptimo con gestión de la demanda"

Autores:

Cela Abata Cristian Paul

Pantoja Guangasi Kevin Alexander

PhD. Llanos Proaño, Jacqueline del Rosario, ***Directora***



AGENDA

- 1** **Introducción**
- 2** **Objetivos**
- 3** **Metodología**
- 4** **Caso de Estudio**
- 5** **Análisis de Resultados**
- 6** **Conclusiones y Recomendaciones**

INTRODUCCIÓN

Ecuador depende en gran medida de la energía hidroeléctrica.



En menor cantidad se han creado proyectos con plantas de generación con recursos renovables no convencionales



Planta eólica Villonaco y 35 Plantas Fotovoltaicas



Sin embargo, GlobalData (2020) trazó un escenario favorable para el crecimiento de generación solar de 15 %, de sólo 26,7 MW en 2019 a 450 MW en 2030.

INTRODUCCIÓN

La generación híbrida y la gestión de la demanda son dos conceptos claves que desempeñan un papel fundamental en el aprovechamiento de los recursos de una zona.



Veziin et al., (2020). El bombeo de agua mediante sistemas fotovoltaicos han demostrado ser una solución que mejora el acceso al agua, siendo económicamente competitivos en áreas fuera de la red teniendo un bajo costo de mantenimiento y no emitiendo gases de efecto invernadero durante la operación



Este proyecto será enfocado al diseño óptimo de un sistema híbrido con gestión de la demanda, en el que se pretende establecer su configuración óptima encaminado hacia a la eficiencia energética y la sustentabilidad. Enfocado a abastecer la demanda eléctrica de una bomba que formará parte de un sistema de riego por aspersión

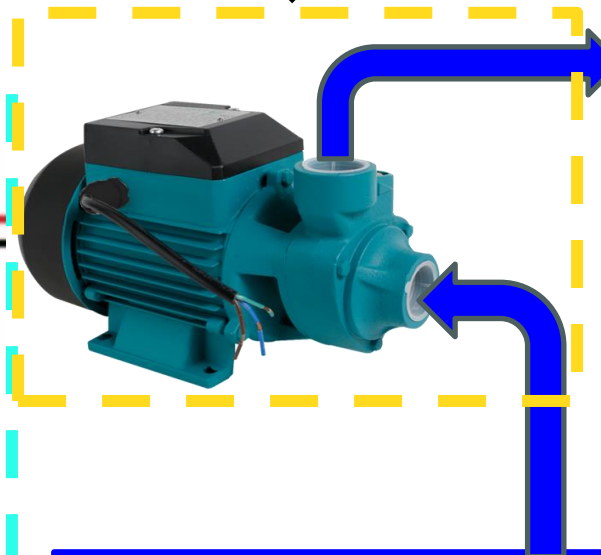
DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

Diseño Óptimo con Gestión de la Demanda

Diseño Hidráulico

Diseño Agronómico

Recurso hídrico



AGENDA

- 1 **Introducción**
- 2 **Objetivos**
- 3 **Metodología**
- 4 **Caso de Estudio**
- 5 **Análisis de Resultados**
- 6 **Conclusiones y Recomendaciones**

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL.-

- Diseñar un sistema híbrido óptimo de energía con gestión de la demanda.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS.-

- Dimensionar la bomba hidráulica para el sistema de bombeo a abastecer por el sistema híbrido óptimo.
- Caracterizar el recurso solar presente en el Campus Gral. Guillermo Rodríguez Lara de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE extensión Latacunga.
- Caracterizar el consumo de demanda energética correspondiente a la bomba hidráulica.
- Diseñar el sistema híbrido óptimo con gestión de demanda.

AGENDA

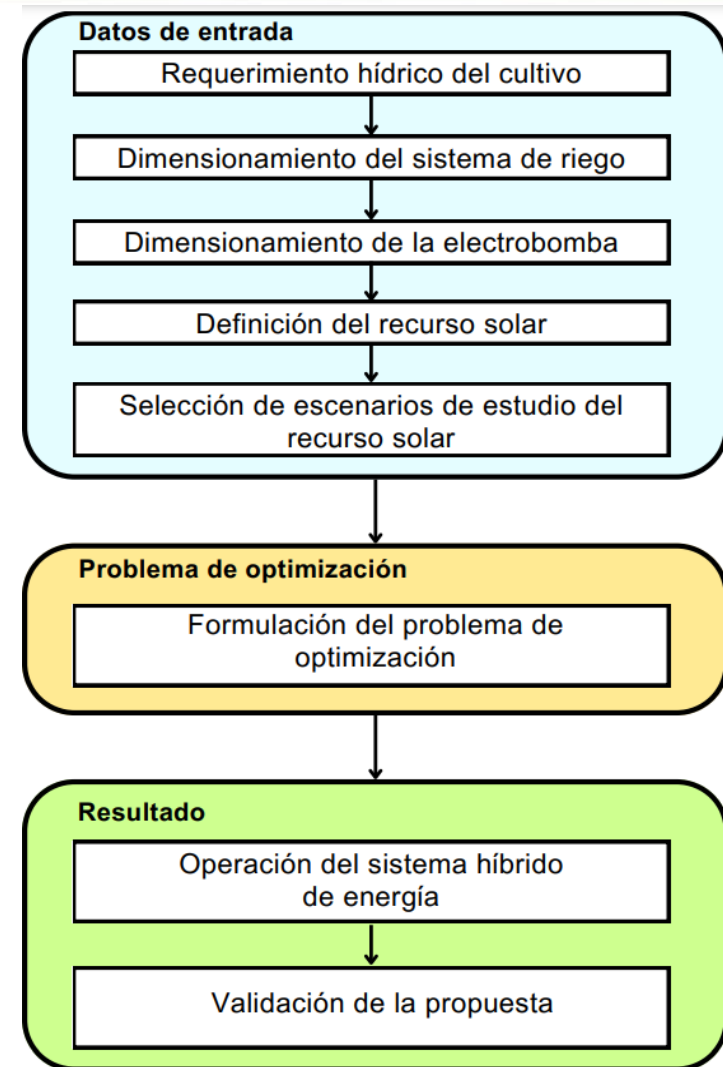
- 1 **Introducción**
- 2 **Objetivos**
- 3 **Metodología**
- 4 **Caso de Estudio**
- 5 **Análisis de Resultados**
- 6 **Conclusiones y Recomendaciones**

METODOLOGÍA

Datos de entrada: Se establece los parámetros requeridos para ejecutar una planificación óptima del sistema híbrido de energía con gestión de la demanda

Problema de Optimización: A través del modelo matemático se evalúa los costos de inversión y operación que se encuentran asociadas a restricciones propias de los modelos de generación, además, incorpora restricciones adicionales en función a la gestión de la demanda

Resultado: Se verifica y valida la operación del sistema híbrido con gestión de la demanda, además de establecer un marco comparativo con otras metodologías de dimensionamiento de sistemas híbridos.



Formulación del Problema de Optimización

Al emplear una planificación se busca poder minimizar los costos de inversión y operación de los equipos y maximizar los beneficios técnicos, para obtener una decisión de inversión que satisfaga las restricciones técnicas en los escenarios seleccionados.



Función Objetivo

$$Min = CI + CO$$

$$CI := \left(\frac{FRC * n}{8760} \right) [PV^{inst} * C^{PV} + P^{BESS,inst} * C^{BESS}]$$

$$CO := \sum_{t=1}^T [P_t^{BESS,des} * C^{BESS,op} + ENS_t * C^{ENS} + P_t^{PV,vert} * C^{vert}]$$



Modelo de Generación Fotovoltaica

$$PV_t = PV^{inst} * \frac{Irr_t * [1 - n_T * (Tp_t - 25 \text{ } ^\circ\text{C}) * n_{inv}]}{1000}$$

$$Tp_t = T_{amb,t} * \frac{Irr_t}{800 \left[\frac{W}{m^2} \right]} * [NOCT - 20[^\circ\text{C}]]$$

Restricciones

$$PV_t \leq PV^{inst}$$

$$PV_t^{vert} \leq PV_t$$

Modelo del Sistema de Almacenamiento (BESS)



$$E_t = E_o - \frac{P_t^{BESS,D}}{n_d} + P_t^{BESS,C} * n_c \quad t = 1$$

$$E_t = E_{t-1} - \frac{P_t^{BESS,D}}{n_d} + P_t^{BESS,C} * n_c \quad t > 1$$

Restricciones

$$0.2 * P^{BESS,inst} \leq E(t) \leq P^{BESS,inst}$$

$$0 \leq P_t^{BESS,C} \leq 0.5 * P^{BESS,inst}$$

$$0 \leq P_t^{BESS,D} \leq 0.9 * P^{BESS,inst}$$

$$P_t^{BESS,C} \leq (P^{BESS,inst} - E_o) / n_c$$

$$P_t^{BESS,D} \leq (E_o - 0.2 * P^{BESS,inst}) * n_d$$

$$P_t^{BESS,D} \leq 0.9 * P^{BESS,inst} - \left(\frac{0.9}{0.5} \right) * P_t^{BESS,C}$$

Modelo Requerimiento Hídrico del Cultivo



$$Demand^{agua} = \sum_{t=1}^T [T_t^{on,bomba} * Bombeo^{agua}]$$

Restricciones

$$0.25 * X_t^{on} \leq T_t^{on,bomba} \leq 1 * X_t^{on}$$

$$X_t^{on} = 0 \quad t_o \leq t \leq t_f$$

Ecuación de Balance

$$Balance_t := PV_t - PV_t^{vert} + P_t^{BESS,D} = Dem_t^{bomba} * T_t^{on,bomba} - ENS_t + P_t^{BESS,C}$$

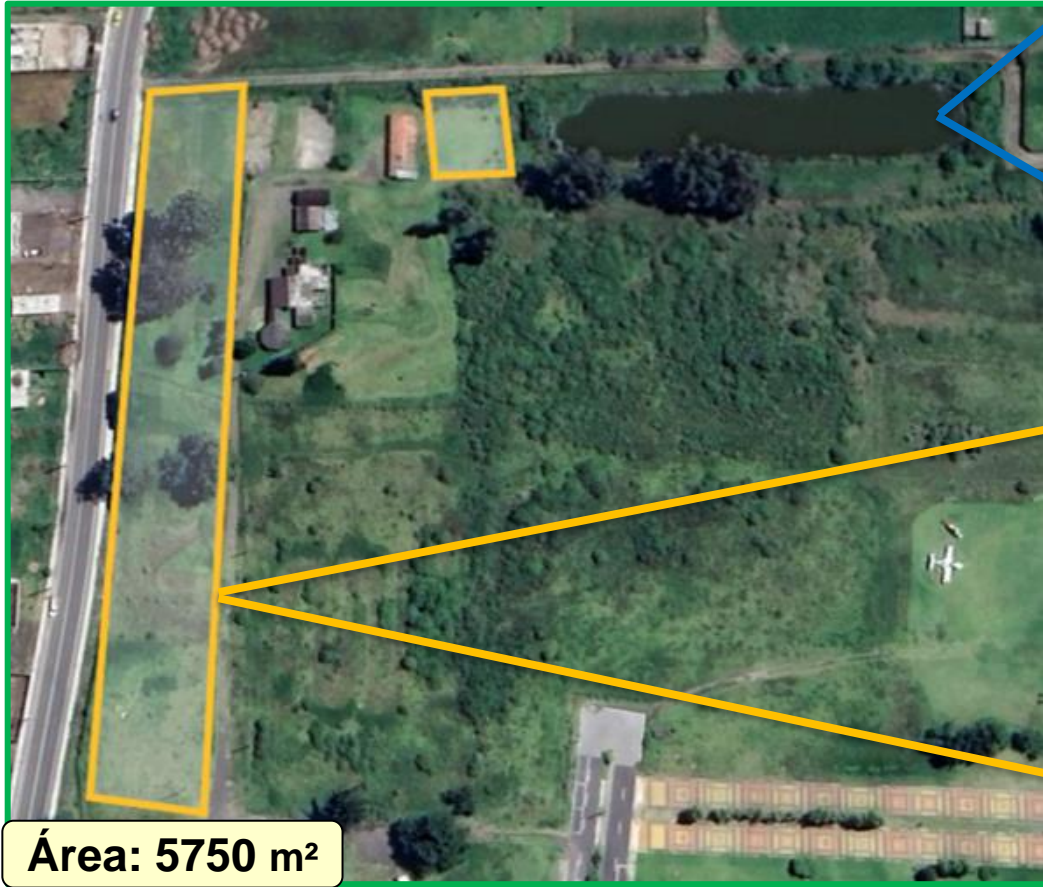
AGENDA

- 1 **Introducción**
- 2 **Objetivos**
- 3 **Metodología**
- 4 **Caso de Estudio**
- 5 **Análisis de Resultados**
- 6 **Conclusiones y Recomendaciones**

CASO DE ESTUDIO: LOCALIZACIÓN

<i>Estudio de campo</i>	<i>Necesidad Neta</i>	<i>Recurso Solar</i>	<i>Portafolio</i>
-------------------------	-----------------------	----------------------	-------------------

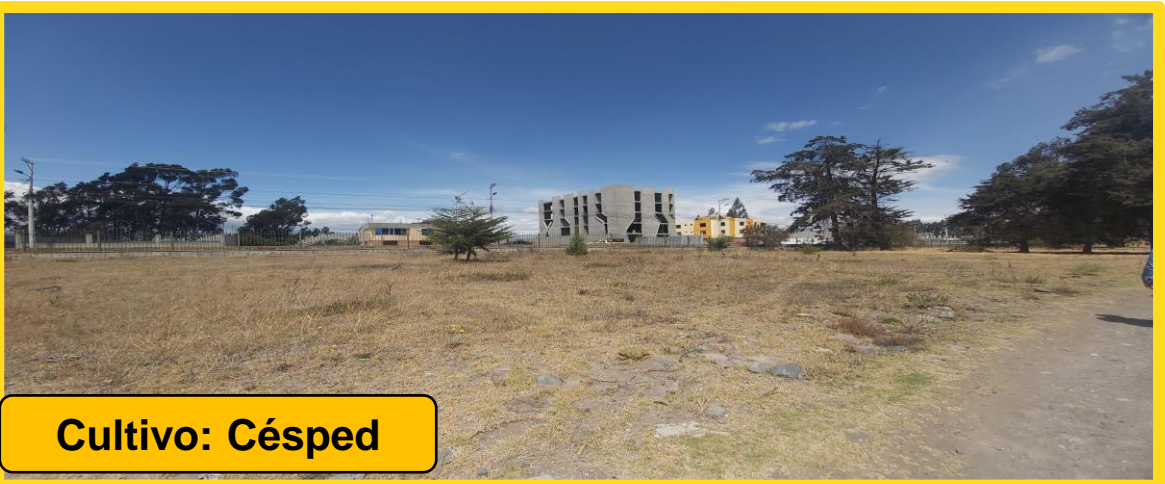
Área localizada en Belisario Quevedo – UFA "ESPE"



Área: 5750 m²



Vmax = 2671 m³



Cultivo: Césped

CASO DE ESTUDIO: SELECCIÓN DE ESCENARIOS DE ESTUDIO



Programa: CROPWAT

Método: FAO Penman-Monteith
 $ET_c = ET_o * Kc$



ETo Penman-Monteith Mensual - D:\ARCHIVOS DISCO 2\Documents\ESPE\TESIS\bases de dat...

País: Ecuador Estación: Rumipamba
 Altitud: 2680 m. Latitud: 1.00 °S Longitud: 78.00 °W

Mes	Temp Min	Temp Max	Humedad	Viento	Insolación	Rad	ETo
	°C	°C	%	km/día	horas	MJ/m²/día	mm/día
Enero	10.1	22.9	65	328	5.8	18.0	4.24
Febrero	11.1	21.9	68	320	5.7	18.3	4.10
Marzo	10.5	20.5	73	190	4.7	16.9	3.42
Abril	10.2	20.5	73	294	5.5	17.5	3.59
Mayo	9.6	20.3	75	328	6.7	18.2	3.53
Junio	9.3	20.5	71	302	7.0	18.0	3.60
Julio	9.0	19.0	74	389	6.9	18.1	3.45
Agosto	9.8	19.5	76	363	6.3	18.2	3.45
Septiembre	7.0	23.0	58	372	6.1	18.7	4.73
Octubre	8.7	23.3	63	311	6.8	20.0	4.55
Noviembre	9.3	22.7	65	294	7.0	19.8	4.34
Diciembre	8.4	22.7	62	337	6.6	18.9	4.43
Promedio	9.4	21.4	69	319	6.3	18.4	3.95

Cultivo: CESPED

Kc inicial	0.90
Kc medio	0.95
Kc final	0.95

Se trabaja con 0.95 por ser la etapa que requiere de más recurso hídrico

Se obtiene la **Evotranspiracion de referencia al día/mes**

CASO DE ESTUDIO: SELECCIÓN DE ESCENARIOS DE ESTUDIO

Estudio de campo **Necesidad Neta** Recurso Solar Portafolio

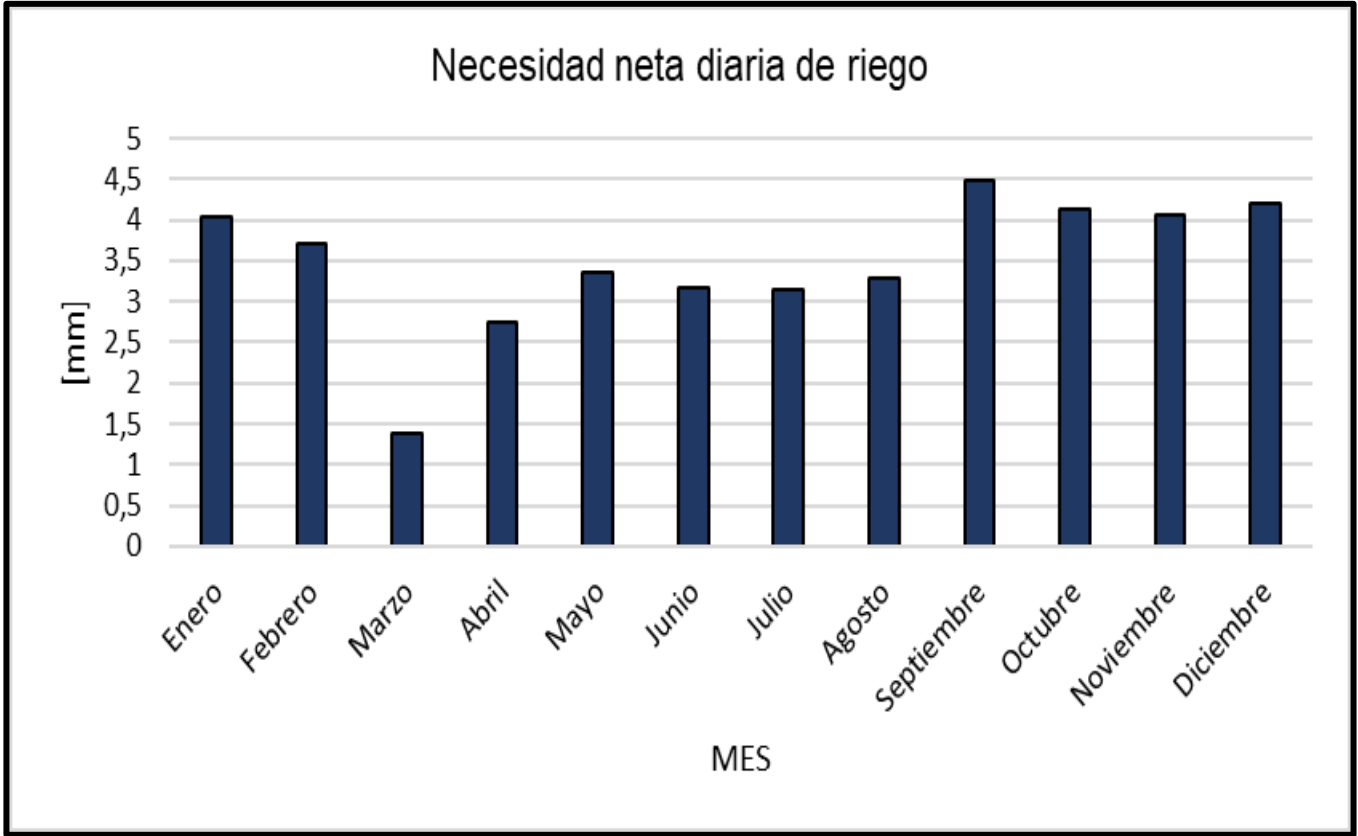
Necesidad Neta de Riego
 $Nn = Etc - Pe$

Septiembre: 4.49 mm/día

Precipitación mensual - untitled

Estación: Rumipamba Método Prec. Ef: Fórmula FAO/AGLW

	Precipit.	Prec. efec
	mm	mm
Enero	11.7	0.0
Febrero	25.1	5.1
Marzo	102.1	57.7
Abril	50.0	20.0
Mayo	8.6	0.0
Junio	29.5	7.7
Julio	23.9	4.3
Agosto	12.2	0.0
Septiembre	5.8	0.0
Octubre	26.2	5.7
Noviembre	19.8	1.9
Diciembre	4.6	0.0
Total	319.5	102.4



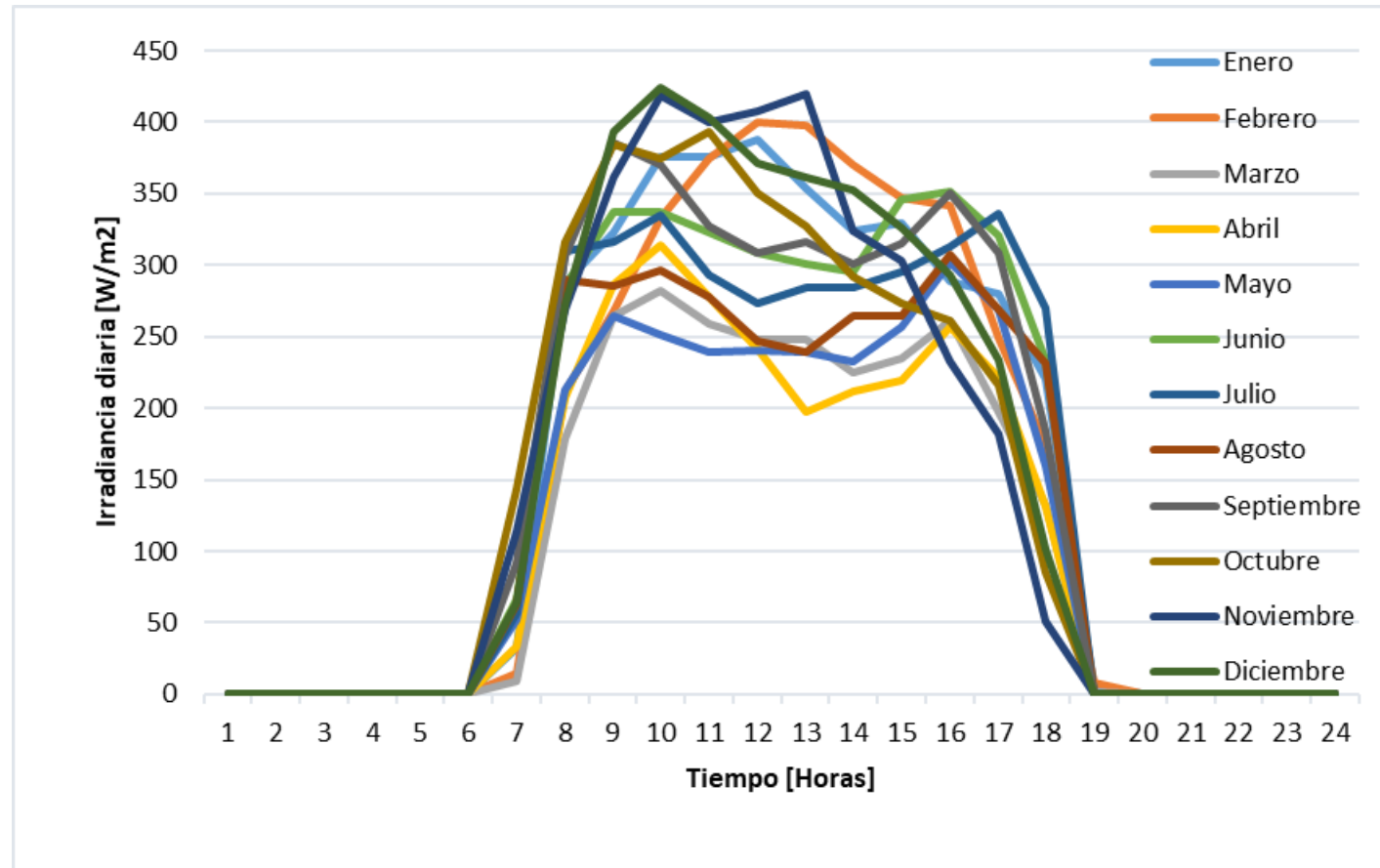
Precipitación efectiva mensual

Selección del escenario hídrico de estudio

CASO DE ESTUDIO: SELECCIÓN DE ESCENARIOS

<i>Estudio de campo</i>	<i>Necesidad Neta</i>	<i>Recurso Solar</i>	<i>Portafolio</i>
-------------------------	-----------------------	-----------------------------	-------------------

Para definir el recurso solar se opta por una base de datos de 5 años presente en el sector donde se efectúa un promedio entre el 2018 hasta el 2022.

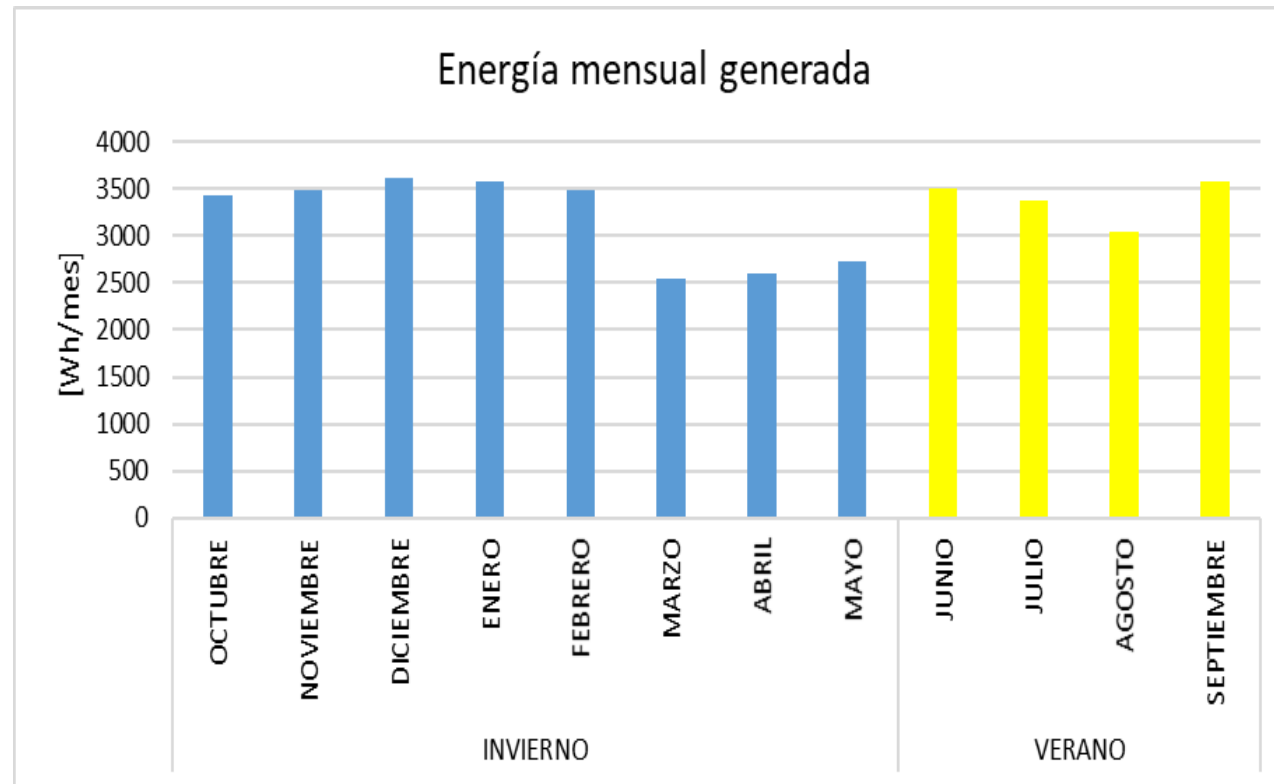


CASO DE ESTUDIO: SELECCIÓN DE ESCENARIOS

<i>Estudio de campo</i>	<i>Necesidad Neta</i>	<i>Recurso Solar</i>	<i>Portafolio</i>
-------------------------	-----------------------	-----------------------------	-------------------

Escenarios: Estaciones del año

Región	Invierno	Verano
Sierra	Octubre - Mayo	Junio - Septiembre



Escenario: Verano
Se selecciona una semana del mes con **mayor energía solar generada**



Septiembre

Escenario: Invierno
Se selecciona una semana del mes con **menor energía solar generada**



Marzo

CASO DE ESTUDIO: SELECCIÓN DE ESCENARIOS

<i>Estudio de campo</i>	<i>Necesidad Neta</i>	<i>Recurso Solar</i>	Portafolio
-------------------------	-----------------------	----------------------	-------------------

COSTOS DE INVERSIÓN Y OPERACIÓN

***Los costos por kW instalados
[USD/kW]***

$$C^{BESS} = 1494 \text{ [USD/kW]}$$

$$C^{PV} = 961 \text{ [USD/kW]}$$

***Los costos de penalización
[USD/kW]***

$$C^{ENS} = 1,5 \text{ [USD/kW]}$$

$$C^{vert} = 0,05 \text{ [USD/kW]}$$

***Los costos de operación
[USD/kW]***

$$C^{BESS,op} = 0,13 \text{ [USD/kW]}$$

AGENDA

- 1 **Introducción**
- 2 **Objetivos**
- 3 **Metodología**
- 4 **Caso de Estudio**
- 5 **Análisis de Resultados**
- 6 **Conclusiones y Recomendaciones**

RESULTADOS: OPERACIÓN DEL SISTEMA DE RIEGO POR ASPERSIÓN

Sistema de riego

Diseño Hidráulico

Demanda Eléctrica

Diseño Óptimo + Gestión de la demanda

Requerimiento hídrico del cultivo

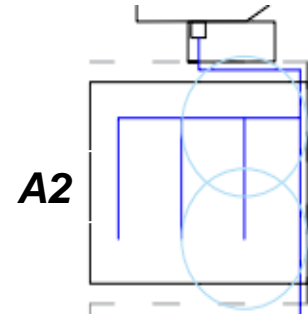
Evapotranspiración del cultivo - Septiembre (ET _o)	4.49 mm/día
Eficiencia del sistema de riego	0.75
Lamina bruta	5.98 mm/día
Frecuencia de riego	cada día
Volumen de riego	35 m³

Sistema de Riego por Aspersión



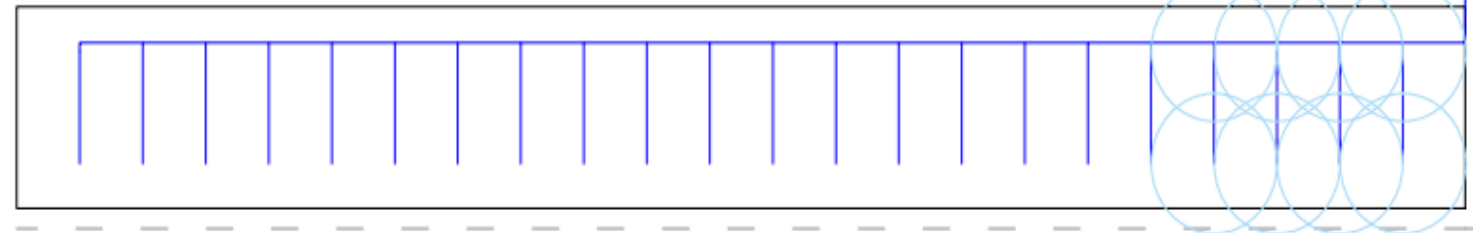
Características del Aspersor

Caudal	0.0853 l/s
Presión	14.934 psi
Radio	8.7 m



A2

A1



Nº Aspersores

Área (m²)

Caudal (m³/h)

Nº Aspersores	Área (m ²)	Caudal (m ³ /h)
A1 --- 44	5000	13.51
A2 --- 6	750	1.84
50	5750	15.35

RESULTADOS: SELECCIÓN DE LA ELECTROBOMBA

Sistema de riego

Diseño Hidráulico

Demanda Eléctrica

Diseño Óptimo + Gestión de la demanda

Carga Dinámica Total

$$CDT = H_s + H_o + H_e + H_f + h_f$$

Electrobomba Seleccionada



POTENCIA DE LA BOMBA
HIDRÁULICA DIMENSIONADA

Potencia

4 HP - 3kW

	Principal	Secundaria A1	Laterales	Secundaria A2	Total [mca]
Perdidas Primarias	1.80	0.837	0.33	0.736	11.72
Perdidas Secundarias	0.32	1.238	1.00	0.33	2.964

Distancia vertical (Hs)	Presión de trabajo del aspersor (Ho)	Altura de soporte del aspersor (He)
2.5m	10.5 mca	0.3m

Pérdidas de carga en tubería (Hf)	Pérdidas de carga en accesorios (hf)	CDT
11.72 mca	2.96 mca	27.98 mca

MODELO		POTENCIA		Q m³/h l/min	H metros															
Monofásica	Trifásica	kW	HP		0	3	4.5	6	7.5	9	10.5	12	13.2	14.4	15	16.2	16.8			
CPm 160C	CP 160C	1.1	1.5	32	31	30.5	29.5	28	26	23	20									
CPm 160B	CP 160B	1.5	2	37	36	35.5	34.5	33.5	31.5	29	26.5	23								
-	CP 160A	2.2	3	43	42	41.5	40.5	39.5	38	35.5	33	30	26							
CPm 210C	CP 210C	2.2	3	46	45.5	44.5	43.5	42	40	37.5	34.5	32	28.5	27						
-	CP 210B	3	4	54	53	52	51	49.5	48	45.5	43	40	38.5	37	34					
-	CP 210A	4	5.5	61	61	60	59	57.5	56	53.5	51	49	46.5	45	42	40				

Q = Caudal H = Altura manométrica total HS = Altura de aspiración

Tolerancia de las curvas de prestación según EN ISO9906 Grade 3.



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

RESULTADOS: CARACTERIZACIÓN DE LA DEMANDA

Sistema de riego

Diseño Hidráulico

Demanda Eléctrica

Diseño Óptimo + Gestión de la demanda

Datos de Entrada

Frecuencia de Riego



Cada día - 35 m³

Potencia requerida



3 kW

Caudal Bombeado



15.35 m³/h

Operación del sistema

Tiempo de riego



horas

Turno de Riego



Día / Tarde / Noche

Potencia a instalar



PV - BESS

Gestión de la Demanda

VALIDACIÓN DEL SISTEMA HÍBRIDO ÓPTIMO CON GESTIÓN DE LA DEMANDA

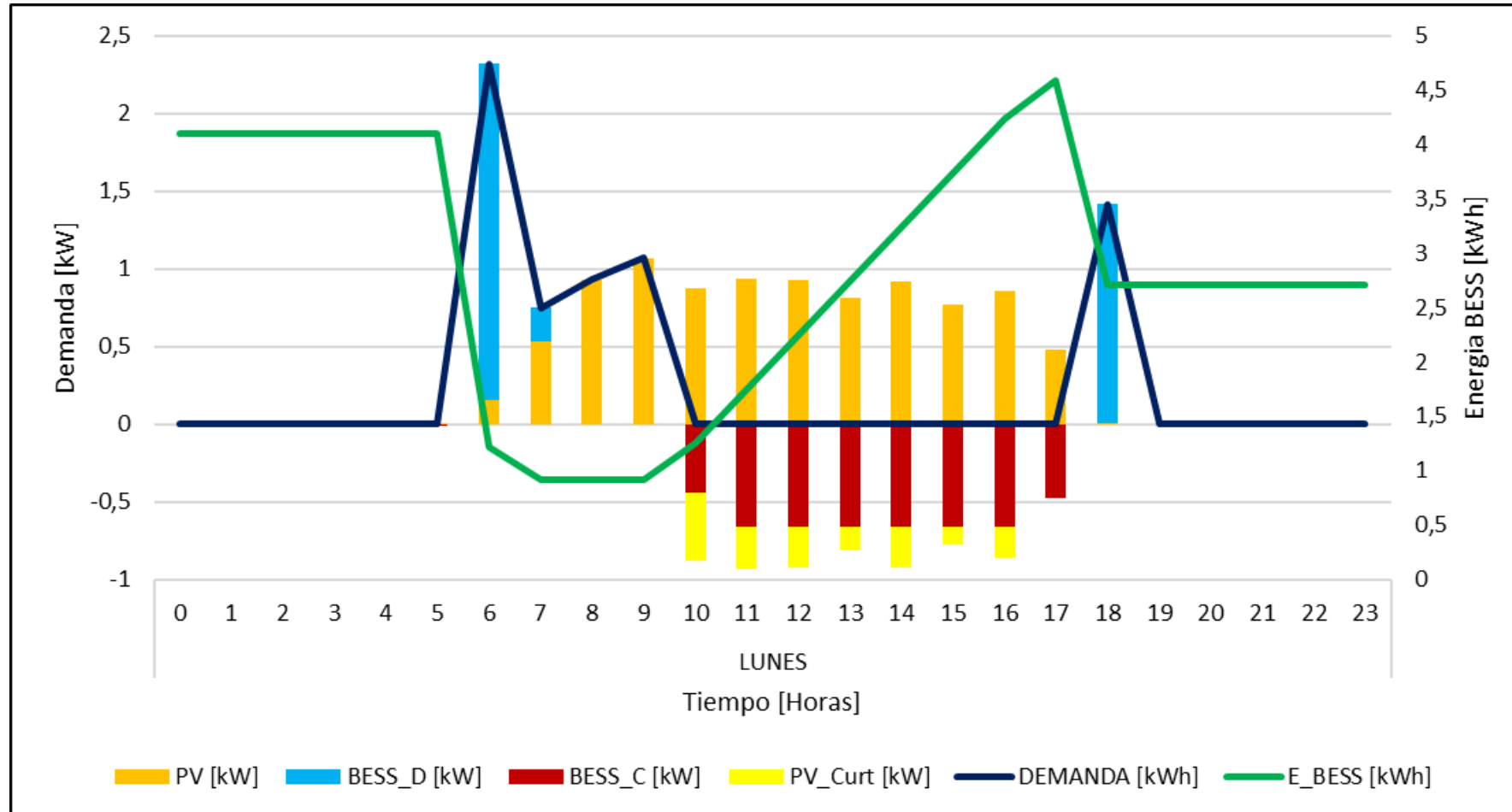
Sistema de riego

Diseño Hidráulico

Demanda Eléctrica

Diseño Óptimo + Gestión de la demanda

Operación del sistema híbrido de energía con gestión de la demanda en un día del mes de marzo - invierno



VALIDACIÓN DEL SISTEMA HÍBRIDO ÓPTIMO CON GESTIÓN DE LA DEMANDA

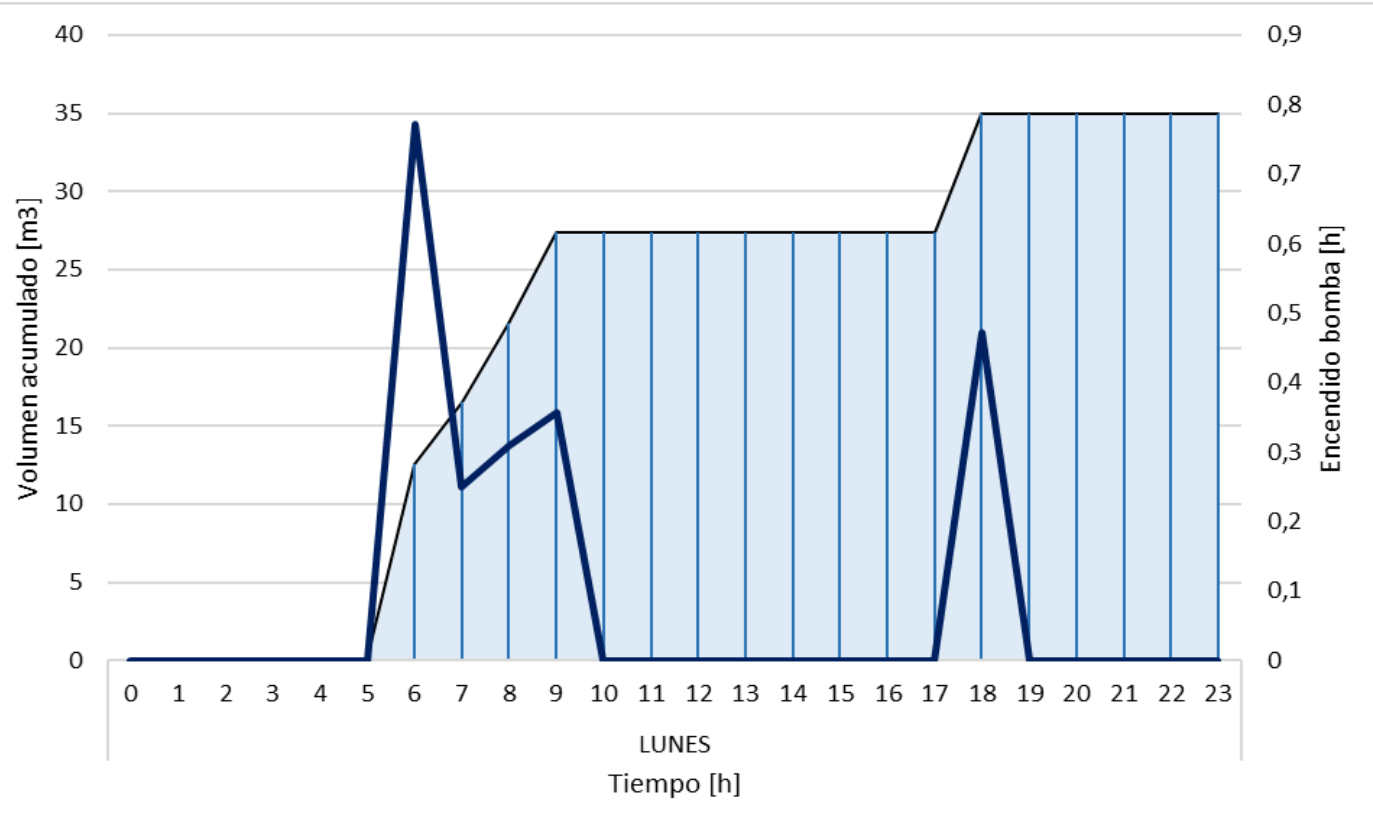
Sistema de riego

Diseño Hidráulico

Demanda Eléctrica

Diseño Óptimo + Gestión de la demanda

Operación del sistema híbrido de energía con gestión de la demanda en un día del mes de marzo - invierno



MARZO					
Día	Horario de Riego	Tiempo de riego [h]	Tiempo de riego [min]	Volumen bombeado [m³]	Volumen diario [m³]
Lunes	6:00 AM	0,77	46	12,51	35
	7:00 AM	0,25	15	4,05	
	8:00 AM	0,31	19	5,00	
	9:00 AM	0,36	21	5,78	
	18:00 PM	0,47	28	7,65	

Horas	Días						
	L	M	Mi	J	V	S	D
6:00 AM	X	X	X			X	X
7:00 AM	X	X	X	X	X	X	X
8:00 AM	X	X	X	X	X	X	X
9:00 AM	X	X	X	X	X	X	X
18:00 PM	X	X	X	X	X	X	X
19:00 PM		X	X	X	X		

VALIDACIÓN DEL SISTEMA HÍBRIDO ÓPTIMO CON GESTIÓN DE LA DEMANDA

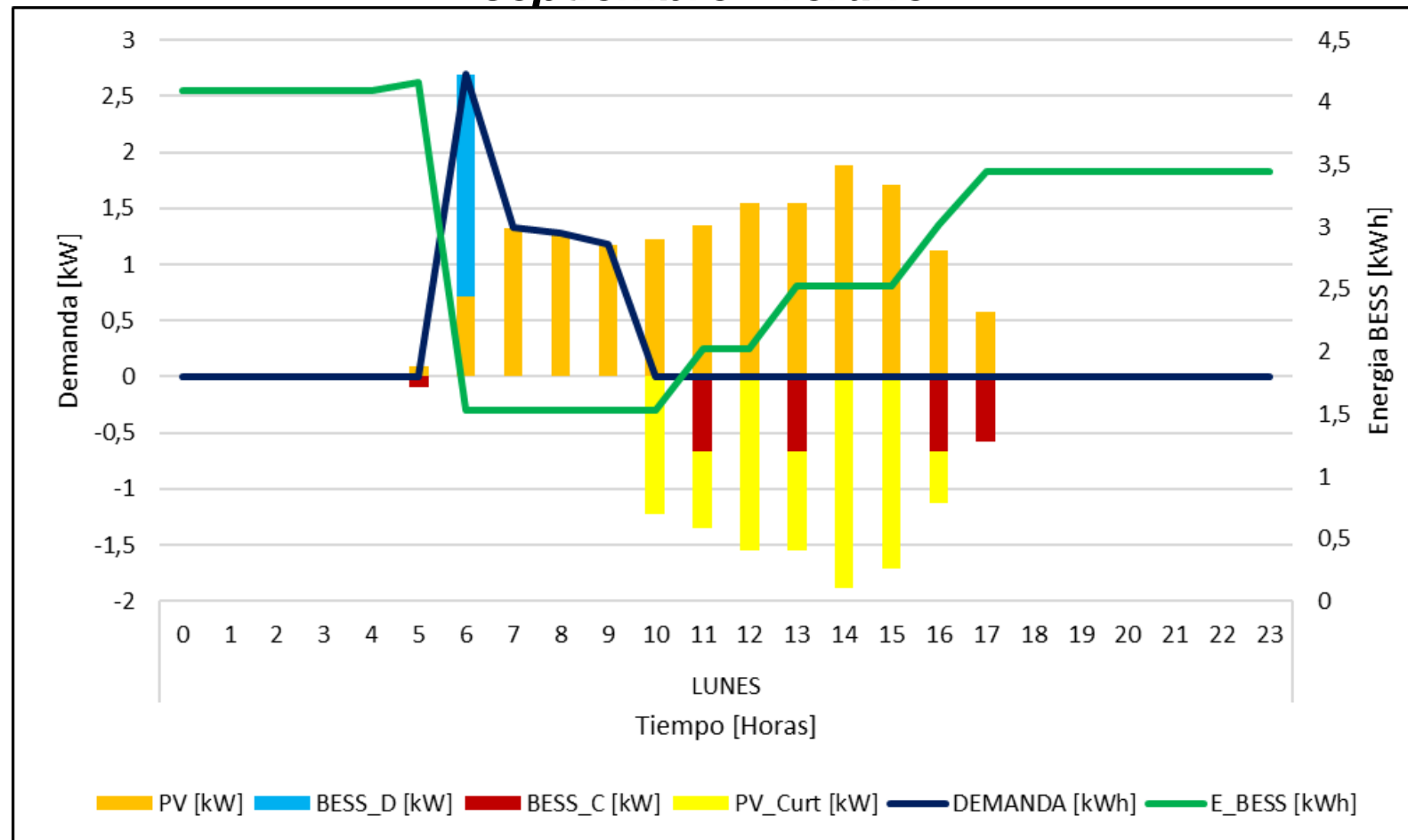
Sistema de riego

Diseño Hidráulico

Demanda Eléctrica

Diseño Óptimo + Gestión de la demanda

Operación del sistema híbrido de energía con gestión de la demanda en un día del mes de **septiembre - verano**



VALIDACIÓN DEL SISTEMA HÍBRIDO ÓPTIMO CON GESTIÓN DE LA DEMANDA

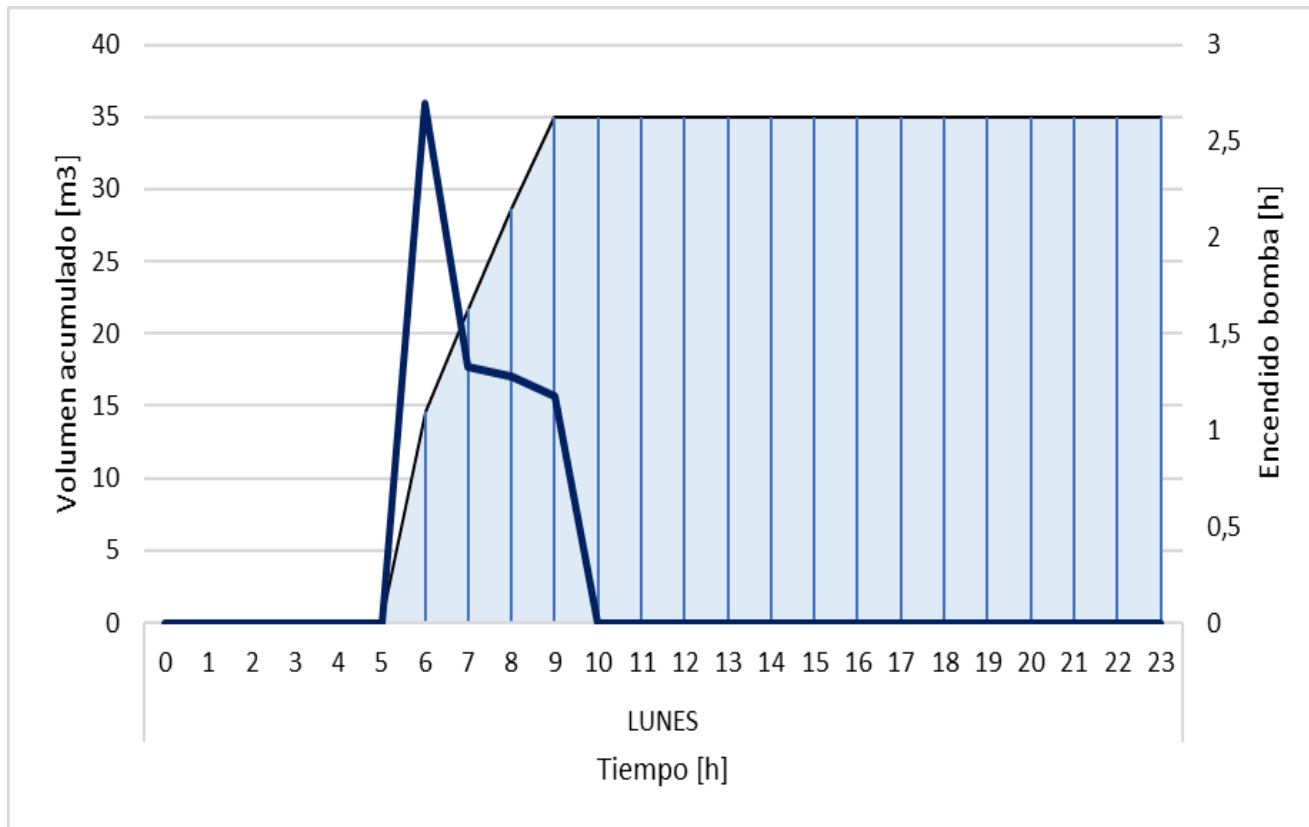
Sistema de riego

Diseño Hidráulico

Demanda Eléctrica

Diseño Óptimo + Gestión de la demanda

Operación del sistema híbrido de energía con gestión de la demanda en un día del mes de **septiembre - verano**



SEPTIEMBRE					
Día	Horario de Riego	Tiempo de riego [h]	Tiempo de riego [min]	Volumen bombeado [m³]	Volumen diario [m³]
Lunes	6:00 AM	0,90	54	14,56	35
	7:00 AM	0,44	27	7,18	
	8:00 AM	0,43	26	6,90	
	9:00 AM	0,39	24	6,37	

Horas	Días						
	L	M	Mi	J	V	S	D
6:00 AM	X	X	X	X		X	X
7:00 AM	X	X	X	X	X	X	X
8:00 AM	X	X	X	X	X	X	X
9:00 AM	X	X	X	X	X	X	X
18:00 PM			X	X			

VALIDACIÓN DEL SISTEMA HÍBRIDO ÓPTIMO CON GESTIÓN DE LA DEMANDA

Sistema de riego

Diseño Hidráulico

Demanda Eléctrica

Diseño Óptimo + Gestión de la demanda

Cumplimiento del volumen diario

Mes	Días	Volumen Bombeado diariamente [m ³]	Tiempo de encendido [h]
Marzo	Lunes	35	2,16
	Martes	35	2,16
	Miércoles	35	2,16
	Jueves	35	2,16
	Viernes	35	2,16
	Sábado	35	2,16
	Domingo	35	2,16
Septiembre	Lunes	35	2,16
	Martes	35	2,16
	Miércoles	35	2,16
	Jueves	35	2,16
	Viernes	35	2,16
	Sábado	35	2,16
	Domingo	35	2,16

ANÁLISIS COMPARATIVO CON OTROS MÉTODOS DE DIMENSIONAMIENTO

Tecnología de generación	Métodos de dimensionamiento de sistemas híbridos					
	Tradicional		Óptimo sin gestión de la demanda		Óptimo con gestión de la demanda	
Paneles Fotovoltaicos [420 W]	Potencia a instalar: 4200 W		Potencia a instalar: 5348.11 W		Potencia a instalar: 4589.62 W	
	N.º paneles	Costo unitario	N.º paneles	Costo unitario	N.º paneles	Costo unitario
	10	\$ 293,62	13	\$ 293,62	12	\$ 293,62
Baterías [100 Ah]	Potencia a instalar: 14400 Wh		Potencia a instalar: 9665.97 Wh		Potencia a instalar: 4589.62 Wh	
	N.º BESS	Costo unitario	N.º BESS	Costo unitario	N.º BESS	Costo unitario
	12	\$ 322,12	8	\$ 322,12	4	\$ 322,12
Inversión [\$]	\$ 6.801,64		\$ 6.394,02		\$ 4.811,92	

Comparativa entre métodos de dimensionamiento de sistemas híbridos		
	Tradicional vs Óptimo con gestión de la demanda	Óptimo sin gestión de la demanda vs Óptimo con gestión de la demanda
Ahorro [S]	\$ 1.989,72	\$ 1.582,1
	29,25 %	23,26 %

AGENDA

- 1 **Introducción**
- 2 **Objetivos**
- 3 **Metodología**
- 4 **Caso de Estudio**
- 5 **Análisis de Resultados**
- 6 **Conclusiones y Recomendaciones**

CONCLUSIONES

- En este trabajo de investigación se propuso y validó una metodología para planificar un sistema híbrido basado en energía fotovoltaica y baterías para la Universidad de las Fuerza Armadas ESPE Campus Guillermo Rodríguez Lara incluyendo la gestión de la demanda, logrando darle flexibilidad a la carga eléctrica en este caso una electrobomba para un sistema de riego. Se verifica que al aplicar la propuesta en todos los escenarios probados el riego planificado de acuerdo con las características técnicas requeridas del cultivo se cumple, asegurando el volumen diario requerido de $35m^3/día$, en un tiempo óptimo de encendido de la electrobomba.
- A través de la propuesta metodología para obtener el requerimiento hídrico del cultivo y el sistema de riego por aspersión se ha logrado determinar la capacidad necesaria de la electrobomba, que es usada para el bombeo de agua hacia las tuberías del sistema de riego por aspersión.
- Para obtener el requerimiento hídrico del cultivo fue necesario conocer fundamentos agronómicos para poder determinar el volumen óptimo diario de riego y así garantizar que el sistema cumpla con este. A su vez este dato se convierte en un dato para el dimensionamiento del sistema de riego.

CONCLUSIONES

- Es necesario disponer y analizar la disponibilidad del recurso solar en la zona de estudio logrando obtener los escenarios de energía solar generada que sirvieron para establecer la operación del sistema híbrido de energía ante una mayor y menor producción de energía solar y que tuvo relación directa con la capacidad a instalar del sistema fotovoltaico.
- Con la flexibilidad de operación de la carga del sistema híbrido óptimo con gestión de la demanda se logró establecer un horario de riego eficiente y flexible, donde se recomienda distribuir el tiempo de encendido total del sistema de riego en varios periodos evitando así picos de energía máximos en una misma hora, dicha acción optimiza la operación de las unidades de generación y almacenamiento. Además, permite reducir costos en la planificación de 29% comparadas con técnicas tradicionales y de 24% comparado con planificación óptima sin incluir gestión de demanda.

CONCLUSIONES

- El diseño óptimo con gestión de la demanda resulta una opción muy viable en comparación con el diseño tradicional ya que en este tipo de diseño se sobredimensiona los equipos por lo tanto presenta un costo más elevado de implementación al no tener en cuenta la operación del sistema al encender y apagar la electrobomba óptimamente, por tal razón con la inclusión de la gestión de la demanda se logra obtener la operación óptima de la carga y una reducción del costo de inversión en un 29%.
- La propuesta es comparada con una técnica de planificación óptima que no considera la gestión de demanda y se pudo establecer que con el sistema híbrido óptimo con gestión de la demanda se logró un ahorro de \$24% en los costos de inversión por unidad instalada del sistema de generación y almacenamiento. Por lo tanto, el agregar la gestión de la demanda permite reducir costos de instalación y operación a la vez que cumple en todo momento la demanda requerida por el sistema de riego a fin de tener un cultivo en perfectas condiciones.

CONCLUSIONES

- Al incluir la gestión de la demanda eléctrica se logra el desplazamiento del consumo energético a zonas con disponibilidad de recurso solar y una gestión eficiente de la batería en su operación carga y descarga siempre respetando el volumen hídrico diario requerido y condiciones técnicas de riego.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda establecer escenarios de estudio que representen las necesidades tanto hídricas como energéticas del sistema durante el año y en función de ello proceder con el dimensionamiento de los equipos.
- Se recomienda utilizar la metodología elaborada en este trabajo ya que se ha establecido un proceso generalizado para el dimensionamiento de las tecnologías afines a un sistema híbrido de energía.
- Para la aplicación de la gestión de la demanda se debe identificar cargas controlables que permitan dar una flexibilidad en las horas de activación.
- En la gestión de la demanda al no necesitar de una curva de demanda eléctrica sino de un volumen diario a cumplir se recomienda que el tiempo de activación no tome valores en un rango de cero a 1, sino de un tiempo mínimo de activación ya que puede presentarse tiempos de activación bajos que no son beneficiosos para el funcionamiento del sistema de riego.
- Para conocer la viabilidad del sistema híbrido con gestión de la demanda se recomienda emplear un análisis técnico – económico del mismo en comparativa con otros métodos de dimensionamiento de sistemas híbridos.



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA