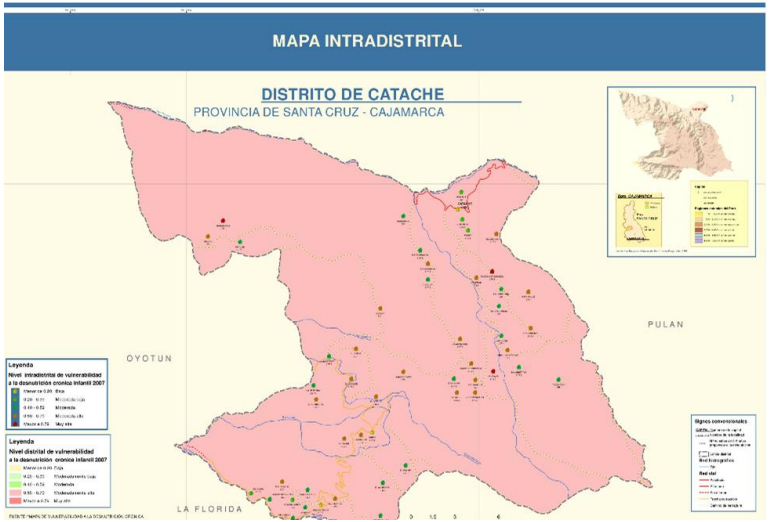
“Implementación de paneles fotovoltaicos como solución a la inexistencia de red eléctrica en las viviendas del distrito de Catache”

Autor: Gaslac Gutierrez, Lucero Jesslit

Catache

Cajamarca

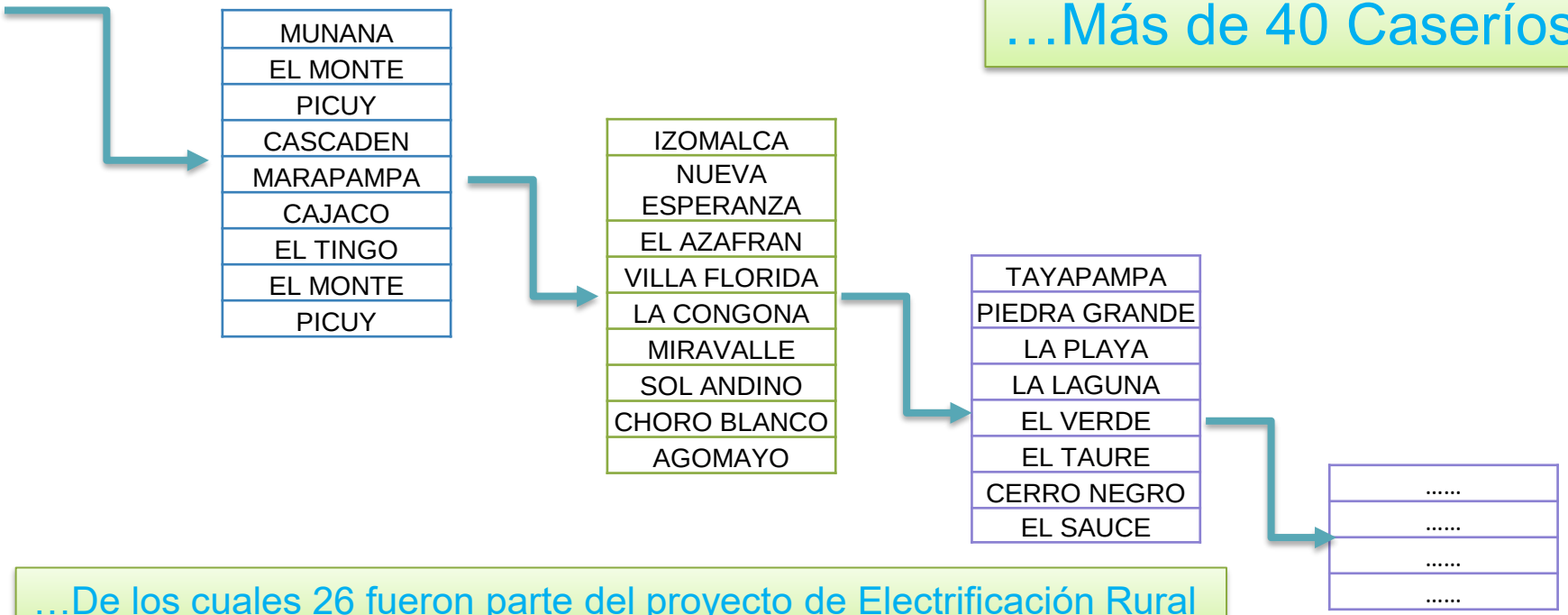


- **Carhuaquero: energía limpia en el norte del Perú**

Inició sus operaciones en 1991. Está ubicada en el distrito de Llama, provincia de Chota, región Cajamarca, y cuenta con una potencia efectiva de 111 MW, incluidas las pequeñas centrales hidroeléctricas Carhuaquero IV y Carhuaquero IV (Caña Brava), certificadas como 100% limpias por utilizar fuentes eficientes, renovables y responsables.

Central Hidroeléctrica Carhuaquero

Lista de Caseríos



…Más de 40 Caseríos

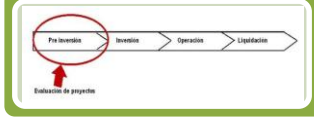
…De los cuales 26 fueron parte del proyecto de Electrificación Rural

Antecedentes

“…Y no se hizo la luz”

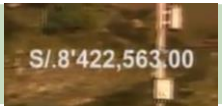
Catache – Santa Cruz - Cajamarca

Antecedentes



2009

- Estudio Pre-Inversión para la Electrificación Rural en mas del 50% de los Caseríos del Distrito de Catache



2011

- Otorgamiento de la Buena Pro (Total S/. 8,422563)
- Tingo (S/. 3,719109) Tayapampa (S/.4,703454)

Electronorte

2012

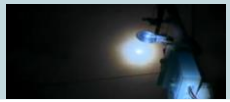
- Estudio de Factibilidad de Suministro Eléctrico
- Aprobado por Electronorte - ENSA

2013

- Entrega de proyecto (Tendido redes primarias y secundarias, a los cuales no le llega energía desde la central)

2015

- Detención Martín Belaunde y Socios de empresas privadas involucradas por actos de corrupción



2016

- Población exige al Gobierno Regional solución inmediata a su problema energético

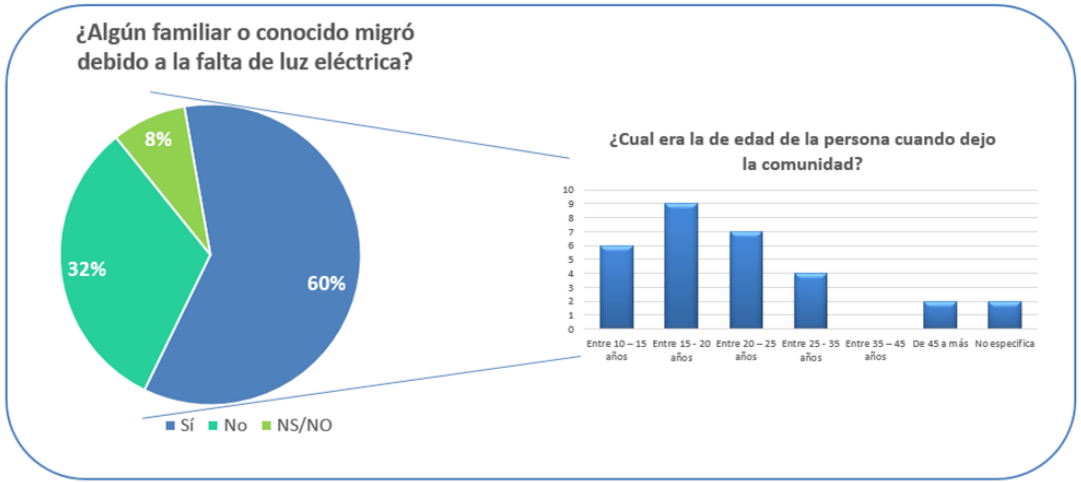
08 AÑOS

Diagnóstico

Encuestas, Análisis PESTE

Encuestas

1



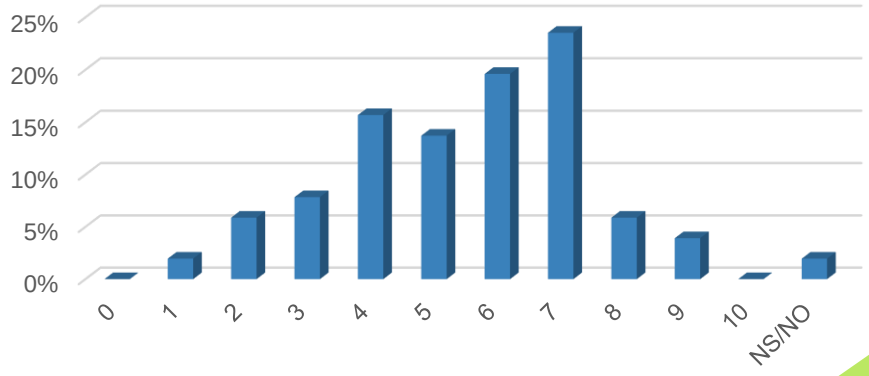
Índice de Vejez en la sierra

Encuestas

2

Nivel de Confianza en el gobierno actual <0: min, 10: max>	Cantidad	Porcentaje Promedio
0	0	0%
1	1	2%
2	3	6%
3	4	8%
4	8	16%
5	7	14%
6	10	20%
7	12	24%
8	3	6%
9	2	4%
10	0	0%
NS/NO	1	2%
Total	51	1.00

¿Del 01 al 10 cual es su nivel de confianza en el Gobierno actual?
Siendo 0=min y 10=max.



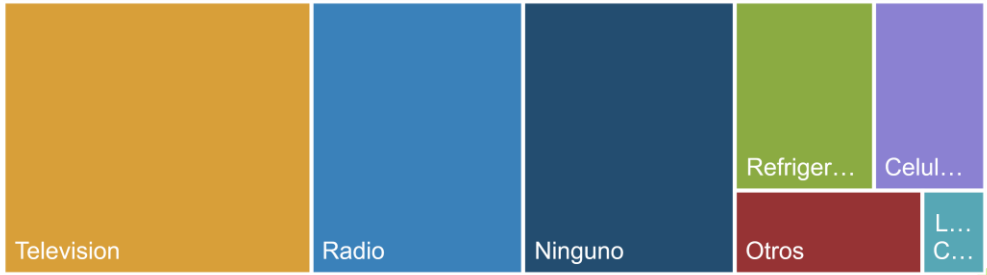
Encuestas

3

¿Adquirio alguno de estos electrodomesticos debido a la supuesta finalización del proyecto?

Radio
Television
Refrigeradora
Laptop / Computadora
Celulares
Otros
Ninguno

Electrodoméstico	Cantidad	%
Radio	11	22%
Televisión	16	31%
Refrigeradora	5	10%
Laptop / Computadora	1	2%
Celulares	4	8%
Otros	3	6%
Ninguno	11	22%
Total	51	100%

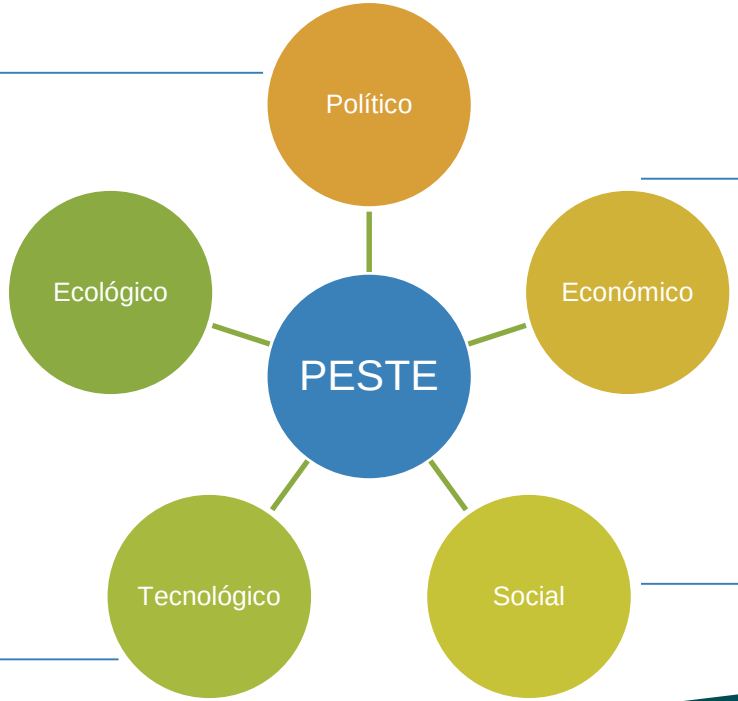


Análisis PESTE

Falta de confianza en el Gobierno Regional de la provincia de Cajamarca

Se están considerando energías renovables para la generación de energía eléctrica

Los últimos diseños de energía renovable permiten contar con energía eléctrica a precios mas económicos



Proyectos con evaluaciones económicas con mayor requerimiento de presupuesto de lo solicitado

Contar con pobladores descontentos por situaciones en que el servicio de energía eléctrica el cual es importante para el desarrollo de la región, puede conllevar a tener mayores problemas sociales

Identificación del problema

Diagrama del árbol

Efecto final:
Retraso Socioeconómico y Productivo de las localidades

Efecto Indirecto
Bajo desarrollo productivo de las localidades

Efecto Indirecto
Baja Calidad de Vida.

Efecto Directo:
Escasa actividad productiva, comercial y turística

Efecto Directo:
Actividades productivas muy bajas

Efecto Directo:
Incremento de costo de las actividades comerciales

Efecto Directo:
Restricciones en la disponibilidad de tele-comunicaciones

Efecto Directo:
Restricción en la calidad de serv. De Salud y Educación.

Efecto Directo:
Almacenamient o inadecuado de alimentos perecibles.

Problema Central:
Escaso acceso de la Población al servicio de Electricidad.

Causa Directa:
Desaprovechamiento de los sistemas eléctricos de la zona.

Causa Directa:
Uso Generalizado de fuentes de Energìa Ineficientes (leña, carbon, kerosén, etc.)

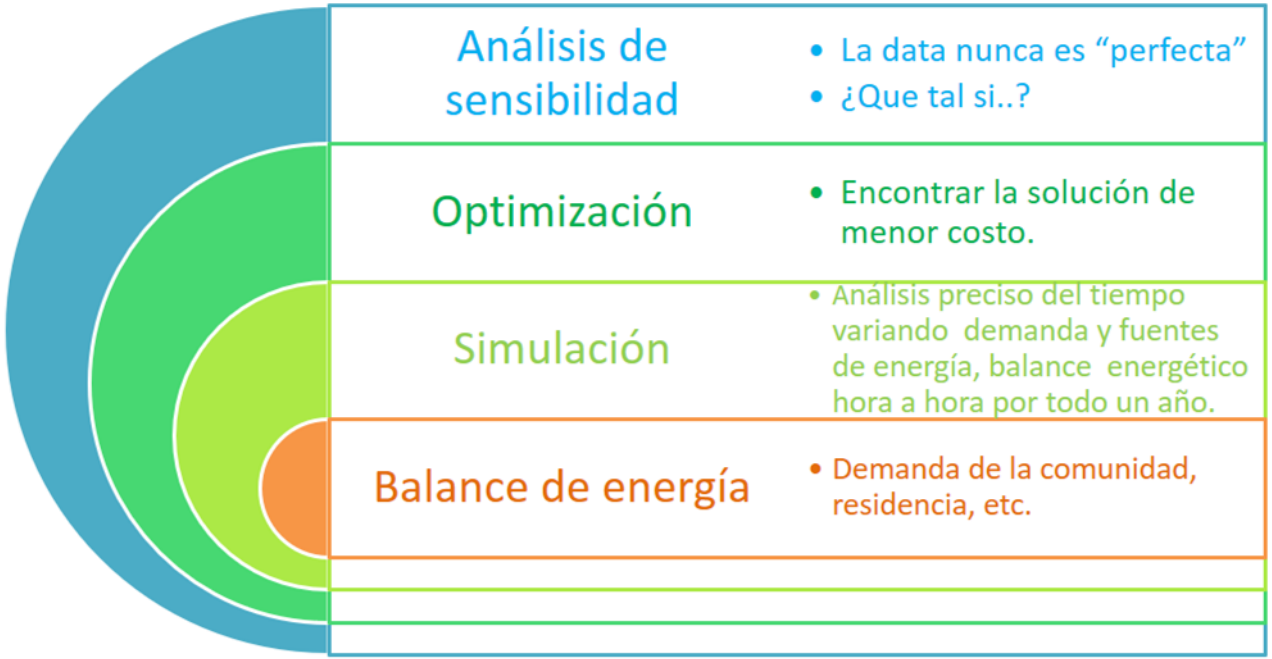
Causa Indirecta:
Ausencia de infraestructura para conectarse al sistema eléctrico mas cercano.

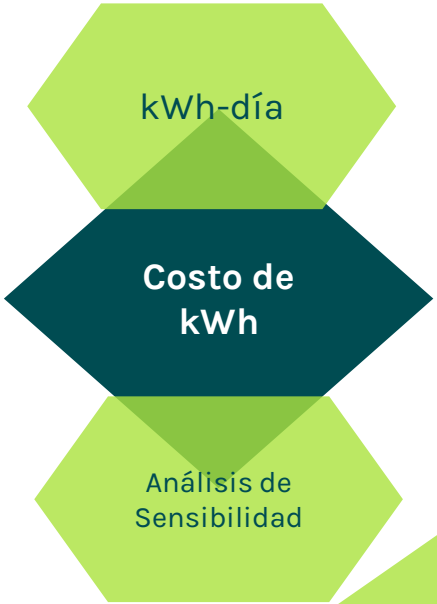
Causa Indirecta:
Escasa inversión en infraestructura para electricidad de manera convencional.

Causa Indirecta:
Poco conocimiento de los sistemas alternativos para la generación de electricidad.

Causa Indirecta:
Escasa inversión en infraestructura para generar electricidad de manera no convencional

Software de Validación





Desarrollo de la Solución

“Paneles Fotovoltaicos”

Catache – Santa Cruz - Cajamarca

Análisis de la Demanda

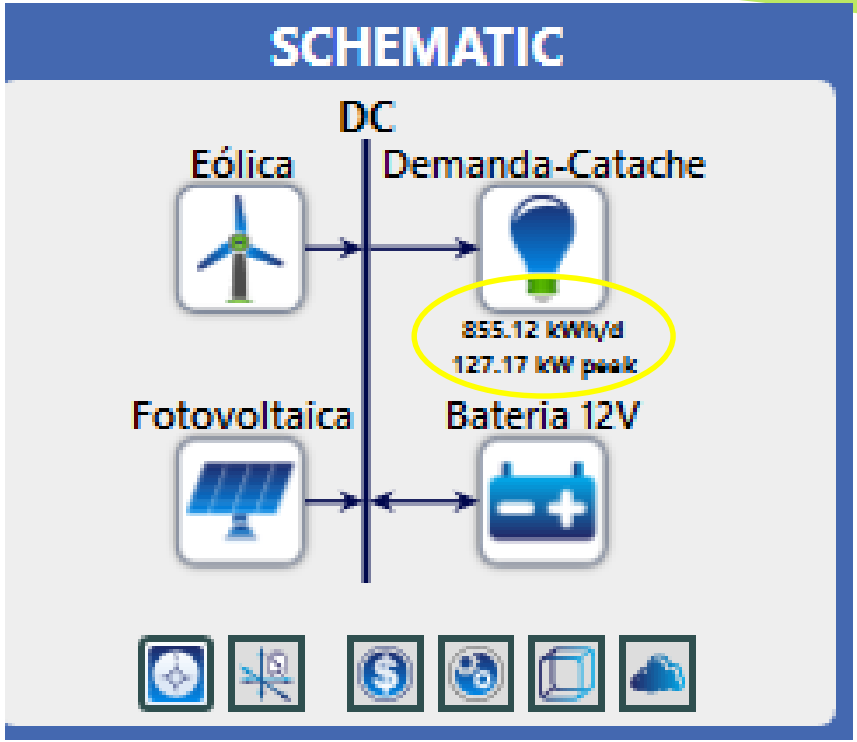
Entonces

Año	Consumo Unitario (kWh-mes/cliente)
2013*	19.71
2014*	20.01
2015*	20.31
2016*	20.61
PROMEDIO	**20.31**

Cálculo kWh-mes kWh-día

*: Asumiendo crecimiento anual de la demanda de 15%

Nº Total	Nº	DISTRITOS	REDES PRIMARIAS	REDES SECUNDARIAS	LUZ	Cantidad de Clientes (Vivienda)	Cantidad de Clientes (Vivienda)
1	1	MUNANA	X	X	X	473	473
2	2	EL MONTE	X	X	X		
3	3	PICUY	X	X	X		
4	4	CASCADEN	X	X	X		
5	5	MARAPAMPA	X	X	X		
6	1	CAJACO	X	X	-	841	1263
7	2	EL TINGO	X	X	-		
8	3	EL MONTE	X	X	-		
9	4	PICUY	X	X	-		
10	5	IZOMALCA	X	X	-		
11	6	NUEVA ESPERANZA	X	X	-		
12	7	EL AZAFRAN	X	X	-		
13	8	VILLA FLORIDA	X	X	-		
14	9	LA CONGONA	X	X	-		
15	10	MIRAVALLE	X	X	-		
16	11	SOL ANDINO	X	X	-		
17	12	CHORO BLANCO	X	X	-		
18	13	AGOMAYO	X	X	-		
19	1	TAYAPAMPA	X	X	-	422	
20	2	PIEDRA GRANDE	X	X	-		
21	3	LA PLAYA	X	X	-		
22	4	LA LAGUNA	X	X	-		
23	5	EL VERDE	X	X	-		
24	6	EL TAURE	X	X	-		
25	7	CERRO NEGRO	X	X	-		
26	8	EL SAUCE	X	X	-		
				Cantidad Total de Viviendas		1736	1736



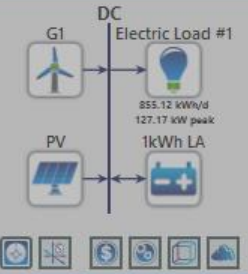
ESCENARIO SIN GRID

CARGA | COMPONENTES | RECURSOS | PROYECTO | SISTEMA | AYUDA

Diseño | Resultados | Biblioteca — Vista

Generador | FV | Viento Turbina | Batería | Volante inercia | Convertidor | Calentador | Hidro | Reform. | Electrol. | Tanque de | Hidrocin. | Red avan. | Carga térmica Controlador

SCHEMATIC



SUGGESTIONS:

- ulation canceled.
- ne failed to produce results
- el does not match results
- er version of HOMER Pro available

HOMER PRO

DESIGN

ELECTRIC LOAD

Name: Electric Load #1 — Remove

January Profile

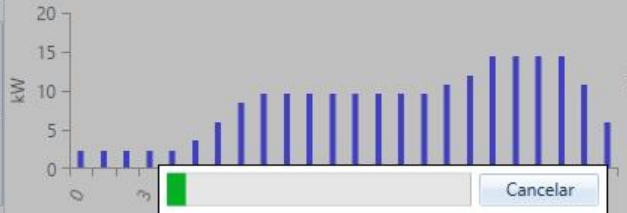
Hour	Load (kW)
0	2.400
1	2.400
2	2.400
3	2.400
4	2.400
5	3.600
6	6.000
7	8.400
8	9.600
9	9.600
10	9.600

Show All Months...

Time Step Size: **60** minutes

Random Variability
Day-to-day (%): 10
Timestep (%): 20

Daily Profile



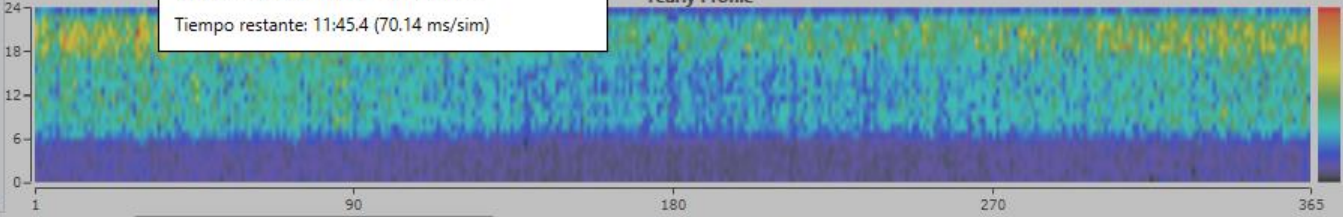
Seasonal Profile

Cancelar

814/13,024 simulaciones completadas.

Tiempo restante: 11:45.4 (70.14 ms/sim)

Yearly Profile



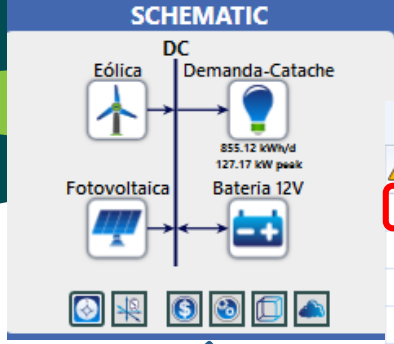
Metric	Baseline	Scaled
Average (kWh/d)	165.24	855.12
Average (kW)	6.88	35.63
Peak (kW)	24.57	127.17
Load Factor	.28	.28

Load Type: AC / DC

Efficiency (Advanced)
Efficiency multiplier: 1
Capital cost (¤): 0
Lifetime (yr): 10

Scaled Annual Average (kWh/d): 855.12

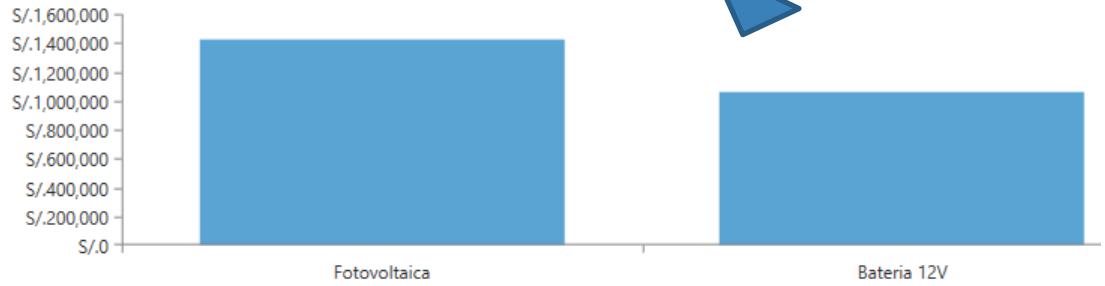
Plot... Export...



Architecture

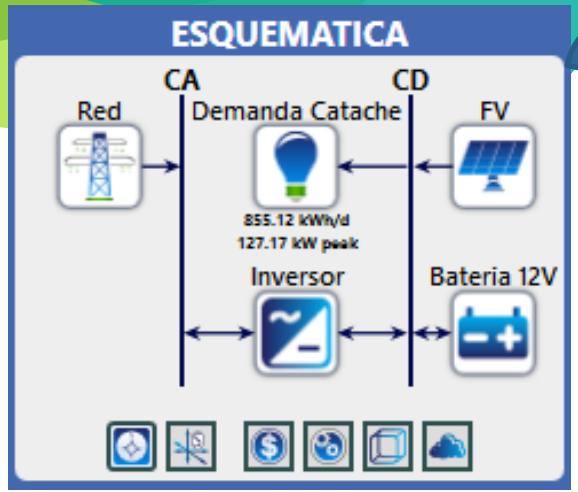
Fotovoltaica (kW)	Eólica	Bateria 12V	Dispatch
550		2,100	CC
550	10	2,100	CC
600		1,900	CC
600		2,000	CC
600		2,100	CC
600	10	1,900	CC
550	20	2,100	CC
600	10	2,000	CC
650		1,800	CC
650		1,900	CC
600	10	2,100	CC

ESCENARIO SIN GRID



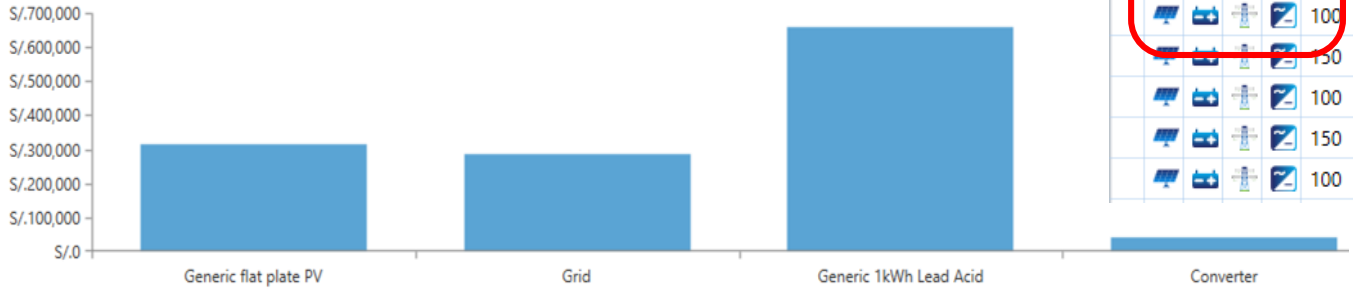
Component	Capital (S/.)	Replacement (S/.)	O&M (S/.)	Fuel (S/.)	Salvage (S/.)	Total (S/.)
Fotovoltaica	S/.1,650,000.00	S/.0.00	S/.53,830.00	S/.0.00	(S/.280,021.00)	S/.1,423,810.00
Bateria 12V	S/.630,000.00	S/.355,717.00	S/.205,534.00	S/.0.00	(S/.133,646.00)	S/.1,057,605.00
System	S/.2,280,000.00	S/.355,717.00	S/.259,365.00	S/.0.00	(S/.413,667.00)	S/.2,481,414.00

ESCENARIO CON GRID



Arquitectura

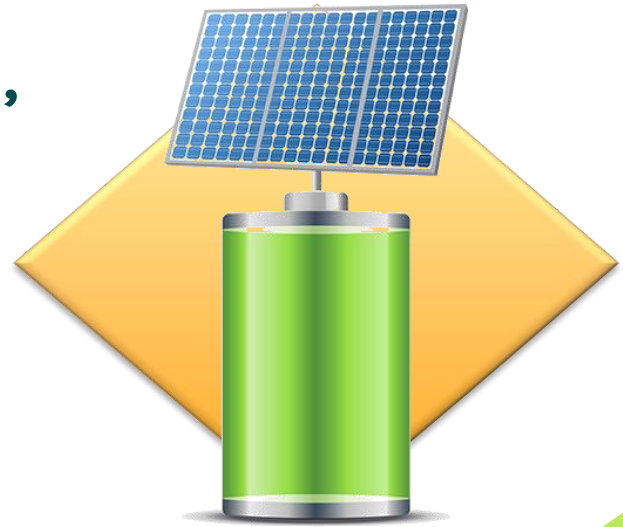
	PV (kW)	1kWh LA	Grid (kW)	Converter (kW)
	100	1,000	999,999	100
	100	1,000	999,999	150
	100	1,000	999,999	200
	150	900	999,999	100
	100	1,100	999,999	100
	150	900	999,999	150
	100	1,100	999,999	150
	150	900	999,999	200
	100	1,100	999,999	200
	150	1,000	999,999	100
	100	1,200	999,999	100



Componente	Inversión(S/.)	Reemplazo (S/.)	O&M (S/.)	Combustible (S/.)	Rescate (S/.)	Total (S/.)
Generic flat plate PV	S/.300,000.00	S/.0.00	S/.12,928.00	S/.0.00	S/.0.00	S/.312,927.00
Grid	S/.0.00	S/.0.00	S/.285,720.00	S/.0.00	S/.0.00	S/.285,720.00
Generic 1kWh Lead Acid	S/.300,000.00	S/.265,031.00	S/.129,275.00	S/.0.00	-S/.35,934.00	S/.658,373.00
Converter	S/.30,000.00	S/.12,728.00	S/.0.00	S/.0.00	-S/.2,395.60	S/.40,333.00
System	S/.630,000.00	S/.277,759.00	S/.427,923.00	S/.0.00	-S/.38,329.00	S/.1,297,353.00

¿En que nos ayuda el software?

Homer Pro elige la mejor **combinación entre tecnología, economía y eficiencia,** según la demanda de kWh-día. Sin embargo datos como la distancia entre puntos de red, y otros **factores externos no son evaluados**. Por este motivo se ha evaluado la tecnología elegida por el software, pero se ha realizado el ajuste en el presupuesto.



Presupuesto

Item	Descripción	Presupuesto S/.
1	COSTO DIRECTO	5,441,980.46
2	COSTO INDIRECTO	2,332,089.54
Total		7,774,070.00

Item	Descripción	Presupuesto S/.
1	COSTO DIRECTO	5,441,980.46
1.1	CONDUCTORES Y/O CABLES	869,428.92
1.2	TABLEROS	91,007.91
1.3	TUBERIAS	78,432.30
1.4	INTERRUPTOR, TOMACORRIENTES, CAJAS	336,173.73
1.5	EQUIPOS Y OTROS	2,757,274.52
1.6	POZO A TIERRA	1,055,323.08
1.7	FLETE	254,340.00
2	COSTO INDIRECTO	2,332,089.54
2.1	GASTOS GENERALES	244,889.12
2.2	UTILIDADES (15.00%)	816,297.07
2.3	SUPERVISION	157,817.43
2.4	ESTUDIO AMBIENTAL	70,529.44
2.5	CAPACITACION	33,000.00
2.6	EXPEDIENTE TECNICO	30,000.00
2.7	IGV (18.00%)	979,556.48
Total		7,774,070.00

Item	Descripción	Presupuesto S/.
1	COSTO DIRECTO	5,441,980.46
1.1	CONDUCTORES Y/O CABLES	869,428.92
1.1.1	CABLETW2.5 WW2 (14 a WG)	732,540.00
1.1.2	CABLEVULCANIZADO2X12 AWG	136,888.92
1.2	TABLEROS	91,007.91
12.1	TABLEROMONOFASICODE 8 POLOS	91,007.91
1.3	TUBERIAS	78,432.30
13.1	TUBOPVC3/4" X 3 METROS	78,432.30
1.4	INTERRUPTOR, TOMACORRIENTES, CAJAS	336,173.73
14.1	INTERRUPTOR DEPVCSIMPLEADOSADO	50,886.27
14.2	INTERRUPTORTERMOMAGNETICODE 2X15A,220 AC	177,275.70
14.3	TOMACORRIENTE BIPOLARDOBLE	33,330.57
14.4	CAJA OCTOGONAL DEPVCDE 4"X2 , 1/8"	28,038.60
14.5	SOCKETS DEPVCSIMPLE	46,642.59
1.5	EQUIPOS Y OTROS	2,757,274.52
15.1	PANELSOLARPOLICRISTALINO, 100 WP , 12 VDC, 4.5 A	836,421.75
15.2	BATERIASOLARDEGEL, CICLOPROFUNDO100 AH, 12 VDC	821,606.76
15.3	CONTROLADORDE CARGA 12 VDC, 10ALVD	178,324.77
15.4	CONTROLADORDE CARGA 12 VDc, 20ALVD	12,893.10
15.5	CONVERSORDE 12 VA 220 V, 600 W	16,193.10
15.6	CONVERSORDE12V A 220 V, 300 W	206,859.90
15.7	SOPORTE DELPANELSOLAR+MASTIL+BASEDECONCRETOCICLOPIO	361,266.57
15.8	GABINETEPORTA BATERIAYOTROS	263,340.00
15.9	FOCOS AHORRADORES220V, 11W	58,843.17
15.10	PEGAMENTOPARAPVC	767.60
15.11	CINTAAISLANTE GRANDE	757.80
1.6	POZO A TIERRA	1,055,323.08
16.1	POZOATIERRA+PROTECCIÒNATMOSFERICA	1,055,323.08
1.7	FLETE	254,340.00
17.1	TRANSPORTE	254,340.00
2	COSTO INDIRECTO	2,332,089.54
2.1	GASTOS GENERALES	244,889.12
2.2	UTILIDADES (15.00%)	816,297.07
2.3	SUPERVISION	157,817.43
2.4	ESTUDIO AMBIENTAL	70,529.44
2.5	CAPACITACION	33,000.00
2.6	EXPEDIENTE TECNICO	30,000.00
2.7	IGV (18.00%)	979,556.48
Total		7,774,070.00

S/. 7,774,070

... Para cubrir la demanda de energía eléctrica de los caseríos de Catache mediante paneles fotovoltaicos...

270 días

Tiempo de Ejecución en Corto Plazo

Más de 6,000 usuarios

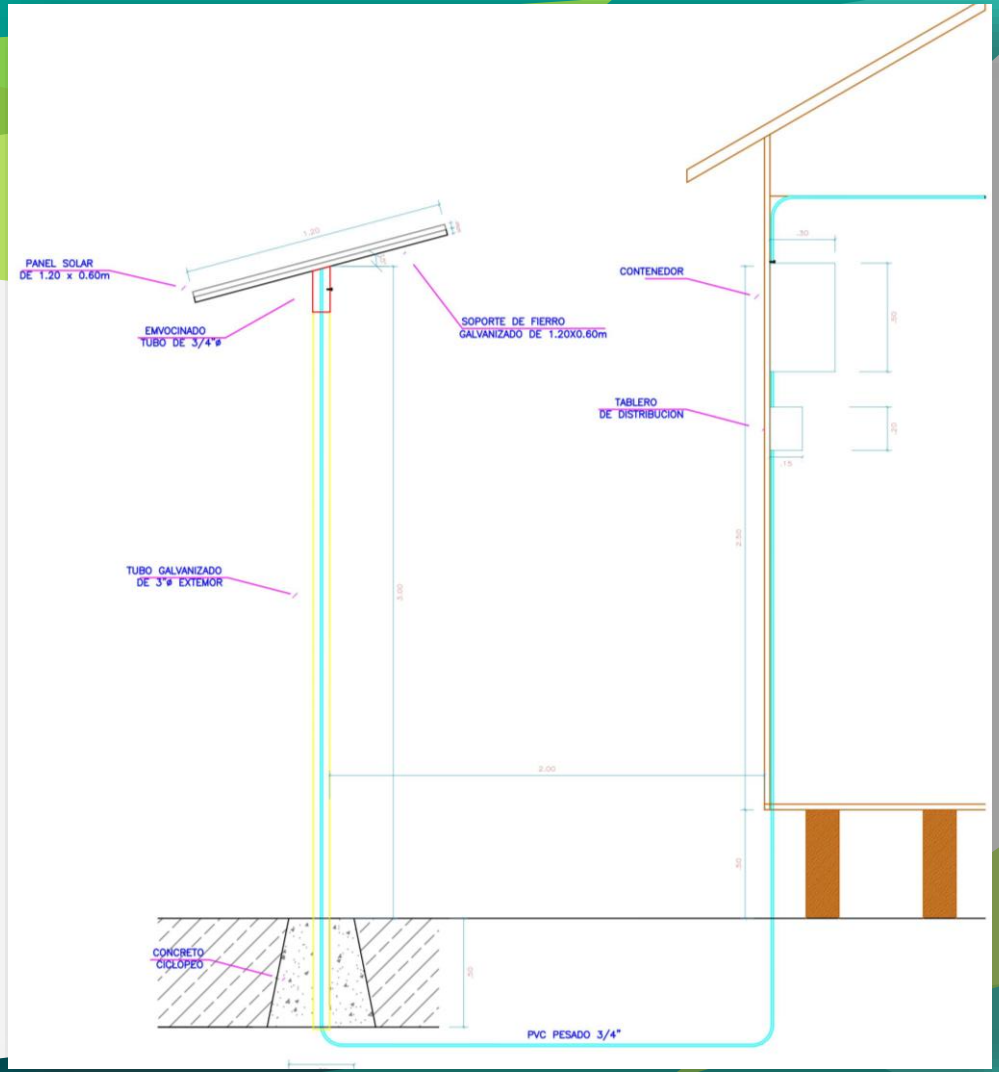
Con luz eléctrica en sus casas.. Más del 60% de la población

56.8% + 12% = 68.8%

(No Convencional + Convencional) = Más Viviendas Eléctrificadas!!

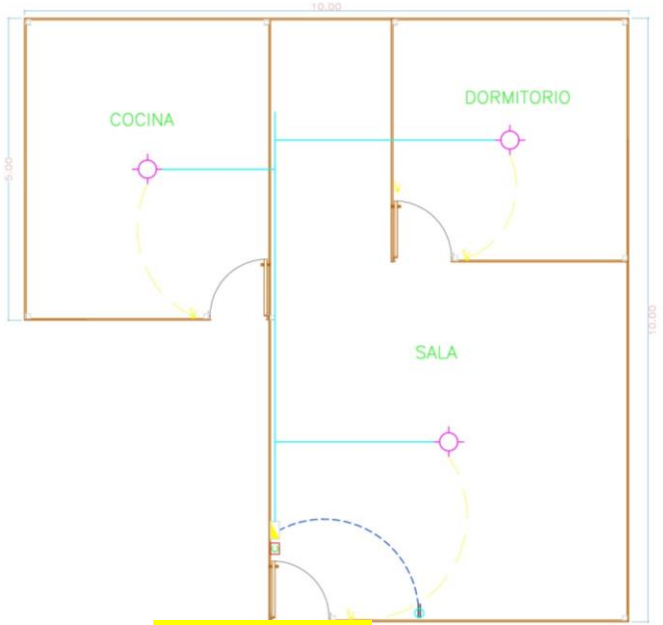
Diseño y Distribución de la propuesta de solución

Instalación de Cédula Fotovoltaica

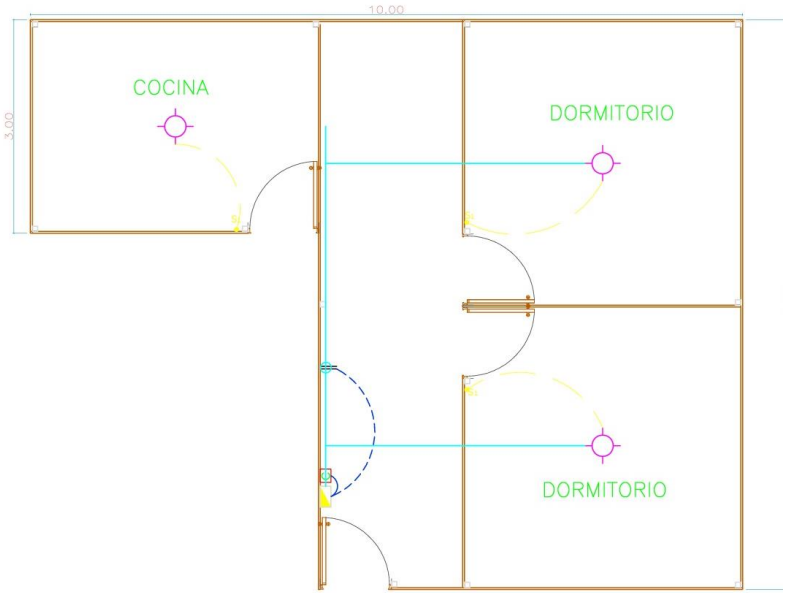


Distribución de puntos en domicilio

L E Y E N D A	
SIMBOLOGIA	DESCRIPCION
	TABLERO ELÉCTRICO
	CONTENEDOR
	SALIDA DE TOMACORRIENTE BIPOLAR DOBLE UNIVERSAL 15A – 220A
	SALIDA PARA ALUMBRADO EN TECHO EN CAJA OCTOGONAL DE 100 x 30
	CIRCUITO EN DUCTO PVC–P ADOSADO EN TECHO O PARED
	CIRCUITO EN DUCTO PVC–P ADOSADO EN PARED
	TUB. ADOSADA EN TECHO Y/O PARED Ø 3/4"



OPCIÓN 1



OPCIÓN 2

Conclusiones

Uno
Los resultados confirman que la instalación de paneles fotovoltaicos en las viviendas de los caserios del distrito de Catache, crearan un impacto enorme en el indice de electrificacion del 12% hasta el 68.8%

Dos
Se concluye que el organo regulador Electronorte es el responsable de garantizar la respuesta mas eficaz hacia las quejas de la población.

Tres
La falta de luz electrica es un factor determinante para que los pobladores decidan migrar a ciudades con un buen respaldo energetico.

Recomendaciones

Uno
La electrificación convencional jugaria un importante rol si logra formar parte de la distribucion de energia, ya que como se mostro en el software, HomerPRO elige la opcion de incluirla en la red en su mayoria de escenarios.

Dos
Presentar proyecto al Gobierno Regional para su evaluación y posterior respuesta

Tres
Proponer el proyecto a nivel individual a cada uno de los habitantes del distrito de Catache

Gracias!

Alguna pregunta?

lucerogaslac@gmail.com
RPE: 946091530
Facultad de Ingeniería Industrial