

Ingeniería Fotovoltaica 360°



Ingeniería y consultoría hídrica



Nexo Agua y Energía



Movilidad eléctrica



Gestión de recursos hidráulicos



Gestión de servicios básicos



Ciclo integral del agua



Lavandería industrial



# Monte Trigo: Agua desalada con energía solar

## Una experiencia de innovación

*Ing. Brenda Manuel Enez  
Ingeniera de Oficina Técnica*



### El punto de partida: un modelo energético insostenible

La comunidad de Monte Trigo, ubicada en la costa occidental de la isla de Santo Antão (Cabo Verde), constituye un asentamiento rural aislado con recursos limitados y una población dependiente principalmente de la pesca artesanal y del turismo local.

Antes de 2012, el acceso a la energía era precario: los habitantes dependían de generadores diésel con un suministro discontinuo de apenas unas horas al día, lo que restringía el desarrollo social y económico.

### 2012: el comienzo de una nueva etapa energética

En 2012, la instalación de una central fotovoltaica comunitaria realizada por Águas de Ponta Preta permitió la electrificación total de la aldea durante

las 24 horas del día, convirtiendo a Monte Trigo en la primera comunidad caboverdiana completamente abastecida con energía renovable. Este logro impulsó mejoras significativas en la calidad de vida, la educación, la salud y la productividad local.

Sin embargo, tras una década de crecimiento demográfico y turístico, la demanda energética superó la capacidad del sistema existente, generando limitaciones en la disponibilidad de energía y reduciendo la posibilidad de alimentar nuevas infraestructuras, como sistemas de agua o refrigeración para la pesca.

Actualmente, el suministro se mantiene mediante una combinación de instalación fotovoltaica y generador diésel, garantizando cobertura parcial, pero con margen limitado para expansión.

## Un plan integral para transformar la infraestructura de Monte Trigo

En 2021 se elaboró el Plan Director de Infraestructuras de Agua y Energía para la Aldea de Monte Trigo, que hoy constituye la base técnica y documental para la movilización de financiación. El plan organiza las inversiones en tres fases:



### Fase 1

Producción y almacenamiento de agua potable, ampliación del parque fotovoltaico, modernización de la red eléctrica y adopción de embarcaciones eléctricas.



### Fase 2

Implementación de la red de distribución de agua potable.



### Fase 3

Construcción de la red de alcantarillado, estaciones de elevación, planta de tratamiento de aguas residuales, almacenamiento de agua recuperada y unidad de secado y compostaje de lodos.

El proyecto avanza mediante un esquema de financiación multilateral

que integra al Gobierno, GEF/UNIDO, la Cámara Municipal y APP, un modelo especialmente relevante porque fortalece la cooperación institucional y permite alinear esfuerzos técnicos, sociales y ambientales en torno a un mismo objetivo de desarrollo para la comunidad.



## El desafío hídrico de Monte Trigo

La comunidad enfrenta una grave limitación en el acceso a agua potable segura. Las fuentes locales presentan concentraciones elevadas de flúor y otros parámetros fuera de norma, además de depender de precipitaciones irregulares. Esto genera riesgos sanitarios, sobrecarga de tareas domésticas especialmente para mujeres y jóvenes y vulnerabilidad frente a períodos de sequía.

## La evolución del proyecto: de la electrificación a la seguridad hídrica

Este año, Lente Ingenieros asume el reto de ampliar la capacidad energética y dotar a Monte Trigo de un sistema de agua desalada 100% alimentado por energía solar, lo que ha representado uno de los mayores desafíos de mi carrera profesional.

El proyecto exige equilibrar la innovación tecnológica con la preservación y optimización del sistema existente, asegurando que cada mejora fortalezca la sostenibilidad sin comprometer la estabilidad de la red actual.

Este proyecto es parte de la 1ª fase del Plan Director que comprende el desarrollo del Ciclo integral en la aldea.

Para atender las necesidades, el proyecto busca ampliar la capacidad de generación fotovoltaica mediante la instalación de 164,6 kWp y reforzar el sistema de almacenamiento con 774 kWh extra, garantizando un suministro energético continuo las 24 horas del día para hogares y servicios comunitarios.

De manera complementaria, se implementará una unidad de desalinización de agua de mar con capacidad de 25 m<sup>3</sup>/día, capaz de abastecer de agua potable segura a toda la población, eliminando la dependencia de fuentes inseguras y mejorando sustancialmente la calidad de vida de la comunidad.





## Más que tecnología: impacto real en la comunidad

Este proyecto combina un sistema de desalación alimentado 100% por energía solar, eliminando el uso de combustibles fósiles y reduciendo significativamente las emisiones de gases contaminantes.

La energía fotovoltaica permitirá que cada gota de agua llegue a los hogares de manera eficiente y continua. El diseño incorpora baterías para almacenamiento energético, asegurando un suministro estable incluso en días con menor radiación solar y garantizando la confiabilidad frente a variaciones climáticas. Este enfoque requiere un dimensionamiento preciso de los sistemas de bombeo y almacenamiento, de modo que la energía solar cubra toda la demanda de la aldea sin depender de fuentes externas.



Más allá de la ingeniería, el proyecto tiene un impacto social notable: asegura agua segura para las familias, promueve el desarrollo económico y mejora el bienestar de la comunidad. Monte Trigo se convierte en un modelo replicable de innovación sostenible, demostrando que es posible garantizar agua potable y energía limpia simultáneamente en comunidades aisladas. 🌍

# Evolución técnica del proyecto: energía y agua para un futuro sostenible

DE LA ELECTRIFICACIÓN  
A LA AUTOSUFICIENCIA  
SOLAR



DEL DÉFICIT AL ACCESO  
SEGURO MEDIANTE  
DESALACIÓN SOLAR

## PREVIO A INTERVENCIÓN 2012

### Fuente Principal:

Generadores diésel (≈15 kVA)

### Cobertura Eléctrica:

<30% de las viviendas

## ACTUALIDAD

### Fuentes Principales:

Central Fotovoltaica de Monte Trigo - **39,3 kWp**

Planta "Casa de Gelo" - **14,85 kWp**

Generador de respaldo - **20 kVA**

### Potencia instalada:

54,15 kWp totales

### Cobertura Eléctrica:

≈90% de cobertura

### Almacenamiento:

451 kWh en baterías

## ACTUALIDAD

### Fuentes Principales:

Manantiales

Lluvias irregulares

### Tratamiento:

Columna de resina de intercambio iónico

### Calidad del agua:

Alto nivel de fluor

### Dotación media:

20-30 L/hab·día

### Estado del sistema:

Depósitos 40 y 30 m<sup>3</sup> - sin automatización

## IMPLEMENTACIÓN PLAN DIRECTOR

### Fuentes Principales:

Sistema fotovoltaico ampliado - 164,6 kWp  
(150 kWn)

Nuevo banco de baterías

### Potencia instalada:

≈164.6 kWp totales

### Cobertura Eléctrica:

100% de población y servicios

### Almacenamiento:

774 kWh en baterías

## IMPLEMENTACIÓN PLAN DIRECTOR

### Fuentes Principales:

Desaladora solar 25 m<sup>3</sup>/día por ósmosis inversa

### Tratamiento:

Remineralización y cloración automática

### Calidad del agua:

Potable

### Dotación media:

50 L/hab·día

### Estado del sistema:

Depósitos rehabilitados



# Monte Trigo: Água dessalinizada com energia solar Uma experiência de inovação

*Eng. Brenda Manuel Enez  
Engenheira de Gabinete Técnico*



## O ponto de partida: um modelo energético insustentável

A comunidade de Monte Trigo, localizada na costa ocidental da ilha de Santo Antão (Cabo Verde), constitui um assentamento rural isolado, com recursos limitados e uma população dependente principalmente da pesca artesanal e do turismo local.

Antes de 2012, o acesso à energia era precário: os habitantes dependiam de geradores a diesel com um fornecimento descontínuo de apenas algumas horas por dia, o que restringia o desenvolvimento social e económico.

## 2012: o início de uma nova etapa energética

Em 2012, a instalação de uma central fotovoltaica comunitária realizada pela APP permitiu a eletrificação total da aldeia durante as 24 horas do dia,

tornando Monte Trigo a primeira comunidade cabo-verdiana totalmente abastecida com energia renovável. Esta conquista impulsionou melhorias significativas na qualidade de vida, na educação, na saúde e na produtividade local.

No entanto, após uma década de crescimento demográfico e turístico, a procura energética superou a capacidade do sistema existente, gerando limitações na disponibilidade de energia e reduzindo a possibilidade de alimentar novas infraestruturas, como sistemas de água ou refrigeração para a pesca.

Atualmente, o fornecimento é mantido através de uma combinação entre instalação fotovoltaica e gerador a diesel, garantindo cobertura parcial, mas com margem limitada para expansão.

## Um plano integrado para transformar a infraestrutura de Monte Trigo

Em 2021 foi elaborado o Plano Diretor de Infraestruturas de Água e Energia para a Aldeia de Monte Trigo, que hoje constitui a base técnica e documental para a mobilização de financiamento. O plano organiza os investimentos em três fases:



### Fase 1

Produção e armazenamento de água potável, ampliação do parque fotovoltaico, modernização da rede elétrica e adoção de embarcações elétricas.



### Fase 2

Implementação da rede de distribuição de água potável.



### Fase 3

Construção da rede de esgoto, estações elevatórias, estação de tratamento de águas residuais, armazenamento de água recuperada e unidade de secagem e compostagem de lamas.

O projeto avança através de um modelo de financiamento multilateral

que integra o Governo, o GEF/UNIDO, a Câmara Municipal e a APP, um modelo especialmente relevante porque fortalece a cooperação institucional e permite alinhar esforços técnicos, sociais e ambientais em torno de um mesmo objetivo de desenvolvimento para a comunidade.



## O desafio hídrico de Monte Trigo

A comunidade enfrenta uma grave limitação no acesso à água potável segura. As fontes locais apresentam concentrações elevadas de flúor e outros parâmetros fora dos padrões, além de dependerem de precipitações irregulares. Isto gera riscos sanitários, sobrecarga das tarefas domésticas — especialmente para mulheres e jovens — e vulnerabilidade perante períodos de seca.

## A evolução do projeto: da eletrificação à segurança hídrica

Este ano, a Lente Ingenieros assume o desafio de ampliar a capacidade energética e dotar Monte Trigo de um sistema de água dessalinizada 100% alimentado por energia solar, o que representou um dos maiores desafios da minha carreira profissional.

O projeto exige equilibrar a inovação tecnológica com a preservação e otimização do sistema existente, assegurando que cada melhoria fortaleça a sustentabilidade sem comprometer a estabilidade da rede atual.

Este projeto faz parte da 1ª fase do Plano Diretor, que contempla o

desenvolvimento do ciclo integral na aldeia.

Para responder às necessidades, o projeto procura ampliar a capacidade de geração fotovoltaica através da instalação de 164,6 kWp e reforçar o sistema de armazenamento com mais 774 kWh, garantindo um fornecimento energético contínuo 24 horas por dia para as habitações e serviços comunitários.

De forma complementar, será implementada uma unidade de dessalinização de água do mar com capacidade de 25 m<sup>3</sup>/dia, capaz de abastecer toda a população com água potável segura, eliminando a dependência de fontes inseguras e melhorando substancialmente a qualidade de vida da comunidade.





## Mais do que tecnologia: impacto real na comunidade

Este projeto combina um sistema de dessalinização alimentado 100% por energia solar, eliminando o uso de combustíveis fósseis e reduzindo significativamente as emissões de gases poluentes.



A energia fotovoltaica permitirá que cada gota de água chegue às habitações de forma eficiente e contínua. O desenho incorpora baterias para armazenamento energético, assegurando um fornecimento estável mesmo em dias com menor radiação solar e garantindo fiabilidade perante variações climáticas. Esta abordagem exige um dimensionamento preciso dos sistemas de bombagem e armazenamento, de modo que a energia solar cubra toda a procura da aldeia sem depender de fontes externas.



Mais do que engenharia, o projeto tem um impacto social notável: garante água segura para as famílias, promove o desenvolvimento económico e melhora o bem-estar da comunidade. Monte Trigo torna-se um modelo replicável de inovação sustentável, demonstrando que é possível garantir simultaneamente água potável e energia limpa em comunidades isoladas. 🌍

# Evolução técnica do projeto: energia e água para um futuro sustentável

## DA ELETRIFICAÇÃO À AUTOSSUFICIÊNCIA SOLAR



## DO DÉFICE AO ACESSO SEGURO ATRAVÉS DA DESSALINIZAÇÃO SOLAR

### ANTES DA INTERVENÇÃO 2012

**Fonte Principal:**

Geradores a diesel (≈15 kVA)

**Cobertura Elétrica:**

<30% das habitações

### ATUALIDADE

**Fontes Principais:**

Central Fotovoltaica de Monte Trigo - **39,3 kWp**

Planta "Casa de Gelo" - **14,85 kWp**

Gerador de apoio - **20 kVA**

**Potência instalada:**

54,15 kWp totais

**Cobertura Elétrica:**

≈90% de cobertura

**Armazenamento:**

451 kWh em baterias

### ATUALIDADE

**Fontes Principais:**

Nascentes

Chuvas irregulares

**Tratamento:**

Coluna de resina de troca iônica

**Qualidade da água:**

Alto nível de flúor

**Dotação média:**

20-30 L/hab·dia

**Estado do sistema:**

Reservatórios de 40 e 30 m³ - sem automatização

### IMPLEMENTAÇÃO DO PLANO DIRETOR

**Fontes Principais:**

Sistema fotovoltaico ampliado - 164,6 kWp (150 kWn)

Novo banco de baterias

**Potência instalada:**

≈164.6 kWp totais

**Cobertura Elétrica:**

100% da população e dos serviços cobertos

**Armazenamento:**

774 kWh em baterias

### IMPLEMENTAÇÃO DO PLANO DIRETOR

**Fuentes Principales:**

Dessalinizadora solar de 25 m³/dia por osmose inversa

**Tratamento:**

Remineralização e cloração automáticas

**Qualidade da água:**

Potável

**Dotação média:**

50 L/hab·dia

**Estado do sistema:**

Reservatórios reabilitados



# Monte Trigo: Aigua dessalada amb energia solar Una experiència d'innovació

*Ing. Brenda Manuel Enez  
Enginyera d'Oficina Tècnica*



## El punt de partida: un model energètic insostenible

La comunitat de Monte Trigo, situada a la costa occidental de l'illa de Santo Antão (Cap Verd), constitueix un assentament rural aïllat amb recursos limitats i una població dependent principalment de la pesca artesanal i del turisme local.

Abans de 2012, l'accés a l'energia era precari: els habitants depenien de generadors dièsel amb un subministrament discontinu d'apenes unes hores al dia, fet que limitava el desenvolupament social i econòmic.

## 2012: l'inici d'una nova etapa energètica

L'any 2012, la instal·lació d'una central fotovoltaica comunitària realitzada per Águas de Ponta Preta va permetre l'electrificació total de l'aldea durant les

24 hores del dia, convertint Monte Trigo en la primera comunitat caboverdiana completament abastecida amb energia renovable. Aquest assoliment va impulsar millores significatives en la qualitat de vida, l'educació, la salut i la productivitat local.

Tanmateix, després d'una dècada de creixement demogràfic i turístic, la demanda energètica va superar la capacitat del sistema existent, generant limitacions en la disponibilitat d'energia i reduint la possibilitat d'alimentar noves infraestructures, com sistemes d'aigua o refrigeració per a la pesca.

Actualment, el subministrament es manté mitjançant una combinació d'instal·lació fotovoltaica i generador dièsel, garantint una cobertura parcial, però amb marge limitat per a l'expansió.

## Un pla integral per transformar la infraestructura de Monte Trigo

L'any 2021 es va elaborar el Pla Director d'Infraestructures d'Aigua i Energia per a l'Aldea de Monte Trigo, que avui constitueix la base tècnica i documental per a la mobilització de finançament. El pla organitza les inversions en tres fases:



### Fase 1

Producció i emmagatzematge d'aigua potable, ampliació del parc fotovoltaic, modernització de la xarxa elèctrica i adopció d'embarcacions elèctriques.



### Fase 2

Implementació de la xarxa de distribució d'aigua potable.



### Fase 3

Construcció de la xarxa de clavegueram, estacions d'elevació, planta de tractament d'aigües residuals, emmagatzematge d'aigua recuperada i unitat d'assecatge i compostatge de fangs.

El projecte avança mitjançant un esquema de finançament multilateral

que integra el Govern, el GEF/UNIDO, la Cambra Municipal i Águas de Ponta Preta, un model especialment rellevant perquè enforteix la cooperació institucional i permet alinear esforços tècnics, socials i ambientals al voltant d'un mateix objectiu de desenvolupament per a la comunitat.



## El repte hídric de Monte Trigo

La comunitat afronta una greu limitació en l'accés a aigua potable segura. Les fonts locals presenten concentracions elevades de fluor i altres paràmetres fora de norma, a més de dependre de precipitacions irregulars.

Això genera riscos sanitaris, sobrecàrrega de tasques domèstiques especialment per a dones i joves i vulnerabilitat davant períodes de sequera.

## L'evolució del projecte: de l'electrificació a la seguretat hídrica

Aquest any, Lente Ingenieros assumeix el repte d'ampliar la capacitat energètica i dotar Monte Trigo d'un sistema d'aigua dessalada 100% alimentat per energia solar, un dels reptes més importants de la meua trajectòria professional.

El projecte exigeix equilibrar la innovació tecnològica amb la preservació i optimització del sistema existent, assegurant que cada millora reforci la sostenibilitat sense comprometre l'estabilitat de la xarxa actual.

Aquest projecte forma part de la 1a fase del Pla Director, que comprèn el desenvolupament del cicle integral a l'aldea.

Per cobrir les necessitats, el projecte busca ampliar la capacitat de generació fotovoltaica mitjançant la instal·lació de 164,6 kWp i reforçar el sistema d'emmagatzematge amb 774 kWh addicionals, garantint un subministrament energètic continu les 24 hores del dia per a llars i serveis comunitaris.

De manera complementària, s'implementarà una unitat de dessalinització d'aigua de mar amb capacitat de 25 m<sup>3</sup>/dia, capaç de proveir d'aigua potable segura a tota la població, eliminant la dependència de fonts insegures i millorant substancialment la qualitat de vida de la comunitat.





## Més que tecnologia: impacte real a la comunitat

Aquest projecte combina un sistema de dessalinització alimentat 100% per energia solar, eliminant l'ús de combustibles fòssils i reduint significativament les emissions de gasos contaminants.



L'energia fotovoltaica permetrà que cada gota d'aigua arribi a les llars de manera eficient i contínua. El disseny incorpora bateries per a l'emmagatzematge energètic, assegurant un subministrament estable fins i tot en dies amb menor radiació solar i garantint la fiabilitat davant variacions climàtiques. Aquest enfocament requereix un dimensionament precís dels sistemes de bombament i emmagatzematge, de manera que l'energia solar cobreixi tota la demanda de l'aldea sense dependre de fonts externes.



Més enllà de l'enginyeria, el projecte té un impacte social notable: assegura aigua segura per a les famílies, promou el desenvolupament econòmic i millora el benestar de la comunitat. Monte Trigo es converteix en un model replicable d'innovació sostenible, demostrant que és possible garantir aigua potable i energia neta simultàniament en comunitats aïllades. 🌍

# Evolució tècnica del projecte: energia i aigua per a un futur sostenible

DE L'ELECTRIFICACIÓ  
A L'AUTOSUFICIÈNCIA  
SOLAR



DEL DÈFICIT A L'ACCÉS  
SEGUR MITJANÇANT  
DESSALINITZACIÓ  
SOLAR

## ABANS DE LA INTERVENCIÓ 2012

**Font principal:**  
Generadors dièsel (≈15 kVA)

**Cobertura elèctrica:**  
<30% de les llars

## ACTUALITAT

**Fonts principals:**  
Central Fotovoltaica de Monte Trigo - **39,3 kWp**  
Planta "Casa de Gelo" - **14,85 kWp**  
Generador de suport - **20 kVA**

**Potència instal·lada:**  
54,15 kWp totals

**Cobertura Elèctrica:**  
≈90% de cobertura

**Emmagatzematge:**  
451 kWh en bateries

## ACTUALITAT

**Fonts principals:**  
Manantials  
Pluges irregulars

**Tractament:**  
Columna de resina d'intercanvi iònic

**Qualitat de l'aigua:**  
Alt nivell de fluor

**Dotació mitjana:**  
20-30 L/hab·dia

**Estat del sistema:**  
Dipòsits de 40 i 30 m<sup>3</sup> - sense automatització

## IMPLEMENTACIÓ DEL PLA DIRECTOR

**Fonts principals:**  
Sistema fotovoltaic ampliat - 164,6 kWp (150 kWn)  
Nou banc de bateries  
100% de la població i serveis

**Potència instal·lada:**  
≈164.6 kWp totals

**Cobertura elèctrica:**  
100% de la població i serveis

**Emmagatzematge:**  
774 kWh en bateries

## IMPLEMENTACIÓ DEL PLA DIRECTOR

**Fonts principals:**  
Dessalinitzadora solar de 25 m<sup>3</sup>/dia per osmosi  
inversa

**Tractament:**  
Remineralització i cloració automàtica

**Qualitat de l'aigua:**  
Potable

**Dotació mitjana:**  
50 L/hab·dia

**Estat del sistema:**  
Dipòsits rehabilitats



**IMPULSO**

