



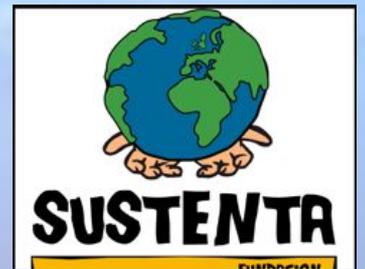
SUSTENTA

Informe SUSTENTA

Proyecto Renovables para el Sahara

v1.8 Año 2012

Cuida tu mundo. Seré para ellos.



Proyecto Renovables para el Sahara



Índice

0. Resumen ejecutivo.....	4
1. Introducción.....	10
2. PROMOTORES	11
2.1 SUSTENTA.....	11
2.2 DAJLA.org	12
3. La República Árabe Saharaui Democrática.....	13
3.1 La RASD	13
3.2 Los campamentos	14
3.3 El agua	16
4. Estudio técnico	17
4.1 Antecedentes	17
4.1.1 El huerto Extremadura.....	17
4.1.2 La red de microhuertos de mujeres.....	23
4.1.3 El nuevo huerto de 8 Ha	28
4.1.4 Otros huertos.....	31
4.1.5 Otras Iniciativas	34
4.2 Condicionantes	36
4.2.1 Perfil de vientos	36
4.2.2 Equipamientos	44
4.3 Objetivo de producción.....	46
4.3.1 Análisis Nutricional.....	46
4.3.2 Dimensionamiento de la producción	48
5. El Proyecto	50
5.1 El problema.....	50
5.2 Tecnologías apropiadas	51
5.3 Nacimiento de la idea	52
5.4 El molino	54
5.5 Descripción del proyecto.....	63
5.5.2 Objetivos del proyecto.....	67
5.6 Tejiendo redes.....	68
5.7 Sinergias: El CFP de Gazuani	69
6. Conclusiones.....	70



0. Resumen ejecutivo

Título del Proyecto:

- ▶ *Renovables para el Sahara.*

Promotores del Proyecto:

- ▶ ONGD SUSTENTA (www.sustenta.org)
- ▶ ONGD Dajla (www.dajla.org)

Colaboran:

- ▶ Ingeniera Sin Fronteras ISF Granada (andalucia.isf.es)
- ▶ Asociación SADICUM (www.sadicum.org/sadicum.htm)
- ▶ Ayuntamiento de Chiclana (www.chiclana.es)

Breve resumen del proyecto

- ▶ Talleres formativos para la creación del know-how y de la infraestructura logística para el establecimiento de un sistema sostenible de bombeo de agua para irrigación, mediante un diseño de molino eólico simplificado y especialmente adaptado a las características de la zona.

Fases: Proyecto de 5 años en 5 fases.

Fase 0: Preliminar

- ▶ Septiembre 2007: Idea.
- ▶ Diciembre 2007: Presentación proyecto a la Conferencia Internacional Ciencia y Tecnología para el Desarrollo, patrocinada por la FECYT, en el Parque de las Ciencias de Granada.

Fase 1: Estudio de viabilidad técnica e institucional

- ▶ Diciembre 2008: Primer visita de inspección sobre el terreno. Estudio de viabilidad técnica. Acuerdo con el gobernador de Dajla.

Fase 2: Proyecto Ingeniería y búsqueda de financiación.

- ▶ 2009: Proyecto técnico de la línea de producción a cargo de la ingeniera de SUSTENTA María de la Cruz Jimena Calderón.
- ▶ Búsqueda de financiación



Fase 3: Formalización y toma de datos en campo.

- ▶ 2010: Firma convenio SUSTENTA-RASD.
- ▶ 2010: Instalación de estación meteorológica en Huerto de Bugarfa. Monitorización de las condiciones eólicas en Wilaya de Dajla y CEFA.

Fase 4: Primer Taller e Instalación.

- ▶ Octubre 2012. Envío de material y equipo a Dajla a cargo en caravana organizada por Dajla.org.
- ▶ Octubre 2012: Firma del convenio con Ministerio de Cooperación Internacional (MCI), SUSTENTA y Dajla.org.
- ▶ Diciembre 2012: Primer Taller formativo para instalar molino tipo panémona (mucho más sencillo que el multipala) con carácter comparativo en el nuevo Huerto de 8 Ha de Dajla.
- ▶ Primer semestre 2013. Edición y publicación del video ¿Cómo se hace? en la página web del proyecto (dentro de www.sustenta.org) El video será grabado durante el taller y explicará todas las fases de su construcción.

Fase 5: Demostración de la eficiencia del sistema.

- ▶ 2013: Monitorización de un año la eficiencia del molino panémona instalado.
- ▶ 2013: Firma del nuevo convenio con Ministerio de Cooperación Internacional, SUSTENTA y Dajla.org para siguiente fase del proyecto (esta vez con molino multipala). En este punto las partes deciden si desean continuar con el proyecto y se estudia si procede avanzar hacia las siguientes fases 6-7.

Fase 6: Montaje de la línea de producción de las aerobombas SUSTENTA.

- ▶ 2014: Nueva búsqueda de financiación.
- ▶ 2014: Instalación de nuestra propia aerobomba multipala piloto demostrativa de acuerdo al Proyecto Técnico de María de la Cruz Jimena Calderón en pozo acordado con el MCI.
- ▶ 2014: Segundo taller formativo de medio mes para enseñar a manufacturar molinos multipala.
- ▶ 2014: Equipamiento del taller estatal acordado con MCI.

Fase 7: Aprovechamiento docente del proyecto.

- ▶ 2015-: Convenio con el Centro de Formación Profesional de Gazuani. Seguimiento.

A quién va dirigido:

- ▶ Pueblo Saharaui de la RASD.



Objetivos

- ▶ Contribución a la soberanía alimentaria de los campamentos de refugiados del Sáhara, en un momento de disminución de la ayuda internacional que está provocando carencias nutricionales entre la población.
- ▶ Aumento de la producción hortícola al hacer sostenible el sistema de bombeo, ya que los problemas de los sistemas de bombeo fósil actuales provocan considerables pérdidas de la producción. Para ello el sistema debe ser lo suficientemente simple para ser susceptible de mantenimiento con medios locales.
- ▶ Aumento de la autoestima, ya que permite disminuir la dependencia externa, al ser un sistema dependiente de sus propios recursos naturales y de sus propias habilidades.
- ▶ Lograr que todo el sistema sea sostenible y replicable, es decir, sustentable por los medios a su alcance y ajustable a la demanda futura de molinos.

Mejoras concretas que produce:

- ▶ Sistema de bombeo eólico de agua sostenible instalado en el nuevo huerto de 8 Ha de Dajla.
- ▶ Formación a técnicos saharauis para que puedan replicar el molino para distintos usos e instalaciones. El molino está especialmente diseñado para que pueda ser construido y mantenido con medios locales.

Fases 6-7:

- Instalación de una línea de producción de molinos eólicos en el taller estatal de Rabounni.
- Convenio de clases prácticas con un Centro de Formación Profesional adyacente al taller estatal.

Lugar en el que se lleva a cabo:

- ▶ Fase 0 y 2: Cádiz, Sevilla y Granada.
- ▶ Fase 1-5: Campamento de refugiados Dajla (30.000 habitantes), Argelia, 200 km al sur de Tindouf.
- ▶ Fase 6: Huerto pactado con MCI en campamentos de Argel.
- ▶ Fase 7: Rabounni, capital de los campamentos..

Características del proyecto:

- ▶ **Existencia de infraestructura previa:** Fruto de la visita de inspección de Diciembre del 2008, hemos comprobado que en Dajla existe un taller técnico de mantenimiento del gran huerto de 12 Ha. Según ha manifestado el gobernador de Dajla, el taller servirá de apoyo para la fase 4 del proyecto. Por otro lado, en Rabounni, existe un taller estatal donde implementar las fases 6-7 del proyecto.



Para materiales, el taller se apoya en proveedores de la cercana ciudad argelina de Tindouf.

- ▶ **Beneficiarios potenciales:** El proyecto comienza demostrando su viabilidad sobre el nuevo huerto de 8 Ha de Dajla. Trabajamos con dos tipos de molinos: tipo panémona y tipo multipala, explicados en el informe. Estos últimos son de diámetro variable, pueden ser utilizados en huertos estatales o regionales, como en grandes huertos familiares. Por ello, el presente informe dedica especial atención a estudiar los modelos de huertos existentes. El molino tipo panémona es de menor caudal pero mucho más fácil de construir y más versátil.
- ▶ **Oportunidad:** En la actualidad existen el nuevo huerto en Dajla de 8 Ha dos pozos abiertos, sistema de tuberías de irrigación pero, casualmente, ningún sistema de bombeo instalado. Este huerto es un candidato ideal para nuestro sistema.
- ▶ **Replicabilidad del modelo:** el proyecto no consiste en instalarles sólo un sistema de bombeo sino de enseñarles a construirlo para que puedan extender su uso en otros huertos, o una vez que eventualmente vuelvan del exilio. En este sentido, *“No se trata de dar el pez, ni siquiera la caña; se trata de enseñarles a construir la caña”*.
- ▶ **Viabilidad:**
 - Energética: Dajla dispone de abundante recursos hídricos a escasa profundidad y de un abundante y continuo perfil eólico.
 - Interés local: Este es fundamental para la continuidad y sostenibilidad del proyecto. En la primera visita de inspección del 2008 comprobamos de primera mano el extraordinario interés de la población en los huertos, y en lograr un sistema de bombeo sostenible. De hecho, los microhuertos son un objetivo local prioritario en la actualidad, habiéndose alcanzado ya la cifra de 504 microhuertos tan sólo en Dajla. La actividad agraria cuenta con recursos humanos cualificados para su trabajo, recolección y mantenimiento, en casi todas las wilayas. Dajla cuenta con un taller propio de la wilayas para mantenimiento de la maquinaria del huerto de Extremadura.
 - Empatía: los objetivos del proyecto son compartidos y valorados por la comunidad local. La importancia de los proyectos se suele percibir de distinta forma cuando son enfocados desde el país organizador del primer mundo a cuando son vistos por los propios destinatarios del proyecto en el tercer mundo. En este caso, nos hemos asegurado de contar con una población que valora y comparte los fines del proyecto.
- ▶ **Trabajo en red:** El proyecto tiene vocación de trabajo en red como demuestra la colaboración con la ONG Dajla.org, con amplia experiencia en la zona y extensos contactos con las autoridades saharauis. Asimismo, otra de las fortalezas del proyecto es contar con la colaboración de la asociación chiclanera SADICUM. SADICUM lleva 10 años realizando proyectos de cooperación internacional en la zona. De hecho, en la actualidad desarrolla los proyectos *“Caravana por la paz”*, para recoger y enviar alimentos a los campamentos, y el proyecto *“Vacaciones por la paz”*, donde familias chiclaneras albergan niños del campamentos de Dajla durante los dos meses de verano. Por último la reciente incorporación de la ONG DAJLA.org con amplia experiencia sobre el



terreno y amplia red de contactos institucionales con el gobierno saharauí es un excelente activo para el proyecto. Estos canales de comunicación son de extrema importancia para el diagnóstico de las necesidades reales de los campamentos y el seguimiento posterior de la actuación.

Desglose del cronograma:

- ▶ **5-14 Diciembre 2008:** Visita de inspección a la zona por una Delegación de **SUSTENTA** y **SADICUM**. La Delegación de **SUSTENTA** constó de tres personas: Jesús Martínez como promotor del proyecto, un técnico de **SUSTENTA** más un asesor ingeniero inglés contratado a tal fin. Elaboración de reporte sobre viabilidad técnica.
- ▶ **Enero 2009.** Elaboración de proyecto técnico para la organización industrial de la línea de producción de molinos. Este es el proyecto de fin de carrera de María de la Cruz Jimena Calderón, en la Escuela Politécnica Superior de Algeciras. Mari Cruz es premio extraordinario de fin de carrera de Ingeniería Técnica Industrial y ha elegido realizar su proyecto de fin de carrera en la organización del taller de producción de nuestros molinos.
- ▶ **Febrero-Diciembre 2009.** Búsqueda de financiación.
- ▶ **Julio 2010.** Firma del convenio de colaboración entre **SUSTENTA** e **ISF**.
- ▶ **Noviembre 2010.** Firma del convenio de cooperación entre **SUSTENTA** y la Wilaya de **Dajla**.
- ▶ **Diciembre 2010.** Instalación de una estación meteorológica en el Nuevo Huerto de Bugarfa. Monitorización de las condiciones eólicas del terreno de Wilaya de Dajla y CEFA.
- ▶ **Octubre 2012.** Envío de material y equipo en una caravana organizada por la ONG Dajla.org.
- ▶ **Octubre 2012:** Firma del convenio con Ministerio de Cooperación Internacional (MCI), **SUSTENTA** y Dajla.org.
- ▶ **Diciembre 2012.** Viaje de un técnico y del vicepresidente de **SUSTENTA**, junto al presidente de Dajla.org. Instalación de un molino comparativo de pruebas tipo panémoma en el huerto de Dajla de 8 Ha. Monitorización posterior durante un año.
- ▶ **2013:** Edición y publicación en la página web del proyecto del video ¿Cómo se hace? grabado durante el taller del 2012, donde se ilustra paso a paso como se construye la panémoma.



► Fases 6-7:

- 2013: Nueva búsqueda de financiación.
- 2013: Firma del nuevo convenio con Ministerio de Cooperación Internacional, SUSTENTA y Dajla.org para siguiente fase del proyecto. En este punto las partes deciden si desean continuar con el proyecto.
- 2014: Equipamiento en su caso del taller estatal acordado con MCI, con los complementos necesarios que faltan para proceder a la línea de producción.
- 2014: Instalación de nuestra propia aerobomba piloto demostrativa de acuerdo al Proyecto Técnico de María de la Cruz Jimena Calderón en pozo acordado con el MCI.
- 2014: Taller formativo de medio mes para enseñar a manufacturar molinos.
- **2015:** Convenio con el **Centro de Formación Profesional de Gazuani**, y el **Ministerio de Desarrollo Económico** para que puedan usar la línea de producción como complemento de prácticas, y se apoya a la docencia en la misma. Seguimiento del proyecto y de extensión a otras zonas necesitadas



1. Introducción

El presente documento denominado “**Informe SUSTENTA v1.7**” contiene la memoria descriptiva del proyecto “*Renovables para el Sahara*”. Este es un proyecto de cooperación internacional para el desarrollo promovido por la Asociación Ambientalista **SUSTENTA** (www.sustenta.org) y la **ONG Dajla.org**, con la colaboración de Ingeniería Sin Fronteras **ISF** Granada y la Asociación de amigos del pueblo saharauí **SADICUM**, y el apoyo de la Oficina de Cooperación Internacional de la **Universidad de Sevilla**, el Ayuntamiento de Chiclana.

Los proyectos para la soberanía alimentaria (**SA**) en los campamentos de refugiados son un verdadero reto. Montar huertos en el desierto del Sáhara, con 6 meses de verano y una altísima salinidad constituye un auténtico “*tour de force*” para la cooperación internacional. Sorprende los avances ya realizados que mostraremos en el presente documento. No obstante, la sostenibilidad del sistema descansa en conseguir un sistema de bombeo de agua apropiado a las condiciones específicas de los asentamientos. Desde luego, la agricultura sostenible solo será posible desde la colaboración estrecha entre todas las **ONG** trabajando sobre el terreno, y entre estas y las autoridades locales.

Este informe tiene por tanto vocación de ser útil a todas las **ONG** que desarrollan o quieran desarrollar proyectos en la zona. Nuestra idea es aportar el máximo de información, para que se pueda conocer el estado de las diferentes iniciativas a fin de poder encontrar sinergias entre ellas. Este estudio preliminar es un documento orgánico que será actualizado en sucesivas versiones del mismo. Por otro lado, si el lector tiene información relevante, o quiere simplemente corregir alguna posible errata, o compartir su opinión con nosotros por favor le rogamos que escriba a info@sustenta.org o visite el blog de www.sustenta.org.



2. PROMOTORES

2.1 SUSTENTA

El cambio climático, como amenaza global, es uno de los principales problemas de la humanidad en el comienzo del tercer milenio. Tenemos ante nosotros un reto colosal y urgente: el ser capaces de cambiar nuestro actual modelo energético a un modelo sostenible. Cambiar del modelo de economía actual, basado en fuentes energéticas fósiles, a una economía solar, es decir, basada en fuentes energéticas renovables. Nuestra generación se encuentra ante una gran responsabilidad histórica. Es la generación que debe protagonizar dicho cambio.



SUSTENTA es una asociación ambientalista con sede en Chiclana, Cádiz, que tiene por objeto concienciar a la sociedad de la importancia del desarrollo sostenible y de la lucha contra el calentamiento global. **SUSTENTA** (www.sustenta.org) nace con vocación de ser un agente de cambio social para la cultura de la sostenibilidad.

¿Por qué este proyecto?

SUSTENTA no sólo se limita a organizar eventos de concienciación cívica sobre el cambio climático en nuestro primer mundo. El concepto de sostenibilidad trasciende fronteras. Creemos que el presente proyecto es especialmente adecuado para hacer pedagogía de la sostenibilidad en el tercer mundo. Especialmente en una nación en fase de formación, como lo es la **RASD**, donde se están configurando sus propios modelos de organización y funcionamiento. En demasiados proyectos de cooperación hemos exportado nuestro propio modelo energético fósil, caduco y contaminante. En sentido alegórico, hemos exportado “*nuestros pecados*”. El presente proyecto traduce un deseo de “*hacerlo bien desde el principio*”; proponiendo un modelo sostenible basado en recursos renovables y tecnologías apropiadas. No es por tanto un proyecto más, sino que su innovación se basa en su propio concepto. En este sentido se trata de “*no dar el pescado, ni siquiera la caña, sino enseñar a construir la caña*”



El sector del proyecto es Agua y Nutrición. Incide pues en un aspecto básico de los objetivos del milenio de la **ONU**. El sector agrario es fundamental para el planeta. De hecho ocupa el 40% de la superficie terrestre y consume el 80% de los recursos hídricos. En el caso de los campamentos de refugiados, es una necesidad básica. Se trata de solucionar un problema grave y urgente: la deficiencia nutricional de la población refugiada agravada por la disminución de la intensidad de la ayuda internacional.



2.2 DAJLA.org

Dajla.org es un asociación que sirve como punto de encuentro de opiniones y vivencias en el mundo de la colaboración humanitaria y social con el pueblo saharauí.

Está fundada por Nicolás Calvo <http://freesahara.ning.com/profile/principito> quien opera uno de los blogs más activos en el ámbito de la cooperación internacional con el Sahara <http://www.dajla.org/>





3.2 Los campamentos

Desde que se inició el éxodo, miles de saharauis han cruzado el desierto para establecerse en los campamentos de refugiados de la hamada argelina de la región de **Tindouf**, cerca de la frontera con la **RASD**. A la escasez de agua, luz eléctrica y alimentos se suman las difíciles condiciones climáticas que tienen que soportar los refugiados. Tras 30 años, más de 200.000 refugiados siguen soportando un exilio injustificado, viviendo en condiciones precarias y de extrema dureza en una zona inhóspita del desierto.

Como se aprecia en el mapa de la figura 1, existen cuatro campamentos principales, denominados **wilayas**, concretamente:

- ▶ **El Aaiún**
- ▶ **Smara**
- ▶ **Ausserd**
- ▶ **Dajla**

Estos campamentos están cerca de la ciudad argelina de **Tindouf**, siendo Dajla el campamento más alejado. Cada uno de los campamentos recoge a unos 40.000 refugiados. Además de estos campamentos, existen otros emplazamientos, como el centro de protocolo y acogida de **Rabuni** que cumple la función de centro neurálgico de la zona. Otros asentamientos albergan colegios, hospitales, e instalaciones agropecuarias. Si bien los campamentos están a unos 40 km de Rabuni, Dajla está a 200 km al sur. Esta separación obedece a razones estratégicas de prevención de ataques aéreos.

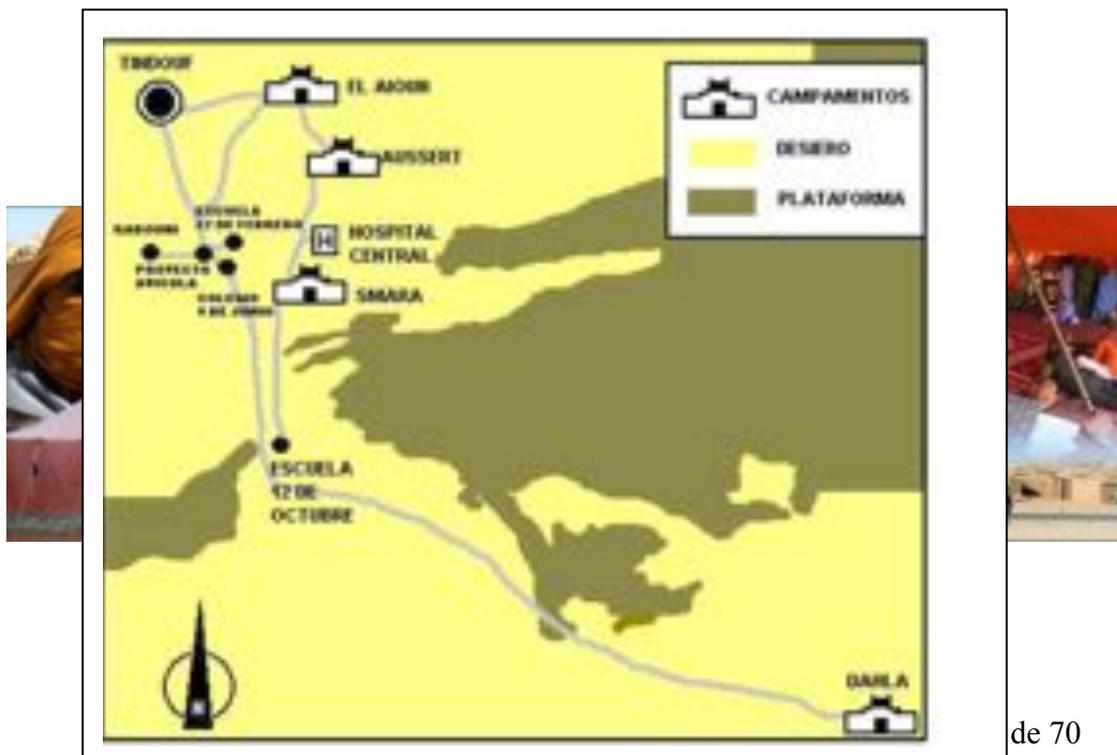


Figura 2. Mapa de los campamentos de refugiados en Argelia



En los campamentos la temperatura en verano supera los 50°C. La organización de los campamentos están en manos de las mujeres, pues los hombres están en el ejercito o desempeñando sus servicios en la administración central de Rabuni.

Una de las características de los campamentos es su elevado nivel de formación. Si bien durante la época colonial española, la tasa de analfabetismo entre los saharauis era del 95%, ahora han conseguido invertir esta cifra. Hoy en día el 90% de la población es capaz de leer y escribir. Muchos jóvenes cursan estudios universitarios en los llamados “países amigos”: principalmente Cuba y Algeria. En España empiezan a darse casos, aunque su numero aumentará previsiblemente a medida que crezcan los niños saharauis del programa de “Vacaciones por la Paz”. Este esfuerzo responde al deseo del Frente Polisario de contar con una población preparada para la futura reconstrucción del país.

La dieta en los campamentos depende fundamentalmente de la ayuda humanitaria internacional. Los alimentos se componen principalmente por arroz, legumbres y pasta (cus-cus). Esta dieta se complementa con productos cultivados dentro de los asentamientos, verduras cultivadas en huertos existentes, huevos de su centro avícola y ocasionalmente carne de camello. Merece la pena comentar un reciente programa de compra de camellas, animal no sólo adaptado al desierto sino también poseedor de una leche de alto contenido nutricional.



3.3 El agua

La población saharauí sobrevive con una dotación hídrica diaria de tan sólo 10 litros por habitante y día, muy por debajo de los 200-350 litros por habitante y día típicos de España. El factor limitante en los tres campamentos del norte es el transporte. De hecho existe un ministerio específico del gobierno saharauí, el Ministerio de Transporte, para tratar con este problema.

En cuanto a Dajla, el problema es diferente. El transporte de agua con camiones desde el norte es inviable dada su situación geográfica (5 horas de viaje a Rabuni a través de un desierto en su mayor parte sin carreteras). Dajla tiene que autoabastecerse con los acuíferos de la zona. Afortunadamente, Dajla se encuentra asentado sobre lo que fue un oasis hasta hace unos 20 años. El nivel freático está próximo a la superficie, por lo que existen muchos pozos someros excavados manualmente.





4. Estudio técnico

En la presente sección realizamos un estudio técnico preliminar de los distintos recursos disponibles. Vamos a agrupar a estos en dos apartados. En el primero, antecedentes, analizaremos los distintos huertos existentes en Dajla. En el segundo, condicionantes, analizaremos la viabilidad del equipamiento de los talleres y del perfil de vientos. En el tercero, objetivo de producción, estimaremos la producción necesaria para abastecer Dajla de vegetales.

4.1 Antecedentes

4.1.1 El huerto Extremadura



Figura 3. Huerto Extremadura en Dajla.

El Huerto de Extremadura es un huerto regional de 12 Ha situado en Dajla competencia del Ministerio de Desarrollo Económico. Este huerto fue iniciado con la colaboración de la Asociación de Amigos del Pueblo Saharaui de Extremadura y la Junta de Extremadura, gracias a un programa de cooperación internacional financiado por la Junta de Extremadura durante el 2002-2006. Este huerto es de importancia capital pues es, junto a los microhuertos familiares, la única fuente disponible de complementar la dieta habitual de los refugiados (arroz, pasta y legumbres) procedente de la ayuda internacional. El **complemento vitamínico** aportado por estos huertos es clave en su dieta. Por otra parte, la propia existencia de los huertos es una experiencia valiosa en sí misma pues permite reducir la dependencia de la población a los programas de ayuda humanitaria internacional, y tras 30 años, les permite recuperar la dignidad de producir bienes de consumo por sí mismos.



La producción de los huertos depende fundamentalmente de tres factores que trataremos por separado:

- ▶ **Agua.** Para el abastecimiento de agua cada huerto dispone de algún pozo que es capaz de aportar recursos hídricos para el riego. Dajla posee un oasis y goza de pozos con agua a poca profundidad. El sistema de riego goza de una amplia implantación, pues economiza el consumo de agua (aunque necesita de mayor presión).
- ▶ **Abono.** Se soluciona con el estiércol de las gallinas procedente de la granja avícola.
- ▶ **Sistema de bombeo.** El problema es que las aguas subterráneas de los campamentos son aguas extremadamente salinas. La combinación de la salinidad de las aguas con las altas temperaturas hacen que por efecto de la evaporación se produzcan precipitados salinos que acaban taponando los agujeros de los tubos de regadío. Los sistemas de goteo son tuberías corrientes de PVC de 1 cm de diámetro. Por otra parte, las aguas subterráneas proceden de acuíferos arenosos. Estas características hacen que en el bombeo utilizado se produzca arrastre de partículas finas procedente de las arenas. Estas partículas, junto a la elevada salinidad de las aguas y la temperatura afectan a los sistemas de bombeo, reduciendo en gran medida su vida útil. Cada vez que se estropea una bomba, los huertos quedan sin posibilidad de regadío durante largos periodos de tiempo, lo que provoca **una pérdida de una parte considerable de la producción.**

En conclusión, como podemos observar de la Figura 4, el sistema de bombeo empleado es un sistema complejo basado en fuentes energéticas fósiles. Este sistema es de alto coste, contaminante, necesita de un alto mantenimiento, y desde luego no es una tecnología apropiada para ser replicable o extensible a huertos de menor escala.



Figura 4. Sistema de bombeo fósil: bomba de gasoil con filtro para el Huerto de Extremadura en Dajla. Los filtros de arena que se aprecian en la foto central deben ser limpiados cada dos días.



Figura 5. Huerto Extremadura en Daila

A continuación, resumimos las características del Huerto de Extremadura en la siguiente ficha técnica.



Datos técnicos:

Promotor: Junta de Extremadura, junto a la Asociación de Amigos del Pueblo Saharaui de Badajoz.

Localización: Campamento de refugiados de Dajla. Argelia.

Histórico:

- ▶ 2001-2003: Proyecto piloto. Equipamiento de riego por goteo. Se concluye la necesidad de formación para los técnicos.
- ▶ 2004-2008: El huerto se convierte también en un centro de formación, de donde surge el proyecto de microhuertos familiares. Modelo de gestión y formación definidos.
- ▶ 2009: Instalación de estación meteorológica aportada por la Junta de Extremadura.
- ▶ 2010: Ampliación con 2 nuevos invernaderos destinados a la plantación de tomates.

Huerta:

Tamaño: 12 Ha, dividiéndose en cultivos de $\frac{1}{4}$ de Hectárea.

Irrigación: por goteo.

Problemas:

Plagas: plagas de mangosta con una frecuencia media de 10 años. La última fue en 2002 la cual produjo un 100% de pérdidas en la producción.

Terreno muy salino. Se decidió el emplazamiento para aprovechar una sonda previa construida en la zona, y por estar alejado del asentamiento.

Viento: produce un 30-40% de pérdidas. Se han habilitado distintos cortavientos.

Pozo:

Profundidad: 120 m con sonda a 45 m. El nivel freático está muy próximo, a 1 m. La bomba aporta presión al sistema de riego por goteo.

Caudal: 38 TM/hora en funcionamiento a 5 horas. Tras 5 horas de bombeo el agua tan sólo tarda unos 20 minutos en recuperar su nivel anterior.

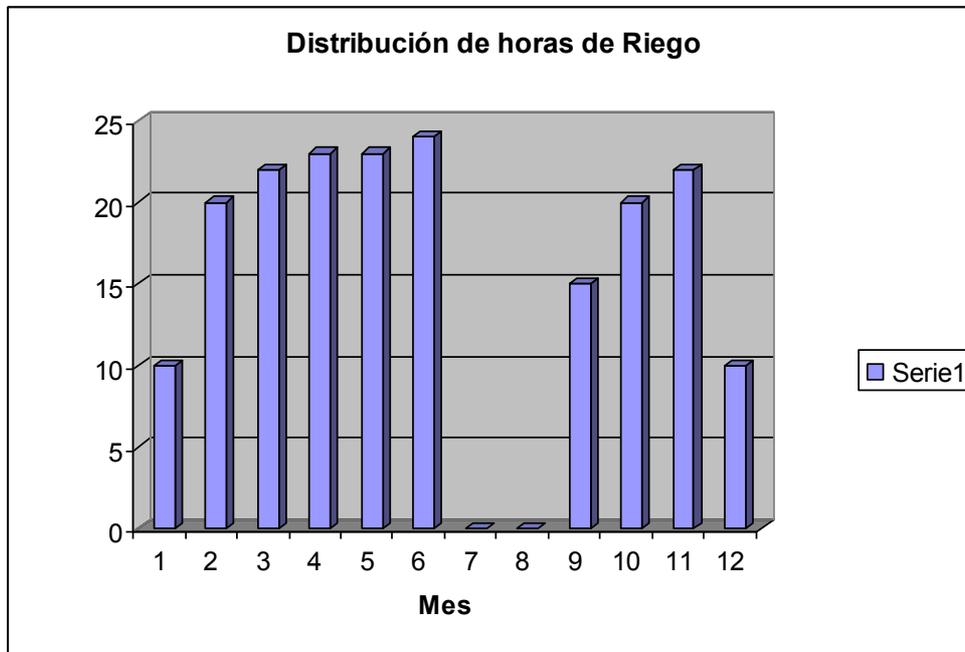
Sistema de bombeo: Bomba de gasóleo. 28 Tm/horas



Figura 6. Invernadero en Huerto Extremadura en Daila



Frecuencia de riego:



El gráfico anterior nos da las horas diarias de riego en cada mes del año (1-Enero; 12-Diciembre). Notar que Julio-Agosto no tiene riego ni actividad ninguna debido a las elevadas temperaturas.

Por ejemplo, en Enero se bombea 10 horas, con un caudal de 28 Tm/hora, lo que da 280.000 litros de agua para riego en un solo día.

Dado que los dos huertos distan entre sí tan sólo 1 km, tomaremos como valor de caudal para el huerto de 8 Ha el mismo caudal de **28 Tm/h** calculado por los ingenieros de la Junta de Extremadura para su huerto.

Producción:

- 1ª Campaña (Septiembre - Febrero):

Producto	Producción (Tm/Ha)	Zona cultivada (Ha) ¹
Zanahoria	18	2
Remolacha	23	1
Nabo	19	1
Calabacín	9	
Tomate de Invernadero	25	5 invernaderos (40x8m) 1 invernadero casi acabado (16x70m)

¹ Algunas de estas zonas se solapan.



- 2ª Campaña (Febrero - Junio):
 - o Melón.
 - o Sandía.
 - o Calabacín.
 - o Tomate (dependiendo del viento).

Esta producción no cubre las necesidades de la población.

Destinatarios

- 1) Hospital. Se reparten entre otros 20kg de tomate a la semana, su producto máspreciado.
- 2) Se va repartiendo rotativamente la cuota correspondiente a cada Daira.
- 3) Trabajadores del huerto.
- 4) Asociación de disminuidos.

Personal:

- 18 trabajadores fijos.
- 2 ingenieros.
- 1 Director del Huerto (ingeniero)

Problemas:

- ▶ Corrosión. Hace 2 años tuvieron que cambiar todos los tubos metálicos de la caseta de la bomba por PVC debido al alto grado de corrosión.
- ▶ Salinidad del agua y alto contenido en arenas. Entre otros, provoca frecuentes problemas en la bomba. Hay que poner filtros para evitar que se bloqueen las líneas de irrigación por goteo.
- ▶ Mala calidad del terreno.
- ▶ En 2009 tuvieron que cambiar la bomba de extracción sumergida porque la anterior de 2 TM/hora se estropeó.

Conclusión: El huerto de Extremadura es de importancia capital, pues proporciona una infraestructura de base, tanto en equipamiento como en know how. Le debemos la existencia de personal cualificado local estable así como el abastecimiento de semillas para el resto de los huertos.

4.1.2 La red de microhuertos de mujeres



Figura 7. Huerto familiar en Daila

Datos técnicos:

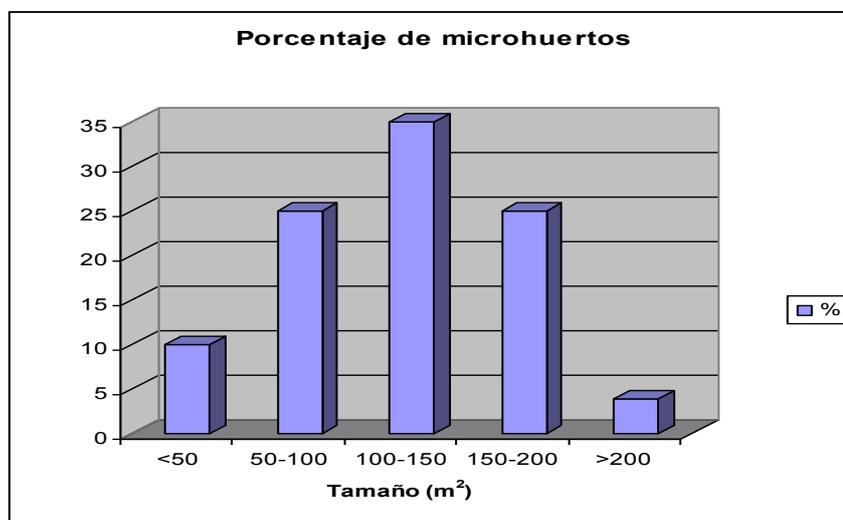
Promotor: Asociación de Amigos del Pueblo Saharaui “Mar Menor” de Murcia. (Teresa Postigo), Asociación de Amigos del Pueblo Saharaui de Extremadura.

Localización: Campamento de refugiados de Dajla. Argelia.

Organización: Microhuertos familiares de mujeres. Se encuentran organizadas por zonas y con un comité de representantes.

Huertos:

Tamaño medio: 200 m², con rango entre 20m² y 1 Ha. La distribución de microhuertos por tamaño se da en la siguiente gráfica (Fuente: ingeniero responsable del huerto de Extremadura).





Número total: más de 500 registrados (se registran para tener derecho a bombas y semillas). Gozan de un alto interés pues los vegetales son muy apreciados. De hecho, en dos años se ha duplicado la demanda de microhuertos.

Potencial óptimo: 2.000 para cubrir necesidades dietéticas de autoconsumo. 2.000 microhuertos de 100m² arrojan un total de 20 Ha.



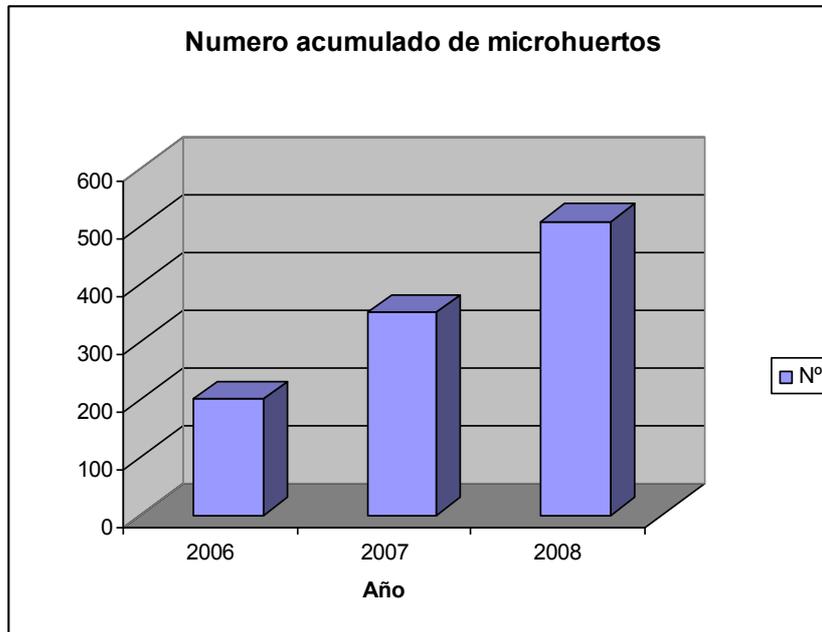
Figura 8. Riego manual en microhuerto en Daila



Figura 9. Riego manual en microhuerto en Daila

Potencial máximo: 6.000 (uno por residencia familiar de 5 habitantes) No es recomendable pues se pierden sinergias. Además, los lazos familiares son fuertes existiendo grandes grupos familiares muy cohesionados entre sí.

Crecimiento: Teresa compra material a razón de 70 Huertos/año desde el 2007. El crecimiento en el número de microhuertos se muestra a continuación:



Formación: Existen 7 dayras (barrios) en la wilaya de Dajla. Cada dayra tiene a una mujer responsable de los microhuertos de su zona. Cada mes hacen una jornada de formación para las 7 mujeres en la gran huerta de Extremadura. Luego ellas se encargan de replicar esos conocimientos entre las mujeres de su dayra.

Tipo de cultivos: Muy variado. Desde las hortalizas típicas del Huerto de Extremadura, hasta bambú para los animales, árboles del desierto para elaborar medicinas naturales, y algunas palmeras de dátiles.



Figura 10. Microhuertos en Daila



Pozos:

Nivel freático: 1.5 a 3 m. Algunos a 5 m.

Sistema de bombeo: Por el momento tan sólo existen 76 bombas:

-36 bombas eléctricas alimentadas por paneles solares. Esta en auge un nuevo tipo de bomba² de 5,4 amperios a 12 V de bajo coste que levanta un caudal de 70 litros por minuto (4Tm/hora). Este caudal es suficiente para regar un huerto de 70m² en media hora. El problema son las baterías, pues el mercado de Tindouf es de mala calidad. No obstante, parece³ buena solución para huertos pequeños donde la bomba y el panel se guardan en las casas cuando no se usan. Además, en el bombeo solar los escasos días en los que no luce el sol (y no se carga la batería) tampoco hace falta regar pues no hay evaporación. No obstante, la solución no es escalable a grandes huertos, por potencia y porque las instalaciones allí deben ser fijas en el terreno.

-40 bombas de gasóleo. Presentan el problema de ser de arranque manual. La mayoría de las mujeres no tienen fuerza para arrancarlas con un tirón. Además, por las condiciones de salinidad se estropean rápidamente.



Figura 11. Motor eléctrico (en amarillo izquierda) y motor gasoil (derecha)

² ADP submersible motor pump model BL2512N. Sólo son válidas cuando el agua esta a menos de 5 m.

³ El uso de este tipo de bomba es totalmente nuevo (instalada hacía tan sólo 5 días), por lo que no se dispone de un histórico de averías.



Requisitos: Para solicitar bomba para ser titular de un microhuerto, el gobierno pide a la familia que cumpla 7 requisitos que se listan a continuación:

1. Tener huerto con pozo y construido.
2. Que su superficie sea mínimo de 200m² o compromiso escrito de llegar a estas dimensiones.
3. El agua del pozo debe estar a menos de 5 m de la superficie.
4. Compromiso de arreglar la bomba por ellos mismos si se rompe.
5. El titular debe tener previamente panel solar (recomendable la batería)
6. Compromiso del titular de usar la bomba sólo para riego.
7. Aceptar la distribución de las bombas cuando se consigan por riguroso orden cronológico de inscripción en el programa.

Problemas:

1. Bombeo de agua:

- ▶ La mayor parte de los huertos no cuentan con sistema de bombeo (más de 400). Esto hace que las mujeres tengan que regar a mano, sacando con una cuerda una cubeta de agua. Debido a las altas temperaturas riegan dos veces al día (más de una hora de promedio), lo que supone una elevada carga a nivel físico. Hicimos encuestas en siete microhuertos. En todos ellos las mujeres manifestaban que estarían más que encantadas con disponer un sistema de bombeo.
- ▶ Los 40 huertos que han recibido bombas de gasoil, las mujeres pasan verdaderas complicaciones para arrancarlos, pues son de arranque manual.
- ▶ Las bombas amarilla que se observan en la foto son pequeñas bombas de 12V, alimentadas por una batería, cargada esta por un panel solar. Este sistema implica un coste elevado (sobre todo por el panel solar) para bombear una cantidad relativamente pequeña de agua. Asimismo, la batería usada posee una corta vida media. Si se carga y descarga cada día, puede durar tan solo un año o dos. No obstante el panel solar genera energía para distintas aplicaciones.
- ▶ Es importante que las bombas sean de máxima calidad pues muchas de las nuevas bombas eléctricas instaladas se estropean en estas condiciones de salinidad y arena. En cualquier caso, este sistema de bombeo no es escalable para huertos de grandes dimensiones. Por otra parte, el bombeo solar no es desde luego apropiado para huertos donde el agua se encuentre a mayor profundidad, como es el caso de las wilayas de Smara y Ausser.

2. Calidad irregular de las semillas



4.1.3 El nuevo huerto de 8 Ha

Este huerto de 8 Ha tiene construido ya dos pozos abiertos, y un sistema tubular de riego por goteo. No obstante, no posee todavía sistema de bombeo (salvo una bomba de gasoil para 400m²)

Este huerto se reparte en 4 zonas:

- 1) Zona de discapacitados. 400m² para cultivo de patatas por este colectivo, que ya posee un taller de carpintería en Dajla. Poseen ya una bomba de gasoil, lo que es afortunado, pues servirá para el estudio comparativo.
- 2) Zona para jóvenes: quieren cultivar forraje para camellos. Superficie todavía por determinar.
- 3) Zona de la asociación de mujeres. El colectivo de la red de microhuertos ha pedido al gobernador una zona propia. Superficie todavía por determinar.
- 4) Zona colectiva. Para su explotación colectiva por parte del gobierno en las mismas condiciones que el Huerto de Extremadura.



Figura 12. De izquierda a derecha JM Manso, Paul Dawson, Warda, Teresa, Jalil y Jesús Martínez.



Pozos:

- Un pozo abierto antiguo con las siguientes características:
 - Es de forma cuadrada.
 - Bien situado en el centro del huerto.
 - Medidas:
 - 11,6 metros de lado.
 - Distancia entre la boca del pozo y la superficie del agua: 2,6 metros.
 - Distancia desde la superficie del pozo hasta el fondo: 2,50 metros.

- Un pequeño pozo nuevo hecho por la Asociación Asturiana con las siguientes características:
 - Forma circular.
 - Zona más expuesta al viento y está en un extremo del huerto en zona sensiblemente superior al resto del huerto.
 - Medidas:
 - Diámetro de 3,8 metros (contando paredes).
 - Profundidad desde boca del pozo hasta superficie del agua: 3,14.
 - Profundidad desde la superficie hasta el fondo del pozo: 6,37 metros.



Figura 13. Los dos pozos del Huerto nuevo de Dajla.

Ventajas:

- Mejores condiciones de tierra y agua que la del Huerto de Extremadura.
- Vallada.



Figura 14. Vista amplia y vallado en el huerto de 8Ha.



Figura 15. Sistema de riego por goteo en el huerto de 8Ha.



4.1.4 Otros huertos

La demanda real de hortalizas es tal que otros huertos se han organizado en todas las wilayas. Adjuntamos como ejemplo algunas características⁴:

a) Huerto estatal de Bugarfa:

- ▶ 12 Ha, siendo a finales de 2010 cultivadas aproximadamente 4 Hectáreas.
- ▶ 12 trabajadores.
- ▶ Un solo pozo con las siguientes características:
 - a) Ancho: 11, 70 metros
 - b) Largo: 9,49 metros.
 - c) Nivel estático: 3, 30 metros
 - d) Nivel dinámico: 2,30 metros
 - e) Altura del muro que hay sobre la superficie del pozo: 3,13 metros.
 - f) El nivel dinámico se ha obtenido con una bomba de 20000 litros/ hora funcionando durante 2 horas y media.
 - g) El director del huerto dice que debe haber otros 3 metros de profundidad que están tapados por la arena y metales y maderas que hay en el fondo.
- ▶ Grandes problemas de bombeo, se han tenido que sustituir bombas anteriores de bombeo. En 2010 existe una motorbomba de gasoil con una capacidad de 20000 l/h.
- ▶ Aunque el huerto es antiguo, el proyecto se ha retomado por la mesa de soberanía alimentaria 2007-2010, y esta siendo desarrollado por **TRACSA** junto al Ministerio de Desarrollo Económico.

⁴ Estos datos son preliminares: proceden de encuestas sobre el terreno y se irán actualizando en sucesivas ediciones de este informe.



Figura 16. Fotos del Huerto de Bugarfa.

b) Huerto Regional del Aaiun.

- ▶ Es un huerto grande de más de 8 Ha.
- ▶ Posee mucha agua a escasa profundidad.

c) Huerto Regional del Ausser.

- ▶ Dado que en Ausser no hay agua, el huerto de esta wilaya esta ubicado en el Aaiun. En el Aaiun por tanto existen dos huertos regionales.

d) Huerto Regional de Smara.

- ▶ El agua está profunda. El agua se bombea con una sonda a 21 metros.
- ▶ Bombean con un motor diesel que se estropea frecuentemente.
- ▶ Huerto de 10 Ha, de las cuales están operativas 6 Ha.
- ▶ Mismo tipo de cultivo y de riego que en Dajla.
- ▶ En Smara no se pueden hacer microhuertos pues el agua se encuentra a gran profundidad.

e) Centro Experimentación y Formación Agrícola (CEFA):

- ▶ Este centro ha sido creado por el Ministerio de Desarrollo Económico con la ayuda de múltiples financiadores. Se crea con el objetivo de experimentación de sistemas y tipos de cultivos, formación ingenieros locales de diversos huertos en los campamentos y mediciones y verificaciones de estado de aguas y cultivos. Tiene unas instalaciones suficientes para poder ser utilizado como centro de formación en futura etapa formativa de nuestro proyecto.
- ▶ Huerto de 1 Hectárea.
 - i. Los huertos están rodeados de plantas cortavientos.
 - ii. Plantaciones:
 1. 2 invernaderos.



- a. Siembran 3 tipos de tomates:
 - i. 3 cantos.
 - ii. Marmande.
 - iii. Marglobe.
 - b. BNG5:
 - i. Alubias
 - c. BNG8:
 - i. Zanahorias.
 - ii. Nabos
 - d. BNG9:
 - i. Remolacha.
 - ii. Cebolla
 - e. Bng17:
 - i. Muringa.
2. Los distintos cultivos van cambiando según temporadas de cultivo.
- iii. Abastecimiento de agua:
 1. El agua viene del pozo 9 de Junio.
 2. Bomba del pozo 9 de Junio hasta el depósito tiene capacidad de 45 m³/hora.
 3. Desde el depósito hasta el huerto del CEFA y al huerto del 9 de Junio hay 2 bombas, una para cada huerto.
 - a. Cada bomba tiene una potencia de 15m³/h.



4.1.5 Otras Iniciativas

A continuación adjuntamos una lista preliminar y no exhaustiva de distintas iniciativas relacionadas con proyectos de Huertos, que participaron en la II Mesa de Coordinación y Concertación de Soberanía Alimentaria del Sahara, el 17 de Septiembre del 2008. Esta tabla será completada en sucesivas ediciones de este documento.

Organización	Proyecto	Áreas	LOGO y web	Observaciones
Asociación de Amigos del Pueblo Saharaui del Mar Menor (Murcia)	Huertos familiares Dajla	1	aaspsmarmenor.blogspot.com	Teresa Postigo
PTM Mundubat		1,2,3, 4,5,6	 Mundubat www.mundubat.org	Fundación Vasca fundada en 1988. Se asesora por CERAI.
Centro de Estudios Rurales y de Agricultura Internacional (CERAI)	Formación para técnicos de la RASD	6	 http://www.cerai.es/	Han colaborado con el CEFA. ONG del 1994 originaria de Valencia. Perfil universitario. Tienen convenio con la US
AECID	Convenio de Soberanía Alimentaria 2007-2010.	1,2,3, 4,5,6	 www.aecid.es	Repartió 430Tm de alimentos frescos en Diciembre del 2007. Financia distintos proyectos en la zona. 2 personas en el terreno,



SUSTENTA
ASOCIACIÓN CIVIL AMBIENTALISTA



				con una oficina de coordinación
Ayto de Aldaia (Gens Solidaria de La'horta Sud)	Centro de Experimentación y Formación Agrícola (CEFA)	6	 www.aldaiaparticipa.com/associacio?oid=70	CEFA Inaugurado en Diciembre del 2008 
Solidaridad Internacional	Diseño y construcción de redes de agua potable		 www.solidaridad.org	Creada en 1986 Financiados por la AECID y ACNUR
Movimiento por la Paz (MPDL)		5	 www.mpd.org	Creada en 1983 Originaria del movimiento pacifista de Madrid
Junta de Extremadura Asociación de Amigos PS de Badajoz	Huerto Extremadura 12 Ha de Dajla	3,6	 www.juntaex.es	Cooperación ha pasado a depender de presidencia de la Junta.
Asociación de Trabajadores del Campo de Aragón (UGT)	Huertos y Camellas para la wilaya del AAIUN.	2	 aragon.ugt.org	Desde el 2006
Cantabria por el Sahara	Compra de Ganadería Camellar	4,5	 www.cantabriaporelsahara.com	2007-2009 Convenio entre gobierno de Cantabria y el de la RASD para financiar el pienso de la granja avícola.



Hemos clasificado los proyectos en 6 áreas temáticas diferentes:

Nº	Área
1	Huertos Familiares
2	Huertos Regionales
3	Huertos Nacionales
4	Ganadería
5	Granjas Avícolas
6	Formación y Experimentación

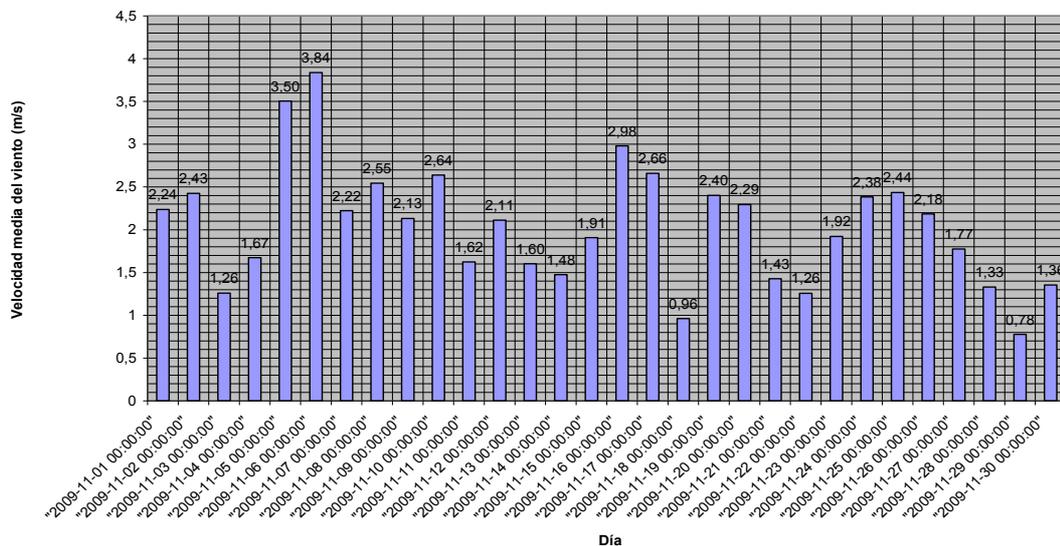
4.2 Condicionantes

4.2.1 Perfil de vientos

Se muestra el perfil de vientos entre Noviembre 2009 y Noviembre 2010 de la cercana estación meteorológica del Huerto de Extremadura. Estos datos son útiles para dimensionar nuestra instalación en el Nuevo Huerto de Dajla de 8 Has.

- Noviembre 2009:

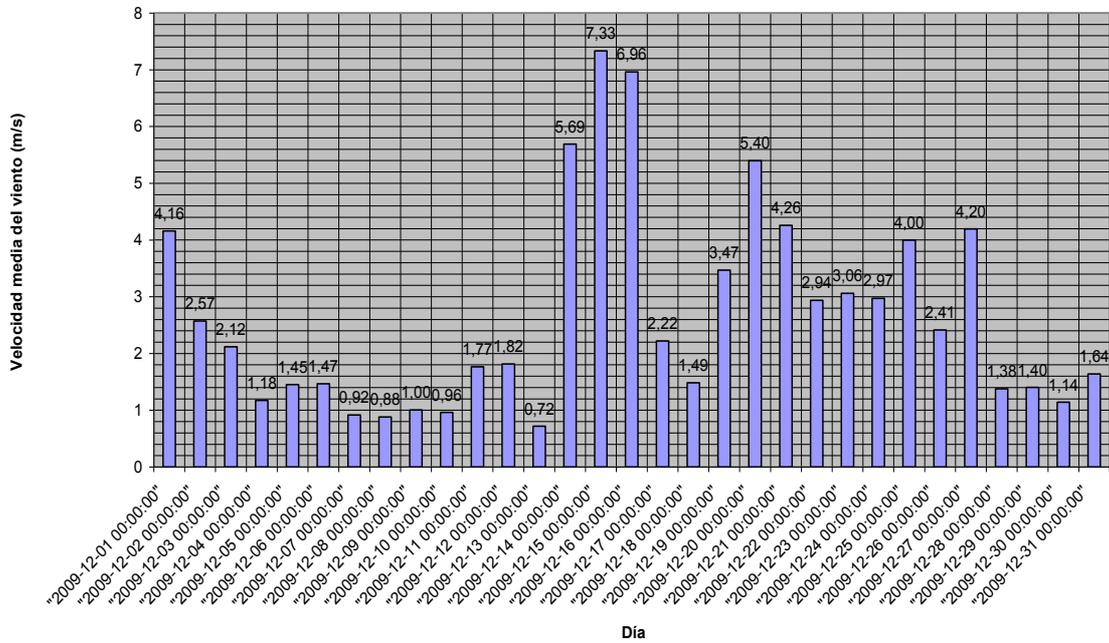
PERFIL VIENTO NOVIEMBRE 2010 (HUERTO DE EXTREMADURA)





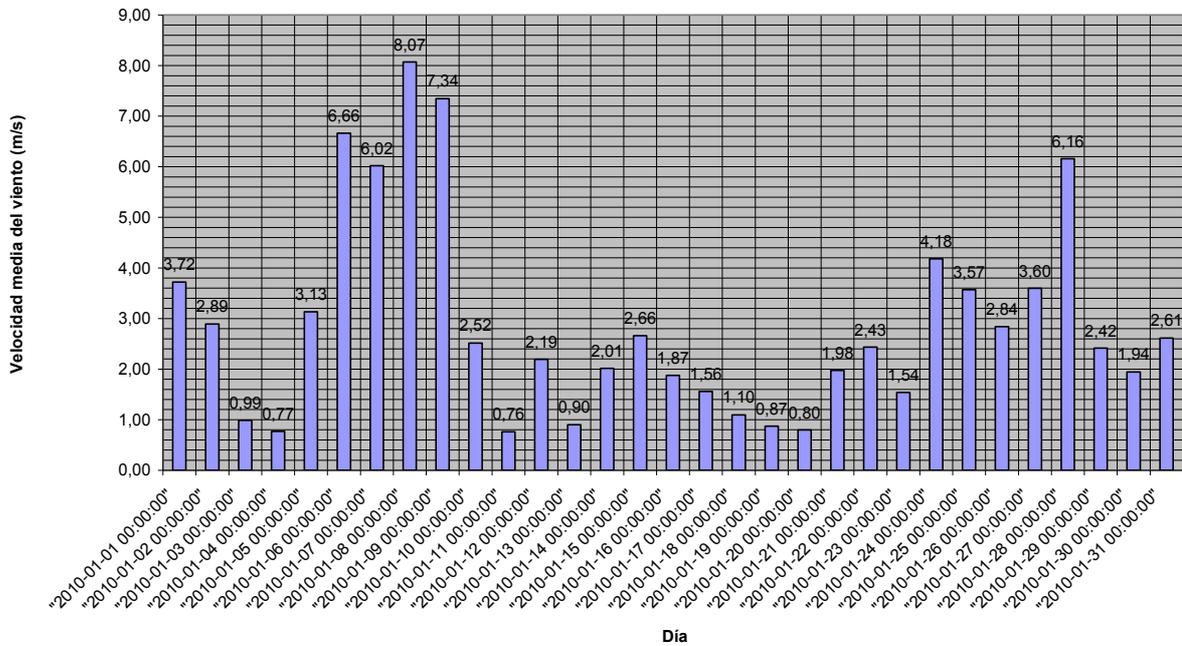
○ Diciembre 2009:

PERRFIL VIENTO DICIEMBRE (HUERTO EXTREMADURA)



○ Enero 2010:

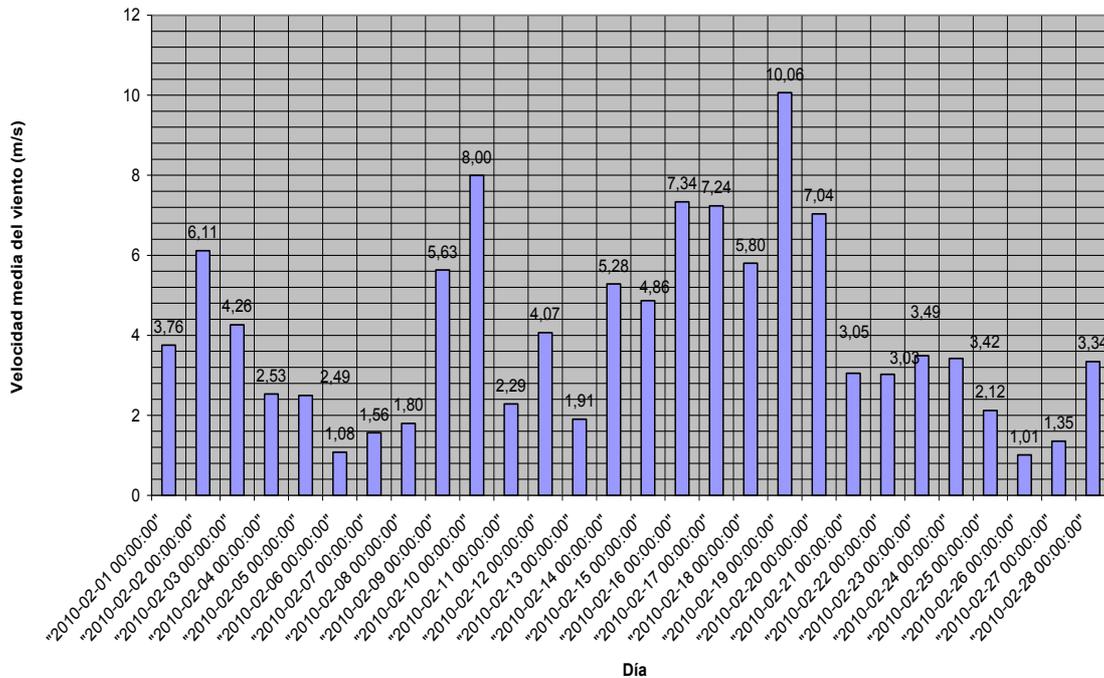
PERFIL VIENTOS ENERO 2010 (HUERTO EXTREMADURA)





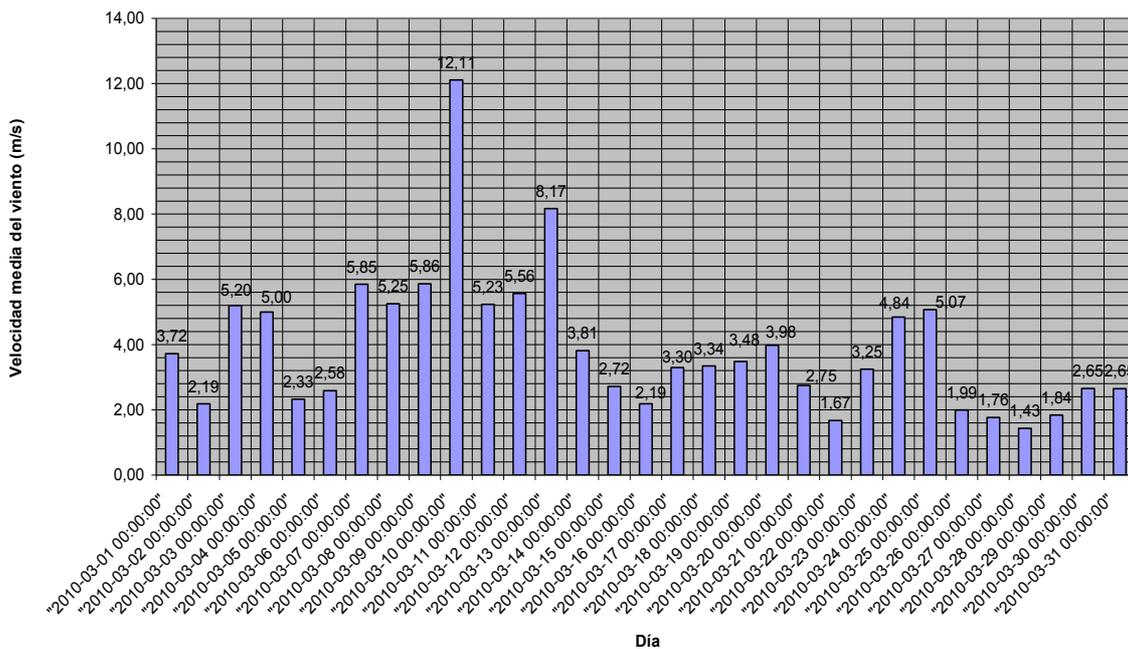
○ Febrero 2010:

PERFIL VIENTOS FEBRERO 2010 (HUERTO DE EXTREMADURA)



○ Marzo 2010:

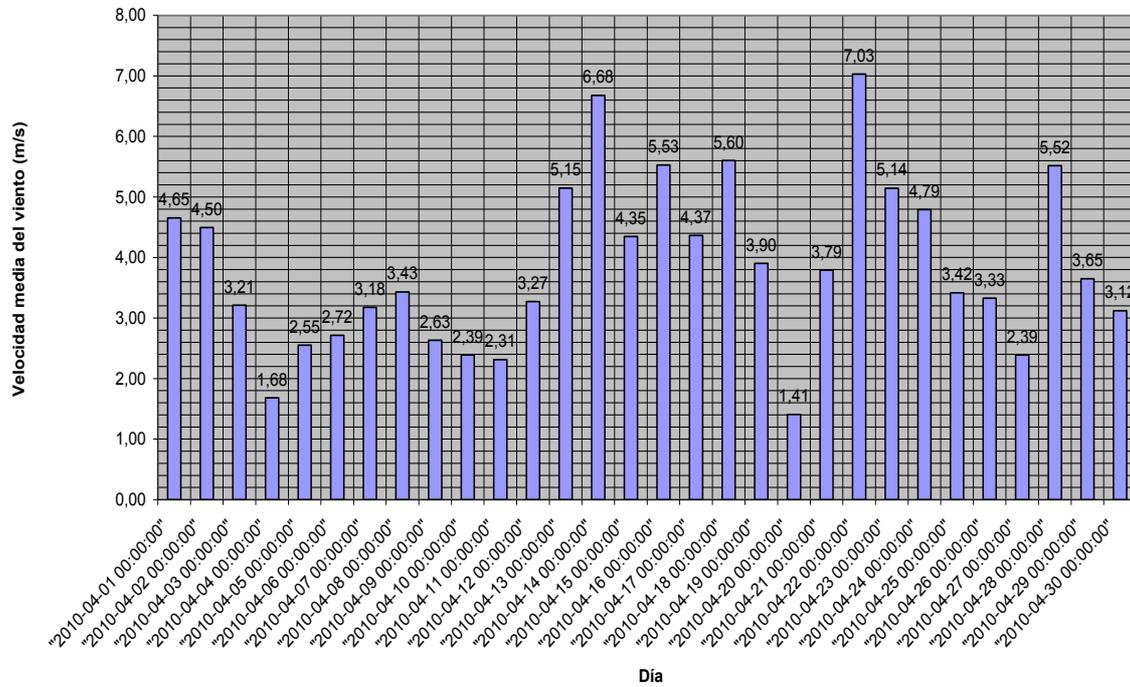
PERFIL VIENTOS MARZO 2010 (HUERTO EXTREMADURA)





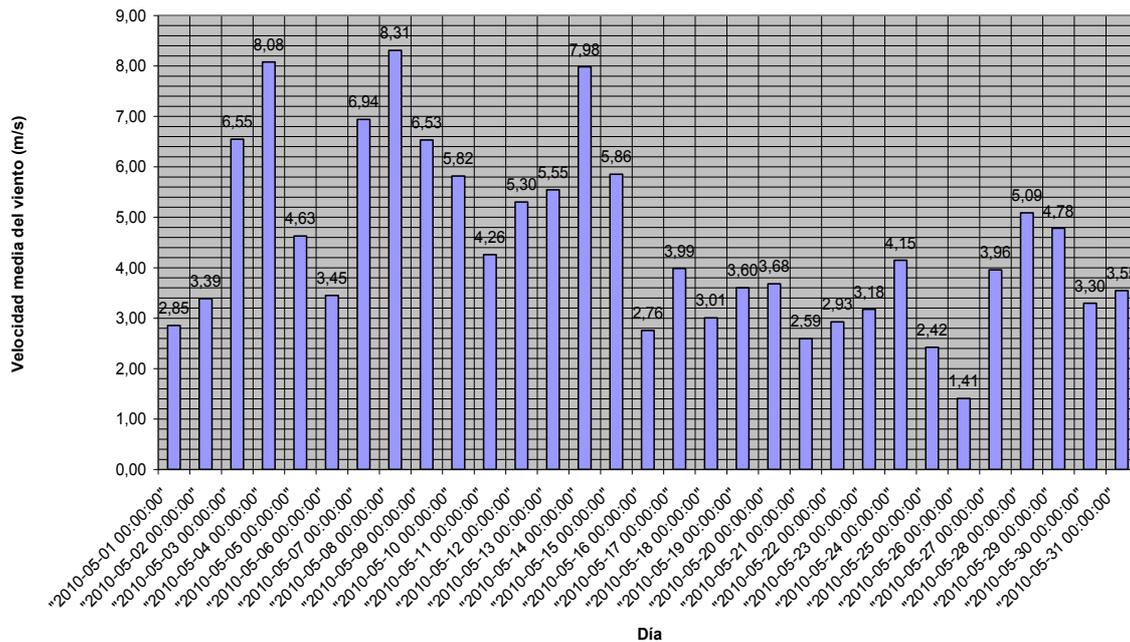
○ Abril 2010:

PERFIL VIENTOS ABRIL 2010 (HUERTO DE EXTREMADURA)



○ Mayo 2010:

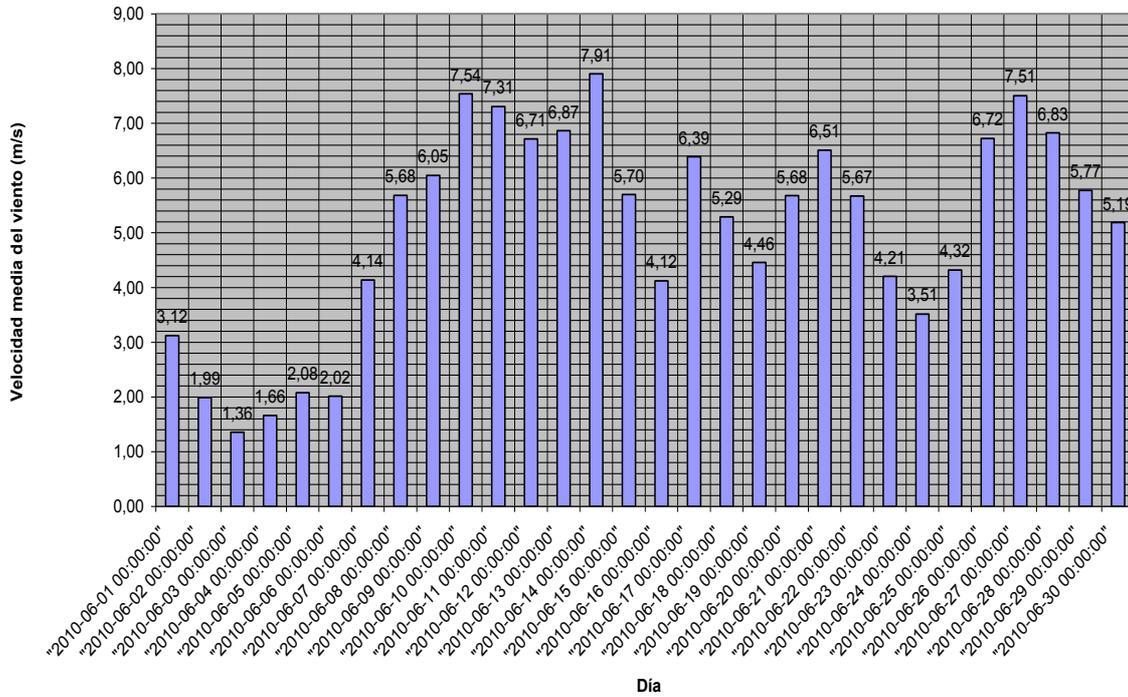
PERFIL DE VIENTOS MAYO 2010 (HUERTO EXTREMADURA)





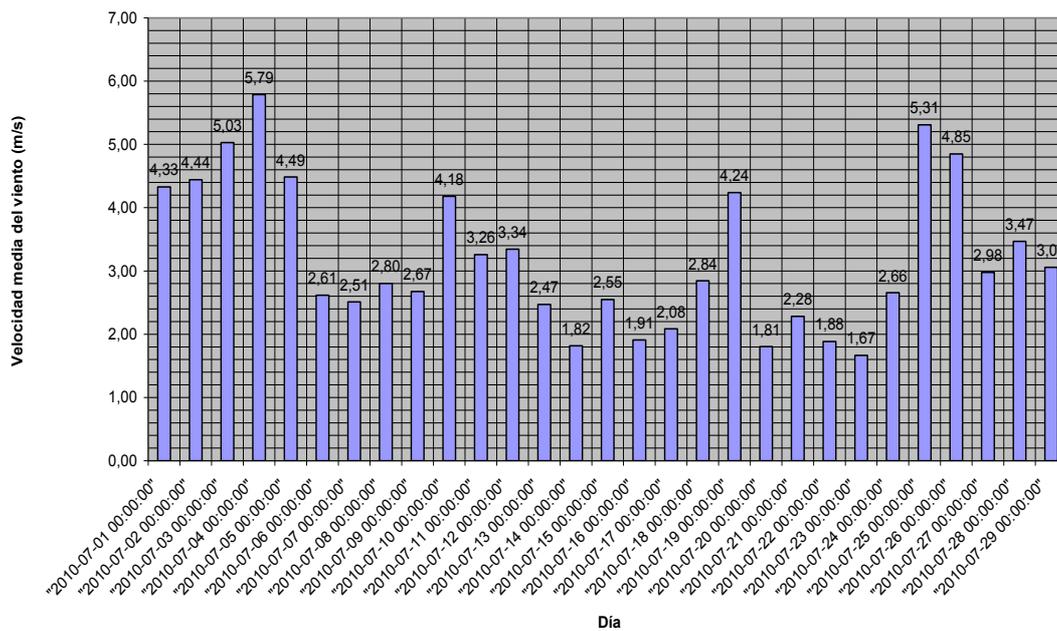
○ Junio 2010:

PERFIL DE VIENTOS JUNIO 2010 (HUERTO EXTREMADURA)



○ Julio 2010:

PERFIL DE VIENTOS DE JULIO 2010 (HUERTO EXTREMADURA)

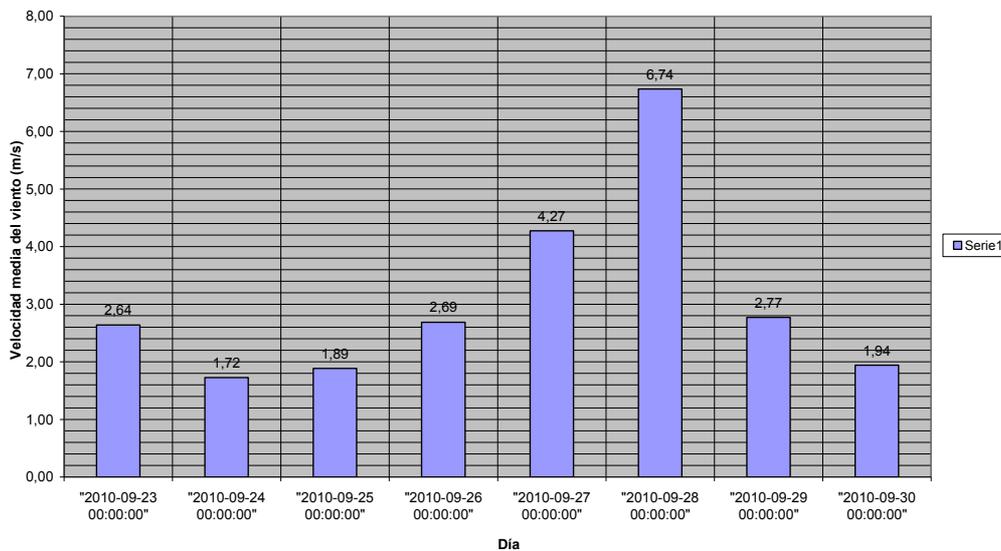




○ Agosto 2010: No hay datos.

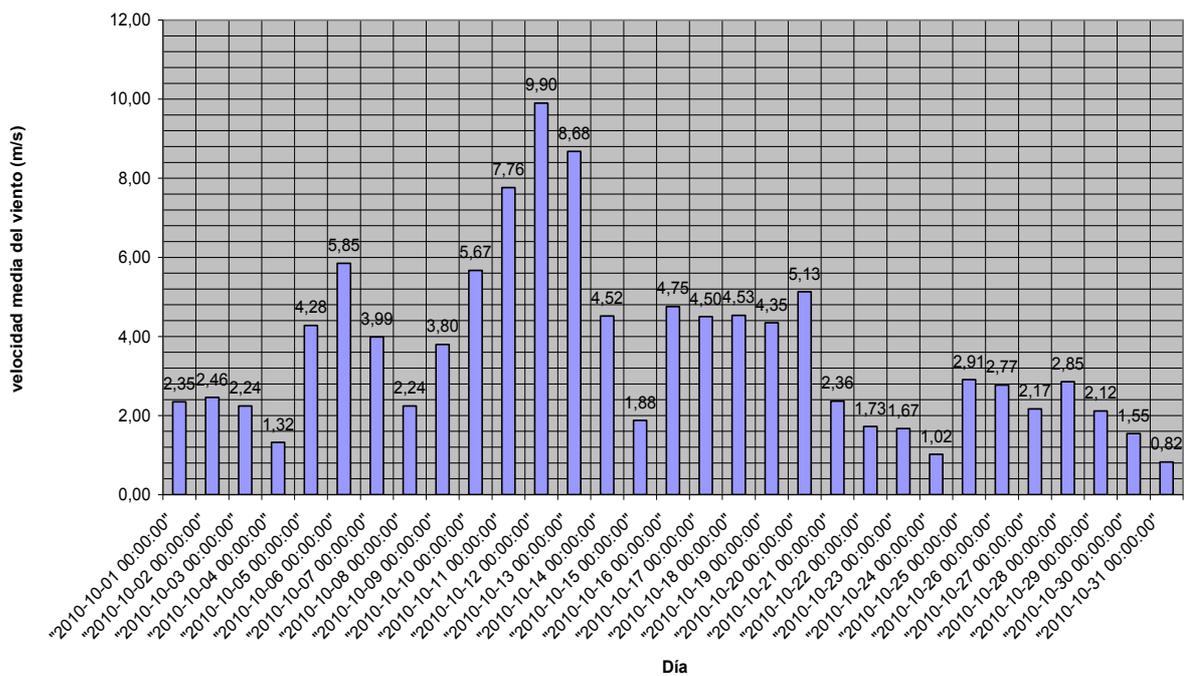
○ Septiembre 2010:

PERFIL DE VIENTOS SEPTIEMBRE 2010 (HUERTO EXTREMADURA)_INCOMPLETO



○ Octubre 2010:

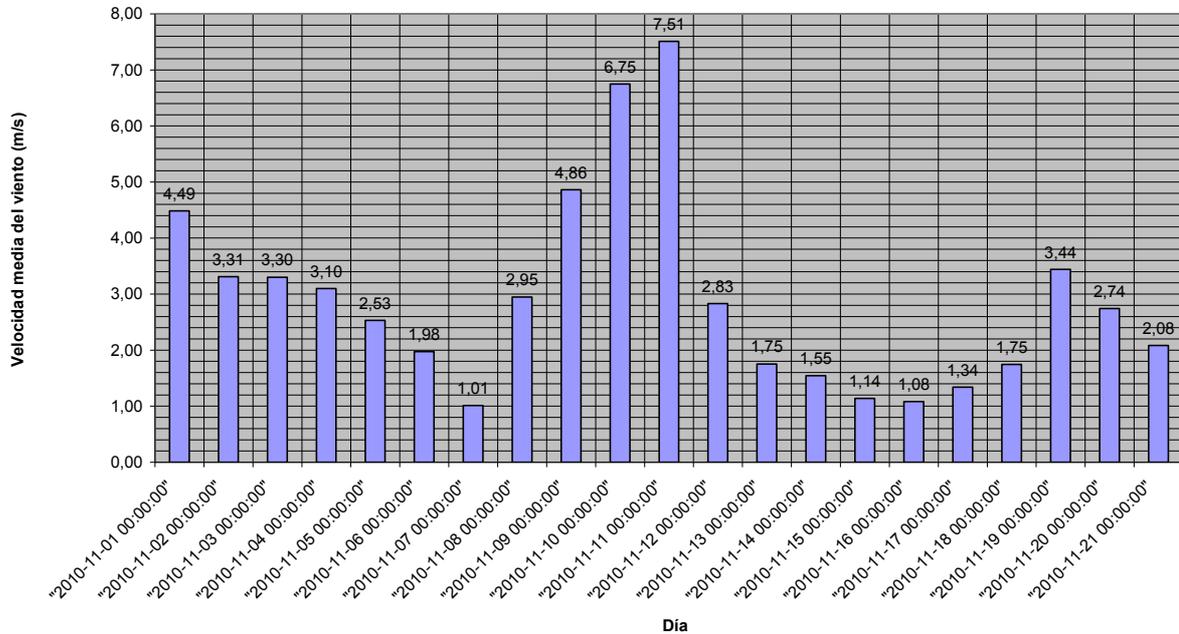
PERFIL DE VIENTOS OCTUBRE 2010 (HUERTO EXTREMADURA)





- Noviembre 2010:

PERFIL DE VIENTOS NOVIEMBRE 2010 (HUERTO EXTREMADURA)



Estas medias de viento oscilan típicamente entre los 14 m/s y los 3 m/s. Una estimación de las velocidades promedio mensuales en base a los gráficos anteriores se presenta en la siguiente tabla. El promedio total es de 3,7 m/s.

Mes	Velocidad m/s
Noviembre 2009	2
Diciembre	3
Enero 2010	3
Febrero	5
Marzo	4
Abril	3,5
Mayo	4,5
Junio	5
Julio	4,5
Agosto	?
Septiembre	3
Promedio	37,5/10=3,7

Hay que tener en cuenta que el riego no se produce las 24 horas, los riegos se producen en épocas de temperaturas medias no más 5-6 horas al día y en la época de más calor alrededor de 8-10 horas al día. Como la media es tomada en 24 horas es lógico pensar que para que una media sea de 4 m/s habrá horas con más de 4m/s y horas con menos. Nuestro sistema al estar asistido por un depósito para almacenar el agua, aprovechará las horas de vientos mayores del día y aunque haya horas a las que la aerobomba no extraiga agua; se podrá regar con casi todas las medias que se muestran en estas gráficas. Aportando el

depósito al sistema prevemos la posibilidad de tener 2 ó 3 días seguidos sin viento o con vientos no superiores a 4-5m/s (lo cual en los perfiles de viento se ve que ocurre en escasos periodos)

Señalar también que el viento máximo en 2010 fue de 12 m/s=**43 km/h** (Marzo 2010 HE) No es demasiado elevado. Por ejemplo, en Chiclana cada año tenemos levanteras



de más de 100km/h.

Por ultimo, señalar que existe una es una herramienta sencilla, la escala Beaufort, para hacer estimaciones cualitativas de perfiles de viento, que por su utilidad incluimos en este informe (aunque, como hemos señalado, los perfiles aportados para nuestro proyecto proceden de mediciones cuantitativas)

BEAUFORT	m/s	Km/h	
0	0.1	0.2	El humo sube verticalmente
1	1 a 2	2 a 6	El humo se inclina
2	2 a 3	7 a 11	Se nota el viento en la cara
3	4 a 5	13 a 19	Las ramitas se mueven
4	6 a 8	20 a 30	El viento levanta polvo
5	9 a 11	31 a 39	Los árboles pequeños balancean
6	11 a 14	41 a 50	Las ramas grandes se mueven
7	14 a 17	52 a 61	Los árboles se mueven
8	17 a 21	63 a 74	Se rompen las ramas pequeñas
9	21 a 24	76 a 87	Se producen pequeños destrozos
10	25 a 28	89 a 102	Destrozos en árboles y edificios
11	29 a 32	104 a 117	Tempestad violenta
12	33 a 37	119 a 131	Huracán

CONCLUSIÓN: Estas condiciones de viento son adecuadas para bombeo eólico. Por ejemplo, existen pequeños molinos de 1.8 m de diámetro, que permiten bombear desde una profundidad de 2 m 58.000 litros/día con una velocidad del viento de 5 m/s.



4.2.2 Equipamientos

4.2.2.1 Taller regional de Dajla

A continuación mostramos un listado de herramientas relacionadas con el proyecto del taller de mantenimiento en Dajla del Huerto de Extremadura.

Herramienta	Número	Observaciones
Soldadora	2	Los electrodos se pueden comprar en el mercado, aunque son de mala calidad.
Taladradora	4-5	
Soldadora	0	No hay de oxy-acetileno. La que hay es de gas (sólo valida para metales “blandos”)
Torno	0	No hay, pero sí en el taller estatal de Rabounni.
Sierra para metales		Es manual, no eléctrica. Las cuchillas se pueden comprar en el mercado de Dajla.
Pillar drill	1	Tiene un pero rota, pues no la usan.
Sheet Rolling machine	0	Para dar forma a las aspas.
Angle grinder	1	Tienen cortadora de disco.
Bench grinder	0	
Metal workbench	1	Mesa con prensa para trabajar y sujetar metales.
Chain block	1	Tienen bloques de cadena de 12 m para arreglar camiones
Winche	0	
Tirfor	0	
Files	0	Tienen zapeadoras para madera, pero no para metal.
Llaves	10	
Crucetas	2	
Threading dies	0	Para hacer machos y hembras.
Spray de pintura	1	Existe pistola con compresor

Puntos adicionales positivos:

- ▶ La nave tiene un grupo electrogenerador propio: el del Huerto de Extremadura adyacente. Dispone de suministro eléctrico suficiente e independiente.
- ▶ Los técnicos son extremadamente habilidosos. Nos mostraron como se puede sustituir un winche con mucho ingenio, un sistema de poleas y el empuje de un jeep.

Puntos negativos:

- ▶ Para la manufactura de molinos de alto caudal, el taller estatal de Rabounni está mucho mejor equipado de maquinaria y con más fácil acceso a repuestos, como estudiamos en el siguiente apartado.



Figura 17. Taller de mantenimiento en Dajla.

4.2.2.1 Taller estatal de Rabounni

Este taller se usa entre otras funciones para rectificado de motores. Tiene mucho mejor equipamiento y emplazamiento que el taller de Dajla, al estar situado en la misma capital Rabounni.

Fue equipado por una **ONG** de Bremen, Alemania. Fue un proyecto de 10 años que terminó hace 5 años. El propio taller es antiguo: su técnico lleva trabajando allí desde hace 17 años. Existen dos trabajadores fijos y otros dos eventuales.

No tienen problemas de suministro eléctrico para alimentar su maquinaria, pues disfrutan de la conexión a una línea de media tensión proveniente de Tindouf.

Conclusión: La nave de Dajla esta magníficamente equipada como taller de mantenimiento, siendo aconsejable usar el taller estatal de Rabounni como base para implementar línea de producción de molinos de alto caudal.



4.3 Objetivo de producción

Como campamento de refugiados, las wilayas reciben del Alto Comisionado de las Naciones Unidas para los Refugiados (ACNUR) una ración de alimentos que es necesariamente exigua. Por ejemplo, reciben 1 saco de 70 kg de trigo para cada dos familias al mes. El programa Caravana por la Paz, lleva una vez al año un convoy de alimentos donados generosamente por familias españolas. Ahora bien, necesariamente lo donado consiste en alimentos no perecederos. Las hortalizas constituyen por tanto un bien muypreciado entre la población. ACNUR alcanza a distribuir hortalizas tan sólo una vez al mes, por lo que la producción y distribución de hortalizas constituye uno de los objetivos nutricionales prioritarios para la población. Prueba de ello es el gran interés despertado por la nueva red de microhuertos de mujeres que se está organizando en Dajla.

Dedicaremos este apartado a elaborar un estudio de la demanda de distintas hortalizas, para proceder a continuación al estudio y dimensionamiento de los huertos que pudieran satisfacer esta demanda.

4.3.1 Análisis Nutricional

Una familia media consta de 5 miembros, por lo que tenemos unas 6.000 familias en Dajla.

Según nuestra encuesta local el paquete de vegetales mínimo complementario demandado por familia y semana es

Producto	Demanda Kg/familia/semana	Total anual para Dajla (Tm)	Rendimiento (Tm/Ha)	Ha necesarias
Zanahoria	1	312	18	17,3
Tomate	1	312	100	3,1
Cebolla	1	312	15	21
Calabacín	0,5	156	9	17,3
Acelga	0,5	156	24	6,5
Lechuga	0,5	156	50	3,1
TOTAL	4,5	1.404		

Consideraciones:

- Hemos excluido los nabos y las remolachas, pues desde el punto de vista nutritivo son de más valor las zanahorias y acelgas. Los primeros son sustitutivos de menos valor nutricional que los segundos.



- ▶ Para el calabacín, dada la mala calidad de las semillas disponibles, tomamos un rendimiento bastante bajo de 9 Tm/Ha. Solo se producen en Dajla desde hace 3 años.
- ▶ La producción de tomate considerada es de invernadero (más del doble de producción que en cultivo libre). En la zona se dan unos rendimientos de 13 Tm en invernaderos de 1.300 m², es decir, con un rendimiento de 100 Tm/Ha.
- ▶ El rendimiento considerado de lechuga es también de invernadero, en donde se alterna en el terreno mata de tomate por la de lechuga. Aunque en el invernadero existe la misma superficie cultivada de lechuga que de tomate, la producción de lechuga varía no sólo por su distinto peso sino porque en cada campaña de 5 meses se recoge una vez el tomate y dos veces la lechuga. A su vez la lechuga se recoge entera, mientras que en el caso del tomate, solo se recogen los tomates maduros de cada mata. En cada mata de tomate puede haber 4-5 kg recogidos, mientras que para la lechuga tiene un peso medio sobre 1 kg. La combinación de todos estos factores justifican los valores de rendimiento tomados en la tabla.
- ▶ En el caso de la zanahoria hemos tenido en cuenta un factor de pérdida de superficie útil cultivable del 30% por el terreno consumido por los cortavientos. En la línea de cultivo hay una mata de zanahorias muy juntas, a cada 7 cm⁵, dando cada mata unos 200gr de producción media. Las líneas están mucho más separadas de lo normal, a 1 m. Todo esto nos lleva a la siguiente fórmula:

$$P = r\rho(pS_T) = \frac{1 \text{ kg}}{5 \text{ mata}} \times \frac{4 \text{ matas}}{0,3 \text{ m}^2} \times (0,7 \times 1.300 \text{ m}^2) = 2,4 \text{ Tm}$$

Lo que arroja un rendimiento de 18 Tm/Ha, valor real de la producción anual del Huerto de Extremadura.

La zanahoria es una de las hortalizas más producidas en el mundo⁶. La producción inicial que se pretende conseguir para Dajla es de 720 Tm/año para 30.000 habitantes, es decir, 24 kg/habitante y año.

Desde el punto de vista nutricional las zanahorias es una hortaliza muy valiosa. El valor nutricional de cada 100 g de zanahoria se aporta en la siguiente tabla, donde se puede ver su alto contenido en vitaminas.

⁵ Lo normal en España con buenas condiciones del terreno son separaciones de 15x20cm.

⁶ La producción de España en zanahorias en el 2002 según la FAO fue de 400.000Tm.



Valor nutricional de la zanahoria en 100 g de sustancia comestible	
Agua (g)	88.8
Carbohidratos (g)	10.1
Lípidos (g)	0.2
Calorías (cal)	40
Vitamina A (U.I.)	2.000-12.000 según variedades
Vitamina B1 (mg)	0.13
Vitamina B2 (mg)	0.06
Vitamina B6 (mg)	0.19
Vitamina E (mg)	0.45
Ácido nicotínico (mg)	0.64
Potasio (mg)	0.1

Figura 17. Tabla nutricional de la zanahoria

4.3.2 Dimensionamiento de la producción

Como hemos visto en la sección de antecedentes, existen 3 huertos en Dajla:

- ▶ Huerto de Extremadura
- ▶ Nuevo huerto de 8 Ha
- ▶ Red de microhuertos

Vamos a calcular cuantos microhuertos hacen falta para cubrir las necesidades de Dajla. Hagamos el cálculo para la producción de zanahoria, tomada como un referente para escalar el resto del sistema. Según el ingeniero encargado del Huerto de Extremadura, hacen falta un mínimo de 720 Tm de zanahoria anuales para cubrir la demanda (2 kilos/persona/mes).



Hagamos el cálculo para este mínimo de producción, tomando como base la productividad actual del Huerto de Extremadura para zanahoria, que es de 18 Tm/año/Ha⁷.

Nombre	N ^a	Tamaño (Ha)	Rendimiento (Tm/Ha) zanahoria	Producción TOTAL (Tm)
Huerto de Extremadura	1	12	18	216
Huerto Nuevo	1	8	18	144
Microhuertos	2.000	20	18	360
TOTAL	2.002	40	18	720

En conclusión, para aportar la demanda local de zanahoria, hace falta la producción no sólo del Huerto de Extremadura y del Huerto Nuevo, sino de 2.000 microhuertos de un tamaño medio de 200m². En la actualidad existen 500 microhuertos. Al ritmo actual de 70 microhuertos/año se tardarían 21 años en completar los 1.500 microhuertos restantes. Unas de las limitaciones para aumentar la tasa de crecimiento anual es el coste del sistema de bombeo.

Conclusión: Es necesario apoyar no sólo el crecimiento de la red de microhuertos, sino hacer viable el nuevo Huerto de 8 Ha. El factor limitante fundamental, en las actuales condiciones de Dajla, es hacer accesible un sistema de bombeo de agua apropiado.

⁷ Según el ingeniero responsable del Huerto de Extremadura, la productividad de los microhuertos debe ser mayor pues están mejor cuidados. No obstante, con criterio conservador, mantenemos el mismo valor estimado de productividad base.



5. El Proyecto

5.1 El problema

En la última década, la situación política de la **RASD** puede ser definida como “*ni guerra ni paz*”. Sus decisiones están enmarcadas en un enfoque de “transitoriedad permanente”. No obstante, debido al contacto con el exterior aparecen nuevas actividades económicas en un contexto de precariedad, como por ejemplo, la activación del pequeño comercio por las ayudas provenientes de saharauis emigrados, etc.

Desde la perspectiva de transitoriedad el mejor escenario para la cooperación ha venido en definirse como “Desarrollo en el refugio”⁸, en donde la clave es **preparar una estructura social para el cambio**. El enfoque es por tanto diferente, y a medio camino de los escenarios usuales de situaciones de emergencia, o de situaciones estabilizadas.

Tras cerca de 35 años, se ha producido una evolución lógica de un campamento de refugiados a un asentamiento humano que tiende a mejorar sus condiciones de vida. Los campamentos han evolucionado hacia una mayor consolidación y complejidad donde comienzan a aparecer síntomas de vida urbana. Ello supone la implantación de unos niveles mínimos de infraestructuras y equipamientos con grandes problemas derivados de su conservación y mantenimiento. Tal es el caso de los sistemas de bombeo de agua importados del primer mundo.

Por otro lado la nutrición es percibida como uno de los problemas más importantes de la población saharauí. Debemos señalar la paulatina reducción de las ayudas de **ACNUR** a los campamentos de refugiados del Sahara. Destaca la producida en el 2008 de 140.000 beneficiarios a 90.000, decisión unilateral de Naciones Unidas sin tener en cuenta a las autoridades saharauíes. Esto supuso la reducción de más del 40% de la ayuda de Naciones Unidas. La Unión Europea ha bajado también sus ayudas de 15,4 M€ en 2002 a 10 M€ en 2008. Estos hechos han despertado una gran preocupación del pueblo saharauí por la soberanía alimentaria.

Esta situación ha sido paliada en parte por la acción de diversas **ONG** y la Agencia Española para la Cooperación Internacional y el Desarrollo (**AECID**). Varios programas, que aportan leche de camello⁹, huevos¹⁰ y carne fresca se han desarrollado. De hecho, la ayuda internacional para apoyar la agricultura y la ganadería data ya de 1986. Asimismo, se valora especialmente “*la ayuda internacional para formar personal técnico para crear cuadros para el futuro de un Sahara independiente*”, en palabras del propio Sr. Salek Baba, Ministro de Cooperación, pronunciadas el 17-09-2008 en la Mesa de Concertación para la Soberanía Alimentaria del Sahara.

⁸ Arquitectos Sin Fronteras (ASF). Info 29.

⁹ Muy destacable la ayuda de Cantabria con 100 camellas (4.000 litros mensuales de leche), y del Ayuntamiento de Burgos, con 50 camellas.

¹⁰ Destacable los centros de producción avícola del AECID y de SI que han permitido subir la cuota de 2 huevos a 4.



Como reconoce la propia AECID, la ayuda internacional es claramente insuficiente para cubrir las necesidades nutricionales de la población. De hecho existen datos que revelan índices de desnutrición y anemias.

Asimismo se han creado huertos estatales, regionales (de las wilayas) y familiares. Como reconoce Baba Efdeid (Secretario General del Ministerio de Desarrollo Económico de la RASD) la política del gobierno es avanzar en las tres escalas simultáneamente, de forma paralela, hasta que se alcance el autoabastecimiento.

5.2 Tecnologías apropiadas

Según Dieter Seifert, las tecnologías apropiadas son aquellas que se adecuan específicamente a las condiciones coyunturales de la población a las que van a dar servicio. Para proyectos de cooperación entre el primer y tercer mundo, estas deben ser mas sofisticadas que las del país receptor, pero mucho mas simples que las que operan bajo las condiciones del país emisor. Una tecnología apropiada (TA) debe ser apropiada para el:

- ▶ **Ambiente:** tienen que utilizar recursos renovables y no sobrepasar la capacidad de carga de los ecosistemas en los que se insertan.
- ▶ **Tarea:** tienen que dar respuesta al problema –productivo o doméstico– de que se trate de manera eficaz, eficiente y generando riqueza.
- ▶ **Gente:** tienen que ser de bajo costo, de fácil manejo y manutención, de sencilla comprensión y reproducibles a escala local.



Figura 18. Contrastando necesidades con el gobernador.

Nuestro proyecto se basa en sustituir el esquema de bombeo basado en combustibles fósiles en un sistema basado en tecnologías apropiadas.



5.3 Nacimiento de la idea

La idea del proyecto la tuvimos durante la filmación del cuarto episodio de la serie “Planet Mechanics” titulada “Paella Solar”. La serie se dirige fundamentalmente a demostrar como se pueden construir soluciones sencillas con energías renovables para problemas tradicionales de diversos países europeos. Tras una primera entrevista con el director, Jesús Martínez Linares, investigador de la Universidad de Sevilla y fundador de **SUSTENTA**, convence al director de rodar el documental de la serie correspondiente a España en su pueblo natal: Chiclana de la Frontera en Cádiz. Jesús propone un ejemplo: sustituir el motor de gasoil para bombeo de agua para el ganado vacuno en un cortijo típico de la zona por energías renovables. El documental fue rodado por la conocida productora **NATIONAL GEOGRAPHIC** el pasado Septiembre del 2007. El molino fue construido en el plazo de 5 días con materiales reciclados (bidones de latón del cortijo, etc), y sin embargo funcionó durante dos años en una zona de fuerte viento sin mantenimiento.



Figura 19. Aerobomba de agua para ganado elaborado en Chiclana durante el rodaje de un documental de National Geographic.

El molino era un verdadero ejemplo de cómo usar la ingeniería para construir un aparato de la manera más sencilla, más robusta, de más bajo coste y menor mantenimiento posible. Y es eso precisamente el mejor ejemplo de “tecnologías apropiadas” al tercer mundo.

De hecho, este molino de diseño simplificado de bajo coste y bajo mantenimiento probaba su utilidad en una zona de alto viento. De aquí nos planteamos en que zona un diseño de tecnologías apropiadas sería más efectivo.



En ese momento conocíamos por medio de la Asociación de Amigos del Pueblo Saharahui **SADICUM** de Chiclana la problemática de los campamentos de refugiados. Esta asociación viene desarrollando una labor importantísima allá. Su programa vacaciones para la paz trae niños saharauis en verano, y el programa caravana de la paz les lleva la solidaridad española en forma de alimentos. Pensamos que una versión de este tipo de molino para los campamentos de refugiados sería una opción adecuada ya que:

- ▶ Puede ser construido a bajo coste con herramientas mínimas.
- ▶ Tiene escaso mantenimiento.
- ▶ Es apropiado para un entorno de alta salinidad y arenas. Estos provocan un daño considerable a los sistemas de bombeo usuales de alimentación eléctrica o basada en combustibles fósiles.
- ▶ Es implementable un sistema de seguridad para su desconexión automática en caso de que el viento supere el valor umbral de 15m/s, lo que protege al molino del siroco.

A partir de aquí simplemente unimos el lazo: teníamos el que y el donde. Sólo faltaba entusiasmo para llevarlo a cabo... y sensatez. Por ello empezamos mostrando el proyecto a los que más experiencia tienen en la zona. Por ello, en Diciembre del 2007 el proyecto es presentado por Jesús Martínez en la Conferencia Internacional “*Ciencia y Tecnología para el Desarrollo*” auspiciado por el **FECYT** en el Parque de las Ciencias de Granada. El proyecto obtiene un amplio respaldo por reconocidas personalidades del sector, lo que nos anima definitivamente a llevarlo a cabo.



5.4 El molino

5.4.1 El molino multipala SUSTENTA

En el 2009 la ingeniera por la Universidad de Cádiz (UCA) **Maria de la Cruz Jimena Calderón** realiza, a petición de SUSTENTA, para su trabajo de fin de carrera el diseño de un molino eólico de bombeo de agua para zonas en desarrollo.

Los sistemas convencionales no resultan adecuados para riego de huertos regionales por los siguientes inconvenientes:

	VENTAJAS	INCONVENIENTES
BOMBA MANUAL	- Bajo coste	- Baja capacidad de bombeo - Fuerza física
BOMBA ELÉCTRICA	- Coste inicial medio	- Requiere conexión a una red eléctrica
BOMAS ACCIONADAS POR DIESEL	- Alto caudal	- Alto coste de funcionamiento y mantenimiento
BOMBAS SOLARES	- Bajo coste de funcionamiento y mantenimiento	- No fabricadas localmente - Bajo caudal

En cambio, los molinos eólicos o aerobombas son usados en localizaciones remotas pues son robustos, mecánicamente fiables, de bajo mantenimiento, de coste de funcionamiento cero (el viento “no pasa factura”) En nuestro caso se trata de diseñar una aerobomba con “**tecnologías apropiadas**”, es decir un modelo simplificado que sea capaz de ser fabricado localmente, adaptado a las condiciones de la zona. Recordemos que las tecnologías apropiadas son “*apropiada y apropiable, adecuada al lugar y a la capacidad local, no generar dependencias, aceptada y asumida por las poblaciones, fortalecedora del individuo, el grupo y las instituciones, generadora de desarrollo y sostenible*”

El proyecto no solo consigue diseñar un **molino eólico simplificado** para bombeo de agua, definiendo las características de los principales componentes que lo integran, sino que además determina, según los medios disponibles en la zona, los procesos de fabricación con los que construirlo. Se trata de conseguir un alto potencial de replicación que prepare a la población para un futuro desarrollo económico.

El sistema se compone de las siguientes partes:

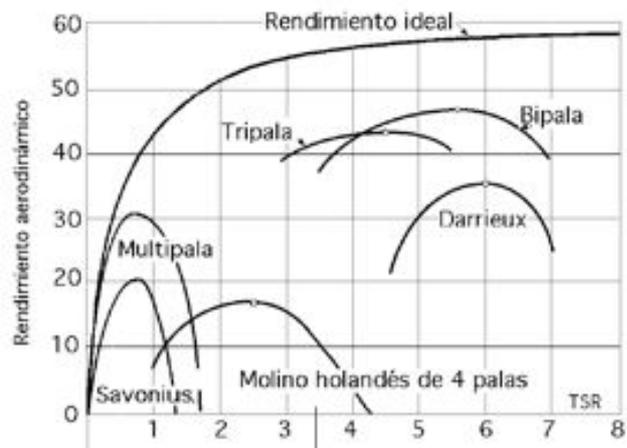
- ▶ Eólica
- ▶ Sistema de bombeo
- ▶ Soporte
- ▶ Depósito

5.4.1.1 La Eólica

El diseño de palas para el perfil de viento de la zona es multipala (ver gráfico) donde TSR esta dado por

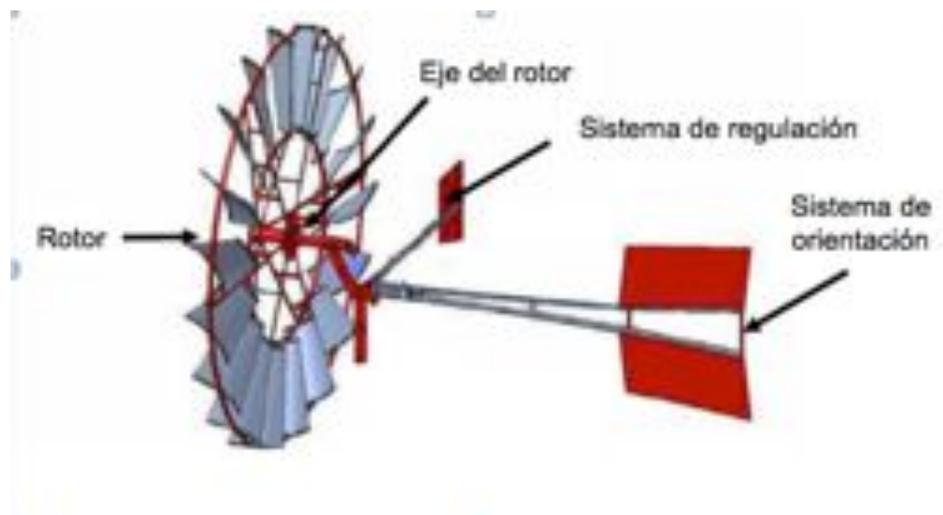
$$TSR = \frac{u \max}{v} = \frac{r\omega}{v} = 1;$$

$$\omega = 2,86 \text{ rad/s} = 27,28 \text{ r.p.m.}$$



En el proyecto se estudian los distintos parámetros del sistema de captación de la energía cinética del viento, y los distintos elementos del sistema eólico:

- ▶ Rotor
- ▶ Eje del Rotor
- ▶ Sistema de regulación
- ▶ Sistema de orientación

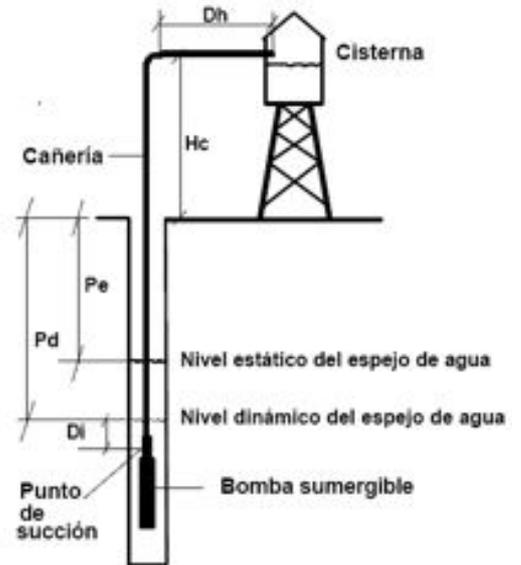




5.4.1.2 El Sistema de Bombeo

DATOS:

$P_d = 10\text{m}$; $P_e = 9\text{m}$
 $D_i = 2\text{m}$
 $H_{equiv} = 1\text{m}$
 $H_c = 6\text{m}$
 $\eta_v = 0,8$; $\eta_b = 0,65$; $\eta_m = 0,9$
 $P = 229,7\text{W}$

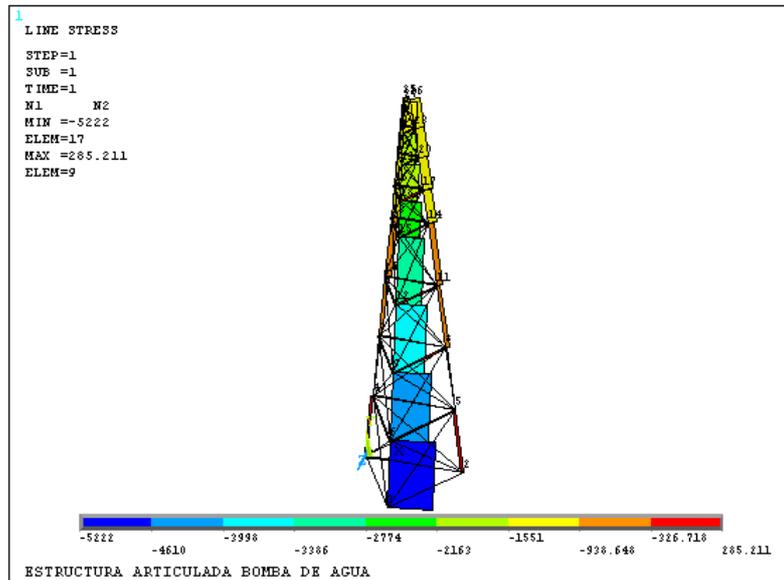


5.4.1.3 El Soporte

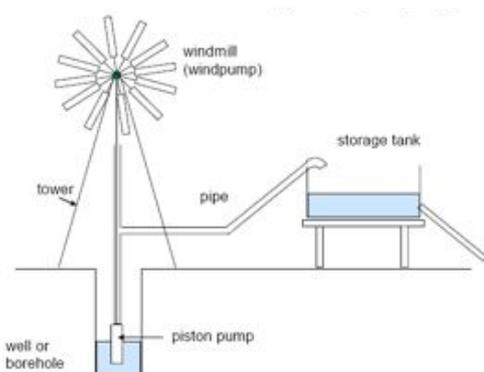
DATOS: $h = 9\text{m}$

$V: 50 \times 50 \times 5\text{mm}$
 $H: 40 \times 40 \times 5\text{mm}$
 $D: 10\text{mm}$
 $X = 55$; $P = 500\text{kg}$; $F_a = 350\text{N}$

$V_v = 0.070070\text{N/mm}$
 $V_H = 0.056056\text{N/mm}$
 $V_D = 0.015976\text{N/mm}$



5.4.1.4 El Depósito





Instalaciones y maquinarias

Se dispone de un taller de unos 200m² en Dajla. El equipamiento mínimo requerido es:

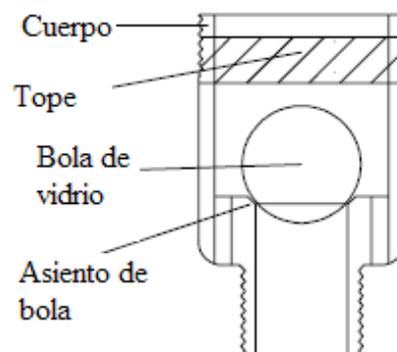
- ▶ Torno
- ▶ Sierra para metales
- ▶ Taladro vertical
- ▶ Rodillo
- ▶ Banco de trabajo
- ▶ Herramientas manuales

Como materiales:

- ▶ Secciones angulares de acero
- ▶ Tuberías de acero
- ▶ Planchas de acero y chapas
- ▶ Tornillos, tuercas y arandelas.
- ▶ Cojinetes de bolas
- ▶ Cojinetes y casquillos de madera, plástico o caucho.

Los materiales pueden en principio ser encontrados en Tindouf, lo que reduce el coste de instalación. Se eliminan los componentes complejos para hacer mínimo el mantenimiento. Por ejemplo, la bomba se construirá de bajo coste con cilindros de pvc. La unión de dos adaptadores de rosca de pvc permitirá fabricar las válvulas para el sistema de bombeo. La bomba está compuesta por:

- ▶ Cilindro
- ▶ Pistón-Válvula
- ▶ Válvula de pie





FICHA TÉCNICA MOLINO SAHARA

I. Características molino

- ▶ Tipo: Multipala americano.
- ▶ Número de palas: 12.
- ▶ Diámetro del rotor elegido: 3,5m
- ▶ Potencia máxima útil: 230W.
- ▶ Altura de la torre: 9m.
- ▶ Velocidad de arranque: viento a 3m/s
- ▶ Velocidad típica a la altura del rotor: 5m/s
- ▶ Velocidad máxima del rotor: 100 r.p.m (correspondiente a $v=9\text{m/s}$)
- ▶ Velocidad máxima (rotor ortogonal al viento): 15m/s
- ▶ Velocidad de supervivencia: 50 m/s
- ▶ Peso con torre incluida: <500 kg
- ▶ Tiempo de fabricación: 80 h/hombre

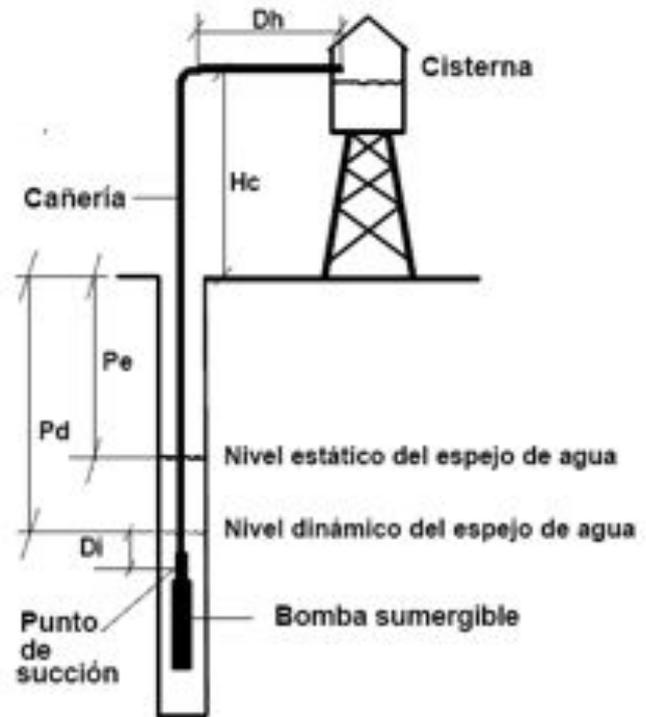
II. Características pozo Huerto Extremadura

- ▶ Profundidad: 79 m.
- ▶ Nivel dinámico: $P_d=10$ m.
- ▶ Nivel estático: $P_e=9$ m.
- ▶ Altura de cisterna: $H_c=6$ m.
- ▶ Altura dinámica: 15 m
- ▶ Caudal: $Q=63.183$ l/día



III. Características del tanque

- ▶ Capacidad= 5.000 l
- ▶ Dimensiones: Cilindro de 2m de altura y 0.9 m de radio.
- ▶ Altura de elevación: $H_C=6m$ (para asegurar presión del sistema de riego por goteo)
- ▶ Superficie de riego: 0,5 Ha



IV. Sistema de riego

- ▶ Diametro de tuberías de PVC: 1cm.
- ▶ Caudal : $Q=0,16$ l/s.
- ▶ Presión de trabajo: 1.5 kg/cm²

V. Características pozo pequeño del Nuevo Huerto de Dajla:

- **Diámetro:** 3,8 metros (contando paredes). Hay que poner vigas 50 cm mas grandes por cada lado. Las vigas van a cimientos con espárragos (hay que pedir al proveedor que incluya 4 tornillo con tuerca y arandela para coger cada pie del Molino a la viga)
- **Profundidad** desde boca del pozo hasta superficie del agua: **3,14 m.**
- **Profundidad** desde la superficie hasta el fondo del pozo: **6,37** metros. (parece que inicialmente eran 13 m)
- Ubicación: Nuevo Huerto de Dajla.



Luego:

- Hay que pedir 5 mt de tubo (se mide sin tener en cuenta la parte que va en la torre)
- Los 5 m están entre 3 y 6 metros, además conviene dejar 0,5 m por debajo de la bomba para que no coja barro.



5.4.2 El molino panémona

El diseño de molino **multipala** anteriormente descrito es una versión optimizada para conseguir una aerobomba para irrigación de huertos regionales de los campamentos saharauis. No obstante existe un diseño todavía mucho más sencillo: el molino panémona.

El molino tipo panémona es útil para pequeños caudales (consumo de una vivienda familiar y huerto de autoconsumo, oasis, etc) para pozos de poca profundidad (máximo 30 metros) y necesita varias horas de viento diario de una velocidad igual o superior a 4 m/s.



Una característica que lo hace muy versátil es que la panémona puede utilizarse también como toma de fuerza para otros usos: pequeño molino de cereales, lavadora accionada mecánicamente o micro-generador eléctrico.

Desde luego, si deseamos un molino para abastecer una comunidad (varias viviendas) o un huerto comunitario habría que pensar en un molino multipala de gran tamaño (proporciona mayor caudal) El diseño multipala efectuado es un diseño optimizado con tecnología sencilla, pero aún así mucho más tecnológico, no tan fácil de hacer en una pequeña herrería, como si lo es la panémona.

Por consiguiente hemos optado para la fase 5 empezar con un taller para enseñar a construir panémonas. Esto testará la capacidad de ejecución del proyecto con el sistema más sencillo posible. Este know-how que se transmitirá puede resultar de gran valor para los objetivos principales del proyecto; pues el diseño panémona es el más barato posible, con mas bajo coste de mantenimiento y además optimiza la capacidad de autoconstrucción.

5.4.2.1 Materiales requeridos

5.4.2.1.1 Material que deberá estar disponible en Dajla.

- ▶ Un poste **recto** de madera (con tratamiento para la intemperie tipo telefónica) o tubo metálico fuerte, con un mínimo de 6 metros de altura (mejor de 9 a 10 mts).
- ▶ Seis (6) bidones metálicos de 200 litros (ver foto) sin agujeros, con tapas y todos del mismo tamaño y forma.





- ▶ 70 metros de cable de acero galvanizado de 8 mm para los vientos del poste.
- ▶ 50 metros de alambre galvanizado de 3 ó 4 mm para rigidizar rotor.
- ▶ 6 tubos rectangulares de 40x50x2mm largo 2 metros.
- ▶ Pintura y complementos (imprimación y esmalte, pinceles, disolventes...) si lo desean se podrían utilizar los colores de la bandera del Sáhara.
- ▶ Llaves planas, inglesas y mínimo dos (2) stilson para los tubos.
- ▶ Destornilladores, sargentos, martillos, alicates, limas varias medidas.
- ▶ Tornillos M-6, M-8 y M-10 con tuercas.
- ▶ Para la cimentación del molino: arena, grava, piedras y cemento portland.
- ▶ 2 trozos de perfil "U" para la bisagra del poste. Mínimo 10 cms ancho.
- ▶ 1 metro varilla roscada galvanizada de M-20 (o similar) con tuercas.
- ▶ 4 varillas REA (o similar) de 2 mts para anclajes vientos.

5.4.2.1.2 Material a llevar desde España

Este es un material algo más delicado que en principio preferimos llevar desde España para el primer taller:

- 1 reenvío.
- 1 eje con rodamientos de puente y plato con excéntrica.
- 1 biela completa
- 1 bomba de pistón (marca Tarragó).
- 32 Cierracables
- 4 tensores de cable.





5.5 Descripción del proyecto

El proyecto consiste en la instalación, no de un molino de bombeo, sino de la capacidad de generarlos de manera sostenible. Para ello planteamos el siguiente cronograma.

5.5.1 Cronograma

Este es un proyecto de 5 fases en 5 años (2008-2013) renovable a un segundo periodo de dos años (2014-2015) con las siguientes fases:

Fase	Título	Fecha	Objeto	Resultado
0	Idea	Dic. 2007	Presentación del proyecto a la Conferencia Internacional “Ciencia y Tecnología para el Desarrollo” auspiciado por el FECYT en el Parques de las Ciencias de Granada	► Positivo: proyecto ampliamente respaldado por los expertos.
1ª	Estudio	Dic. 2008	Estudio de viabilidad técnica e institucional del proyecto. Primera visita de inspección.	► Positivo: condiciones técnicas idóneas +comprobado alto interés por el proyecto de la población local y de sus instituciones. ► Primer “Informe Sahara”
2ª	Proyecto	Febrero-Diciembre 2009	► Redacción de proyecto de taller de producción. ► Búsqueda de financiación.	► Realizado. ► Realizado parcialmente
3º	Formalización del 1º Convenio	Noviembre 2010	► Firma Convenio SUSTENTA-RASD	► Formalización del Acuerdo Marco de Colaboración.
	Toma datos en campo	Diciembre 2010	► Instalación de estación meteorológica	► Toma de datos en campo



			<p>proyecto.</p> <ul style="list-style-type: none"> ▶ Nueva búsqueda de financiación. 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Financiación.
6º	Montaje de la línea de producción de las aerobombas y 2º Taller.	2014	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Equipamiento del taller estatal acordado con MCI. ▶ Instalación de nuestro propia aerobomba piloto demostrativa de acuerdo al Proyecto Técnico de María de la Cruz Jimena Calderón en pozo acordado con el MCI. ▶ 2º Taller formativo de medio mes para enseñar a manufacturar molinos. 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Equipamiento (aprovisionamiento de piezas y herramientas) ▶ Taller-instalación
7º	Aprovechamiento para Formación Profesional.	2015	Convenio con el Centro de Formación Profesional de Gazuani. Seguimiento.	Aprovechamiento docente del proyecto.

Es conveniente notar que por las condiciones de extrema dureza del verano en el Sahara, contamos sólo como meses hábiles el periodo de octubre a marzo. Por otro lado, la principal vía de aprovisionamiento es aprovechar los envíos que **DAJLA.org**. Esta ONG visita los campamentos unas 4 veces al año, lo que la reciente incorporación de esta ONG le convierte en un socio estratégico fundamental del proyecto.

Se trata en conclusión de resolverles un problema concreto, la escasa idoneidad de los sistemas de bombeo usuales con una solución apropiada a los condicionantes y recursos renovables del lugar.

Para ello se trata de crear una infraestructura logística y de conocimientos para el establecimiento de un sistema sostenible de bombeo de agua para irrigación, mediante un diseño de molino eólico simplificado y especialmente adaptado a las características de la zona. El proyecto consta de dos tipos de molino:

- ▶ Fase 5: Molino panémoma (pequeño caudal)
- ▶ Fase 6: Molino multipala. (gran caudal)

El diseño está optimizado para ser auto-replicable. Se trata de transferir el conocimiento, para que luego los técnicos saharauis formados puedan hacer tantos



molinos como deseen. La importancia del proyecto se enmarca en el actual proyecto de Soberanía Alimentaria (SA) de los campamentos de refugiados del Sahara que es considerada prioritaria tanto por las autoridades como por la población. Este factor es esencial para garantizar el éxito y continuidad del proyecto.

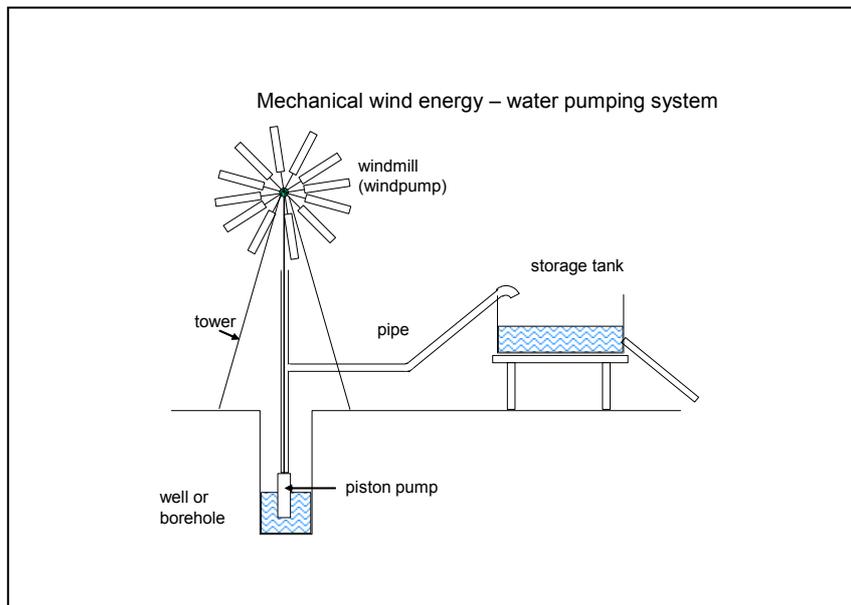


Figura 20. Esquema básico de funcionamiento del molino eólico para bombeo de agua. El tanque permite dar la presión necesaria para el sistema de riego.



5.5.2 Objetivos del proyecto

Objetivos generales

- ▶ Mejorar la calidad de vida de los campamentos de refugiados con alternativas técnicas e **infraestructuras** básicas que permitan la mejora de la productividad de sus huertos, y que impliquen la participación activa de la población.
- ▶ Plantear un caso particular de **desarrollo económico** agrícola sostenible, basado en energías limpias y autóctonas, preparando a la población para el autoabastecimiento energético que tendrán que afrontar en el futuro.
- ▶ **Educar en la sostenibilidad:** Mentalizar a la población de la importancia de la implementación de esquemas autónomos y sostenibles para su desarrollo económico.



Objetivos particulares

- ▶ Contribución a la soberanía alimentaria de los campamentos de refugiados del Sáhara, en un momento de disminución de la ayuda internacional que está provocando carencias nutricionales entre la población.
- ▶ Aumento de la producción hortícola al hacer sostenible el sistema de bombeo, ya que los problemas de los sistemas de bombeo fósil actuales provocan considerables pérdidas de la producción. Para ello el sistema debe ser lo suficientemente simple para ser susceptible de mantenimiento con medios locales.
- ▶ Aumento de la autoestima, ya que permite disminuir la dependencia externa, al ser un sistema dependiente de sus propios recursos naturales y de sus propias habilidades.
- ▶ Lograr que todo el sistema sea sostenible y replicable, es decir, sustentable por los medios a su alcance y ajustable a la demanda futura de molinos.

Mejoras concretas que produce el proyecto:

- ▶ Sistema de bombeo eólico de agua sostenible instalado en el nuevo huerto de 8 Ha de Dajla.
- ▶ Formación a técnicos saharauis para que puedan replicar el molino para distintos usos e instalaciones. El molino está especialmente diseñado para que pueda ser construido y mantenido con medios locales.



Fases 6-7:

- Instalación de una línea de producción de molinos eólicos en el taller estatal de Rabounni.
- Convenio de clases prácticas con un Centro de Formación Profesional adyacente al taller estatal.

5.6 Tejiendo redes

La capacidad de trabajar en red es una de las principales fortalezas del proyecto. Inicialmente, el proyecto se ha beneficiado de los vínculos entre Dajla y la asociación chiclanera **SADICUM**. **SADICUM** lleva 10 años realizando proyectos de cooperación internacional en la zona. De hecho, en la actualidad desarrolla los proyectos “*Caravana por la paz*”, para recoger y enviar alimentos a los campamentos, y el proyecto “*Vacaciones por la paz*”, donde familias chiclaneras albergan niños del campamentos de Dajla durante los dos meses de verano. El proyecto se beneficia de los canales de comunicación establecidos por **SADICUM**.

Durante la fase 3º hemos contado con el apoyo inestimable de **ISF Delegación Granada** para la dirección técnica del proyecto.

En el 2012 se realiza el importante acuerdo para la 4º fase con la **Dajla.org**, una **ONG** con amplia experiencia y contactos institucionales con el gobierno saharauí. Desde **SUSTENTA** entendemos que es importante trabajar en red con **ONGs** que desarrollen proyectos relacionados con la soberanía alimentaria. **SUSTENTA** manifiesta una auténtica vocación de colaboración, y se encuentra en proceso de contactar a **ONGs** trabajando en procesos similares en la zona para aprender de su experiencia.

Por último comentar el apoyo inicial de la Universidad de Sevilla (**US**), quien nos invitó a varias jornadas de cooperación internacional con el Sahara. Aprovechamos para felicitar a la **US** por su vocación de apoyo a proyectos de cooperación internacional con el tercer mundo.



Figura 21. El Molino puede ser manufacturado en países del



5.7 Sinergias: El CFP de Gazuani

Una de las ventajas de montar las líneas de producción para molinos de alto caudal en el taller estatal de Rabounni, es que este se encuentra justo al lado del **Centro de Formación Profesional de Gazuani**, que pasamos a describir brevemente.

- ▶ **Promotor:** El Grupo de Cooperación de las TIC de la Universidad de Córdoba (data del 2003).
- ▶ **Financia:** Programa Propio Cooperación de la UCO y Ayuntamiento de Córdoba (al 50%)
- ▶ **Periodo:** 2006-2008. La primera promoción comenzó a estudiar en el 2007.

En este Centro ya se impartían estudios de Formación Profesional de Carpintería, Albañilería, Soldadura, Mecánica del Automóvil e Informática a nivel de usuario, cuando la **UCO** contactó con ellos, en Abril de 2003. El proyecto de la **UCO** les ha permitido ampliar su curriculum a la impartición de un nuevo título en técnico de mantenimiento de sistemas informáticos de dos años de duración. Este proyecto ha sido muy importante además para aumentar el equipamiento y los estándares del centro.

En nuestra visita de Diciembre del 2008 la delegación de **SUSTENTA** visitó el centro y hablamos con sus autoridades. Encontraban muy interesante el acondicionamiento del cercano taller estatal para implementar una línea de producción de molinos eólicos, no sólo por el interés en sí mismo del proyecto, sino porque puede servir asimismo para complementar su oferta educativa de clases prácticas.

Por ello hemos incluido para una eventual fase 7, un convenio de colaboración con el **Centro de Formación Profesional de Gazuani**, que permita aprovechar estas sinergias. Recordamos que las fases 6-7 con independientes y serán firmadas si ambas partes lo consideran oportuno al finalizar las actuales fases 5-6.

Información adicional

- ▶ Pagina web del proyecto de la UCO:
http://www.uco.es/users/jcheca/gazuani/index.php?go=pages/gaa_intro.html
- ▶ Video en Youtube:
<http://es.youtube.com/watch?v=rXf3ATKnc6E>





6. Conclusiones

El proyecto empezó a realizarse bajo un convenio de colaboración entre **SUSTENTA** y el gobernador de la Wilaya de Dajla, D. Salem Lebsir, renovado en el 2010. Actualmente se encuentra en su fase quinta.

Según Pedro Lorenzo, coordinador de proyectos del Programa de Ciencia y Tecnología par el desarrollo (**CYTED**) la tecnología para el desarrollo debe ser *“apropiada y apropiable, adecuada al lugar y a la capacidad local, no generar dependencias, aceptada y asumida por las poblaciones, fortalecedora del individuo, el grupo y las instituciones, generadora de desarrollo y sostenible”*¹¹. El presente proyecto “Renovables para el Sahara”, reúne en sí mismo todos y cada uno de estos elementos.

En resumen, se trata de aportar una pieza clave: un sistema de bombeo de agua basado en una **tecnología apropiada**, para fundamentar un esquema **sostenible** de desarrollo económico en una población que lo necesita.



Figura 22. Acuerdo con el gobernador de Dajla.

¹¹ Pedro Lorenzo, Boletín ASF Julio 2007, pg 19.