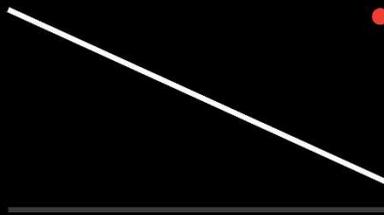




PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE CHILE

ESCUELA DE ARQUITECTURA
FACULTAD DE ARQUITECTURA, DISEÑO
Y ESTUDIOS URBANOS



ARTIFICIOS SOLARES

Cultivando el desierto de Atacama entre el cielo y el suelo de
Diego de Almagro

Por:

ARGENYS RICARDO TRIMINIO NELSON

Tesis presentada a la Escuela de Arquitectura de la Pontificia
Universidad Católica de Chile para optar al grado académico de
Magíster en Arquitectura.

MAAQ + MAPA

Pilar García + **UMWELT**

Septiembre, 2020 | Santiago, Chile



“La arquitectura, como lo construido no es sino un resultado de la energía; la producción de arquitectura en cuanto al acto de erigir y construir así como de planear y proyectar, representa un proceso energético”

- MICHAEL JACOB -



Tesis para optar al grado de **Magíster en Arquitectura.**

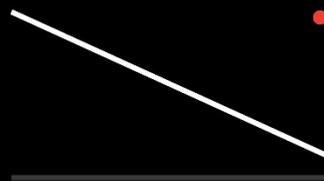
Escuela de Arquitectura.

Facultad de Arquitectura, Diseño y Estudios Urbanos.

Pontificia Universidad Católica de Chile.

Profesores guía: UMWELT + Pilar García

Santiago de Chile, Septiembre 2020.



© 2020, Argenys Ricardo Triminio Nelson

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo la cita bibliográfica del documento.

Firma.



A Dios

A MI MADRE

A MIS HERMANAS

por Lana

A mis amigos

y a cada uno de los que fueron parte de este camino.

LF, KD, SS, CE.

A Chile, POR ENSEÑARME TANTO.

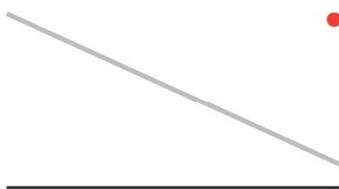


TABLA DE CONTENIDO

AUTORIZACIÓN

AGRADECIMIENTO

1. RESUMEN.

- 1.1. Abstract.
- 1.2. Pregunta de Investigación e Hipótesis.
- 1.3. Objetivos.

2. INTRODUCCIÓN.

- 2.1. Cultivos Solares
- 2.2. Diego de Almagro: Territorio Solar.
- 2.3. Terraformación
¿Marte o Atacama?
- 2.4. No tan áridos como parecen.
 - 2.4.1. Chile
 - 2.4.2. Egipto
 - 2.4.3. Israel
- 2.5. Vegetación xerofita.
- 2.6. La Camanchaca:
Milagro en Diego de Almagro.

3. CAPITULO 1: ENERGIA.

- 3.1. Infraestructura energética.
- 3.2. Ruta de Crecimiento Fotovoltaico.
- 3.3. Consumo local vs producción local.
- 3.4. Sistema técnico fotovoltaico.
- 3.5. Detalles de una instalación fotovoltaica.

4. CAPITULO 2: AGUA.

- 4.1. Ciclo del agua en Diego de Almagro.
 - 4.1.1. Consumo actual.
 - 4.1.2. Reutilización de aguas servidas.
- 4.2. Humedales fito depuradores.
- 4.3. Estrategias de fitodepuración.
- 4.4. Ventajas y desventajas de Humedales fitodepuradores.

5. CAPITULO 3: AGRICULTURA.

- 5.1. Hidroponía: una agricultura ancestral.
- 5.2. Hidroponía en el desierto:
primeros desarrollos en Atacama.
- 5.3. Casos de estudio
 - 5.3.1. Altos la Portada
 - 5.3.2. Valle de Lluta
- 5.4. Sistema de cultivo NFT.

6. CAPITULO 4: ARTIFICIOS SOLARES

- 6.1. Un juego histórico:
Arquitectura, Agricultura y Energía.
- 6.2. Espacialidad: Evolución del huerto.
- 6.3. Evolución de una estructura.
- 6.4. Hacia una tipología arquitectónica.
- 6.5. Emplazamiento.
- 6.6. Consideraciones Técnicas.
- 6.7. Un paisaje Agrovoltaico:
Entre la producción del cielo y el suelo.
- 6.8. Master plan.
- 6.9. Red Fitodepurativa.
- 6.10. Franjas productivas.
- 6.11. Artificios solares.
- 6.12. En las sombras.
- 6.13. Habitabilidad en el Artificio.
- 6.14. Zonas Hidropónicas.
- 6.15. Zonas de uso turístico.
- 6.16. Artificio vs Panel.
- 6.17. Colonizadores solares.

7. EL OASIS

- 7.1. Imágenes - Workshop

CONCLUSIONES

BIBLIOGRAFÍA

ANEXOS





PALABRAS CLAVE:

Parques Fotovoltaicos

Energía

Agricultura

Fitodepuración

Sombra

Terraformación

Paisaje

Territorio.

ABSTRACT

La comuna de **Diego de Almagro** en el **Desierto de Atacama**. Es considerada una de las zonas con el mayor potencial para la producción de **energías renovables** a nivel mundial, superando las 2500 Horas de sol por año.

Dentro del ámbito nacional, el desarrollo y construcción de **plantas fotovoltaicas** en **Chile** es reciente (en el año 2012 se inaugura la primera planta). Este tipo de **producción energética** aporta al plan de **ERNC** del país el 38% de la energía consumida dentro de la matriz energética, representando un aporte de 2727 MW, proveniente de la generación fotovoltaica.

La infraestructura y los requerimientos para la producción de los **parques fotovoltaicos**, como son orientación, inclinación de sus módulos, elevación, etc., son a su vez potencialmente **generadores de sombras**, aportando uno de los **recursos primarios** para el desarrollo programático de nuevas actividades dentro de sus **estratos intermedios**; Entendiendo la **sombra** como **recurso equivalente** a la **producción energética** en condiciones tan extremas como es el **desierto**; para la generación de una **industria agrícola**.

Además. Las consecuencia fortuita de la producción de energía dentro de este tipo de parques, la **sombra producida** permite el desarrollo de actividades para **nuevas industrias**, permitiendo múltiples procesos como es el tratamiento y **manejo del agua**, **recurso prioritario** para el desarrollo de la vida y actividad humana en el desierto, ambas condiciones, **sombra y agua**, transforman la morfología del suelo en las **centrales fotovoltaicas**.

El interés de esta tesis es la generación de una **acupuntura agrovoltáica** en **Diego de Almagro**, mediante la **optimización** de los recursos **sol, sombra y agua**, y la intervención parcial de las centrales fotovoltaicas, a partir de lo que se denominan **Artificios Solares**, para la implementación de una nueva forma de producir y la coexistencia sociocultural de la comunidad dentro de un mismo territorio.

El proyecto propone la utilización de los **Parques fotovoltaicos**, como **catalizadores para el desarrollo de las comunidades aledañas** a este tipo de centrales energéticas, mediante la **reconfiguración** respecto de la relación disgregada que existe entre la espacialidad del **suelo** y el **cielo**, generando así un **paisaje altamente productivo** en diferentes **niveles espaciales**, que combina **artificio** y producción **multi escalár** dentro de este tipo de desarrollos energéticos.

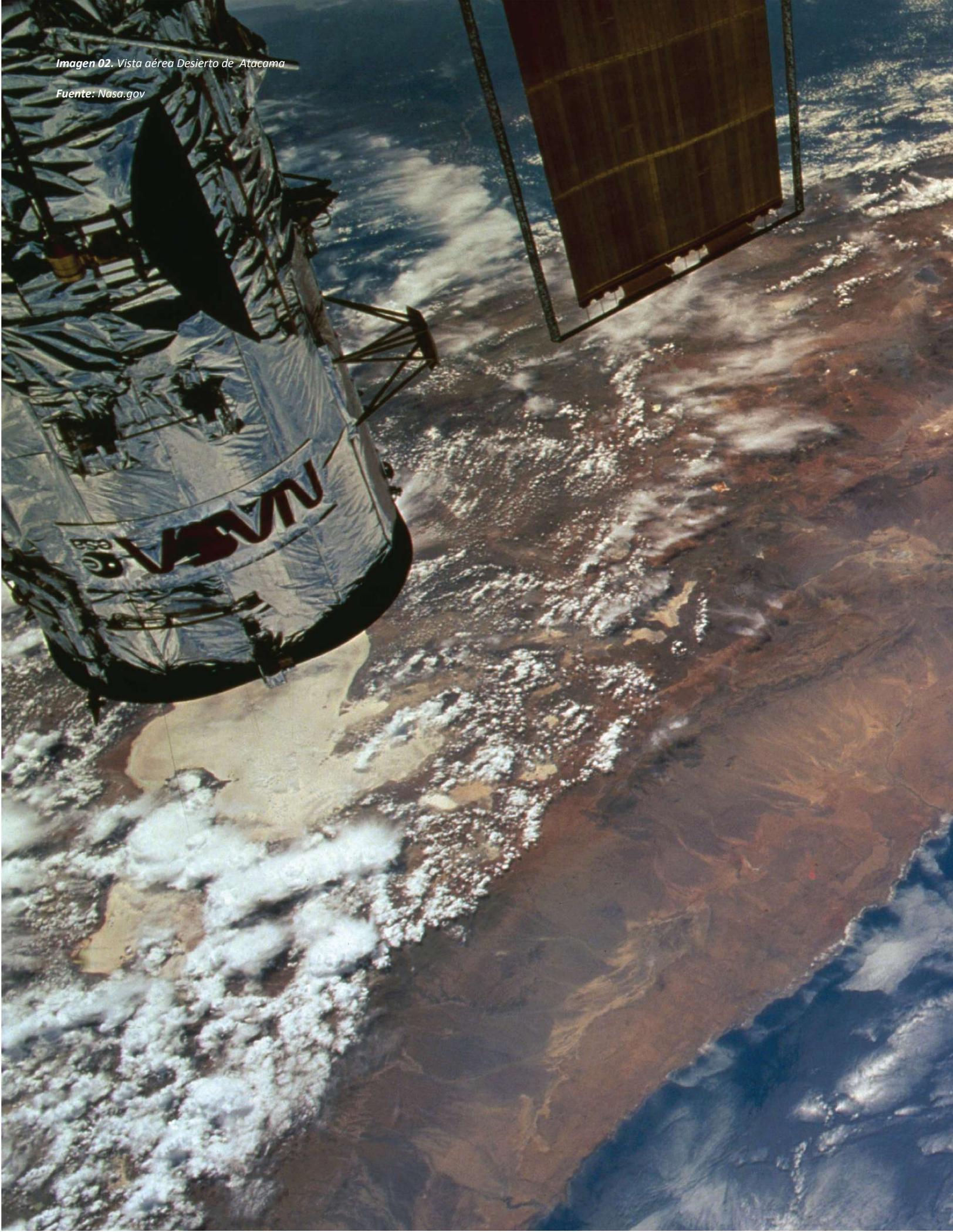


Imagen 01. Tercera región de Atacama y Diego de Almagro

Elaboración propia

Imagen 02. Vista aérea Desierto de Atacama

Fuente: Nasa.gov





PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

¿De qué manera se puede articular la actividad productiva energética y agrícola, a través del estudio de áreas de sombras en los parques fotovoltaicos, para el desarrollo sustentable de la comuna de Diego de Almagro?

¿De qué manera, el proyecto de arquitectura puede plantear un nuevo orden y establecer nuevas conexiones e interacciones entre procesos productivos para la generación de nuevos usos, y espacios de encuentro. Dentro de las centrales fotovoltaicas?

HIPÓTESIS

Como catalizadores de sombras, los parques fotovoltaicos generan nuevas condiciones para la coexistencia programática, dentro de la espacialidad que existe entre el cielo del panel y el suelo en el que se emplazan, entendiendo de esta manera la espacialidad como un actor que acotan y definen la superficie de intervención para nuevas actividades programáticas.

En relación a dicho planteamiento. Se plantean el uso de estos espacios intermedios para una acupuntura agrovoltaica, la cual. Creará una relación armónica entre producción agrícola y Artificios Solares, habitando así las sombras en un nivel tridimensional, para el desarrollo de una nueva industria que adapta y moldea el terreno para sustentar nuevas actividades producidas. Gracias a las sombras.

Teniendo como actor fundamental; la reutilización de las aguas residuales de la comuna de Diego de Almagro, para la generación de un nuevo ciclo productivo en relación al agua. El cual utilice procesos fitodepurativos pasivos para el desarrollo agrícola dentro de la comuna, mediante la reinyección dentro superficies hidropónicas, que habitaran bajo la espacialidad del Artificio.

De esta manera; la espacialidad en los parques fotovoltaicos albergara nuevos programas que aportan un rol protagónico en la producción a diferentes escalas productivas, solares, agrícolas e hídricas para el uso de la comunidad en Diego de Almagro, mediante el emplazamiento de la infraestructura de las centrales fotovoltaicas.

OBJETIVOS

1. Comprender los distintos sistemas técnicos de la producción de energía solar y analizar la potencial generación de sombra de cada uno de ellos.
2. Entender la relación existente entre las diferentes escalas productivas en una misma superficie.
3. Generar una red hídrica en base a procesos de fitodepuración, para la reutilización de aguas residuales dentro de un nuevo sector agrícola.
4. Proponer un sistema de Artificios Solares que; integren la diversidad productiva de usos en la espacialidad generada entre el cielo y el suelo.

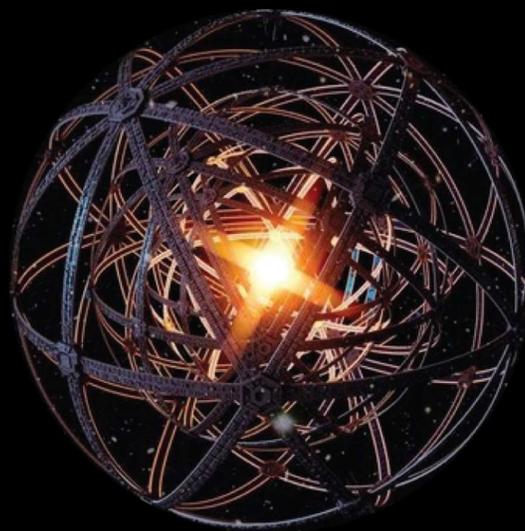
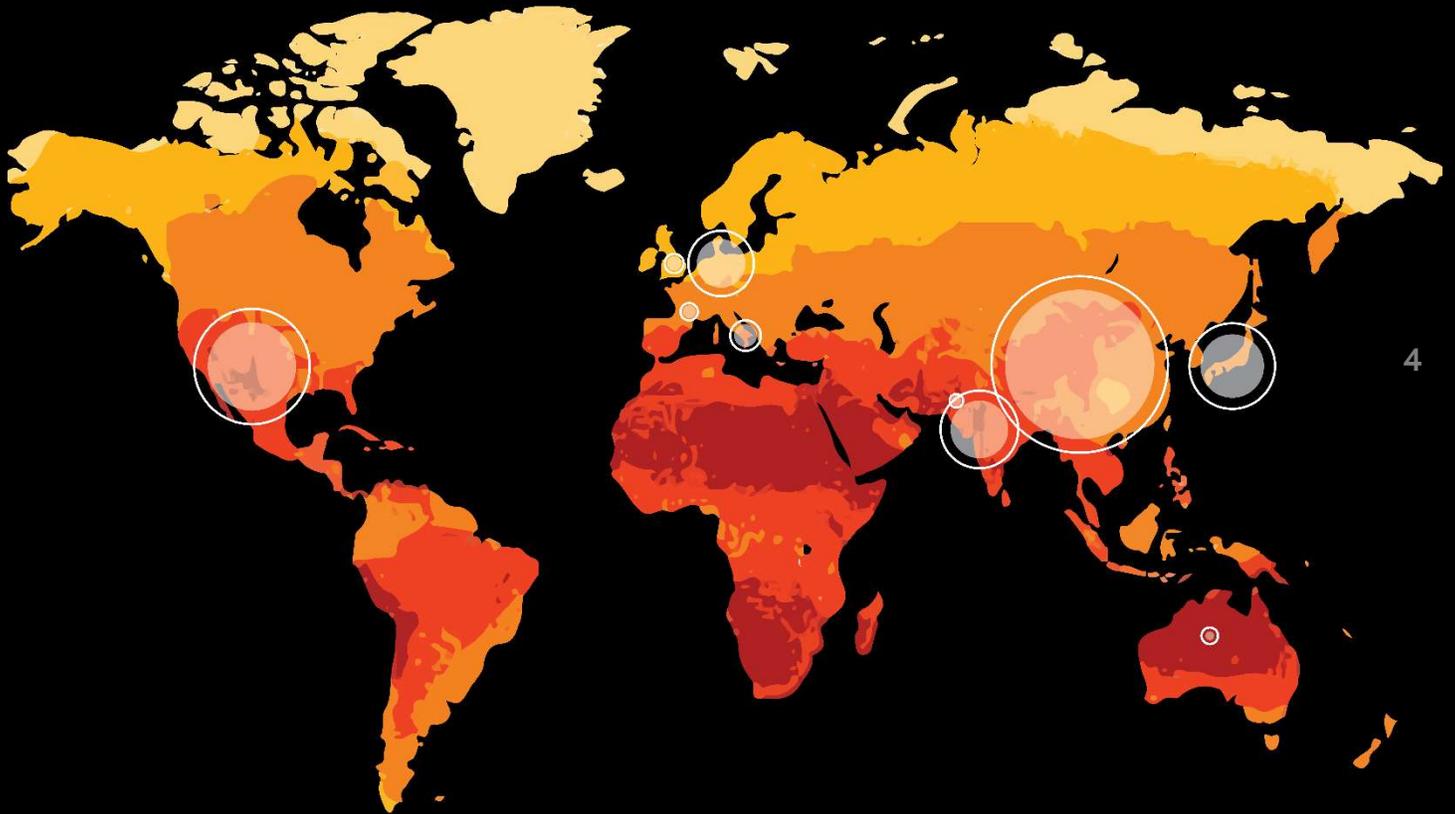


Imagen 03: Esfera de Dyson, físico Freeman Dyson, permitiría a una civilización avanzada aprovechar al máximo la energía luminica y térmica del astro.

Fuente: muyinteresante.es

INTRODUCCIÓN



4

RADIACIÓN ANUAL KW/M2



- . 2500 KW / M2
- . 2000 KW / M2
- . 1500 KW / M2
- . 1000 KW / M2
- . 500 KW / M2

1. China (130.4 GW).
2. Estados Unidos (85.3 GW).
3. Japón (63,3 GW).
4. India (57,4 GW).
5. Alemania (48.4 GW).
6. Italia (22,6 GW).
7. Reino Unido (14.2 GW).
8. Francia (12,8 GW).
9. Australia (12,2 GW).
10. Pakistán (10 GW).

CULTIVOS SOLARES

La producción de energía solar. Constituye uno de los recursos naturales que han presentado un mayor crecimiento a nivel mundial en el sector de energías Renovables –no convencionales–, los parques fotovoltaicos de grandes magnitudes han jugado un papel primordial en el aporte energético para reducir la demanda de energías que dependen del consumo de combustibles fósiles, en su mayoría; las centrales fotovoltaicas se sitúan en zonas inhóspitas –como son los desiertos–, gracias a sus condiciones geomorfológicas y climáticas, que brindan las condiciones idóneas para su correcto funcionamiento a nivel productivo.

El crecimiento de la industria energética fotovoltaica y desarrollo de plantas solares a escala mundial han abierto un sinfín de posibilidades a explorar, en la actualidad las de mayores dimensiones productivas se encuentran en China e India aun cuando el potencial de captación energético es menor al de Chile, con un área que supera los 1200 Km², (equivalentes a 120.000 Ha), y localizado en una zona con una radiación de 2200 horas por año; una cantidad menor respecto a la del desierto de Atacama, en Chile; el cual supera las 2500 horas de sol por año.

En ese sentido, Chile ha desarrollado un plan energético de descarbonización para el año 2050, teniendo como objetivo principal la producción energética en base a energías limpias; I proyectando así la producción del 70% de la matriz energética nacional provenientes de ERNC (Solar, Geotermia, Eólica, entre otras), pretendiendo convertirse en un líder a nivel regional y mundial en cuanto a la producción de ERNC.

“Al menos un 70% de la matriz eléctrica al 2050 debe provenir de fuentes renovables, con énfasis en energía solar y eólica (...)”¹

Según estudios realizados para el norte chico; la región de Atacama cuenta con un potencial productivo de 10 mil MW proveniente de la producción en el sector fotovoltaico y 900 MW de energía eólica². Estableciendo la existencia de 20.000 hectáreas con potencial técnico y de factibilidad para el emplazamiento de proyectos en el sector energético, provenientes de la producción fotovoltaica en la región.

Imagen 04: Mapa de radiación solar y principales productores de energía solar a nivel mundial

Fuente: Elaboración propia en base a información obtenida de: globalsolaratlas.info/map.

¹ MINISTERIO DE ENERGÍA, CHILE: HOJA DE RUTA 2050, HACIA UNA ENERGÍA SUSTENTABLE E INCLUSIVA PARA CHILE JUNIO DE 2018 [FECHA DE CONSULTA: 22 DE AGOSTO DE 2019]. DISPONIBLE EN [HTTPS://WWW.ENERGIA.GOB.CL/](https://www.energia.gob.cl/)
² RAMIREZ, GONZALO. VACCAREZZA, MARCO. FRAUNHOFER CHILE, CHILE. ESTRATEGIA ENERGÉTICA LOCAL, INFORME FINAL, DIEGO DE ALMAGRO, 2016. [FECHA DE CONSULTA: 02 DE SEPTIEMBRE DE 2019]. DISPONIBLE EN:

[HTTPS://DOCPLAYER.ES/79738658-CENTRO-DE-TECNOLOGIAS-PARA-ENERGIA-SOLAR-FRAUNHOFER-CHILE-RESEARCH-ESTRATEGIA-ENERGETICA-LOCAL-INFORME-FINAL-COMUNA-DIEGO-DE-ALMAGRO.HTML](https://docplayer.es/79738658-CENTRO-DE-TECNOLOGIAS-PARA-ENERGIA-SOLAR-FRAUNHOFER-CHILE-RESEARCH-ESTRATEGIA-ENERGETICA-LOCAL-INFORME-FINAL-COMUNA-DIEGO-DE-ALMAGRO.HTML)

⊕ Lat -26° Long -71°



5



DIEGO DE ALMAGRO

Territorio Solar

El mercado energético en el sector fotovoltaico tuvo un crecimiento explosivo en Chile y en la comuna de Diego de Almagro durante el periodo 2013-2016, en esos tres primeros años, la capacidad instalada creció desde prácticamente 0 MW (a diciembre 2013, existían no más 6 MW instalados), a casi 2.000 MW para finales del 2016.

En relación a su potencial productivo y características específicas de la comuna, la creación de parques fotovoltaicos, en Diego de Almagro se materializó mediante la puesta en funcionamiento de dos centrales principales dentro de la comuna: la planta de ENEL (aportando 90 MW) y la central Diego de Almagro (aportando 162 MW), entre ambas centrales contribuyen en el aporte del 36% de energía fotovoltaica producida en la región, a estos se suma el Proyecto PV Salvador, ubicado de igual manera en la comuna de Diego de Almagro sector de El Salvador³.

“El panorama que se vislumbra para la región en término de energías limpias es auspicioso. De acuerdo a datos entregados por la Secretaría regional Ministerial de Energía de Atacama y Coquimbo, existen muchos proyectos de estas características que están en diferentes etapas de su evaluación, algunos ya aprobados, para ponerse en marcha en Atacama”⁴.

Dentro de la comuna de Atacama y específicamente en Diego de Almagro, existe una amplia carpeta de proyectos fotovoltaicos, los cuales se encuentra en diferentes fases de ejecución (revisión, aprobación y ejecución) dentro de la comuna, sin embargo uno de los que más llama la atención es el parque solar de Llanos Indio de Plata, el cual se emplazara en las periferias de la zona urbana de Diego de Almagro. Siendo la central fotovoltaica más grande proyectada para la comuna hasta este momento, contando con una superficie de 1.660 hectáreas, dividido en 7 macro lotes que van desde las 100 hectáreas, hasta las 641 hectáreas. Ubicado a 17 km al Nor Oriente de Diego de Almagro por la ruta C-13 en dirección a El Salvador, Por sus magnitudes, el proyecto será un gran aporte para la comuna y la región dentro del sector productivo fotovoltaico, ratificando de esta manera el papel primordial que cumple el desierto de Atacama; para alcanzar los objetivos del plan energético y la ruta de descarbonización planteada por el gobierno de Chile, para el año 2050.

Imagen 05: Localización de proyecto aprobado, rechazado, en ejecución, para la región de Atacama.

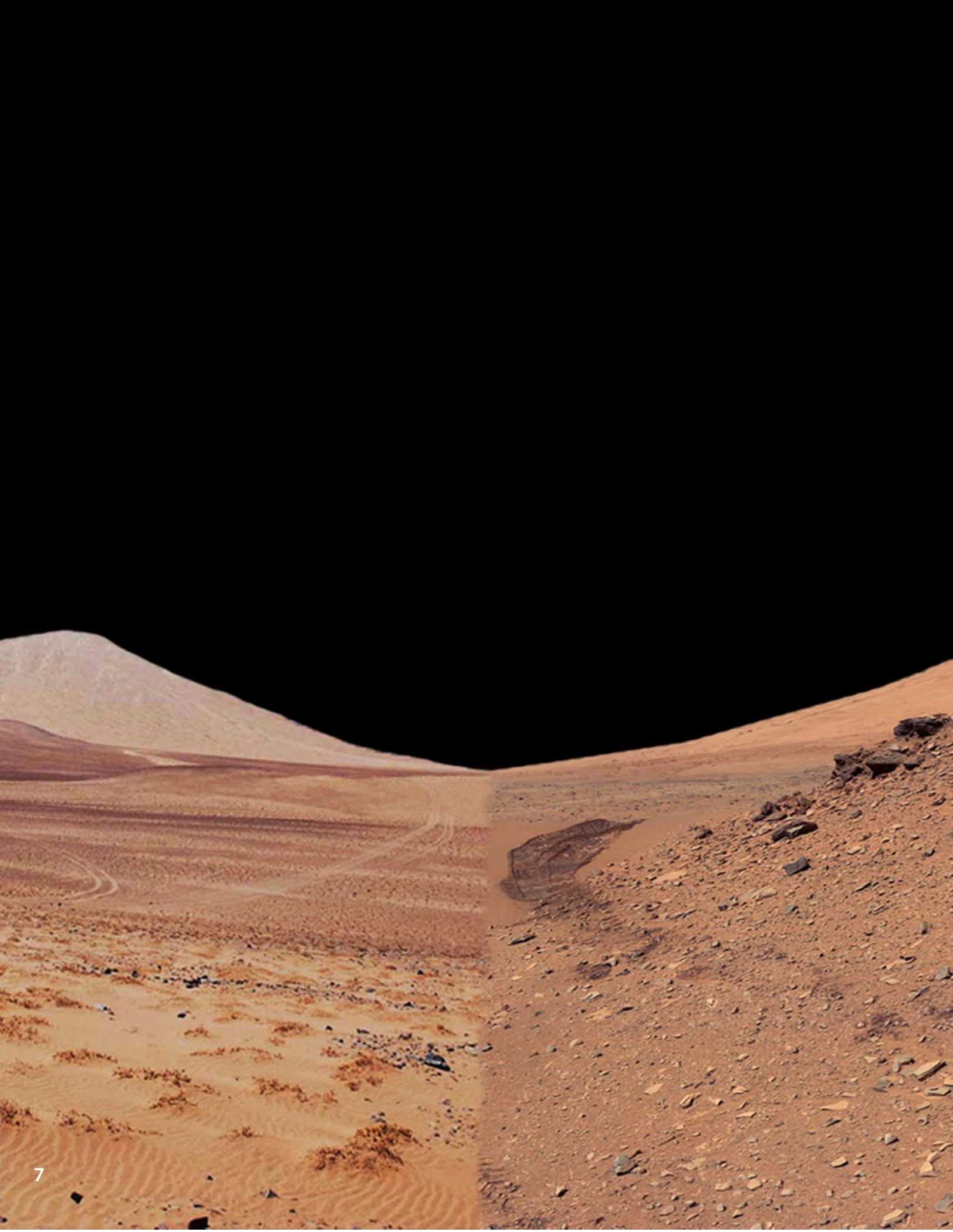
Fuente: elaboración Propia, en base a información obtenida del SIG

Imagen 06: Vista de planta solar Diego de Almagro, en Diego de Almagro.

Fuente: futurorenovable.cl







TERRAFORMACIÓN

¿VENUS, MARTE O ATACAMA?

¿Qué vínculos podrán existir entre el planeta rojo y la superficie del desierto más árido del mundo el desierto de atacama en Chile?

Ambas imágenes presenta vastos territorios, con una aparente ausencia de vida y una atmosfera que evoca lo sublime de un territorio virgen.

En ese sentido vale la pena remontarse a los términos utópicos de los conceptos de terraformación⁵ planteados por Jack Williamson en su obra "*Órbita de colisión*"⁶, en la cual se evocan aspectos que traen al imaginario condiciones materiales presentes dentro del desierto de Atacama y la colonización de sitios lejanos e inhóspitos . Planteando de esta manera que no es la superficie inerte la cual se desea cubrir con una vegetación exuberante y frondosa, para crear las condiciones de habitar en ella. Por el contrario es la superficie aparentemente inerte del desierto de Atacama, cubierta por polvo y arena, sin vida a priori, la que se intenta nutrir para hacerla reverdecer, una transformación a la árida morfología y escasez de agua que se desea combatir.

En ese sentido los parques fotovoltaicos en superficies de alto estrés hídrico, generan condiciones que modifican y transforman el espacio en relación a los recursos producidos por los parques fotovoltaicos, como es la sombra. En superficies desérticas potencialmente pueden generar nuevos microclimas, que en combinación con otros recursos naturales pueden transformar el territorio árido, en un paisaje "prospero", mediante el aprovechamiento de recursos propios

La convergencia entre los recursos naturales propios del desierto: Sol (energía y temperatura) y en el caso de Atacama la presencia de la Camanchaca, pueden establecer nuevas disposiciones para el uso territorial en relación con los artificios fotovoltaicos , ya que éstos son los catalizadores para la terraformación y las zonas sombreadas por estos mismos en áreas con posibilidad generativa de una nueva industria , capaz de reverdecer gracias a transformación del espacio entre la superficie de los artificios solares, el desierto y la sombra.

Imagen 07. NASA, Solar System Exploration © NASA

Fuente: < solarsystem.nasa.gov

Imagen 10. Fotografía desierto de Atacama,

Fuente:diarioeldia.cl

⁵ TÉRMINO QUE DESCRIBE PROCESOS ORIENTADOS A LA INTERVENCIÓN DE UN PLANETA, SATÉLITE NATURAL U OTRO CUERPO CELESTE PARA RECREAR EN ESTE LAS CONDICIONES ÓPTIMAS PARA LA VIDA TERRESTRE, A SABER, UNA ATMÓSFERA Y TEMPERATURA ADECUADAS, Y LA PRESENCIA DE AGUA LÍQUIDA.

⁶ "COLISIÓN DE ÓRBITA" ES UNA CIENCIA FICCIÓN CUENTO DEL ESCRITOR ESTADOUNIDENSE JACK WILLIAMSON (ACREDITADO COMO WILL STEWART). FUE PUBLICADO EN LA EDICIÓN DE JULIO DE 1942 DE LA REVISTA ASTOUNDING SCIENCE FICTION .

“El colonialismo busca empujar la línea del desierto hacia el sur – para hacer florecer el desierto, como en una metáfora bíblica, mientras que el cambio climático y la desertificación tratan de empujar dicha línea hacia el norte. Entre estas dos fuerzas colosales, entre el colonialismo por un lado y el cambio climático por otro, siempre hay comunidades que queda atrapadas en medio”



NO TAN ÁRIDOS COMO PARECEN

Los desiertos, cómo el de Atacama en el norte de Chile, El Sahara localizado en África del Norte y el desierto de Negev en Egipto, son considerados como unas de las zonas más áridas e inhóspitas en la tierra, a priori no aptos para la producción agrícola debido a la escasez hídrica, alta salinidad de sus suelos, oscilaciones térmicas y su alta radiación.

Pero en sitios donde el suelo cultivable es un recurso escaso, como es el caso de Egipto, Israel, Siria, entre otros, se han visto en la necesidad de generar estudios e investigación para el sector agrícola, enfocadas a la producción de grandes áreas cultivables, en zonas que de no ser por la intervención humana sería casi imposible combatir la desertificación.

Sin embargo el desierto de Atacama muestra momentos de fertilidad en determinadas épocas del año, presentando fenómenos como el Desierto Florido en Chile, el cual demuestra la resiliencia adaptativa de las especies nativas presentes en la flora y fauna, que hacen frente a las condiciones adversas del territorio, y dichas especies son capaces de florecer y transformar la condición árida del desierto por un tiempo en un oasis.

Diversos países y culturas con grandes extensiones de tierras áridas, se han visto en la necesidad de ocupar el desierto para la producción agrícola de diferentes tipos de cultivos, como hortalizas y legumbres⁷. Mientras otros, como en el caso de Egipto e Israel, han desarrollado distintas técnicas y artificios para producir agricultura, basados en el uso eficiente del agua para la generación de nuevos microclimas, el mejoramiento del suelo y la incorporación de sistemas de riego tecnificados.

En el caso nacional y en el norte de Chile, es posible pensar en la aplicación de estas técnicas para construir condiciones ambientales factibles respecto a la producción de cultivos agrícolas, capaces de beneficiar a sus comunidades y reducir la dependencia agrícola de otras comunas, beneficiándose gracias al aprovechamiento de recursos naturales y productivos, para hacer florecer el desierto productivamente.

Imagen 08: tipos de cultivos en los desiertos de Egipto, Israel y Chile.

Fuente: Elaboración propia, en base a información obtenida de Agricultura sostenible en el desierto.

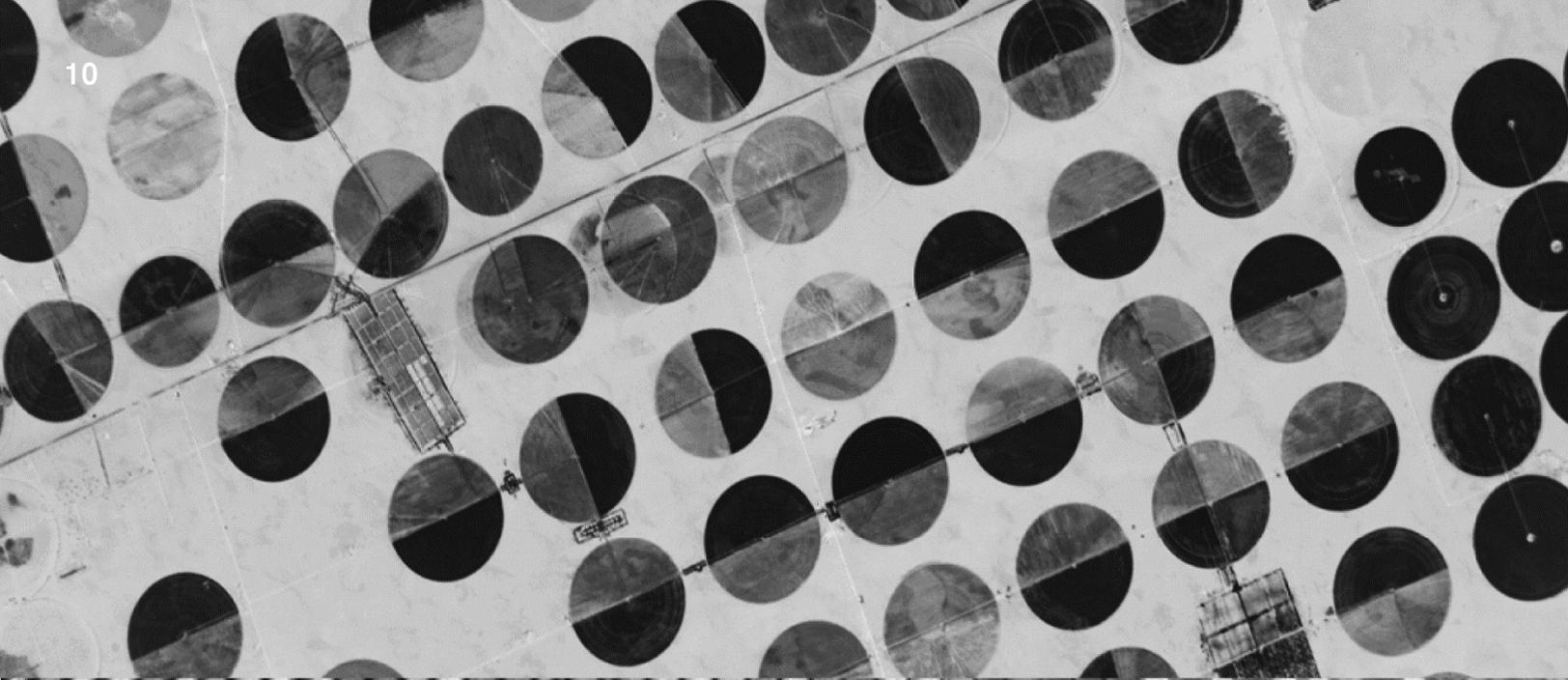


Imagen 09: Proyecto busca reforestar el Desierto de Atacama para contrarrestar el calentamiento global

Fuente: <https://www.uchile.cl/>

Imagen 10: Círculos de vida en pleno desierto del Sahara

Fuente: solucionesintegralesendesa.com

Imagen 11: Agro Don't Stop: se acerca la misión Agtech Israel 2020, Fuentervtv.com.br

En el panorama mundial se observa como la utilización de diferentes tecnologías agrícolas y diferentes tipos de desarrollos tecnificados en superficies áridas, han hecho frente al creciente proceso de desertificación, ganando territorio que es reverdecido. Los siguientes casos estudiados han utilizado diferentes tecnologías para generar zonas agrícolas dentro de zonas áridas, que viven en la escases de un suministro de agua potable y se han visto en la necesidad de utilizar diferentes métodos para la captación y generación de la misma, desde los modelos más primitivos hasta sistemas altamente tecnificados, generando de esta manera una agricultura la cual intenta negar la condición de infertilidad presentes en los desiertos. Abriendo paso a nuevas actividades programáticas como es la agricultura

CHILE

El desierto de Atacama es capaz de producir ciertos productos agrícolas gracias al desarrollo de cultivos con agua de mar desalinizada, entre dunas y laderas, telas blancas y grises que protegen la mayor producción hidropónica que se desarrolla en el norte de Chile, y la única en Latinoamérica, que se nutre de agua de mar, es considerada como un verdadero oasis en el desierto⁸.

Combatir la línea de la desertificación en Atacama es el objetivo del proyecto que se encuentra dirigido por el profesor Manuel Panenque, académico de la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de Chile, quien afirma que el proyecto busca:

“Frenar la desertificación, capturar gases de efecto invernadero, incentivar la reutilización de aguas servidas y la valorización de los suelos estériles de extensas zonas en el norte,... La iniciativa ha generado un pequeño oasis de cuatro hectáreas a más de 3.200 metros de altura, en medio del desierto y faenas mineras, donde proliferan pimientos, tamarugos, chañares, taras y distintas variedades de atriplex, entre muchas otras especies vegetales.”⁹

EGIPTO

En Egipto el desierto abarca más del 95% de la superficie total del país, dejando una muy escasa zona para la producción agrícola. Que en tiempos ancestrales fue la ribera del río Nilo. Por lo que se han visto en la necesidad de ganar territorio cultivable en el desierto frente al cambio climático y por la necesidad de producir alimentos.

Mediante la Implantación de áreas de cultivos circulares que son controladas y abastecidas de agua por sistemas de riego pivotante, se localizan en Sharq El Owainat . Proyecto que ha sido ejemplar en el abastecimiento hídrico para el riego en base a los acuíferos subterráneos presentes en la zona. Gracias a la incorporación del agua necesaria a la superficie, provenientes desde grandes pozos de extracción del acuífero de arenisca de Nubia.

Debido a las demandas de alimentos y la necesidad de áreas cultivables, el desierto debió domesticarse para así convertirse en zonas productivas para las comunidades aledañas y para el país. Mediante el uso de diferentes tecnologías, patrones de cultivos y tecnificación del sistema, la línea del desierto puede retroceder para dar paso a nuevas industrias productivas en sus vastos y áridos territorios.

ISRAEL.

El mercado Israelí agro industrial es un referente mundial respecto al uso del agua y la agricultura en zonas áridas.

Con más del 60% de las áreas de cultivos del país están emplazadas en el desierto, la agricultura desértica ha proporcionado resultados sorprendentes en la producción agrícola Israelí

Para la captación de agua para el riego se desarrolló un sistema mixto para el abastecimiento de los cultivos, mediante la canalización del mar de Gales y la reutilización de las aguas grises de zonas urbanas.

Un artículo publicado por el sistema agrícola de Israel afirma: “Toda la tierra fértil es irrigada, y la restricción fundamental que tiene la producción agrícola es la carencia de agua. El resultado es la principal fuente hídrica - casi el 90% del total - es agua desalinizada o proveniente de los servicios reciclados.”

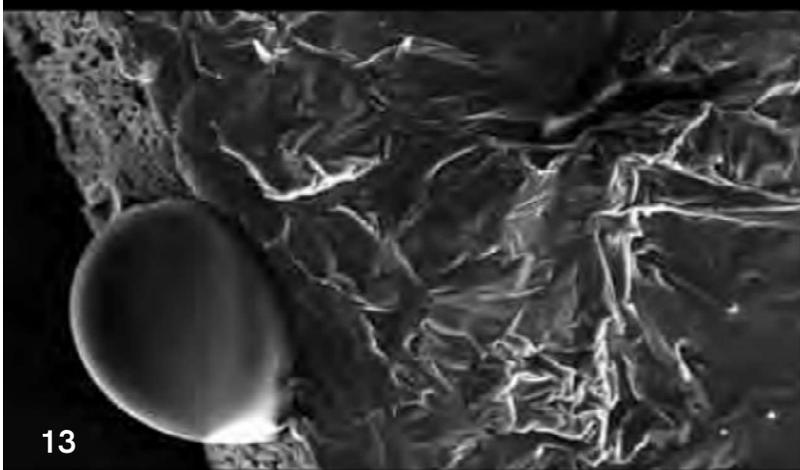
⁸ PÉREZ VALLEJO, RICARDO, CHILE EL DESAFÍO DE CREAR UN VERGEL EN EL DESIERTO, 22 DE MARZO DE 2019 [CONSULTADO EL 10 DE NOVIEMBRE DE 2019] DISPONIBLE EN : [HTTP://LANACION.CL/2019/03/22/EL-DESAFIO-DE-CREAR-UN-VERGEL-EN-EL-DESIERTO-DE-ATACAMA/](http://lanacion.cl/2019/03/22/el-desafio-de-crear-un-vergel-en-el-desierto-de-atacama/)

⁹ PANENQUE, MANUEL, CHILE. PROYECTO BUSCA REFORESTAR EL DESIERTO DE ATACAMA PARA CONTRARRESTAR EL CALENTAMIENTO GLOBAL. 30 DE ENERO DE 2020 [CONSULTADO EL 10 DE MAYO DE 2020]. DISPONIBLE EN: [HTTPS://WWW.UCHILE.CL/NOTICIAS/161438/REFORESTACION-DEL-DESIERTO-BUSCA-CONTRARRESTAR-EL-CALENTAMIENTO-GLOBAL](https://www.uchile.cl/noticias/161438/reforestacion-del-desierto-busca-contrarrestar-el-calentamiento-global)

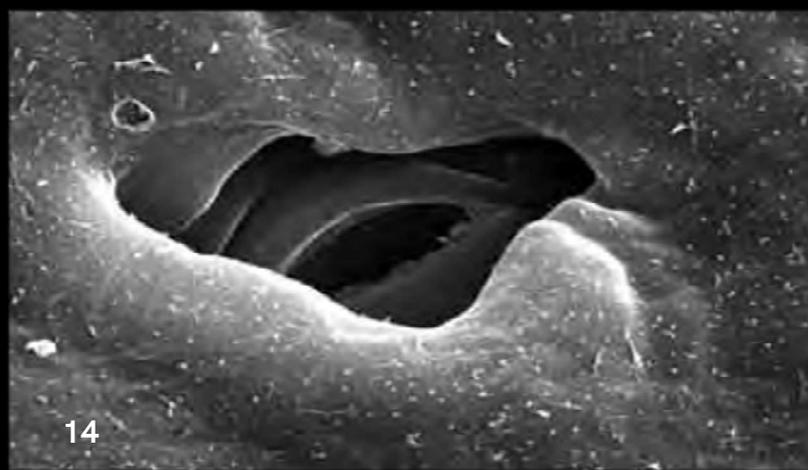
Resiliencia ecológica: Capacidad de un ecosistema para mantener sus patrones normales de ciclo de nutrientes y producción de biomasa después de haber sido sometido a daños causados por un disturbio.¹⁰



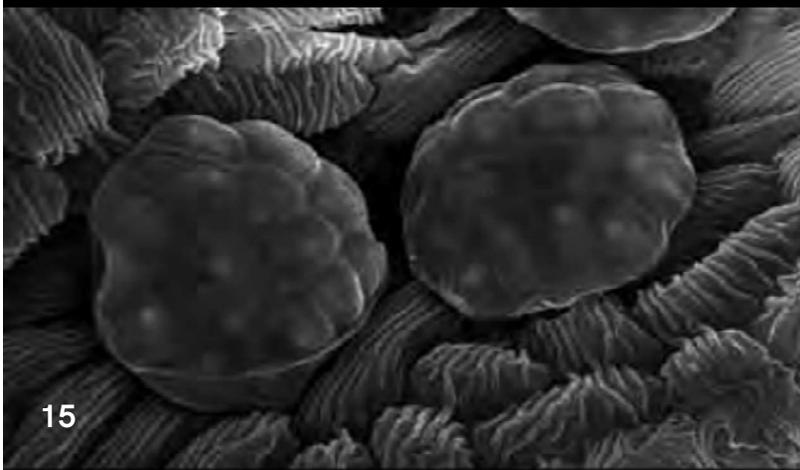
12



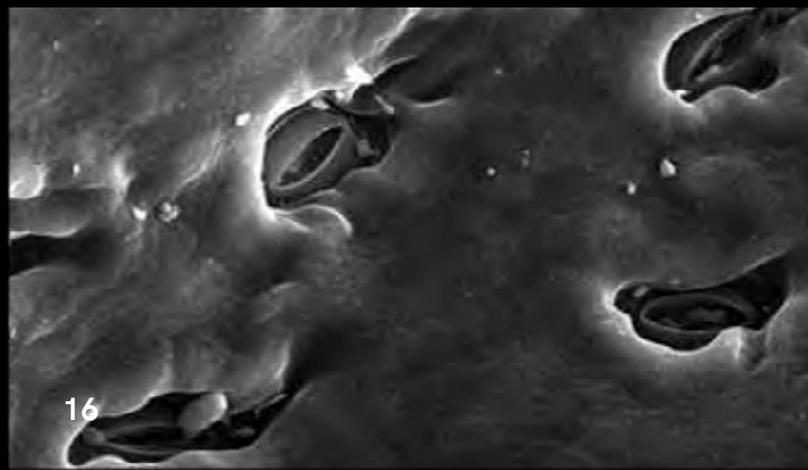
13



14



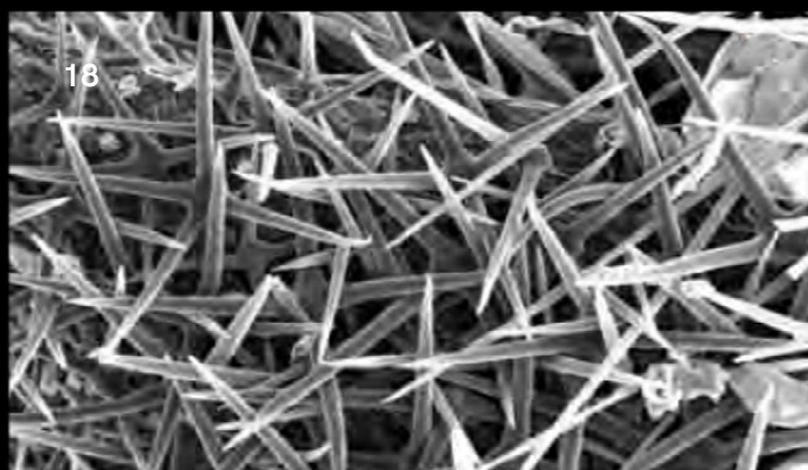
15



16



17



18

¹⁰ MARLEN. RESILIENCIA ECOLÓGICA. 20 DE DICIEMBRE DE 2018. [CONSULTADO EL 18 DE MARZO DE 2020].

DISPONIBLE EN: [HTTPS://BIOLOGIA.LAGUIA2000.COM/GENERAL/QUE-ES-LA-RESILIENCIA-ECOLOGICA](https://biologia.laguia2000.com/general/que-es-la-resiliencia-ecologica)

VEGETACION XEROFITA

RESILIENCIA.

Las especies vegetales y fauna que existen en el desierto de Atacama, han sido y serán parte de un ecosistema que ha inspirado la realización de expediciones e investigación a celebre científicos, como el naturalista Claudio Gay y Rodolfo Philippi, durante el siglo XIX, quienes estudiaron estos ecosistemas principalmente por su resiliencia y capacidad de adaptación a condiciones tan adversas.

Pero esa aridez también muestra resiliencia de las especies endémicas xerofitas, manifestándose en un desierto florido el cual reverdece cada año en la región de Atacama.¹¹

*“el desierto florido representa la dicotomía entre ‘lo vivo’ y ‘lo muerto’, como parte de un todo, y necesariamente invita a observarnos desde otra vía. Es hermoso, pero a la vez intrigante, saber que ese espacio lleno de vida está inserto en un desierto tan árido y a la vez saber que todo ese campo de vida habita bajo la tierra esperando aparecer”.*¹²

En base a la adaptación y resiliencia que tienen las especies xerofitas, es posible promover la adaptación de otro tipo de especies, si se les entregan las condiciones apropiadas para su desarrollo, condiciones como la dotación de agua, calidad de suelo y protección de la radiación solar extrema. Las especies xerofitas captan el rocío de la camanchaca que viene de la costa, y para la protección a la radiación han desarrollado distintos mecanismos en su estructura foliar, el cual ha evolucionado con el pasar del tiempo, para retener la humedad y evitar la evapotranspiración.

En base a la utilización de sistemas agrícolas artificiales, como los señalados anteriormente (en Israel o Egipto), sería posible generar las condiciones propicias para la supervivencia de otras especies vegetales. En el caso del Atacama se han desarrollado experiencias en que utilizan superficies cubiertas de telas, para captar el rocío de la camanchaca y en su estrato bajo (suelo y sombra), generan un microclima que permite el desarrollo de vegetación, siendo este “fenómeno” uno de los puntos clave para el estudio de la adaptabilidad de especies vegetales en el desierto.

Imagen 12: crecimiento de vegetación bajo paneles solares en plantas fotovoltaicas.

Fuente: esasl.com/

Imagen 13, 14, 15, 16, 17,18: Ana María Mujica, Colección de imágenes que ilustran los mecanismos de supervivencia, anatomía y morfología de plantas xerófitas chilenas. Micrografías electrónicas de barrido de hojas de plantas del desierto.

Fuente: *Cancha Deserta*

¹¹ MINISTERIO DE LAS CULTURAS, LAS ARTES Y EL PATRIMONIO. CHILE: PATRIMONIO DE CHILE, MARZO DE 2018

[FECHA DE CONSULTA: 15 DE OCTUBRE DE 2019]. DISPONIBLE EN: [HTTP://WWW.PATRIMONIODECHILE.CL/688/W3-](http://www.patrimoniodechile.cl/688/w3-)

ARTICLE-84430.HTML?_NOREDIRECT=1

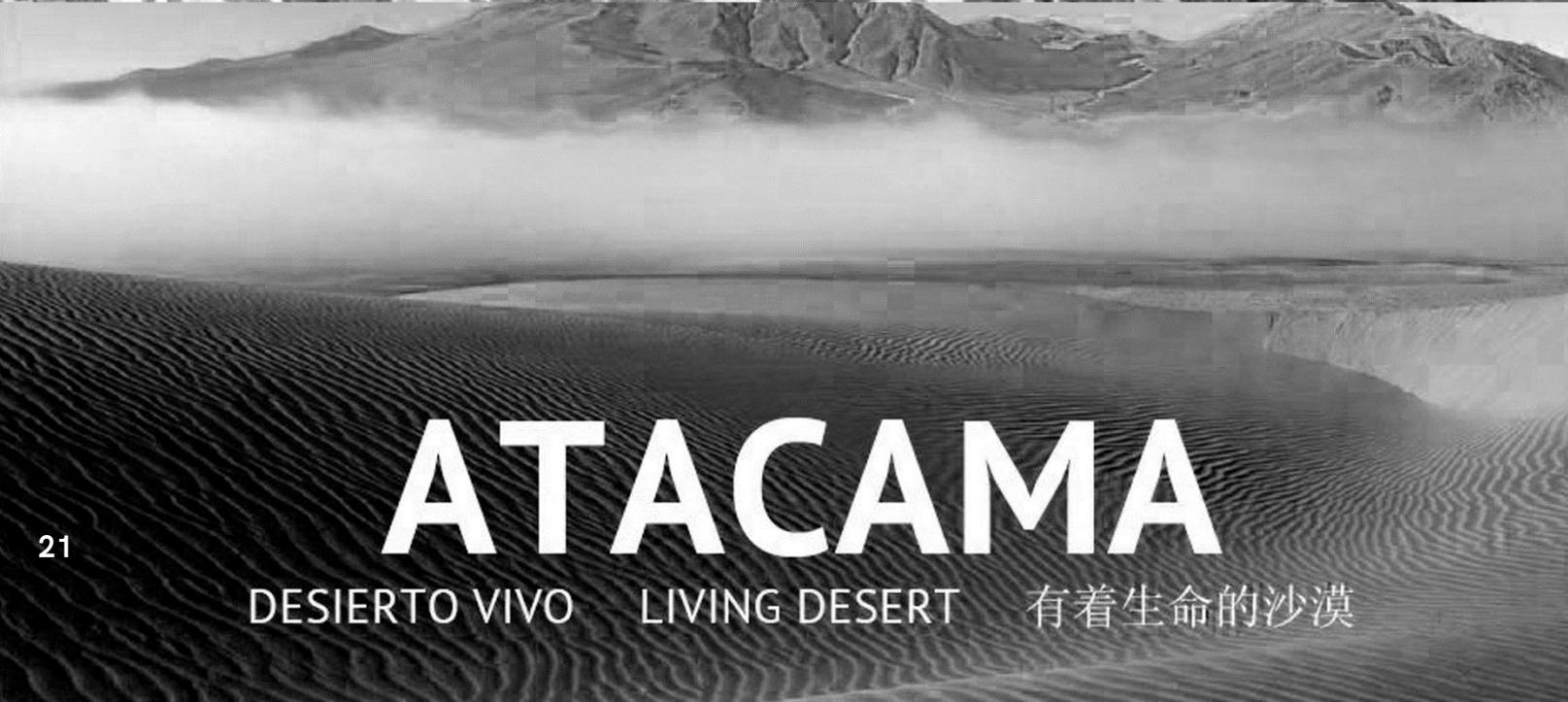
¹² *Idem.*



19



20



21

ATACAMA

DESIERTO VIVO LIVING DESERT 有着生命的沙漠

LA CAMANCHACA

MILAGRO EN EL DESIERTO.

“Aparentemente, en los desiertos el agua es un recurso escaso y casi inexistente, que además se encuentra en lugares acotados y específicos,... Sobre esta base topográfica el agua se hace presente como un registro sutil de una historia hidrológica,.. Que se presenta como una manifestación tácita e identitaria del agua en los desiertos.”¹³

Caracterizada por ser una densa niebla costera que se desarrolla en el sur de Perú y norte de Chile, la camanchaca ha aportado múltiples beneficios para el ecosistema del desierto y los Atacameños, los que mediante su captación se proveyeron de agua para el uso doméstico y productivo. Actualmente a una escala mayor se han desarrollado diversas experiencias de captación de agua de camanchaca para abastecer a poblados costeros y algunos centros productivos agrícolas y/o acuícolas, en la costa e interior de Atacama.

Con un potencial de captación de agua de camanchaca en Diego de Almagro de 1.00 a 2.00 Litros de agua por m² de atrapanieblas, se genera un gran potencial para abastecer campos cultivables con agua dulce; sin representar una carga hídrica en la demanda actual de la ciudad de Diego de Almagro, lo que posibilita así; una nueva actividad productiva que puede ser abastecida por el aporte hídrico de la camanchaca.

En base a lo anterior se propone un plan para trazar un circuito del agua, que permita desarrollar un modelo de producción que articule la actividad agrícola, la venta de productos comestibles y ornamentales, la actividad artesanal y el turismo dentro de la comuna de Diego de Almagro, Generando una nueva industria, que puede ser abastecida por la abundancia hídrica de la camanchaca.

Imagen 19: Producción de cerveza artesanal en Coquimbo mediante la captación de agua de atrapanieblas.

Fuente: atrapaniebla.cl

Imagen 20: U.de Atacama inicia etapa de comercialización para sistema de cultivo que utiliza agua de atrapa-niebla

Fuente: uestatales.cl

Imagen 21: Presencia de Camanchaca en desierto de Atacama – Atacama desierto vivo

Fuente: Editorial Kactus



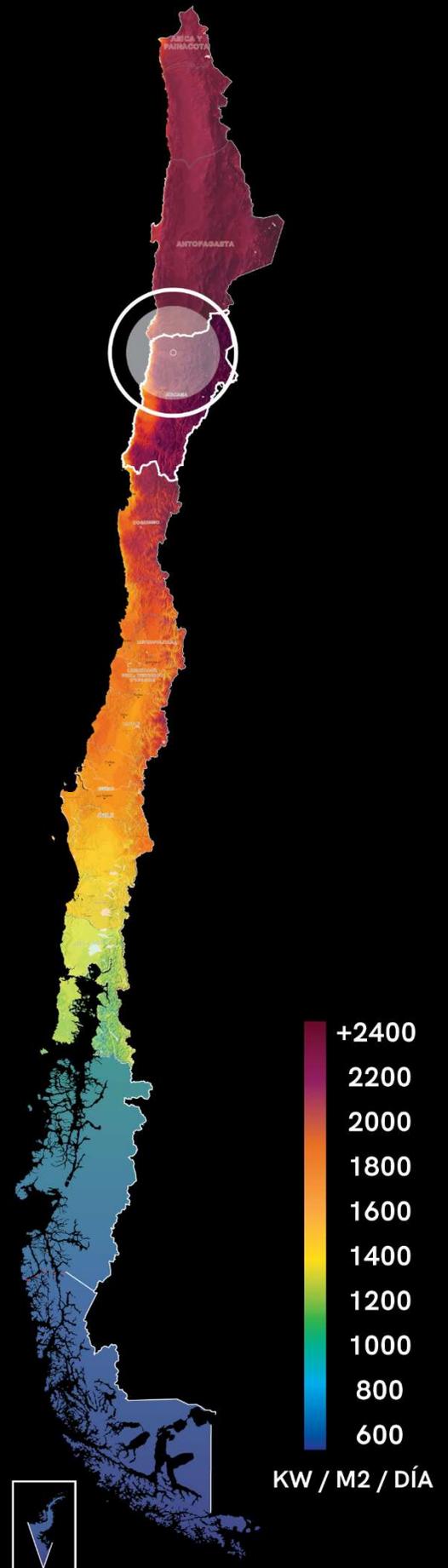
Imagen 22: Mapa de radiación de Chile, y lista de principales países productores de energía solar fotovoltaica

Fuente: Elaboración propia.

1. China (130.4 GW).
2. Estados Unidos (85.3 GW).
3. Japón (63,3 GW).
4. India (57,4 GW).
5. Alemania (48.4 GW).
6. Italia (22,6 GW).
7. Reino Unido (14.2 GW).
8. Francia (12,8 GW).
9. Australia (12,2 GW).
10. Pakistán (10 GW).

Producción energética
fotovoltaica de Chile

2.727 MW





CAPITULO 1:

ENERGÍA

LINEAS DE TRANSMISION

III Región - Diego de Almagro.

Lat -26° Long -71°

Copiapó

Diego de Almagro
Carrera Pinto

Cardones

Maitencillo

SIMBOLOGÍA

- Línea 500 kV
- ⋯ Línea 345 kV
- Línea 220 kV
- Línea 154 kV
- Línea 110 kV
- Línea 66 kV y menores
- ⋯ Línea 550 kV en construcción
- ⋯ Línea 220 kV en construcción
- Nudo principal
- Subestación
- Parques Fotovoltaico

INFRAESTRUCTURA

ENERGÉTICA

La región de Atacama cuenta con 34 centrales de generación energética solar en la actualidad, 21 de ellas son en base a energía solar fotovoltaica, que totalizan 949 MW instalados. Según el último informe de la Agencia Internacional de las Energías Renovables (IRENA), Brasil es el país que lidera la capacidad instalada solar fotovoltaica con 2.296 MW (41%) y muy de cerca le sigue nuestro país con 2.137 MW (39%); panorama en el que Atacama aparece representando el 17,4% del total sudamericano¹⁴.

Debido al objetivo trazado por el gobierno de Chile para la producción energética en el sector de ERNC, se genera un interés pujante para el desarrollo de una infraestructura energética robusta en base al desarrollo de centrales fotovoltaicas dentro de la región de Atacama. Actualmente existen 12 proyectos que buscan mejorar la infraestructura energética en el norte, de los cuales 6 de ellos se encuentran en construcción, correspondientes a líneas de transmisión/subestaciones eléctricas y 6 a centrales generadoras¹⁵.

Diego de Almagro localizado en el desierto de Atacama, en la tercera región, es la zona con uno de los mayor potencial para la producción fotovoltaica en el mundo, superando las 2500 horas de sol / año. Mediante el plan de energía renovable para el norte de Chile, se planea potenciar la producción de energías limpias en el Desierto de Atacama con la puesta en marcha de estos nuevos parques fotovoltaicos¹⁶.

Gracias al desarrollo de nuevas centrales en Atacama, se fija una ruta energética en la zona norte del país, la que busca aprovechar la singularidad del desierto para el desarrollo de una industria solar; con capacidades tecnológica productiva y de vocación exportadora hacia el resto de la región,

*“ De acuerdo a datos entregados por la Secretaría regional Ministerial de Energía de Atacama y Coquimbo, existen muchos proyectos de estas características que están en diferentes etapas de evaluación, algunos ya aprobados listos para ponerse en marcha en Atacama ”.*¹⁷

Imagen 23: Parques fotovoltaicos y Red de transmisión energética en tercera región de Atacama

Fuente: Elaboración propia en base a información obtenida en pagina web o4UChile. En <https://o4uchile.cl/mapa-del-nuevosistema-electrico-sic-sing/> y Google Maps

¹⁴ DIARIO DE ATACAMA, CHILE. ELECTRICIDAD LA REVISTA ENERGÉTICA DE CHILE, 19 DE NOVIEMBRE DE 2012.

[CONSULTADO EL 01 DE DICIEMBRE DE 2019]. DISPONIBLE EN [HTTP://WWW.REVISTAEI.CL/2012/11/19/ATACAMA-](http://www.revistael.cl/2012/11/19/ATACAMA-TIENE-UN-POTENCIAL-DE-160-MIL-MW-DE-ENERGIA-SOLAR-Y-EOLICA/#)

[TIENE-UN-POTENCIAL-DE-160-MIL-MW-DE-ENERGIA-SOLAR-Y-EOLICA/#](http://www.revistael.cl/2012/11/19/ATACAMA-TIENE-UN-POTENCIAL-DE-160-MIL-MW-DE-ENERGIA-SOLAR-Y-EOLICA/#)

¹⁵ IBID

¹⁶ IBID

¹⁷ IBID

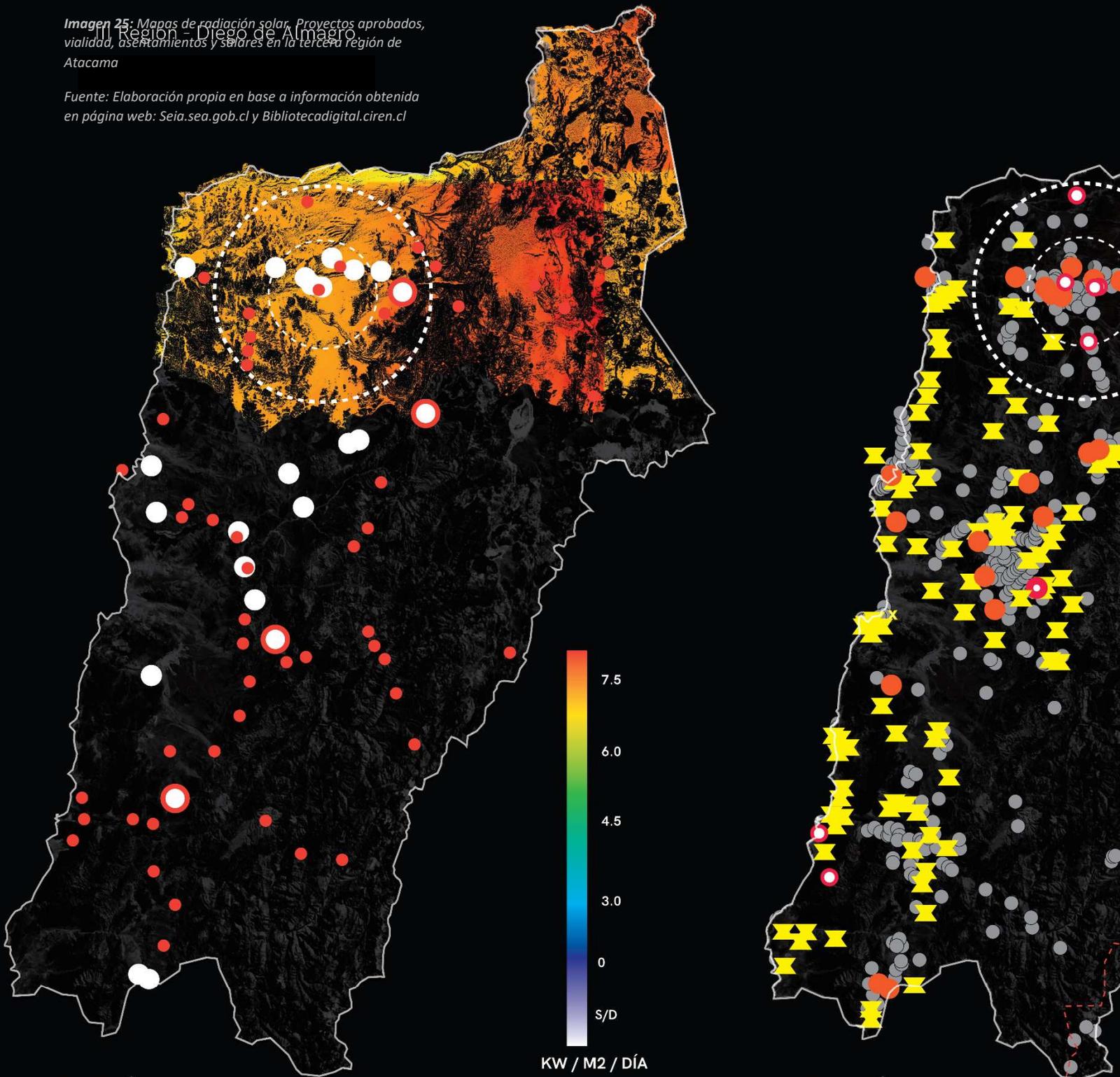


RADIACIÓN SOLAR.

PROYECTOS AF

Imagen 25: Mapas de radiación solar, Proyectos aprobados, viabilidad, asentamientos y solares en la tercera región de Atacama

Fuente: Elaboración propia en base a información obtenida en página web: Seia.sea.gob.cl y Bibliotecadigital.ciren.cl

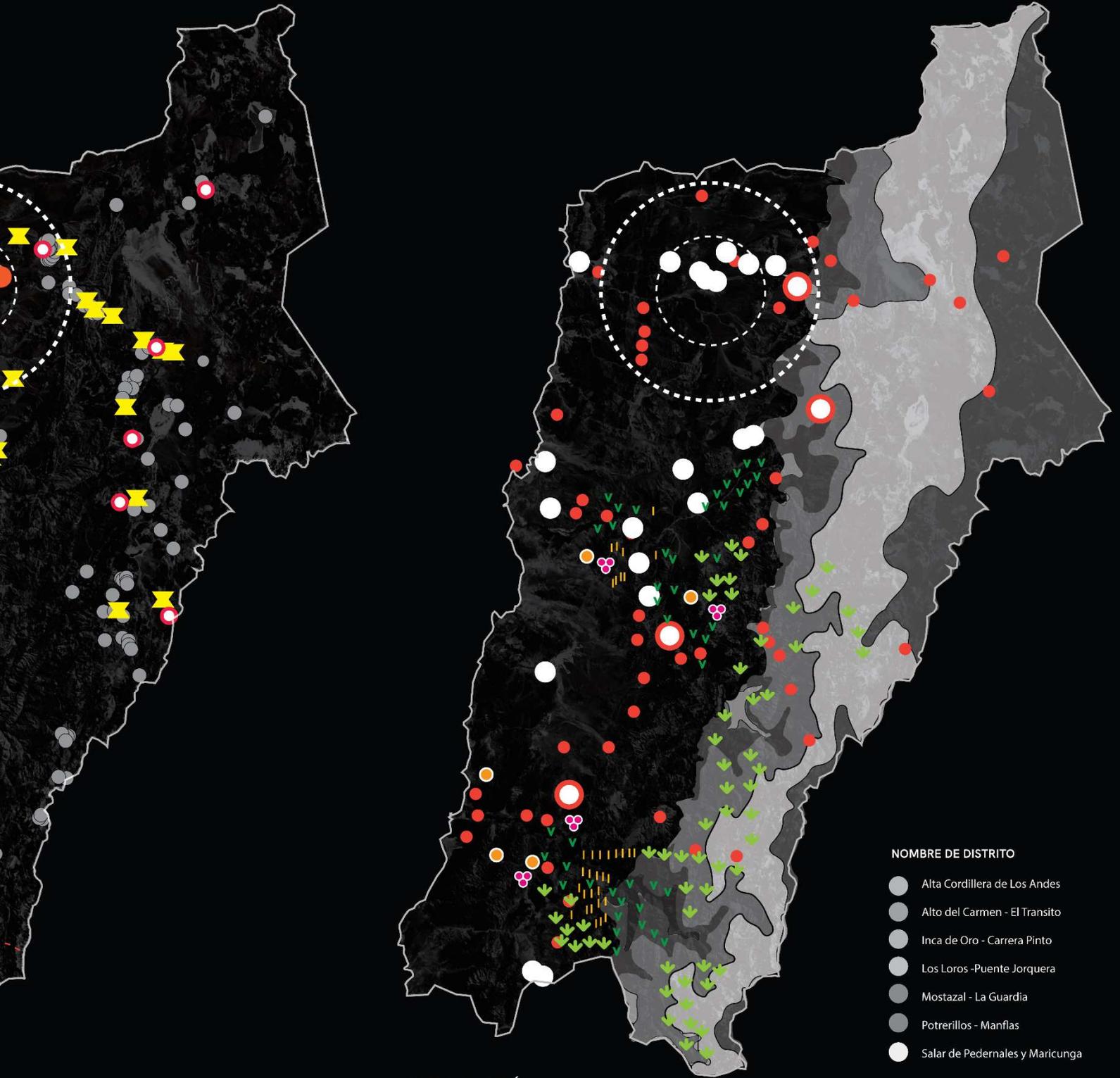


SIMBOLOGÍA

- Área de Estudio
- Parques Fotovoltaicos
- Sub estaciones
- Nudos Principales

SIMBOLOGÍA

- ✕ Proyectos Aprobados / Construidos
- Proyectos Rechazados
- Proyectos en Tramitación / Calificación

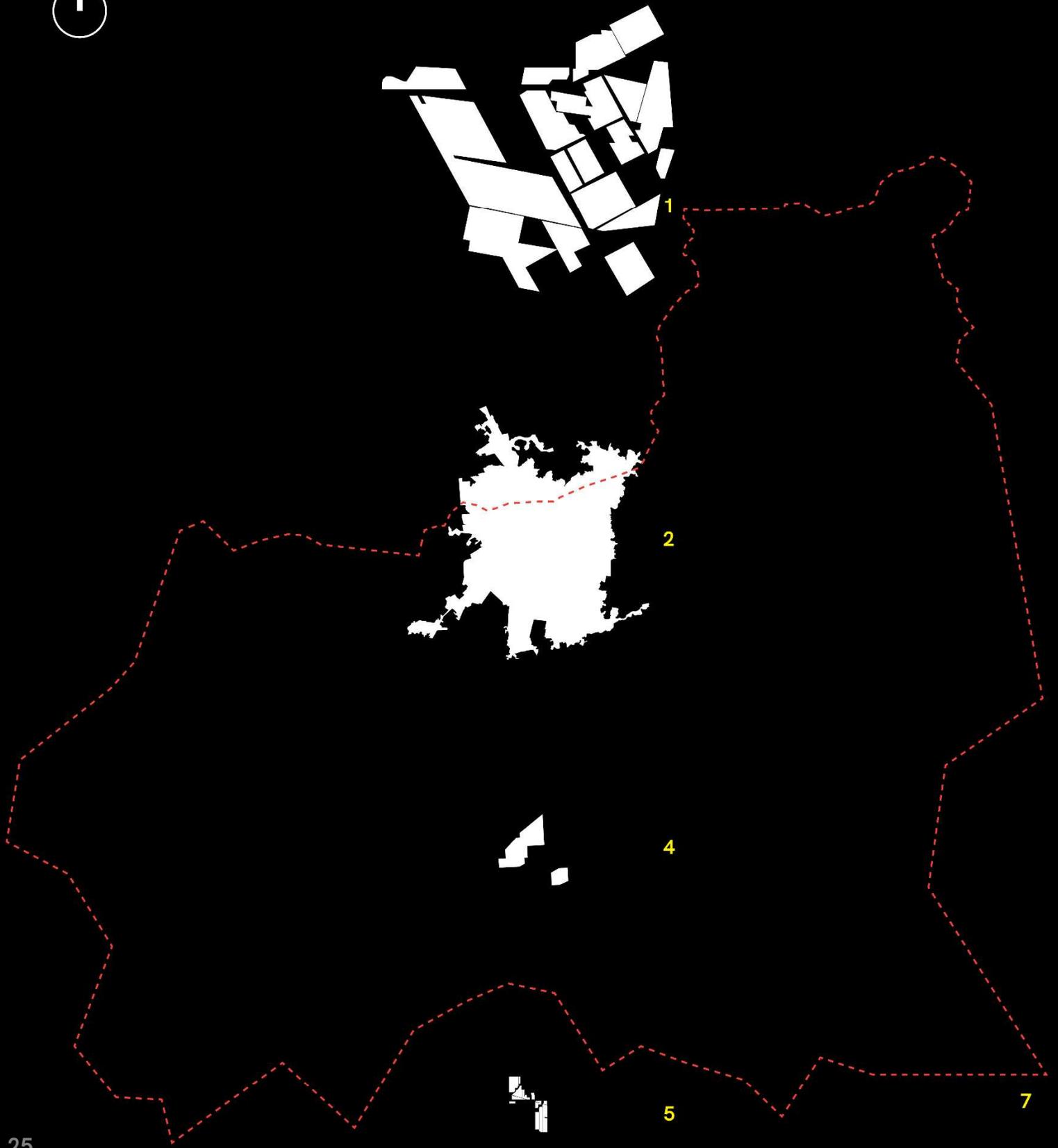


SIMBOLOGÍA

- Frutales
- Viñas y parronales
- ▼ Cultivos anuales
- ▼ Praderas artificiales
- ▬ Praderas naturales

NOMBRE DE DISTRITO

- Alta Cordillera de Los Andes
- Alto del Carmen - El Transito
- Inca de Oro - Carrera Pinto
- Los Loros - Puente Jorquera
- Mostazal - La Guardia
- Potrerillos - Manflas
- Salar de Pedernales y Maricunga



25



6

RUTA DE CRECIMIENTO

FOTOVOLTAICO.

La matriz energética nacional de Chile se compone en un 49% por energías renovables, el mercado de ERNC tuvo un crecimiento explosivo en Chile en el periodo 2013-2016. Siendo en esos tres años que la capacidad instalada creció desde prácticamente 0 MW (a diciembre 2013, existían no más 6 MW instalados), a casi 2.000 MW a fines de 2016.

La producción de energías fotovoltaica en la actualidad supera los 2000 MW instalados, cifra que aumentará con las centrales aprobadas para su construcción dentro de Diego de Almagro y el resto de la tercera región, siendo esto posible gracias a las condiciones geomorfológicas existentes en el desierto más árido del mundo, el cual cuenta con amplias laderas orientadas hacia el norte, leve erosión y un potencial de radicación que supera el de los países que hoy lideran el mercado fotovoltaico.

En cuanto a la generación eléctrica proveniente de fuentes renovables en Atacama llegó a los 241.283 MWh, un 78% de esta energía fue de centrales solares fotovoltaicas, con un registro de generación de 187.432 MWh, un 21,2% de energía eólica con un registro de 51.999 MWh y un 0,8% de energía proveniente de la central mini hidro Río Huasco con un aporte de 1.852 MWh.

Por lo tanto la comuna de Diego de Almagro, cuenta con un papel de suma relevancia para el desarrollo del mercado chileno dentro de la generación de energía fotovoltaica y renovable, para el aporte a la matriz energética nacional. Ya sea solo por la gran cantidad de centrales que se encuentran operativas y en desarrollo dentro del norte chico, dentro de las cuales han contemplado la implementación de grandes centrales a gran escala de servicio, que internacionalmente se denomina 'Utility Scale'.

Con base en el alto potencial energético y el mejoramiento de la infraestructura de producción, la región de Atacama está fijando una ruta para el desarrollo energético Fotovoltaico, demostrando el interés por parte de privados y entes gubernamentales por la inversión en los sectores productivos fotovoltaicos y especialmente en Atacama y Diego de Almagro.

Imagen 25: Comparación entre planta fotovoltaica del desierto Tenger (China), Santiago de Chile y plantas fotovoltaicas de Chile.

Fuente: Elaboración propia

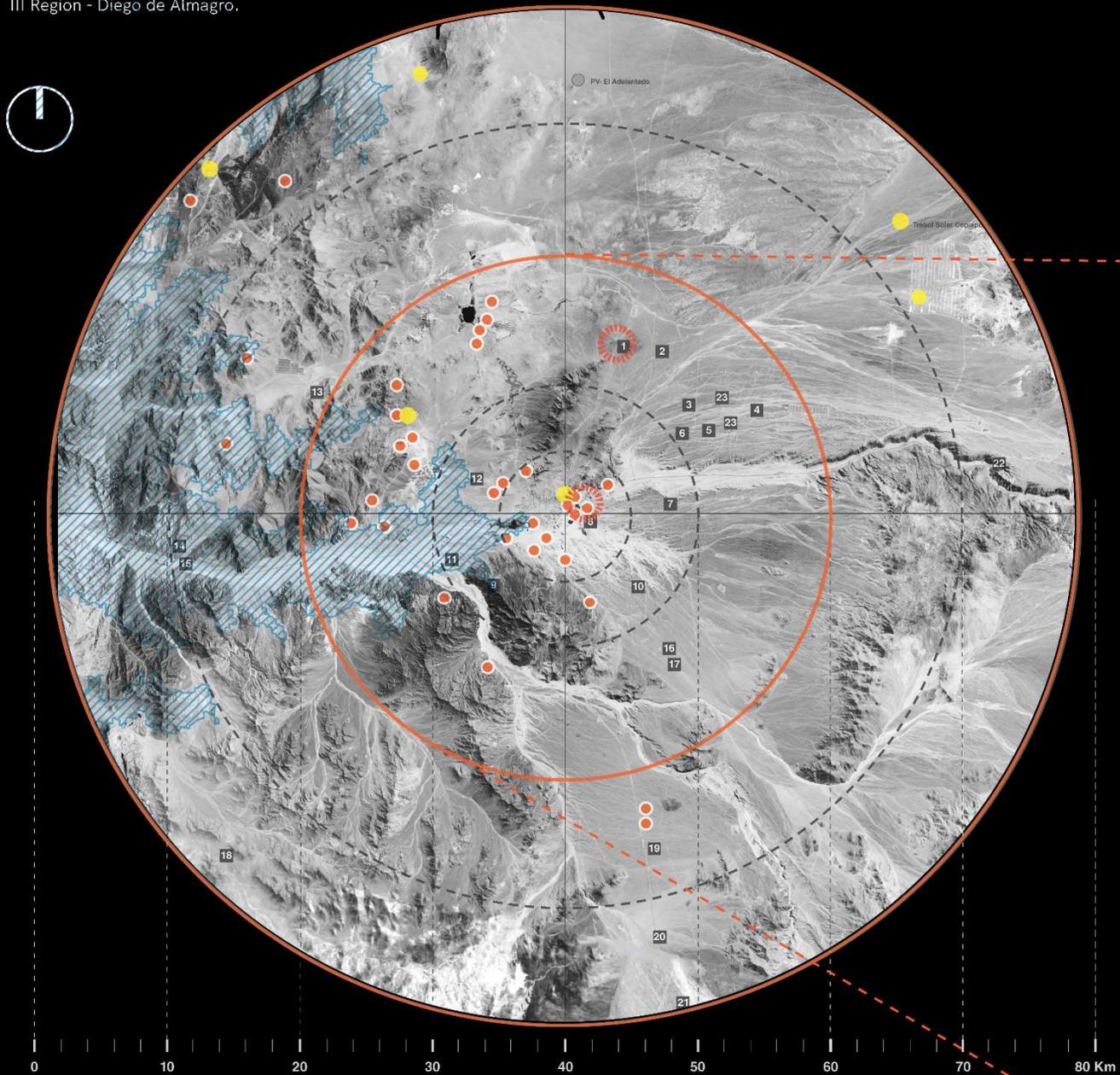


NOMENCLATURA

- 1 PLANTA SOLAR DEL DESIERTO TENGGER CHINA**
1200 km² = 120.000 Ha
Capacidad 1500 MW
- 2 SANTIAGO DE CHILE**
837,89 km² = 83.789 Ha
- 3 COMUNA DE SANTIAGO CENTRO**
- 4 PLANTA SOLAR LLANOS INDIO DE PLATA**
Aprobada en comuna de Diego de Almagro.
- 5 PLANTA SOLAR EL ROMERO**
211 Ha
CAPACIDAD 246.6 MW
- 6 ZONA URBANA DE DIEGO DE ALMAGRO**
- 7 COMUNA DE DIEGO DE ALMAGRO.**

PROYECTOS FOTOVOLTAICOS EN DIEGO DE ALMAGRO

III Region - Diego de Almagro.



SIMBOLOGÍA

Camanchaca

Proyecto Rechazado

Proyecto Diferente Rubros

1 PV- DAS2

2 PV- Margarida II

3 Central Solar Chaka

4 PV- Salvador

5 PV- Sol de los andes

6 PV- Guanaco Solar

7 PV- Llantas

8 PV- Ampliación Diego de Almagro

9 Trazado Alternativo sector Río Salado para Proyecto Sistema de Transmisión de 500 kV Mejillones-Cardones

10 PV- Parque Solar Diego de Almagro

11 PV- Sierra Soleada

12 PV- Ampliación Diego de Almagro

13 PV- Javier

14 Línea de Transmisión Eléctrica 1x110 kV Diego de Almagro-El Salado-Chañaral y Obras Complementarias

15 PV- Covadonga

16 PV- El salado I

17 PV- El salado II

18 PV- Sol de Atacama

19 Línea Nueva Diego de Almagro - Cumbres 2x220 kV

20 Proyecto Campos del Sol Norte

21 Proyecto Campo del Sol Centro

22 PV- Pedernal

Sub-Estación

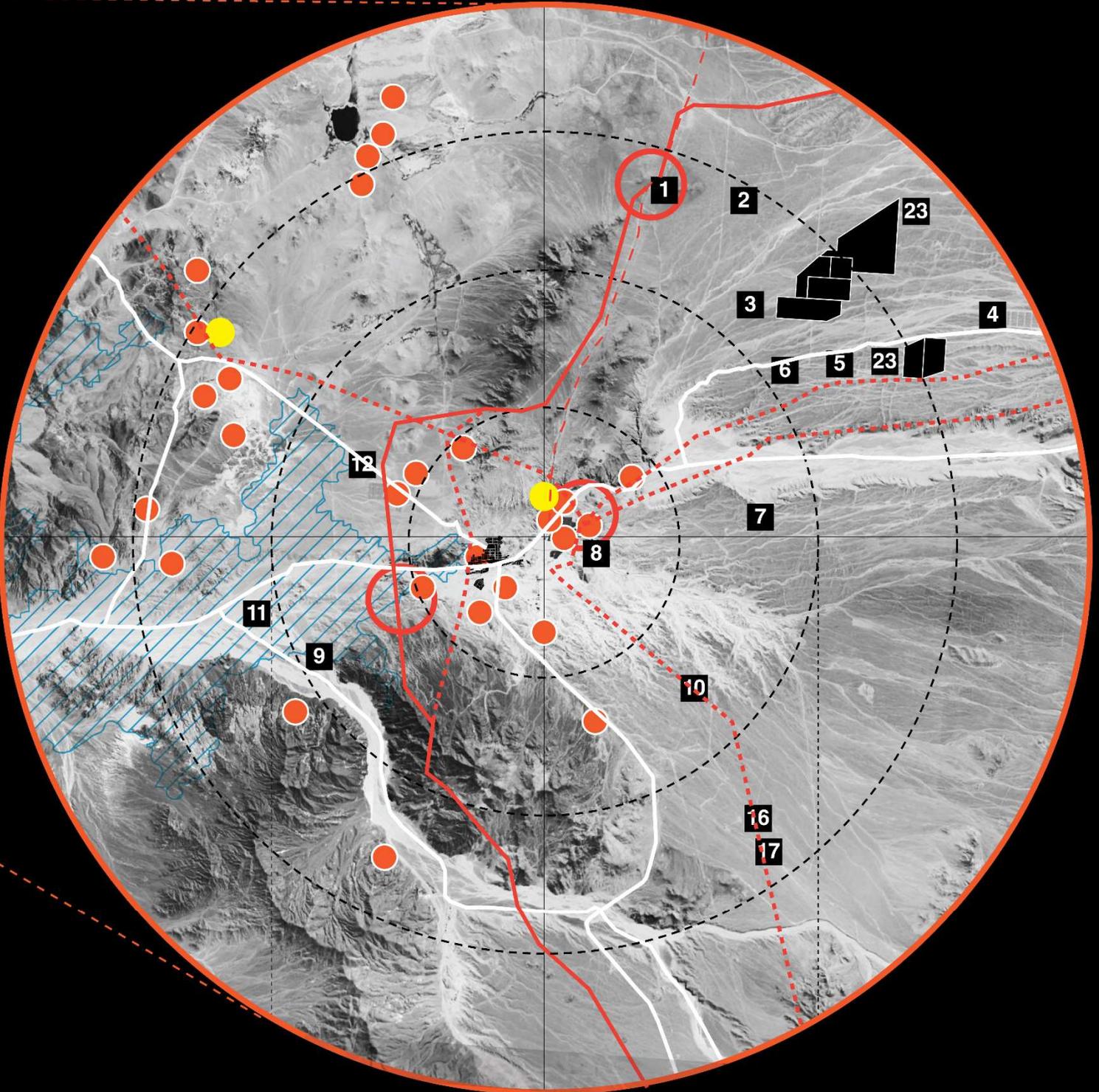
Carretera

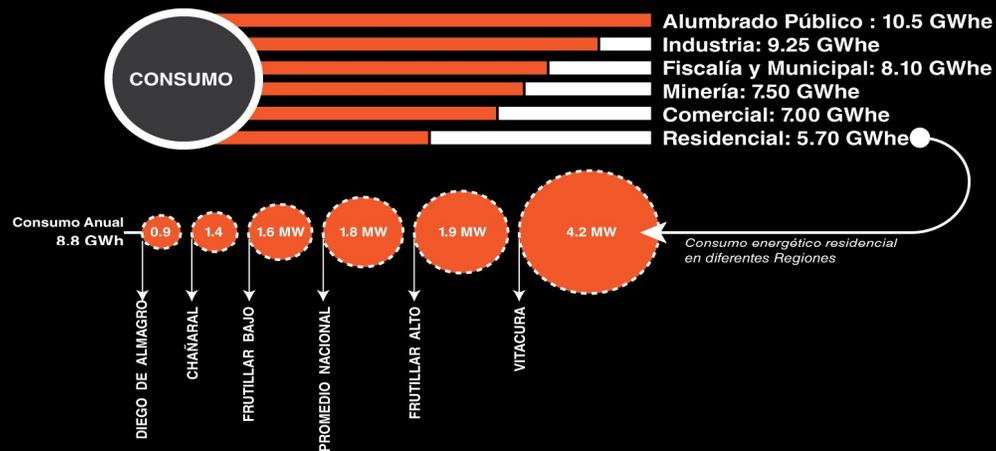
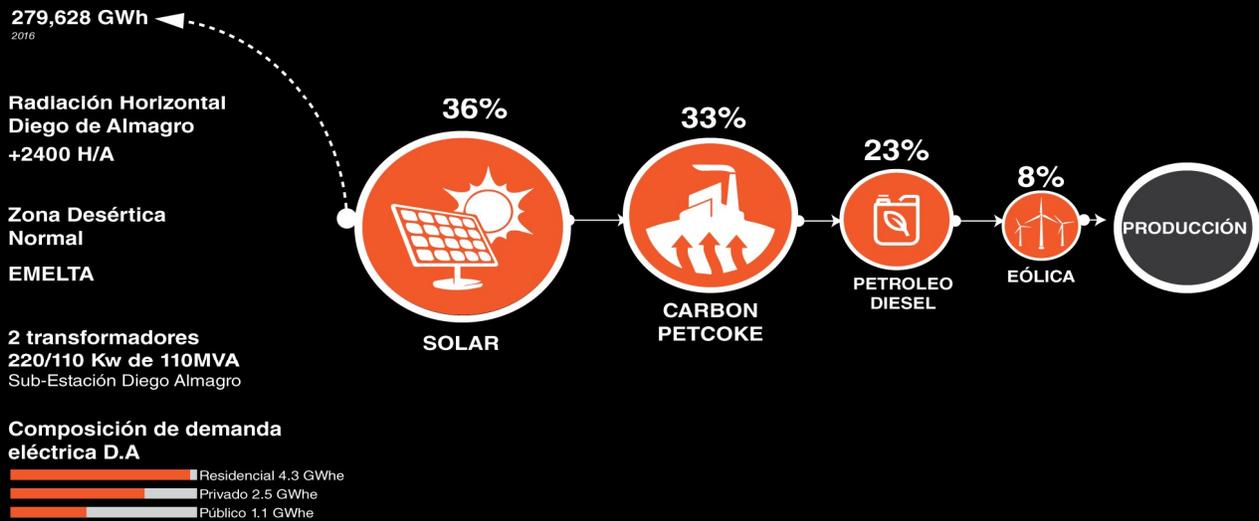
Línea 110kV

Línea 220kV

Imagen 26-27: Proyectos aprobados, en aprobación, y en ejecución en Diego de Almagro; Zoom en zona de intervención.

Fuente: Elaboración propia en base a información obtenida en página web: Seia.sea.gob.cl y Google earth





+ 26 ° 23' 28", S 70 ° 02' 45" W

PLANTA FOTOVOLTAICO DIEGO DE ALMAGRO

Área total planta FV D. A.: 122 Ha : 1.22 Km²

Habitante: 8

Densidad: 6.55 Habitante/Km²

Calles y superficies: 2,10
Canalizaciones Subterráneas: 0,70
Subestaciones Inversoras: 0,42
Área Conexión: 0,13
Urbanización Planta y Administración: 2,12
Área de Colectores: 116,31
Total: 121,77

Consumo de agua : 278 m3/Año

PLANTA ENEL

Área total planta ENEL: 225.25 Ha : 2.25 Km²

Habitante: 25

Densidad: 11.11 Habitantes/Km²

Calles y superficies: 11.5
Subestaciones: 0,56
Línea de alta tensión: 17.5
Póligono Norte y Sur: 207,5
Total: 225,25

Consumo de agua anual: 246 m3/año

CONSUMO LOCAL VS PRODUCCIÓN ENERGÉTICA

La comuna de Diego de Almagro, se abastece principalmente de energía fotovoltaica y térmica. Obtenida en su totalidad gracias a la presencia de sistemas de transmisión eléctrica que conforman parte del Sistema Interconectado Central (SIC); y que a futuro serán parte del Sistema Eléctrico Nacional.¹⁸

El abastecimiento eléctrico residencial de Diego de Almagro proviene en su mayoría de contratos de suministro de largo plazo, cerrados entre generadoras eléctricas y empresas de distribución eléctrica (comercializadoras).

Esto debido a la presencia de las centrales fotovoltaicas, que actualmente se encuentran en operación, siendo la central de ENEL y la planta fotovoltaica Diego de Almagro, quienes producen la energía que se consume dentro de la comuna. Por otro lado; el consumo energético dentro del poblado es uno de los más bajos a nivel nacional en el sector residencial.

Por su parte, las plantas fotovoltaicas en Diego de Almagro generaron 7,14 GWh durante el 2016, mientras que las fotovoltaicas, generaron 279,628 GWh durante el 2016. De forma general se identifican un consumos eléctricos promedio por vivienda de 0,91 MWh/vivienda/año, situándose en promedio dentro de la mitad del consumo nacional, el cual alcanza los 1,8 MWh/vivienda/año; y aproximadamente 294,4 kWh/ Año como consumo per cápita anual residencial.¹⁹

Gracias a la sobre producción que presentan las centrales energéticas fotovoltaicas, se ve beneficiado el SIC mediante la reinyección de dicho excedente dentro de la matriz energética regional y nacional, ayudando así a la reducción del consumo de energías no renovables dentro de la región de Atacama.

Convirtiendo a Diego de Almagro en un actor valioso para la generación fotovoltaica y aporte energético a la matriz de consumo nacional. Contribuyendo de esta manera en el objetivo energético para el año 2050 de Chile respecto al consumo de energía, proveniente de los sectores de energías renovables no convencionales, y principalmente de la energía fotovoltaica.

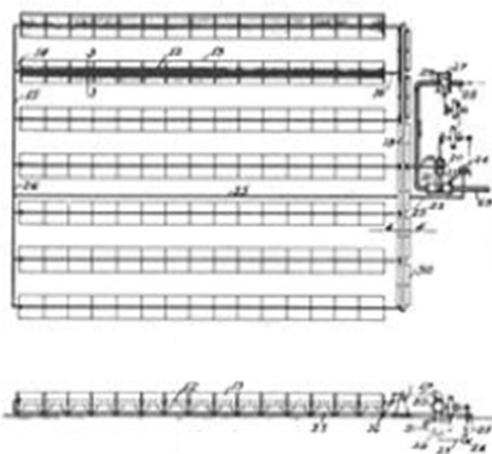
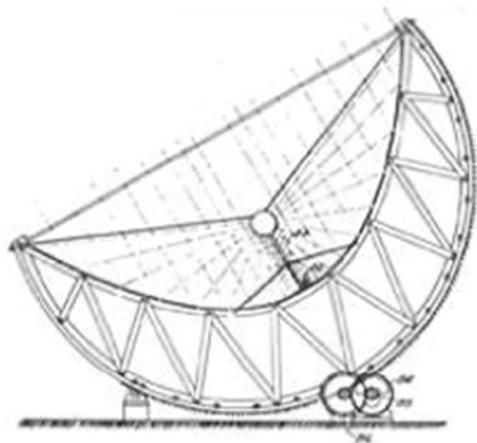
Imagen 28: Consumo energético vs producción energética en Diego de Almagro

Fuente: Elaboración propia en base a información obtenida en página web: Seia.sea.gob.cl y Fraunhofer Chile

¹⁸ SUBESTACIÓN DE PROPIEDAD DE TRANSELEC, QUE SE CONECTA CON EL RESTO DEL PAÍS MEDIANTE LA LÍNEA DIEGO DE ALMAGRO – CARRERA PINTO 220 kV HACIA EL SUR Y LA LÍNEA PAPOSO – DIEGO DE ALMAGRO 220

kV HACIA EL NORTE. LOS CONSUMOS ELÉCTRICOS EXISTENTES EN LA COMUNA DE DIEGO DE ALMAGRO SE CONECTAN A NIVEL DE 110 kV/18 (GRANDES CLIENTES¹⁸ Y OTROS CLIENTES REGULADOS)

¹⁹ ESTRATEGIA ENERGÉTICA LOCAL, INFORME FINAL, COMUNA DIEGO DE ALMAGRO



29



30

SISTEMA TÉCNICO FOTOVOLTAICO

En 1911 Frank Schuman (1862 – 1918) fundo su “Sun Power Co”, creando la primera planta solar en Tancony, Estados Unidos, generando un total de 20kW. Tras ello abrió una segunda planta solar en Maadi, Egipto, en 1912, consiguiendo generar 88kW, dando paso así a la tecnología fotovoltaica como se conoce hoy en día.²⁰

Los sistemas de instalación, formato y eficiencia de sus componentes han evolucionado con el pasar del tiempo y con las mejoras tecnológicas se han modificado los materiales para la construcción de las celdas y paneles fotovoltaicos.

Cabe mencionar que; la energía solar se divide en tres diferentes campos de generación.

1. Energía fotovoltaica
2. Energía solar térmica
3. Energía solar pasiva.

La Energía fotovoltaica se configura a partir de una placa fotovoltaica o también conocida como captador solar fotovoltaico para la generación de electricidad. Los paneles o módulos fotovoltaicos están formados por un conjunto de células que producen electricidad a partir de la luz que incide sobre ellos, mediante el efecto fotoeléctrico.

Su funcionamiento se rige por principios de física, donde algunos de los fotones provenientes de los rayos del sol, impactan sobre la primera superficie del panel, siendo absorbidos por diversos semiconductores, como puede ser el silicio. Los electrones que se alojan en la estructura del silicio son golpeados por los fotones, liberándose de los átomos a los que principalmente estaban destinados.

Al movimiento producido por los electrones se le conoce como corriente eléctrica que es generada en forma “continua”, también llamada DC, y que debemos transformar a “alterna” para poder ser utilizada.

A continuación se muestra el despiece de la planta fotovoltaica de ENEL en Diego de Almagro, donde se observa de manera más clara las piezas que forman el sistema fotovoltaico utilizado en las centrales FV

IMAGEN 29: "PRIMERA PLANTA DE GENERACIÓN DE ENERGÍA MEDIANTE COLECTORES PARABÓLICOS EN MAADI, EGIPTO, 1912,

FUENTE: <https://www.researchgate.net>, [FECHA DE CONSULTA 10 DE ABRIL DEL 2020]

IMAGEN 30: "LA GRAN MURALLA CHINA DEL SOL": LA PLANTA SOLAR MÁS GRANDE DEL MUNDO CUBRE MÁS DE 1.200 KM² Y ESTÁ UBICADA EN EL DESIERTO DE TENGER, FUENTE

<https://www.xataka.com/>, [FECHA DE CONSULTA: 25 DE AGOSTO DEL 2019]

²⁰ HISTORIA DE LA ENERGÍA SOLAR, ESPAÑA [FECHA DE CONSULTA 28 DE ABRIL DEL 2020]. DISPONIBLE EN FUENTE:

[HTTPS://WWW.HOGARSENSE.ES/ENERGIA-SOLAR/HISTORIA-ENERGIA-SOLAR](https://www.hogarsense.es/energia-solar/historia-energia-solar).

**PLANTA DE ESTUDIO :
ENEL - DIEGO DE ALMAGRO**

III Región - Diego de Almagro.



PV- CONSTRUIDOS

- Línea 500 kV
- Trazado LT
- Sub- Estación
- Vértices LT
- Parque fotovoltaico ENEL
Diego de Almagro - Zona Sur
- Parqua fotovoltaico ENEL
Diego de Almagro - Zona Norte1
- Parque fotovoltaico ENEL
Diego de Almagro - Zona Norte2
- Parcelas
- Camanchaca

OBRA

Polígono Norte	134,8 Ha
Polígono Sur	72,45 Ha
Subestación eléctrica	0,85 Ha
Línea de alta tensión	17,44 Ha
TOTAL	225,25 Ha

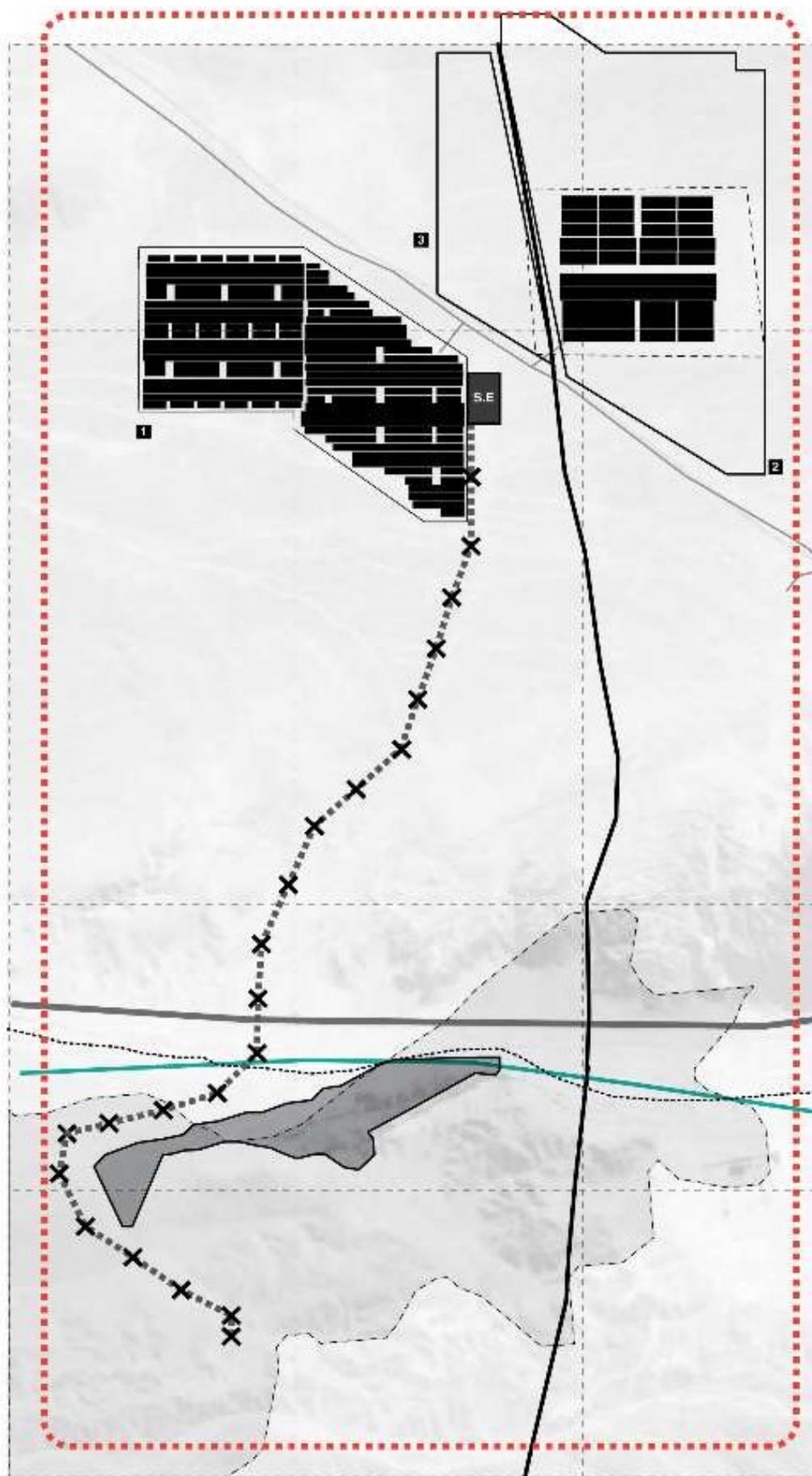




IMAGEN 31: "DISTRIBUCION DE PLANTA FOTOVOLTAICA DE ENEL EN DIEGO DE ALMAGRO Y SISTEMA DE TRANSMISIÓN, SUB ESTACIÓN ELÉCTRICA.

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA EN BASE A INFORMACIÓN OBTENIDA DE Servicio de impacto ambiental.

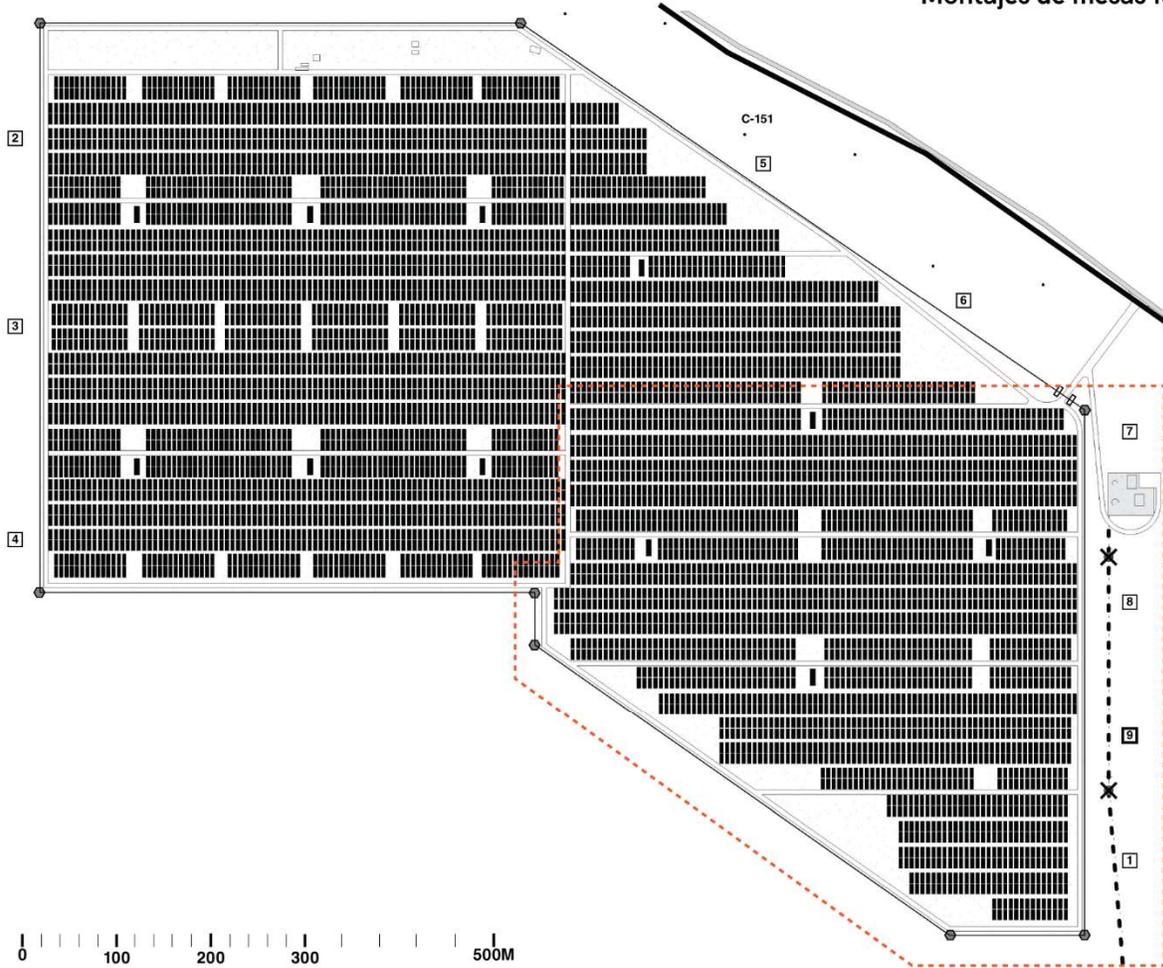
Diego de Almagro

Sub Estación

LT

3

4K

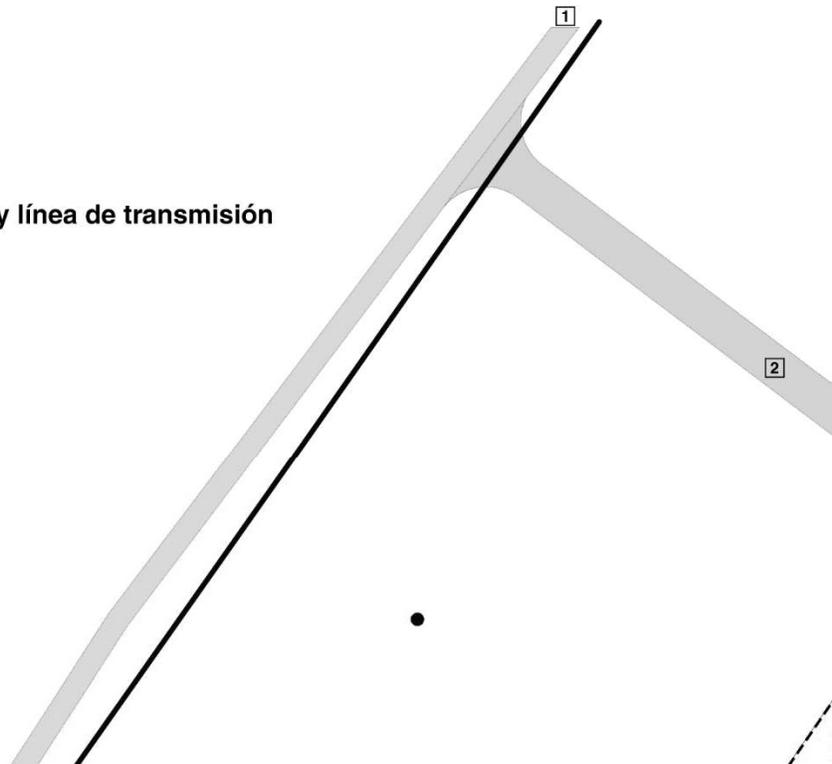


32

Detalle 1 - Acercamiento módulos PV / Subestación y línea de transmisión

SIMBOLOGÍA

-  Línea 500 kV
-  Trazado LT
-  Vértices LT
-  1 Ruta C-151
-  2 Calle de acceso
-  3 Acceso Planta PV
-  4 Cerco perimetral de malla H:2.00M
-  5 Calles perimetrales 4.20 M
-  6 Calles Internas para mantenimiento 3.60
-  7 Módulos Foto Voltaicos
-  8 Acceso a Sub estación
-  9 Sub estación transformadora 22Kv/110Kv

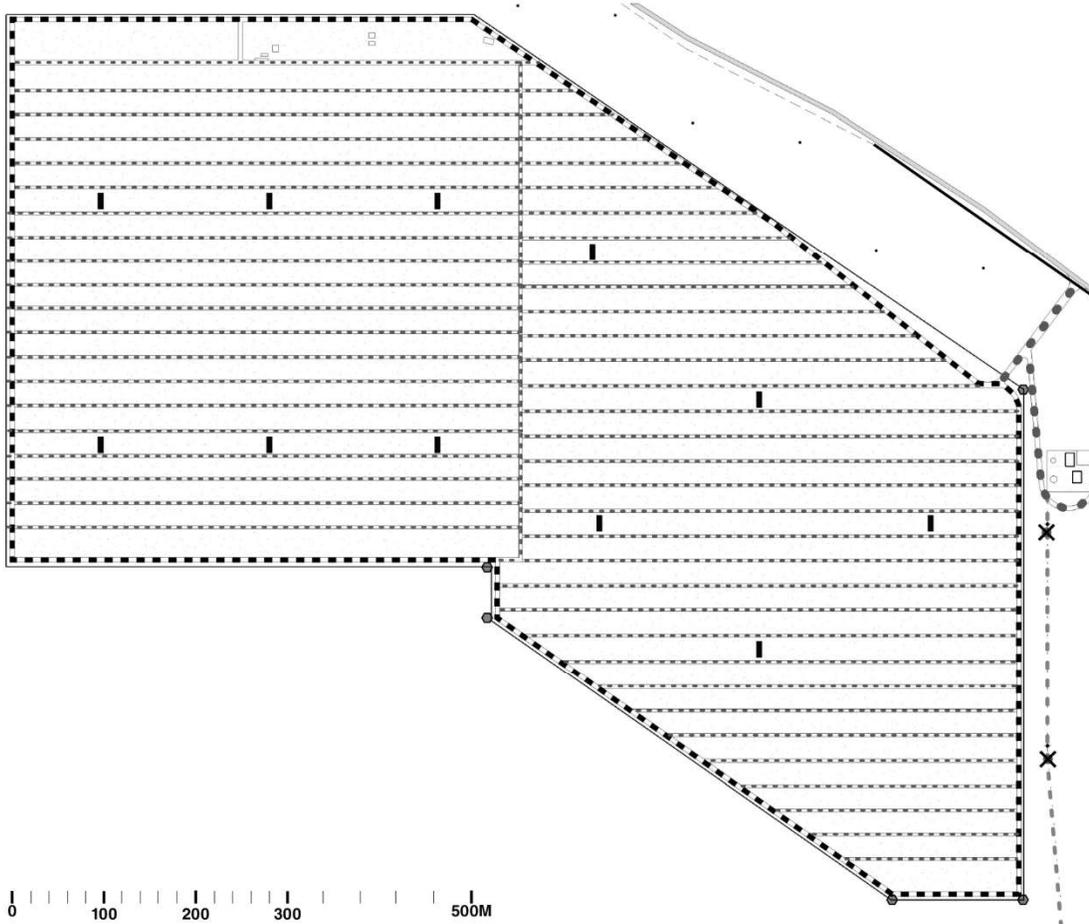


Circulaciones

OBRA

Polígono Norte	134,8 Ha
Polígono Sur	72,45 Ha
Subestación eléctrica	0,85 Ha
Línea de alta tensión	17,44 Ha

TOTAL 225,25 Ha

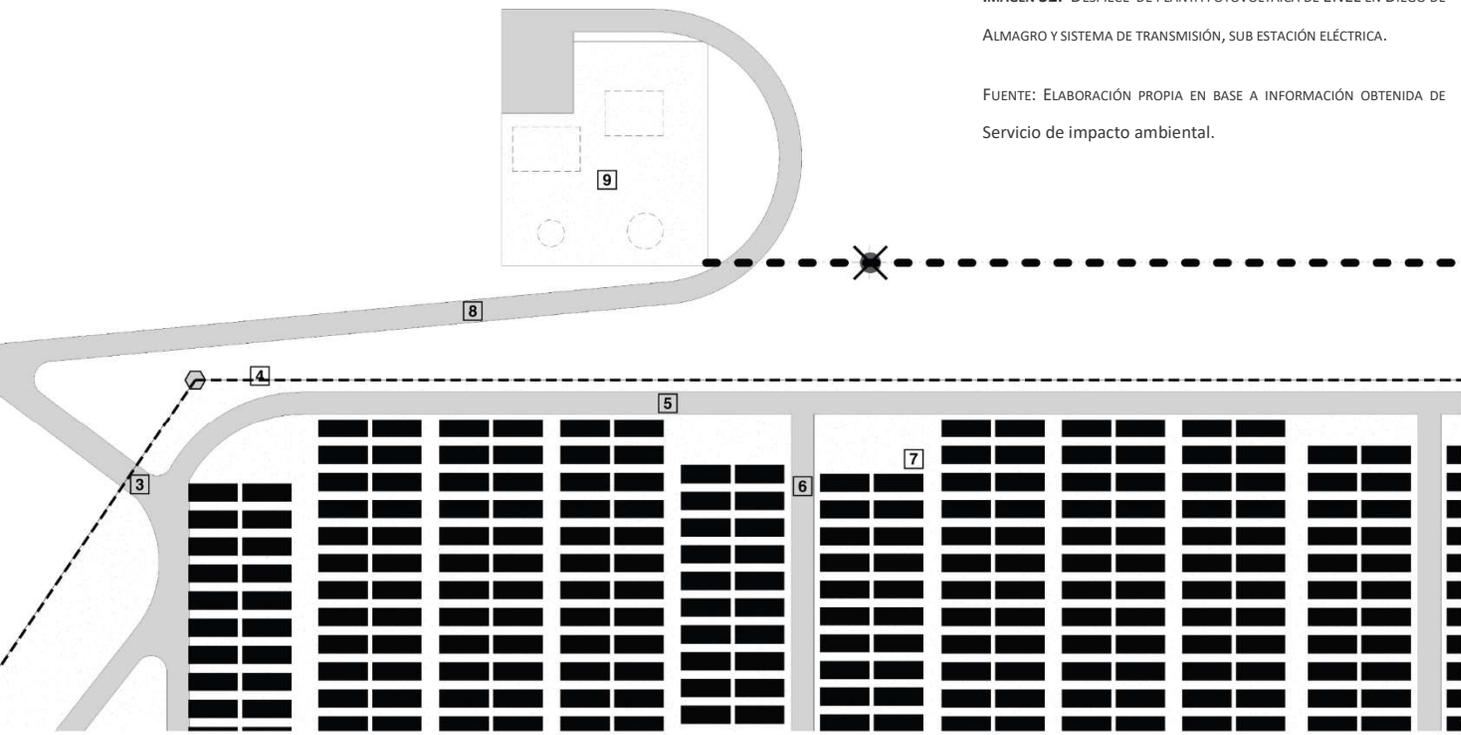


PV- DIEGO DE ALMAGRO Zona Sur

- Línea 500 kV
- Trazado LT
- Sub- Estación
- Vértices LT
- Acceso zona sur
- Paneles PV
- 1.224.000** Potencia Instalada
- 90 MW** Fase V, VI
- P. SUR** 20 Generadores - 408.000 Módulos

IMAGEN 32: "DESPIECE DE PLANTA FOTOVOLTAICA DE ENEL EN DIEGO DE ALMAGRO Y SISTEMA DE TRANSMISIÓN, SUB ESTACIÓN ELÉCTRICA.

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA EN BASE A INFORMACIÓN OBTENIDA DE Servicio de impacto ambiental.



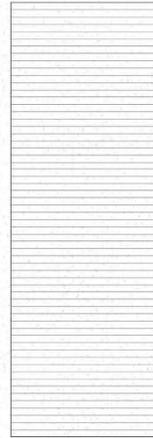
Detalle 2- Mesas y modulos PV

IMAGEN 33: "DESPIECE DE PLANTA FOTOVOLTAICA DE ENEL EN DIEGO DE ALMAGRO Y SISTEMA DE TRANSMISIÓN, SUB ESTACIÓN ELÉCTRICA.

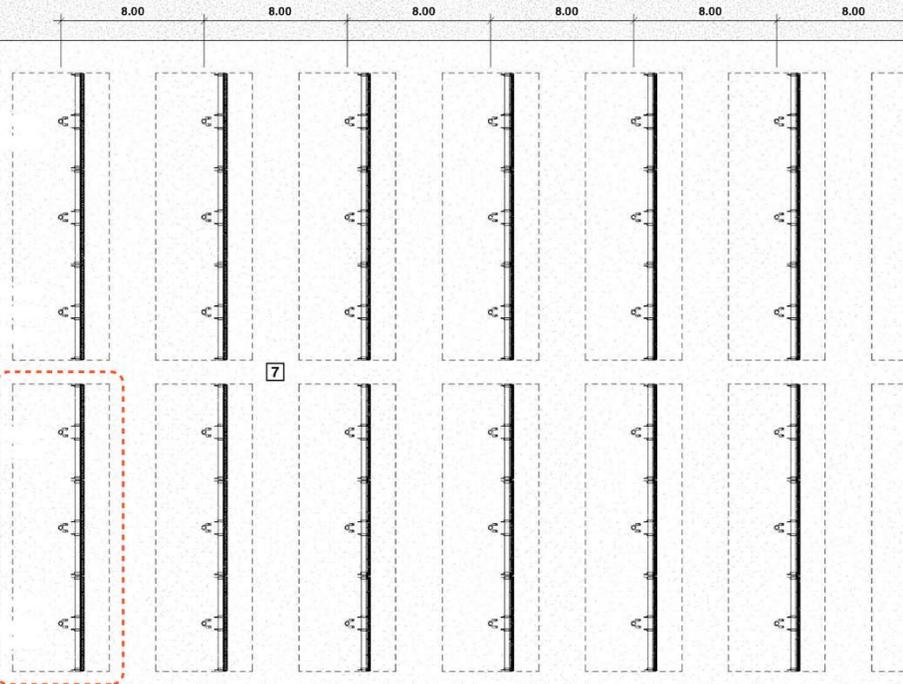
FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA EN BASE A INFORMACIÓN OBTENIDA DE Servicio de impacto ambiental.

SIMBOLOGÍA

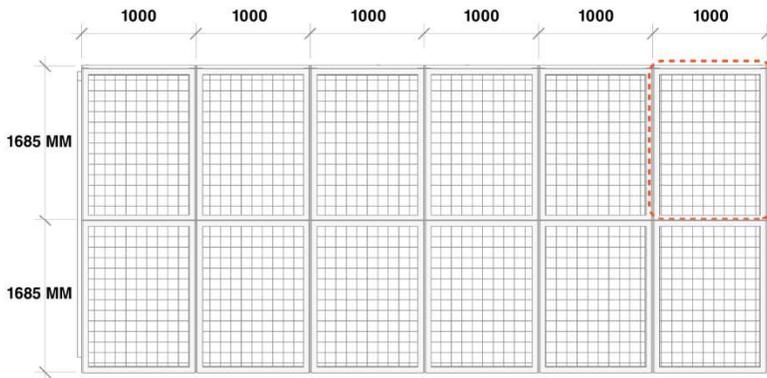
- 4 Cerco perimetral de malla H:2.00M
- 5 Calles perimetrales 4.20 M
- 6 Calles Internas para mantenimiento 3.60
- 7 Módulos Foto Voltaicos



D-4

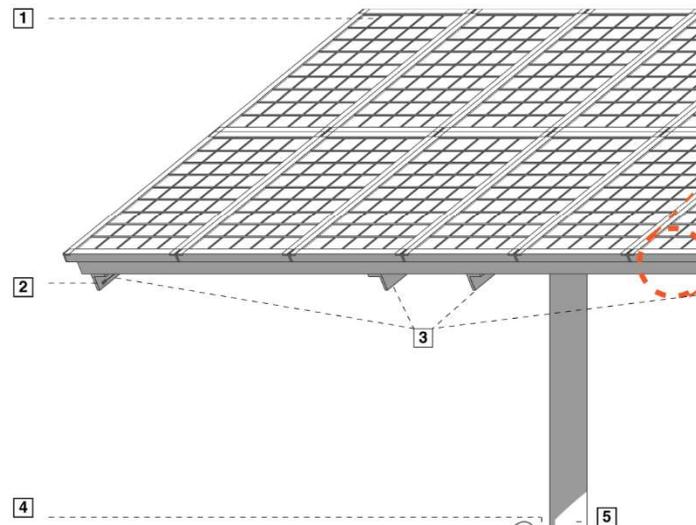
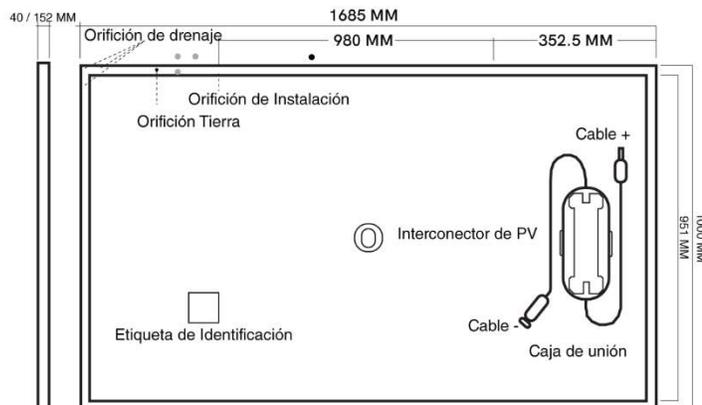


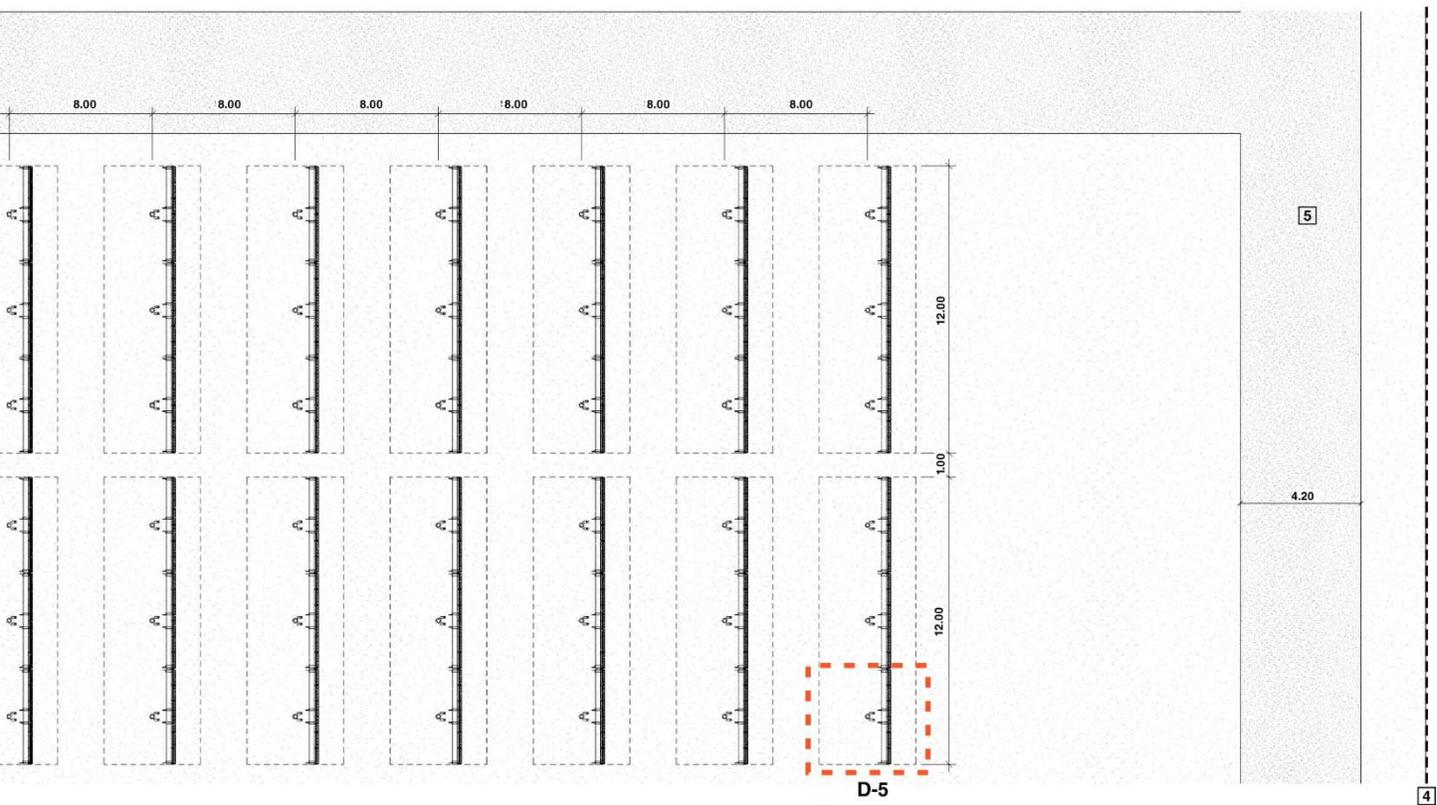
Detalle 3 - Mesa PV



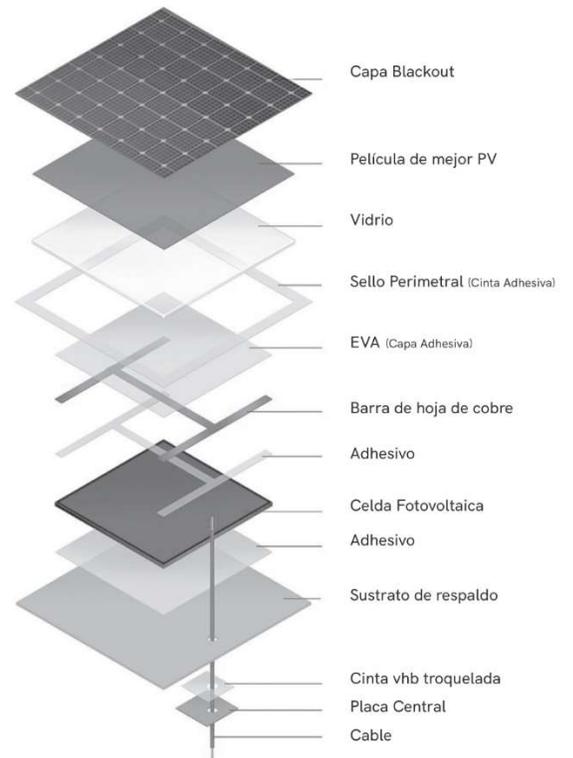
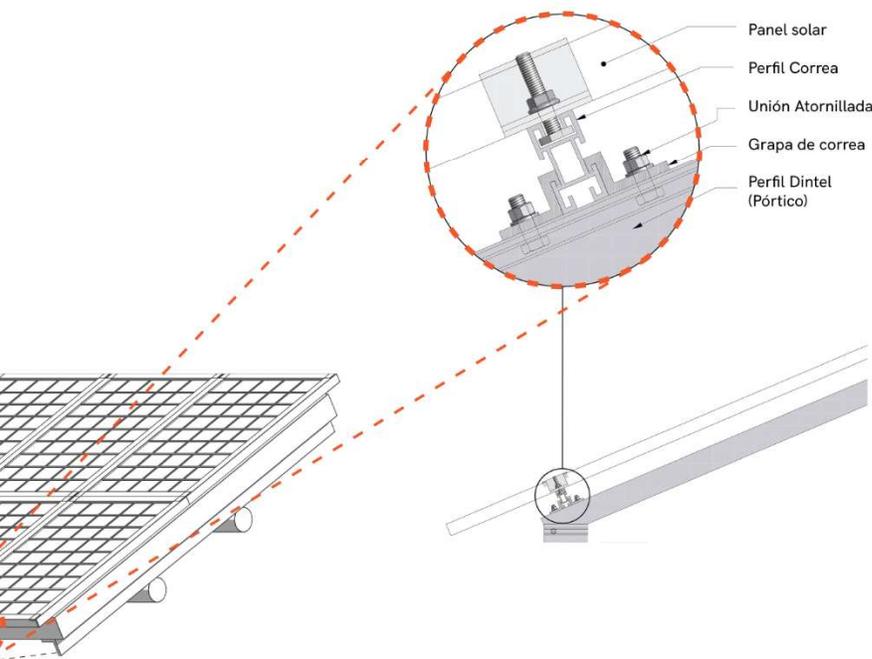
Detalle 5 - Mesa PV, Fijación entre perfil, correo y portico.

Detalle 4 - Estructura de Paneles Solares

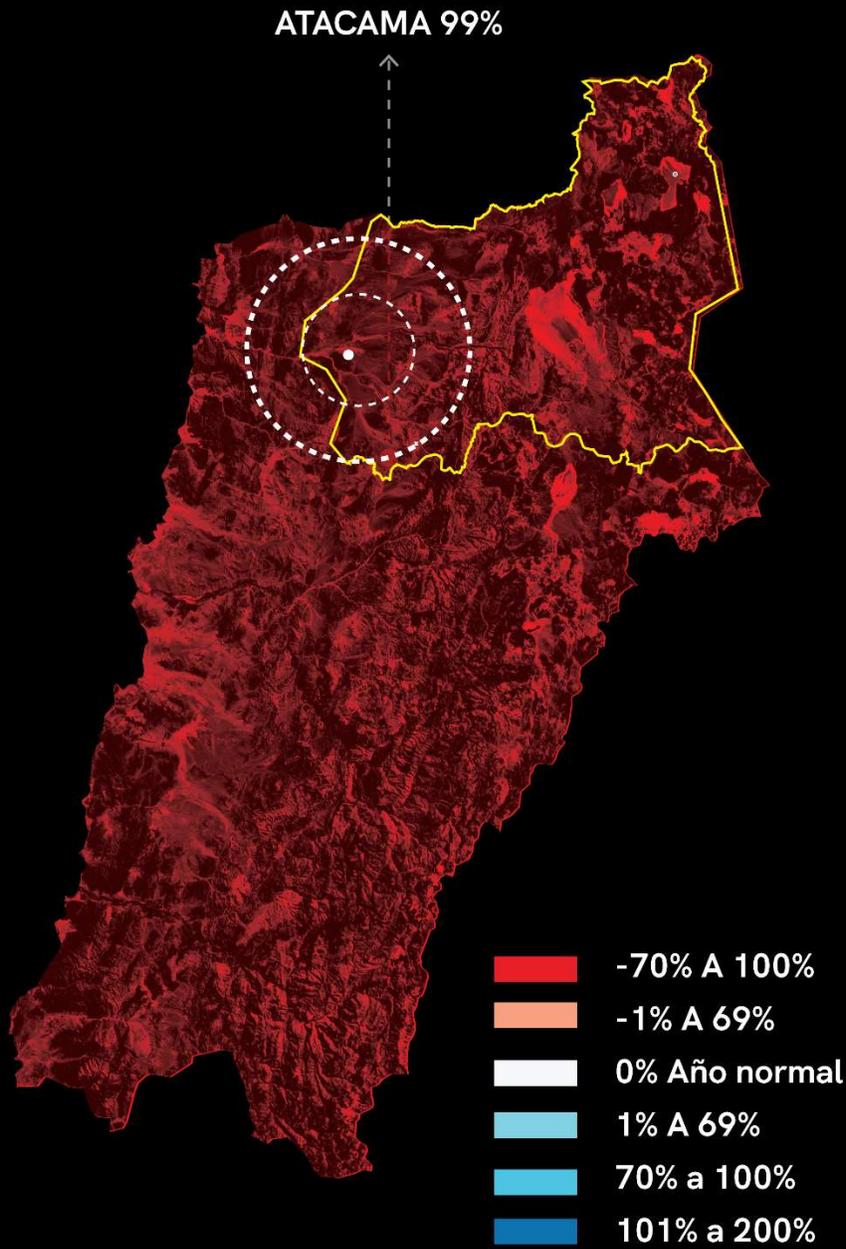




Detalle 6 - Capas de Paneles fotovoltaicos



- 1 Módulos Fotovoltaicos
- 2 Conector TK-25-T
- 3 Estructura Soporte
- 4 Conector KM-25
- 5 Cable desnudo de cobre 35mm



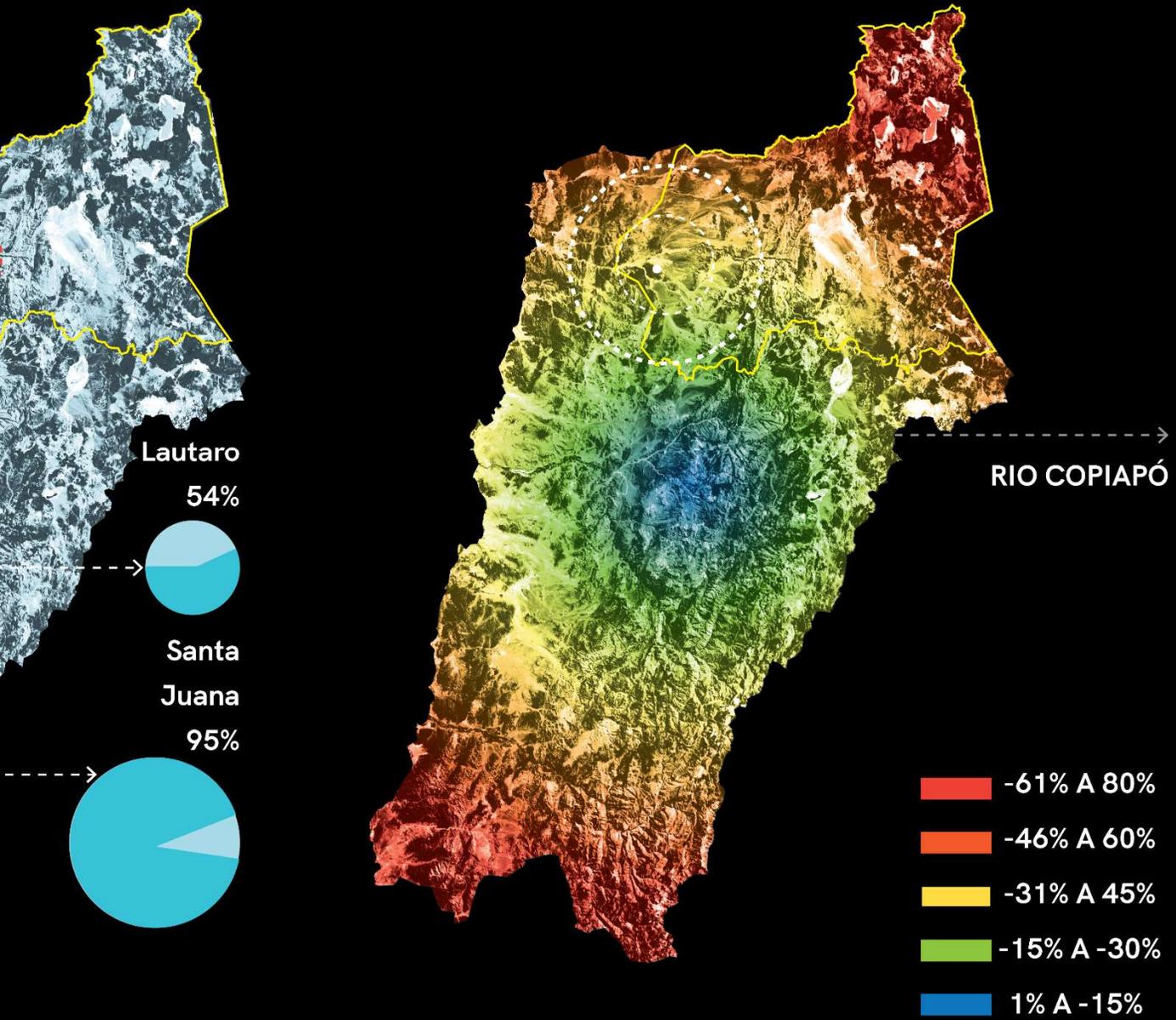
Déficit / Superávit de precipitaciones acumuladas



Proporción de acumulación en embalses respecto a su capacidad

IMAGEN 34: INFRAESTRUCTURA DE FUENTES HÍDRICAS EN LA REGIÓN DE ATACAMA.

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA EN BASE A INFORMACIÓN OBTENIDA DE SERVICIO DE IMPACTO AMBIENTAL.



ción de agua

acididad máxima.

Variación del caudal, promedio histórico 1981 - 2010

POBLACIÓN TOTAL



13,925

X

CONSUMO POR PERSONA



170 LT/Día

=

CANTIDAD DE AGUAS RESIDUALES



2,367,250 Litros / Día

REUTILIZACIÓN DE AGUAS
GRISES



80%

1,893,800 Litros / Día

1,893.80 M3

CONSUMO DE AGUA EN LA COMUNA DE
DIEGO DE ALMAGRO



C-13

ALCALDIA DE SALADAD

CONSUMO DE AGUAS.

La comuna de Diego de Almagro requiere una alta demanda de agua para el consumo humano y la producción minera de la zona. Dado que Atacama es una de las regiones con una de las menores disponibilidades para el abastecimiento de agua por habitante (superada por Antofagasta), ha generado un constante déficit hídrico e inequidad en la distribución de este recurso. El 97% de los derechos de agua constitutivos de la zona pertenecen a la minería. Por lo que para una zona con alto estrés hídrico, la falta de reutilización de aguas residuales, representa una gran falla para el abastecimiento de la demanda de agua dentro de la comuna, la que podría ser destinada para la provisión de agua en diversos usos como el riego de zonas agrícolas o zonas industriales.

La reutilización de aguas residuales ha sido un detonante para el desarrollo de comunidades en climas áridos y con una red hídrica agonizante y condiciones climáticas hostiles, desarrollando técnicas de abastecimiento en base al tratamiento de este tipo de aguas. Un claro ejemplo de reutilización de dichas aguas, se manifiesta mediante el sistema utilizado para el riego en los cultivos Israelís, los cuales obtienen agua mediante procesos de desalinización o de servicios de reciclaje de las aguas grises de las comunidades aledañas.”²¹

En base a dichos métodos de reutilización de aguas grises, la tesis propone el desarrollo de un nuevo ciclo de reutilización de agua residuales, aprovechando las aguas que genera a la misma ciudad, las cuales pueden provenir de los diferentes sistemas de aguas de alcantarillado municipal, agricultura y procesos industriales. Las que una vez tratadas pueden ser más limpias que el agua con que se abastece el poblado para el uso personal²². Luego de tratadas se propone una reinyección al sistema público y/o a los cauces naturales, generando un aporte hídrico, para la cadena productiva agrícola de la comuna.

ABASTECIMIENTO Y REUTILIZACIÓN

El abastecimiento de agua en la comuna de Diego de Almagro, se encuentra a cargo de la empresa Aguas de Chañar, dicha empresa abastece el poblado diariamente del vital líquido. El consumo per capital por día se calculó en un aproximado por persona de 170 Lts / Día²³, dicho valor se ha calculado gracias a las especificaciones de abastecimiento hídrico brindado por la empresa aguas de chañar y en relación al número de habitantes que actualmente viven dentro de la comuna. En cuanto a las aguas duras se calcula un valor aproximado de 2367 M³/Día de aguas residuales. Representando de esta manera y en relación a la cantidad de aguas grises, una posibilidad de reutilización de estas aguas producidas por Diego de Almagro, para la diversidad de actividades productivas que requieren de una alta demanda de aguas.

En general se estima que el potencial de reutilización de las aguas residuales es de un 80%, que pueden ser destinados para el riego de espacios públicos, abastecimiento dentro de nuevas actividades productivas, entre otros. Por lo que el tratamiento y purificación de las aguas de Diego de Almagro significaría aproximadamente un aporte de 1893.30 m³ de aguas tratadas por día, las cuales pueden ser destinadas dentro de las diferentes industrias que requieran la utilización de fuentes hídricas para su funcionamiento.

IMAGEN 35: DIAGRAMA DE CONSUMO DE AGUA POR PERSONA Y CANTIDAD DE AGUAS RESIDUALES
PRODUCCION EN DIEGO DE ALMAGRO.

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

²¹ CASTRO. JORGE, CLARIN RURAL, [FECHA DE CONSULTA: 22 DE NOVIEMBRE DE 2019] DISPONIBLE EN:

[HTTPS://WWW.CLARIN.COM/RURAL/AGRO-ISRAELI-TECNIFICADOS-MUNDO_0_E1mxtLXb.html](https://www.clarin.com/rural/agro-israeli-tecnificados-mundo_0_E1mxtLXb.html).

²² BECERRA. ANDREA. RECICLAR MÁS AGUA: RESOLUCIÓN DE AÑO NUEVO PARA AMÉRICA LATINA, [FECHA DE

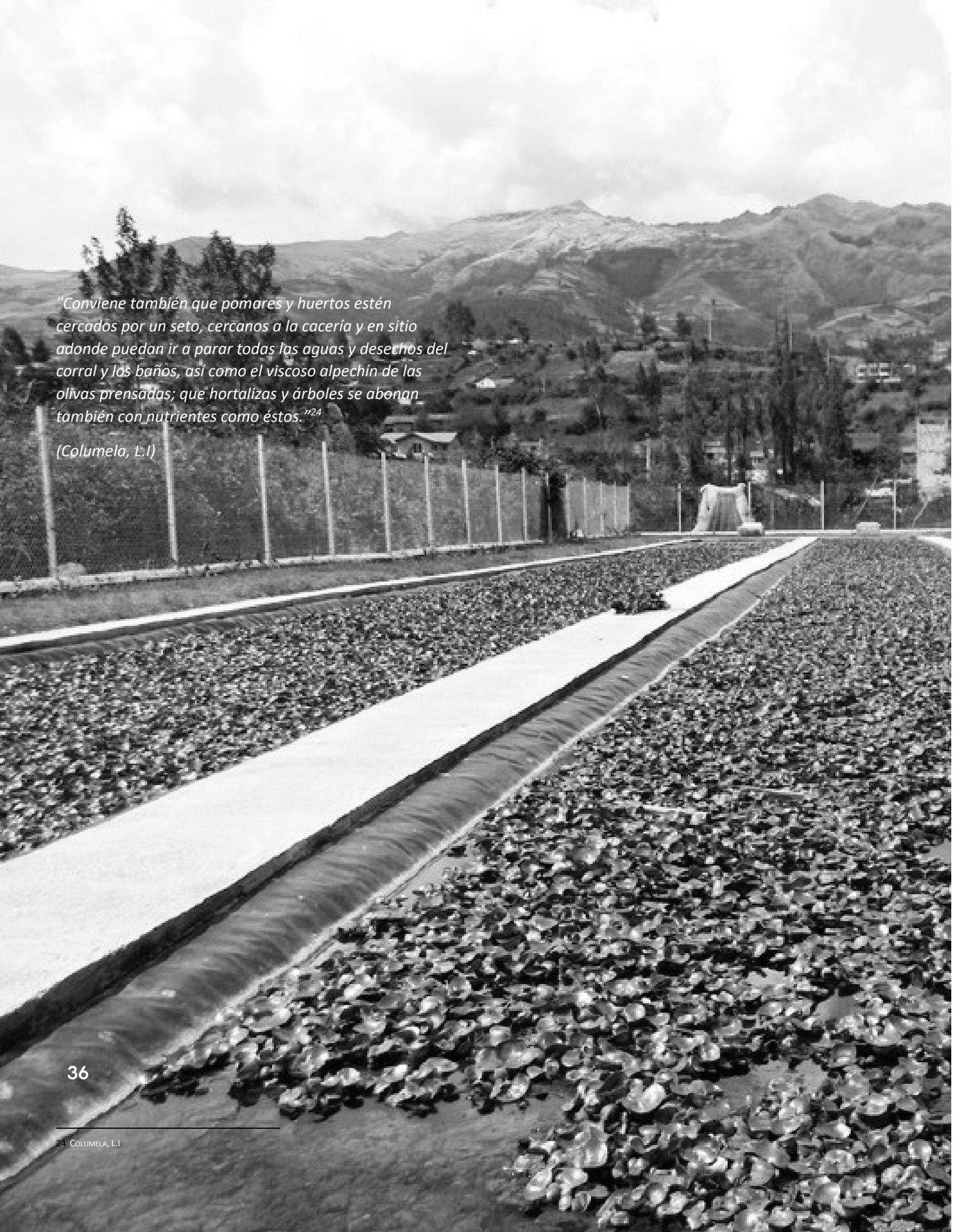
CONSULTA: 10 DE DICIEMBRE DE 2019], DISPONIBLE EN: [HTTPS://WWW.NRDC.ORG/ES/EXPERTS/ERIKA-](https://www.nrdc.org/es/experts/erika-moyer/reciclar-agua-resolucion-ano-nuevo-america-latina)

[MOYER/RECICLAR-AGUA-RESOLUCION-ANO-NUEVO-AMERICA-LATINA.](https://www.nrdc.org/es/experts/erika-moyer/reciclar-agua-resolucion-ano-nuevo-america-latina)

²³ EL CONSUMO POR PERSONA SE ESTIMÓ EN BASE A LAS DESCRIPCIONES BRINDADAS EN LA PÁGINA DE AGUAS DE

CHAÑAR, MEDIANTE UNA TABLA QUE PRESENTA LA CANTIDAD DE ABASTECIMIENTO EN LITROS POR PERSONA EN LOS

DIFERENTES TIPOS DE VIVIENDAS DENTRO DE LA ZONA.



"Conviene también que pomares y huertos estén cercados por un seto, cercanos a la cacería y en sitio adonde puedan ir a parar todas las aguas y desechos del corral y los baños, así como el viscoso alpechín de las olivas prensadas; que hortalizas y árboles se abonan también con nutrientes como éstos."²⁴

(Columela, L:I)

HUMEDALES FITO DEPURADORES

Por fitodepuración²⁵ se entiende la reducción o eliminación de contaminantes de aguas residuales, mediante la utilización de procesos biológicos y fisicoquímicos en los que participan las plantas del propio ecosistema acuático. La fitodepuración ocurre naturalmente en los ecosistemas que reciben aguas contaminadas y, junto a la denominada autodepuración de las aguas, ha sido el procedimiento clásico de recuperación de la calidad del agua. Este proceso ocurre tanto en humedales naturales como en humedales artificiales creados por el hombre.²⁶

En base a la producción de aguas residuales que se generan en Diego de Almagro, se abre una oportunidad para la purificación de las mismas, basado en sistemas de tratamientos químicos y/o naturales. Pero además debido a la infraestructura y en relación con otros sistemas depurativos tecnificados, los humedales artificiales tienen ventajas sobre métodos químicos, como de bajo coste, mantenimiento sencillo, eficaz capacidad depuradora de aguas con contaminación principalmente orgánica y bajo impacto visual de las instalaciones, en relación a procesos químicos destinados a este fin.

Entre las limitaciones que presentan los humedales fitodepurativos, se pueden indicar que requieren amplias superficies de terreno (extensiones de tierras que en el desierto son infinitas). Los humedales artificiales son por lo tanto especialmente apropiados para el tratamiento de aguas de pequeñas poblaciones, en donde se suelen dar las circunstancias de bajo coste del terreno y mano de obra no calificada para su implementación y manejo.

Los humedales artificiales reproducen la dinámica de los humedales naturales, y como éstos, constituyen delicados ecosistemas que combinan procesos físicos, químicos y biológicos dentro de un medio diseñado, construido y manejado por el hombre. Algunos de los aspectos diferenciales con respecto a los humedales naturales son el hecho de que el flujo de agua es más estable y no se encuentra sometido necesariamente a fluctuaciones estacionales y el tiempo de retención está controlado por el operador en relación a la carga contaminante de las aguas tratadas²⁷

El comportamiento de los humedales artificiales; es el resultado de un entramado complejo de procesos físicos, químicos y biológicos, siendo de extrema importancia la actuación e interacciones con el agua residual y entre los componentes vivos del sistema: como ser los microorganismos, hongos, algas, vegetación (plantas superiores) y fauna.²⁸

IMAGEN 36: HUMEDAL FITODEPURADOR DE FLUJO SUPERFICIAL

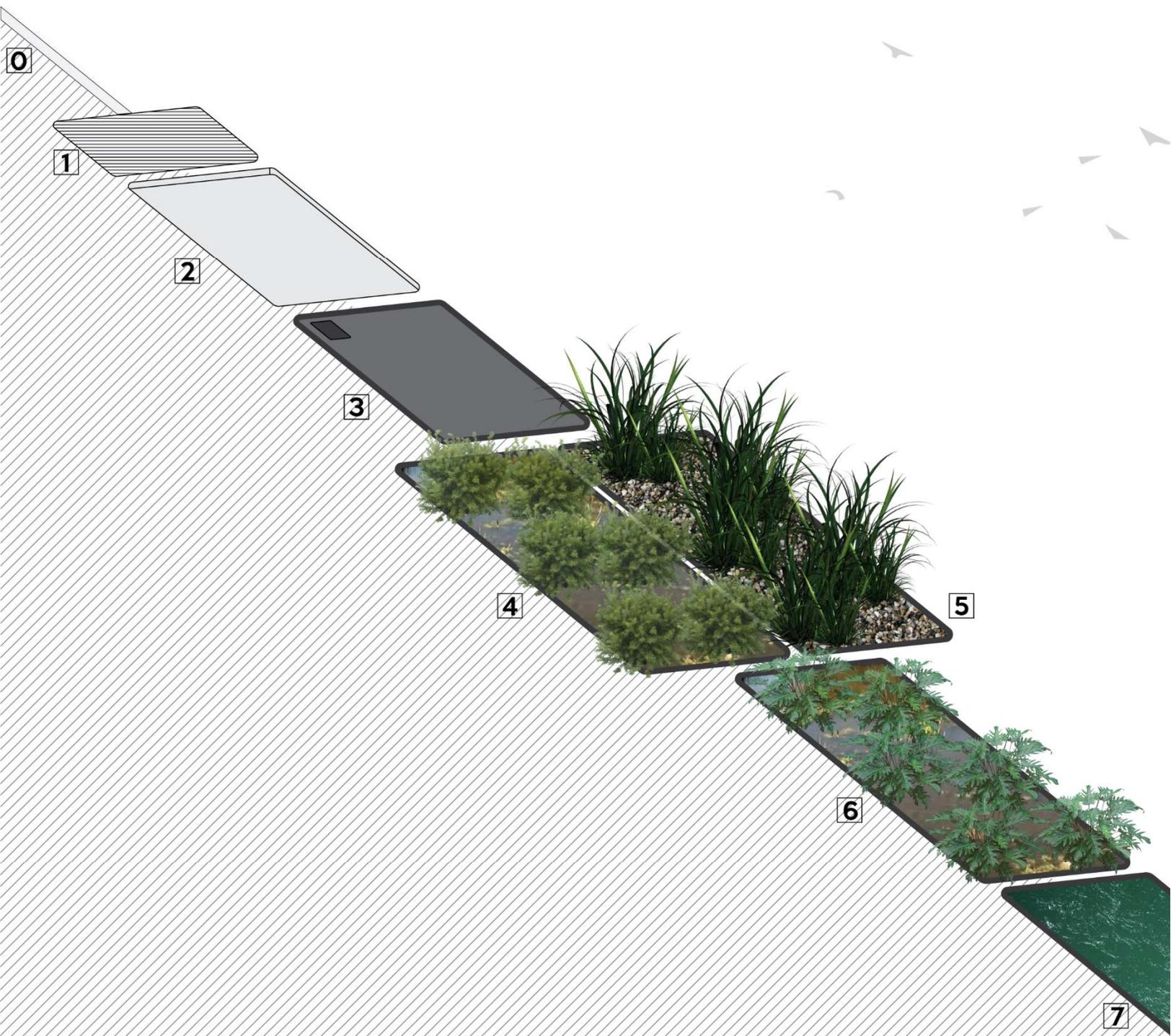
FUENTE:..AGUASRESIDUALES.INFO

²⁵ FITO DEPURACIÓN: (PHYTO = PLANTA, DEPURARE = LIMPIAR, PURIFICAR)

²⁶ DOLORES. MARÍA. CURT FERNÁNDEZ DE LA MORA FITODEPURACIÓN EN HUMEDALES. CONCEPTOS GENERALES.

²⁷ Ibíd.

²⁸ Ibíd.



Nomenclatura

- 0- Ingreso de aguas residuales
- 1- Pretratamiento
- 2- Desarenador
- 3- Biodigestor
- 4- Humedal sub superficial
- 5- Humedal de Lodos
- 6- Humedal sub superficial
- 7- Laguna de decantación
- 8- Humedal sub superficial horizontal
- 9- Salida de agua tratada

ESTRATEGIA DE FITODEPURACIÓN

Los Humedales de Tratamiento de aguas residuales son obras de ingeniería sanitaria, que tienen como objetivo recuperar la calidad del agua residual a través de la implementación y de una combinación de tecnologías, inspiradas en los procesos de depuración existentes en los humedales naturales.

El proceso de fito depuración que se considera en esta tesis, presenta una combinación de humedales para el tratamiento de las aguas de Diego de Almagro y su posible re inyección en diferentes actividades programáticas. El proceso que contemplan los humedales artificiales planteados se configura de la siguiente manera.

- **Pretratamiento:** Rejillas encargadas de separar la basura presente en las aguas residuales
- **Desarenador:** separa las partículas de áridos que continúan presentes en el agua (Arena y pequeñas piedras)
- **Biodigestor:** Reduce los materiales orgánicos
- **Módulos en paralelo de humedales:** Configurado por un humedal de lodos el cual recibe los sólidos del biodigestor y es de flujo sub superficial horizontal y un humedal de flujo superficial que recibe las aguas del biodigestor
- **Humedales de flujo Sub superficial:** donde se combinan las aguas residuales provenientes del módulo de humedales en paralelo (humedal de lodo y de flujo sub superficial)
- **Lagunas de maduración:** las aguas residuales son decantadas para la desinfección de manera natural, donde la materia orgánica se transformando en gases no maloliente, microorganismos y plantas.
- **Humedal de flujo sub superficial horizontal:** diseñado para la purificación y reducción de los bio sólidos provenientes de la laguna de maduración²⁹

El proceso de mantención de los humedales es de muy bajo costo, y sus beneficios para las comunidades se reflejan en la reutilización de aguas servidas, para diversos procesos productivos, al cumplir con los requerimientos para su utilización en la agricultura y riego de zonas verdes



IMAGEN 37: PROCESO DE FITODEPURACIÓN MEDIANTE HUMEDALES FITODEPURADORES DE FLUJO SUPERFICIAL.

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

²⁹ HUMEDALES DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES, UN SISTEMA SOSTENIBLE, MÉXICO [FECHA DE CONSULTA: 22 DE MAYO DEL 2020].-DISPONIBLE EN: [HTTPS://WWW.YOUTUBE.COM/WATCH?V=BVWVKDc8BOg](https://www.youtube.com/watch?v=BVWVKDc8BOg)

ESPECIES UTILIZADAS EN LA FITODEPURACIÓN

Eneas (*Typha* spp.)



Iris pseudoacorus (lirio amarillo)



Juncos (*Schoenoplectus* spp., *Scirpus* spp.)



Scirpus holoschoenus (junco churrero)



Céspedes de caña (*Phragmites australis*)



Juncus acutus (junco redondo)



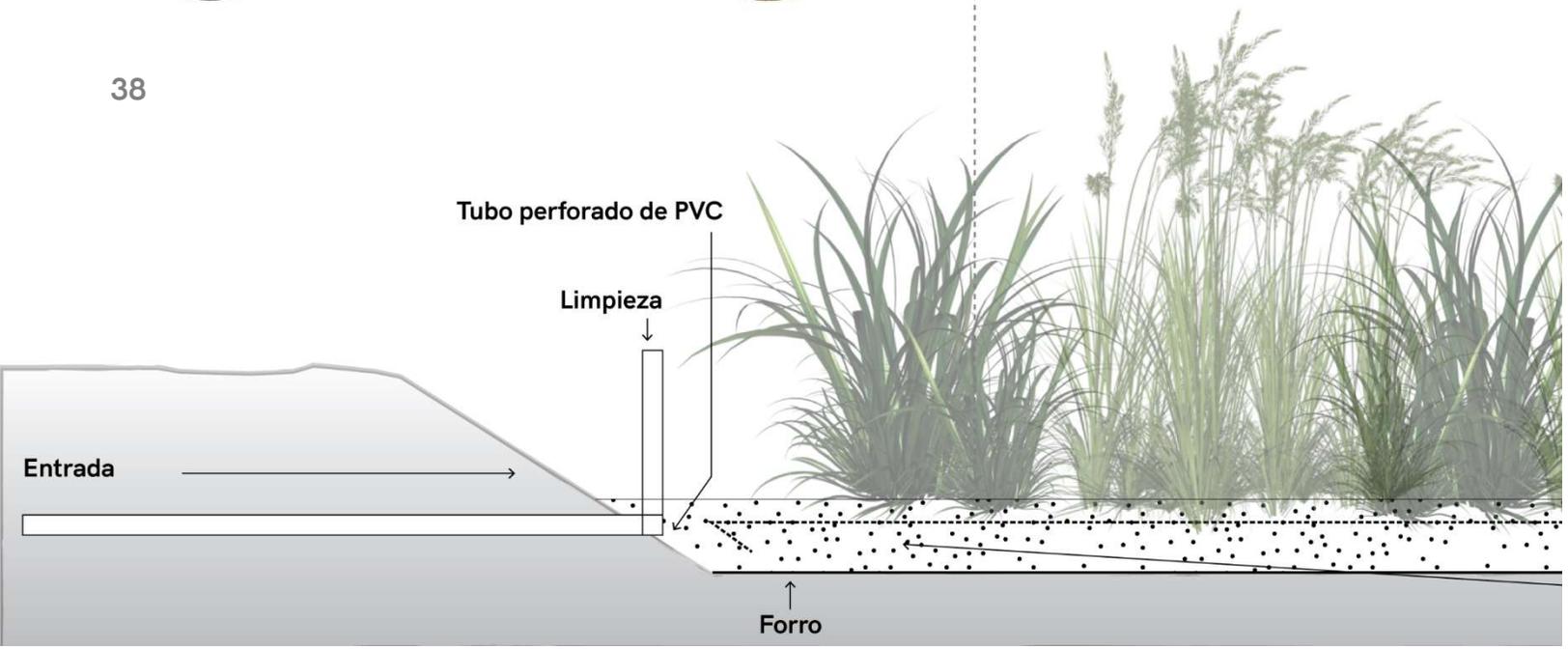
Juncus effusus (junco fino)



Phragmites australis (carrizo)



38



VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE HUMEDALES FITODEPURADORES

VENTAJAS

- Consumo energético nulo, debido a que el proceso de depuración lo realizan plantas.
- integración ambiental excelente, porque sustituye edificios y maquinas por una plantación de micrófitas.
- Disminución de olores. Destaca que los humedales de flujo sub superficial el agua no está en contacto con la atmosfera y reduce drásticamente la generación de olores y mosquitos.
- Facilidad en la explotación. Se reducen las averías al carecer de equipos mecánicos, y la operación es menos complicada, menos peligrosa, y requiere menos medios para mantenerla en su punto óptimo.
- Programa de mantenimiento más sencillo y fácil de seguir.

DESVENTAJAS

- Tarda más tiempo en lograr el régimen óptimo de funcionamiento.
- Dado que se basa en un sistema natural necesita que las plantas adquieran un grado de madurez.
- Un mantenimiento insuficiente en los humedales de flujo sub superficial conlleva problemas de colmatación del sustrato.
- Requiere una superficie mayor que los sistemas de depuración convencionales.
- Requiere grandes conocimientos en el diseño, porque después tiene pocas posibilidades de regulación en la operación de la estación depuradora.
- Las plantas pueden ser alimento de ciertos animales, por lo que se debe controlar que no accedan al interior de la parcela.

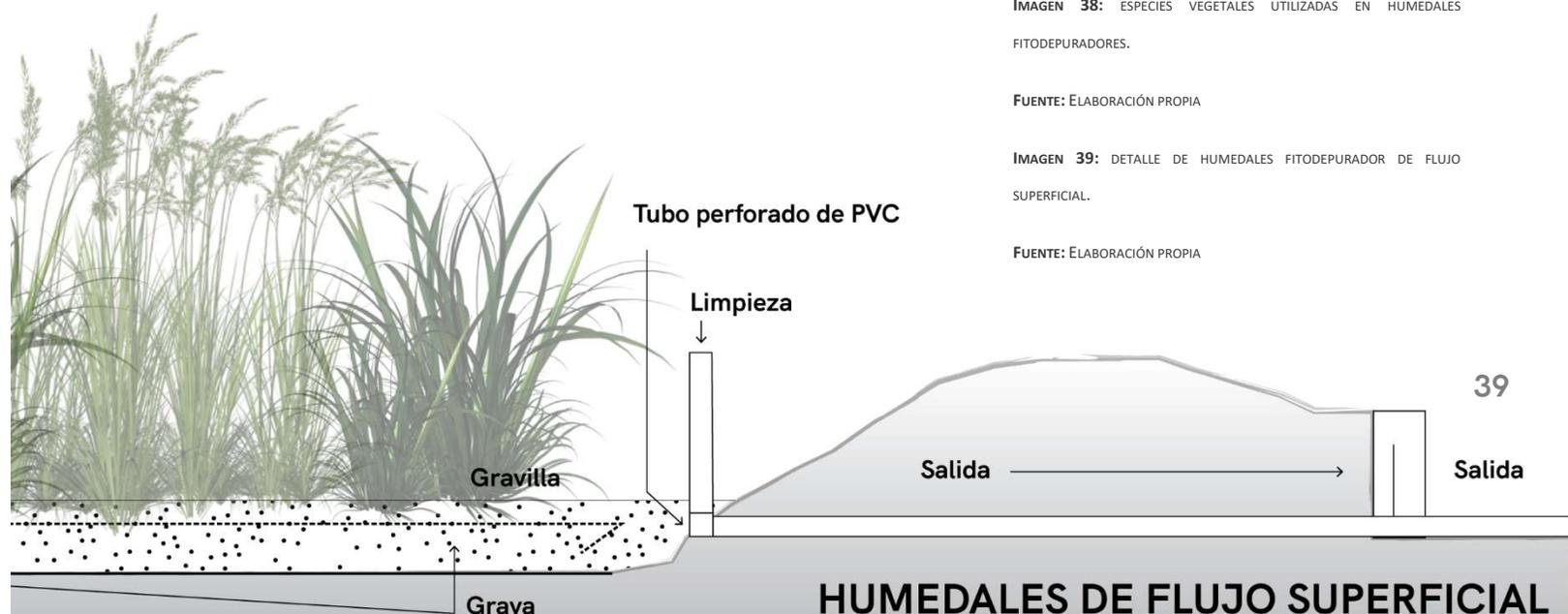
Gracias a sus beneficios, tanto paisajistas como depurativos, se plantea el tratamiento de las aguas residuales en Diego de Almagro, mediante humedales fitodepuradores, en relación a sus condiciones y aporte paisajístico que estos ofrecen, contemplando así el tratamiento, separación y degradación de material particulado, lodos y bacterias en las aguas provenientes de Diego de Almagro.

IMAGEN 38: ESPECIES VEGETALES UTILIZADAS EN HUMEDALES FITODEPURADORES.

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

IMAGEN 39: DETALLE DE HUMEDALES FITODEPURADOR DE FLUJO SUPERFICIAL.

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA





CAPITULO 3:

AGRICULTURA

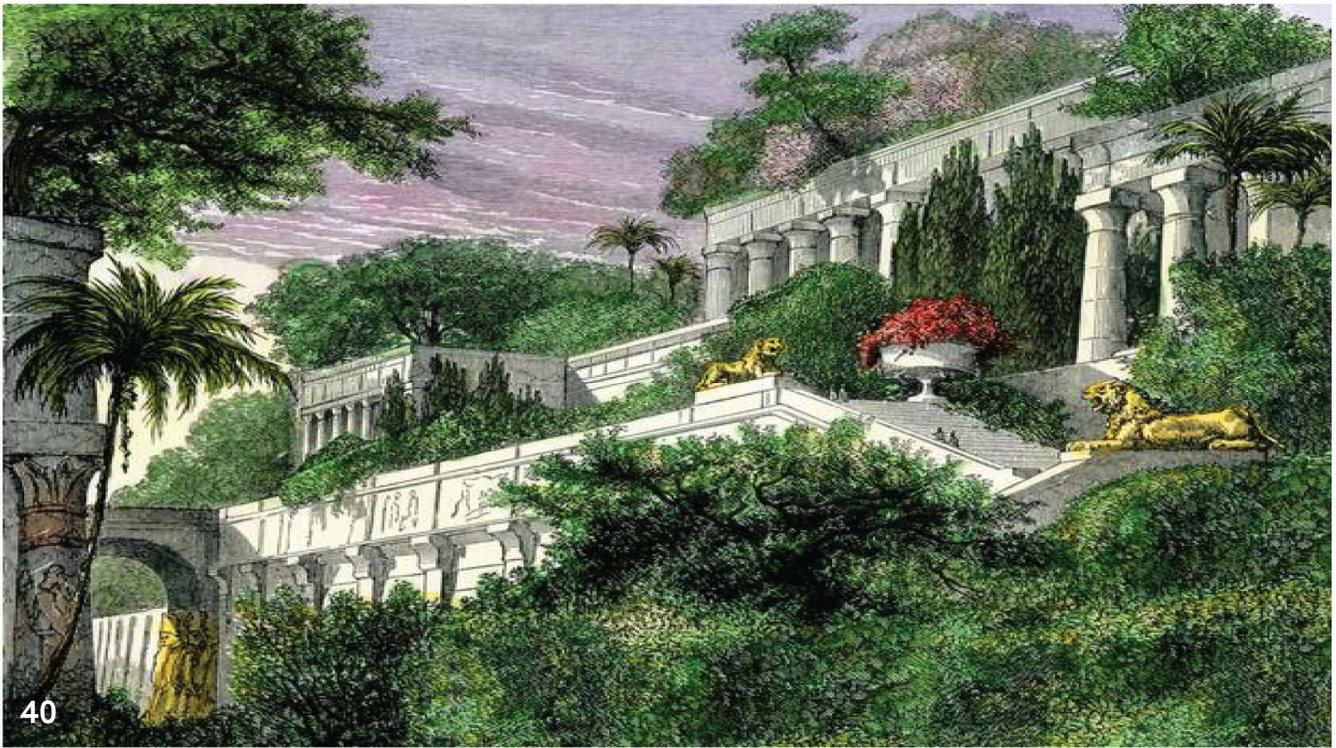


IMAGEN 40: JARDINES COLGANTES DE BABILONIA,

FUENTE: NORTH WIND PICTURE ARCHIVES / ALAMY

IMAGEN 41: SISTEMA DE CULTIVO HIDROPÓNICO SIN SUSTRATO,

FUENTE: GREENBLUEHZ.COM/

HIDROPONIA

UNA AGRICULTURA ANCESTRAL

El concepto de hidroponía no es tan nuevo como se entiende dentro del imaginario colectivo, los primeros vestigios de este tipo de agricultura nos remontan a las civilizaciones babilónicas y a los antiguos imperios chinos, quienes fueron los responsables de la creación de los primeros huertos hidropónicos en el mundo³⁰.

Dicho método de cultivo en la actualidad es solo una evolución de los modelos ancestrales, que buscaba el mejoramiento de las especies cosechadas permitiendo así cultivar plantas de forma más rápida, más resistentes y saludables para el consumo humano. En otras palabras, la hidroponía es la práctica del cultivo de plantas y hortalizas mediante la utilización de agua únicamente para su crecimiento.



La hidroponía como modelo agrícola presenta una mayor eficacia frente a modelos de cultivos convencionales (Rulo o secano) y una mayor optimización de sus recursos para zonas con un alto estrés hídrico, gracias a la eficiencia en la utilización del agua en zonas áridas.

Los modelos agrícolas tradicionales utilizan el agua directo sobre el suelo, representando una filtrada hacia la tierra y la planta únicamente capta una pequeña fracción del agua utilizada en el proceso. La hidroponía por su parte permite que el agua no utilizada se recicle de nuevo en depósito de almacenamiento, que conserva el agua para una nueva reinyección dentro del proceso agrícola.

En zonas secas y áridas como Atacama la hidroponía representa una ventaja para la el desarrollo de una industria agrícola, dentro de comunidades donde los temas de abastecimiento de agua dulce y la producción de alimentos es uno de los principales problemas a resolver. La hidroponía puede ser la solución a dichos problemas, surgiendo así de una manera más sostenible y ecológicamente consciente.

Si bien el modelo agrícola no es tan “high-tech” como muchos creen, es una tecnología de cultivos que existía desde hace muchos siglos y que a lo largo de la historia han mostrado un desarrollo técnico y mejoras respecto a la manera de producir agricultura, gracias a la automatización de los procesos que se requieren para que esta tecnología sea efectiva.

La referencia más temprana en la época moderna para el cultivo hidropónico (dentro de los últimos 100 años) se dio con William Frederick Gericke en 1936³¹ en la Universidad de California, él fue la primera persona en llevar a cabo experimentos comerciales a gran escala mediante el cultivo de tomates, lechuga y otros vegetales, en base al sistema hidropónico.

Descubriendo así que una de las mayores ventajas que la hidroponía tiene en comparación con el cultivo común, es la conservación del agua, el oxigenamiento constante de las raíces y la reducción de la cantidad de agua requerida por unidad cosechada, lo que genera un beneficio en la producción agrícola en zonas donde la escasez hídrica es uno de los temas con mayor importancia.

³⁰ LOS JARDINES COLGANTES DE BABILONIA Y LOS JARDINES COLGANTES CHINOS, FUERON LOS PRIMEROS VESTIGIOS HISTÓRICOS DE LA HIDROPONÍA.

³¹ LA INCREÍBLE HISTORIA DE LA HIDROPONÍA: DESDE LOS BABILONIOS HASTA LA SEGUNDA GUERRA MUNDIAL, [FECHA DE CONSULTA: 14 DE FEBRERO DEL 2020]. DISPONIBLE EN :[HTTPS://WWW.INNATURALE.COM/ES/LA-INCREIBLE-HISTORIA-DE-LA-HIDROPONIA-DESDE-LOS-BABILONIOS-HASTA-LA-SEGUNDA-GUERRA-MUNDIAL/](https://www.innaturale.com/es/LA-INCREIBLE-HISTORIA-DE-LA-HIDROPONIA-DESDE-LOS-BABILONIOS-HASTA-LA-SEGUNDA-GUERRA-MUNDIAL/),



42



43

HIDROPÓNIA EN EL DESIERTO

PRIMEROS DESARROLLOS EN ATACAMA

La inserción de cultivos hidropónicos en el norte de Chile es un hecho que ha presentado un desarrollo creciente en diferentes comunidades en la región, demostrando el gran interés que existe por el desarrollo de este tipo de industria agrícola entre la segunda y tercera región.

Atacama y Antofagasta son pioneras en el desarrollo de programas de agricultura en base a cultivos hidropónicos, un ejemplo local se manifiesta mediante un grupo de agricultores de la región de Antofagasta, que crearon una cooperativa agrícola (con apoyo INDAP) para el desarrollo de un programa piloto de cultivo de vegetales con un sistema hidropónico (2006)

Según uno de sus miembros este sistema de cultivos ha permitido potenciar la oferta de hortalizas en la región, como también rebajar hasta en un 30% el valor de algunos vegetales en comparación a los mismos productos de otras zonas del país.

"Acá generamos un microclima en los invernaderos, con temperaturas que van desde los 20 a los 32 grados, lo que favorece el crecimiento de los cultivos. Si en el sur algunos vegetales demoran unos tres meses en crecer, acá lo hacen en 30 días"³² (2017)

La experiencia en la región de Antofagasta, brinda una posibilidad programática para el desarrollo de agricultura hidropónica en la región de Atacama, que podría transformarse en un productor agrícola local y regional, mediante la generación de una industria de vocación agrícola.³³

La implementación de una iniciativa como esta, promueve la producción hidropónica regional en Atacama; y genera vínculos entre actores públicos y privado, teniendo un alto grado de factibilidad y adaptación que se pueden combinar entre proyectos de ERNC y granjas hidropónicas dentro del norte chico.

IMAGEN 42 AGRICULTORES VUELVEN A COSECHAR Y RECUPERAN PRODUCCIÓN TRAS CATÁSTROFE, FUENTE: ATACAMA NOTICIAS, EL DIARIO DE ATACAMA, FECHA: 3 OCTUBRE, 2015

IMAGEN 43: "CIUDAD HIDROPÓNICA" ALTOS LA PORTADA LE GANA TERRENO AL DESIERTO EN ANTOFAGASTA, AUTOR: PATRICIO HUERTA, FECHA: 20/12/2016

32 JIMÉNEZ. DOLORES, AGRICULTORA HIDROPÓNICA DE ANTOFAGASTA, CHILE. [CONSULTADO EL 1 DE MAYO DEL 2020]. DISPONIBLE EN [HTTP://WWW.CHILEVIVESANO.CL/](http://www.chilevivesano.cl/)

33 IBÍDEM



IMAGEN 44: "CIUDAD HIDROPÓNICA" ALTOS LA PORTADA LE GANA TERRENO AL DESIERTO EN ANTOFAGASTA, [CONSULTADO: 18 DE JUNIO DEL 2020] AUTOR: PATRICIO HUERTA, FECHA: 20/12/2016,

IMAGEN 45: JUAN CARLOS FLORES INNOVÓ CON LA HIDROPONÍA EN EL VALLE DE LLUTA Y PRODUCE 28 MIL LECHUGAS AL AÑO, CONSULTADO : 12 DE MAYO DEL 2020 FUENTE: [HTTPS://WWW.JNDAP.GOB.CL/](https://www.jndap.gob.cl/), FECHA: 20 DE NOVIEMBRE DEL 208,

CASOS DE ESTUDIO

ALTOS LA PORTADA

Un importante pionero en el desarrollo de agricultura hidropónica en el norte de Chile es el caso de Altos la portada, el cual ha implementado este sistema para el cultivo de hortaliza, abastecido por agua de mar desalinizada,

El proyecto se desarrolló mediante la integración de una asociación de agricultores locales (147 familias), quienes consolidan un centro de cultivos que abarca 100 Hectáreas cultivables mediante el uso de hidroponía. Con el proyecto se espera la reducción de hasta un 50% de las aguas destinadas para el riego de cultivos.

Cifras entregadas por la propia agrupación dan cuenta que en el transcurso de un año se producían más de 30 toneladas de tomates y 40 mil unidades de lechugas, siendo estos productos los que surten los mercados, vegas y ferias libres de Antofagasta, Mejillones, Tocopilla y Calama.³⁴

El sistema utilizado por los miembros de la asociación, es básico, consistiendo en una cama de agua que es llenada con una solución acuosa enriquecida con nutrientes. El agua utilizada en los cultivos es obtenida desde el sistema de tuberías que va desde Antofagasta, dicha infraestructura fue cofinanciada entre Asgralpa y una empresa japonesa, abasteciendo a cada miembro de la cooperativa con 26 litros cúbicos al mes.

VALLE DE LLUTA

El proyecto hidropónico en el Valle de Lluta, región de Arica y Parinacota, presenta un desarrollo importante para los cultivos hidropónicos en zonas áridas, con una producción que supera anualmente las 28 mil lechugas hidropónicas, y un promedio de 2400 unidades por mes

El proyecto se encuentra a cargo de la empresa Puro Chile Hidroponías del Norte, quienes mediante un convenio entre INDAP en la región de Arica, han desarrollado una iniciativa que busca el abastecer el 100% de los mercados regionales gracias a este tipo de producción.

La hidroponía es uno de los actores claves para el desarrollo agrícola en zona donde sistemas convencionales de cultivo, presentan un mayor requerimiento de recursos hídricos para el desarrollo de agricultura.

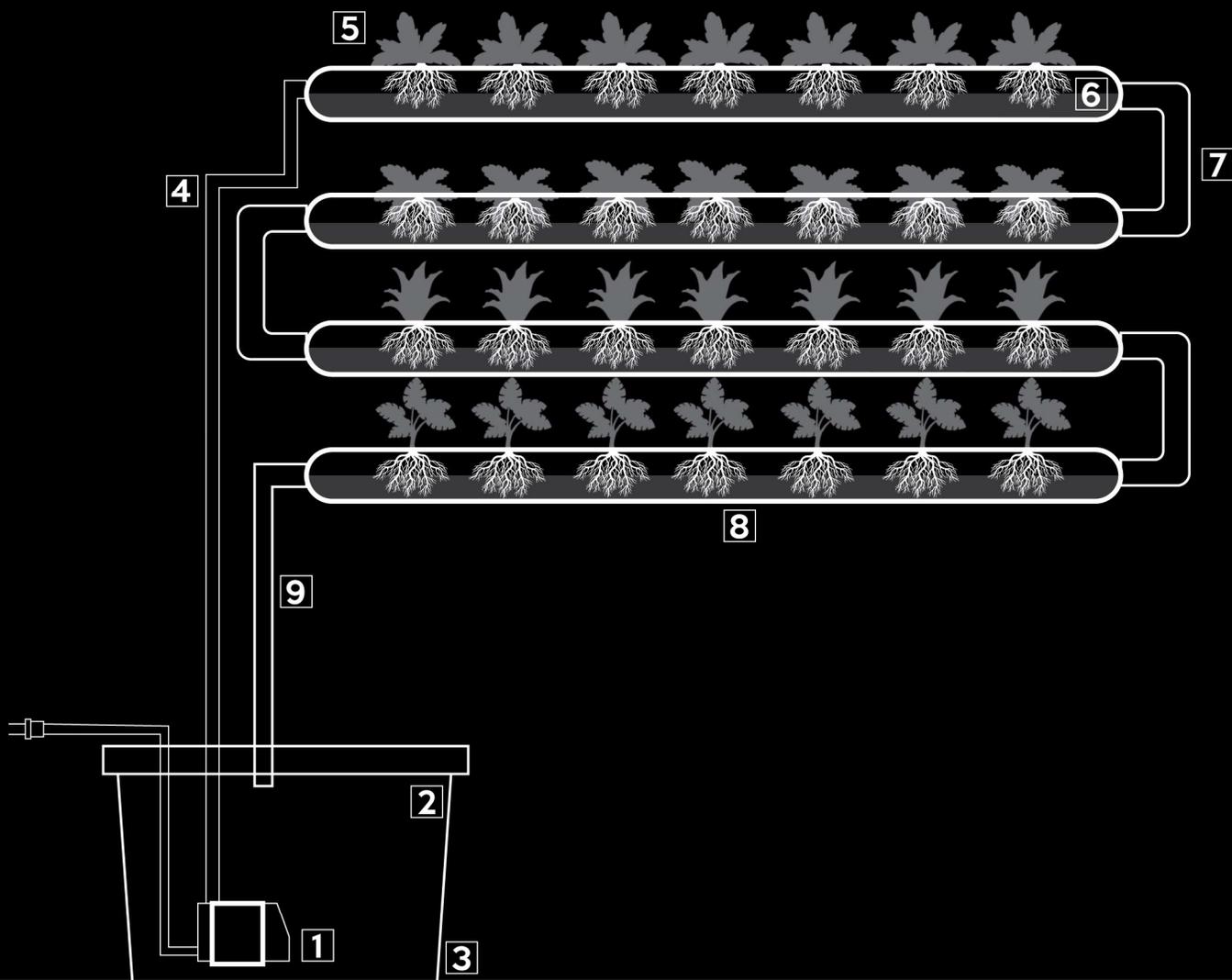


IMAGEN 46: MAPA DE FRUTICULTURA DE CHILE

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

34 HUERTA, PATRICIO. CIUDAD HIDROPÓNICA⁴ ALTOS LA PORTADA LE GANA TERRENO AL DESIERTO EN ANTOFAGASTA, CHILE. 23 DE AGOSTO DEL 2018. [CONSULTADO: 12 DE JUNIO DEL 2020]. DISPONIBLE EN :

[HTTPS://WWW.INDAP.GOB.CL/NOTICIAS/DETALLE/2018/08/24/DIRECTOR-NACIONAL-DE-INDAP-VISITA-LA-CIUDAD-HIDROP%C3%B3NICA-ALTOS-LA-PORTADA-EN-ANTOFAGASTA](https://www.indap.gob.cl/noticias/detalle/2018/08/24/director-nacional-de-indap-visita-la-ciudad-hidrop%C3%B3nica-altos-la-portada-en-antofagasta)



Nomenclatura

- 1- Bomba
- 2- Solución Nutritiva
- 3- Tanque de almacenamiento
- 4- Tubería de distribución
- 5- Hortalizas
- 6- Solución de nutrientes
- 7- Circulación de nutrientes
- 8- Tubería de PVC, Pendiente de 1-2%
(separación de 25 - 30 CM entre cada cultivo)
- 9- Tubería de retorno

SISTEMA DE CULTIVO. NFT.

El sistema hidroponico NFT (*Nutrient Film Technique*) o Técnica de película de nutrientes es bastante popular entre los productores y agricultores urbanos, debido a su diseño resulta bastante simple para su implementación, siendo más adecuados para la reducción de la cantidad de agua utilizada entre cada ciclo productivo³⁵.

El sistema es un método amigable en su configuración y utilización, los sistemas NFT se configura de una red de tuberías conectadas entre sí, dentro de las cuales la solución de nutrientes será bombeada desde un depósito para que pueda correr por los canales debido a que están ligeramente inclinados con una pendiente entre el 1 y 2%, de manera que el agua fluye cuesta abajo por cada uno de los tubos.

Las instalaciones de los mismos no deben de exceder una longitud mayor a los 15 metros, contemplando así el correcto abastecimiento y absorción para cada una de las plantas, que se abastecen con una capa delgada de solución (película) de nutrientes necesarios para su crecimiento.

Una vez germinadas las plantas (comúnmente en depósitos de una pulgada) son suspendidas en pequeños agujeros en la parte superior del tubo por encima del agua, las raíces de las plantas cuelgan hacia abajo a la parte inferior del tubo donde obtienen los nutrientes.

Las especies cultivadas absorben la solución de nutrientes que fluye a través de los tubos y aumentaran el volumen de raíces las cuales permanecerán húmedas pero al mismo tiempo absorbiendo el oxígeno que las rodea dentro del tubo, para el crecimiento de las hortalizas.

El agua es distribuida a lo largo del sistema NFT, por una bomba hidroneumática, quien lleva y regresa el agua al reservorio para su distribución posterior, los ciclos de distribución del agua se programan mediante un temporizador el cual es el encargado de abastecer periódicamente las raíces con las soluciones de nutrientes.³⁶

IMAGEN 47: DIAGRAMA DE FUNCIONAMIENTO SISTEMA HIDROPÓNICO NFT

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

³⁵ QUE ES EL SISTEMA NFT. MÉXICO. [CONSULTADO EL 03 DE JUNIO DEL 2020] DISPONIBLE EN:
[HTTPS://WWW.HYDROENV.COM.MX/CATALOGO/INDEX.PHP?MAIN_PAGE=PAGE&ID=101](https://www.hydroenv.com.mx/catalogo/index.php?main_page=page&id=101)

³⁶ ASOCIACIÓN HIDROPÓNICA MEXICANA. MÉXICO. [CONSULTADO: 08 DE ABRIL DEL 2020] DISPONIBLE EN:
[HTTPS://HIDROPONIA.ORG.MX/](https://hidroponia.org.mx/)





IMAGEN 48: ILUSTRACIÓN: IMAGINARIO DE LAS POSIBILIDADES QUE PUEDEN CONVERGER ENTRE LA ESPACIALIDAD DEL CIELO Y EL SUELO, DENTRO DE LOS PARQUES FOTOVOLTAICOS

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

CAPITULO 4:
PROYECTO

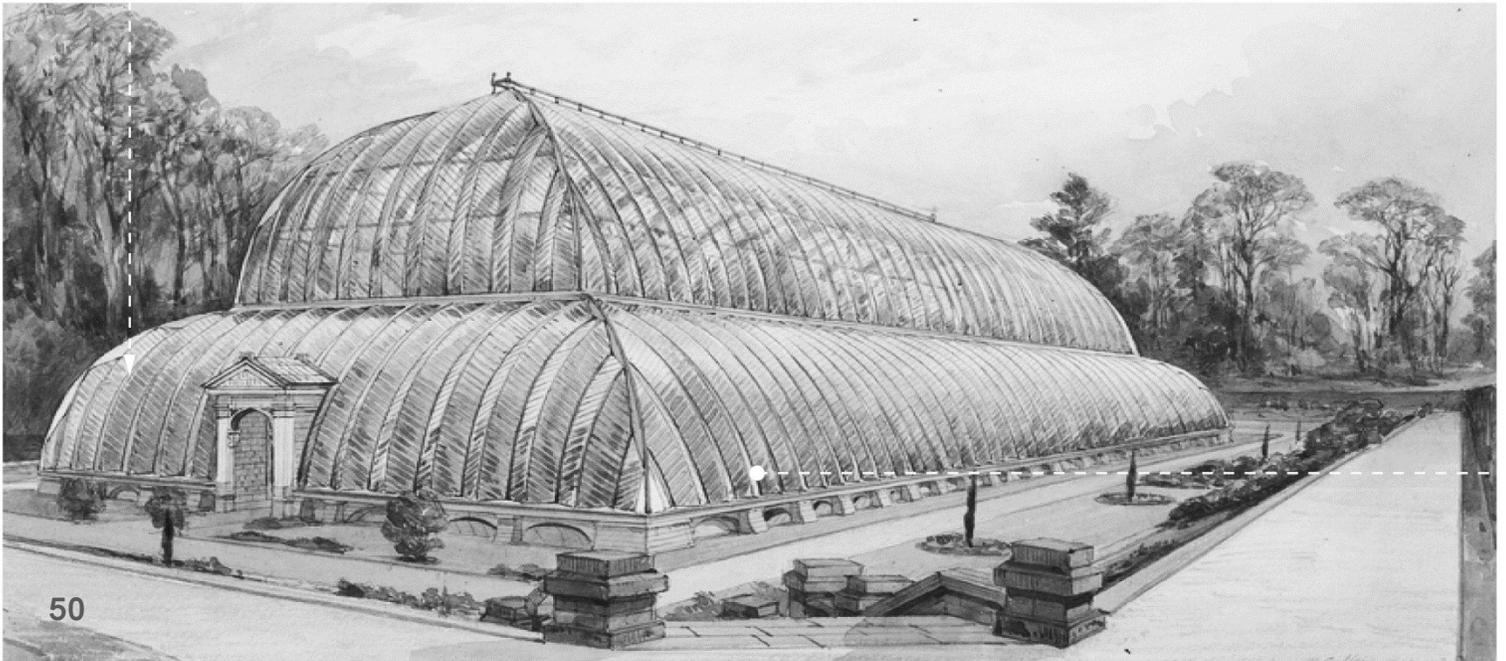


IMAGEN 49: PINTURA DE GIULIO PARIGI. GALERÍA DE LOS UFFIZI, FLORENCIA. REPRESENTANDO EL INCENDIO DE UNA NAVE ROMANA UTILIZANDO UN ESPEJO USTORIO DE ARQUIMEDES DURANTE EL SITIO DE SIRACUSA, CIRCA 214 A. C. FUENTE: HOGARSENSE.ES

IMAGEN 50: GREAT CONSERVATORY CHATSWORTH, JOSEPH PAXTON, 1843 FUENTE: AGI-ARCHITECTS.COM/BLOG/INVERNADERO-ARQUITECTURA-Y-DESEO/

IMAGEN 51: CRISTAL PALACE, JOSEPH PAXTON, 1851. FUENTE: EXCELTIPTIPS.SOSYETER.COM/

UN JUEGO HISTÓRICO: ARQUITECTURA, AGRICULTURA Y ENERGÍA



Antiguas civilizaciones como los egipcios y los griegos entendieron la importancia de la utilización de la energía producida por el sol, ejemplo de esto es que desde entonces la antorcha Olímpica se enciende concentrando los rayos solares a través de espejos. También fueron los griegos los primeros en usar diseños de casas para aprovechar la luz del sol en forma pasiva, probablemente ya en el año 400 A.C.³⁷

Por otro lado los grabados de Arquímedes (quien derrotó a los romanos por el uso de espejos de plata pulida con el propósito de reflejar los rayos del sol) en la batalla de Siracusa son una prueba histórica de como la utilización de los rayos solares, podían ser transformados en energía, siendo un referente histórico de los primeros “artificio” que hizo uso de la transformación de la energía solar.³⁸

Los romanos por su parte fueron los primeros en usar un tipo primitivo de vidrio en sus ventanas para atrapar el calor de la luz solar en sus hogares, también fueron los romanos los primeros en construir casas de cristal o invernaderos para crear condiciones adecuadas para el crecimiento de plantas exóticas o semillas que traían a Roma desde los lejanos confines del imperio.³⁹

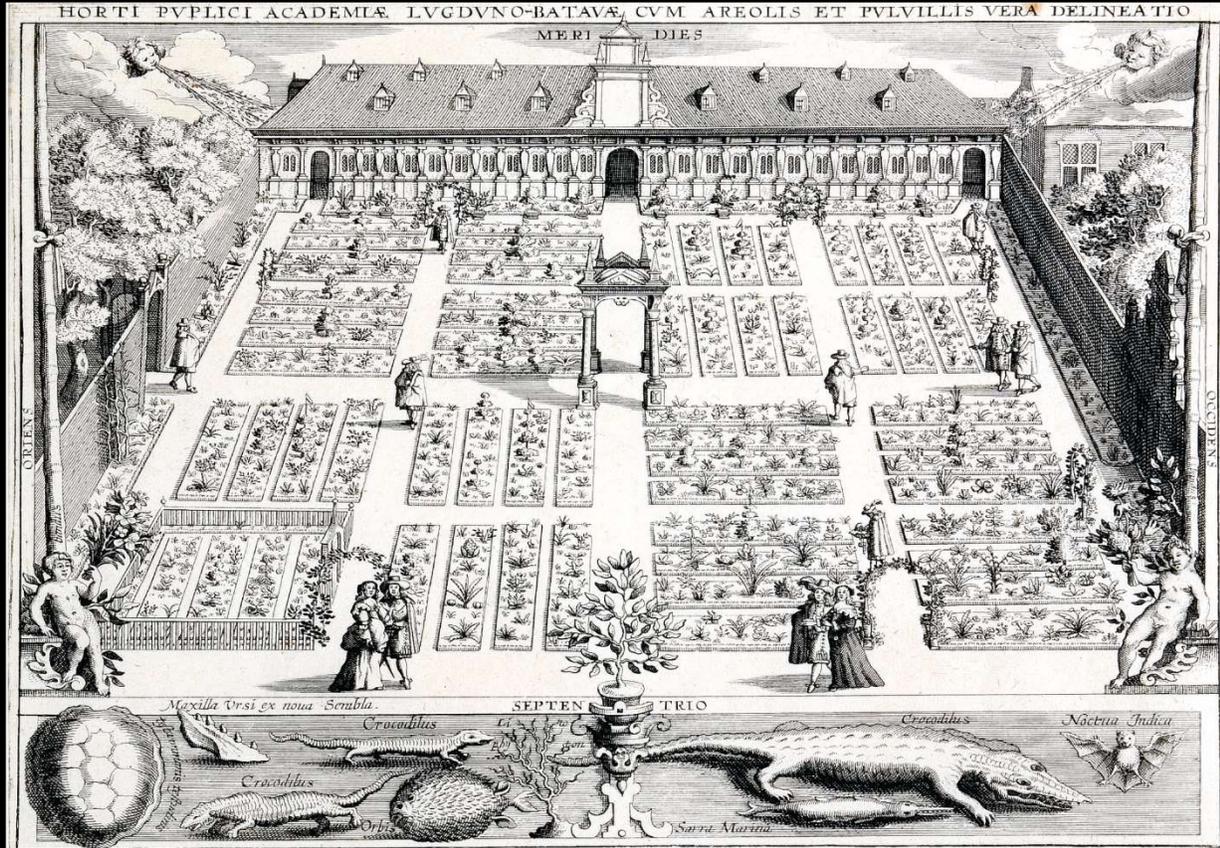
Posteriormente los naturalistas del siglo XVII, desarrollaron nuevas tipologías arquitectónicas que intentaban crear ambientes climáticamente controlados gracias a la captación solar, el desarrollo de estas tipologías se manifiesta en la obra de Josep Paxton quien diseñó recintos denominados “*Hot Houses, Bat house, etc.*”, con el propósito de hacer florecer especies en recintos interiores que imitaban las condiciones climáticas de las zonas geográficas de donde provenían dichas especies, creando esas condiciones mediante la generación de energía solar térmica dentro de los recintos que se lograba gracias al contacto entre el sol y las envolventes vidriadas de dichos espacios.

Joseph Paxton mediante el diseño de los invernaderos como el Cristal Palace, *The Great conservatory* en Chatsworth, demostró su interés y pasión por la creación de oasis tropicales, generados mediante una atmosfera creada por la combinación entre infraestructura y producción energética pasiva. Además de la generación de espacios que evocaban un paisaje edénico, únicamente posible gracias a los microclimas creados.

37 CARBONELL, MARCO. ESPAÑA. HISTORIA DE LA ENERGÍA SOLAR. [FECHA DE CONSULTA: 20 DE MARZO DE 2020] DISPONIBLE EN : [HTTPS://WWW.HOGARSENSE.ES/ENERGIA-SOLAR/HISTORIA-ENERGIA-SOLAR](https://www.hogarsense.es/energia-solar/historia-energia-solar)

38 *IBÍDEM*

39 *IBÍDEM*



52



53

ESPACIALIDADES

Evolución del huerto

Los huertos por definición en el medioevo; se configuraban como espacios cerrados o delimitados, en algunos casos solían ser recintos semi abiertos y constaban de columnas, setos bajos o cercas, que definían su condición productiva, medicinal o paisajista, generando así los llamados Hortus Conclusus.

El concepto de *hortus conclusus*⁴⁰, surge como un jardín más privado, generalmente presentes en monasterios y conventos, que aportaban condiciones estéticas al paisaje, sin dejar de lado la productividad del mismo, dentro de un espacio amurallado y apartado del exterior⁴¹.

Posteriormente Pietro Crescenzi de Bolonia, escribe su tratado *Ruralia Comoda* (s,XIV) de agricultura y horticultura basado en esta experiencia medieval, provocando una nueva visión del jardín alegórico a uno productivo. Solo en el siglo XV, algunos jardines europeos comenzaron a mirar hacia afuera y para proteger las plantas y acelerar su crecimiento, utilizaban invernaderos hechos con láminas de yeso y el *lapis specularis*, un material translúcido, para la delimitación de una envolvente que cuidara la producción agrícola del huerto.

Así en ese proceso evolutivo, el huerto avanzó hasta la creación de invernaderos que buscaban una productividad mayor dentro de un ambiente controlado, produciendo espacios habitables en los cuales la envolvente era el actor clave para el desarrollo de la vida en su interior. Habitando de esta manera la tridimensionalidad del espacio con el aprovechamiento de la energía térmica, generando una condición cálida para la adaptabilidad de diferentes especies en su interior.

La concepción de los jardines edénicos (como el Hortus conclusus), empezó a adquirir una mayor participación respecto a la envolvente, presentando un desarrollo tipológico, el cual proponía dejar de ser superficies desprotegidas respecto a las condiciones climáticas, a llegar a ser superficies que respondían a una condición generada por el material, generando microclimas idóneos para el desarrollo programático y productivo dentro de los interiores que delimitaban el huerto.

IMAGEN 52: PINTURA DE JARDÍN BOTÁNICO DE LEIDEN: UN HORTUS CATALOGI TÍPICO, OGRÓD MIŁOŚCI, CIRCA 1450.

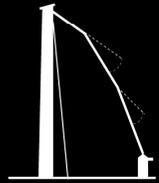
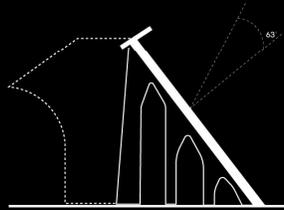
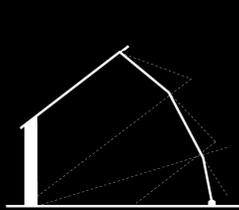
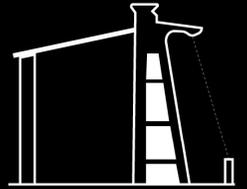
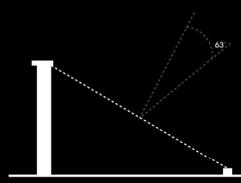
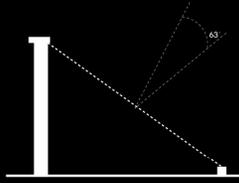
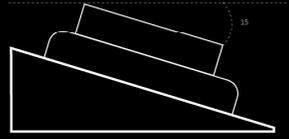
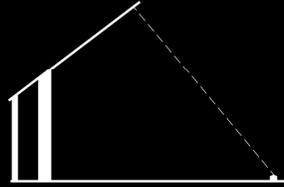
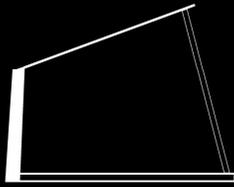
FUENTE: HISTORIASZTUKI.COM.PL

IMAGEN 53: EL INVERNADERO: ARQUITECTURA Y DESEO,1858

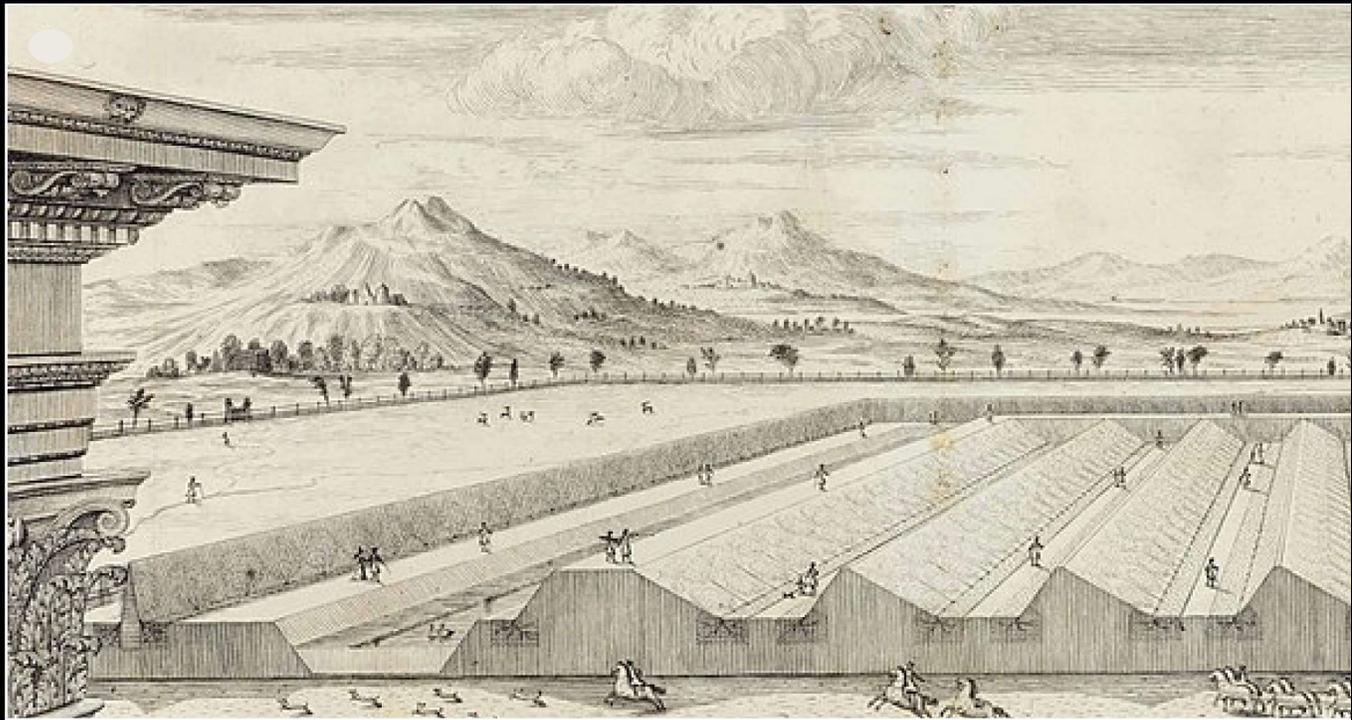
FUENTE: AGI-ARCHITECTS.COM/BLOG/INVERNADERO-ARQUITECTURA-Y-DESEO/

⁴⁰ EL HORTUS CONCLUSUS, DEL LATÍN "HUERTO CERRADO", SE CONVIRTIÓ EN TEMA PICTÓRICO DURANTE EL SIGLO XV, REPRESENTÁNDOSE LA VIRGEN Y EL NIÑO JESÚS SENTADOS EN UN JARDÍN CERCADO, PARADISIACO, EN PLENA FLORACIÓN

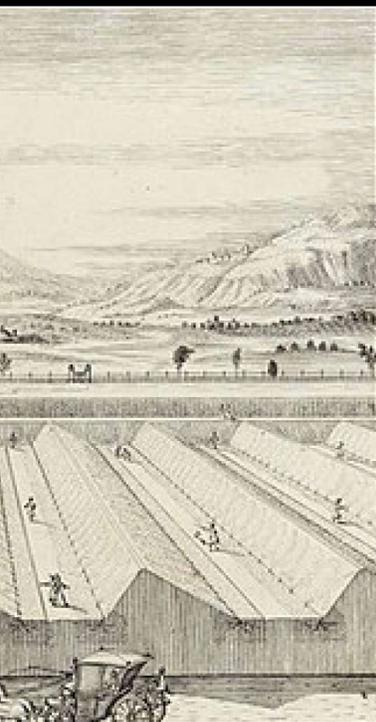
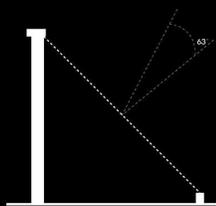
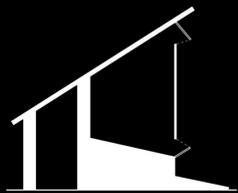
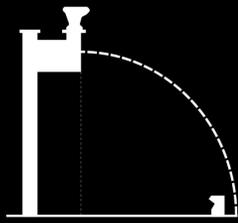
⁴¹ IBIDEM



54



55



En la evolución tipológica de los invernaderos, surgió una diversidad de formas y tipos arquitectónicos del mismo, desde los diseños planteados por Loudon en 1817 hasta los *Fruit Walls*⁴², presentando un avance en la tipología y en la manera de cultivar las diferentes superficies.

Los fruit walls, eran muros construidos con una inclinación de 45 grados respecto al horizonte, con el objetivo de crear de una envolvente capaz de albergar programas de cultivos en su superficie, respondiendo de esta manera a la absorción de la energía solar utilizando su masa térmica, incrementando así la tasa de crecimiento de las plantas en su interior, generando una agricultura de alto grado de adaptabilidad respecto a su emplazamiento y en relación a sus métodos de producción, gracias a los beneficios creados por las envolventes.

En base a los ejemplos mencionados y a la evolución tipológica, se propone el desarrollo de una propuesta mediante un sistema híbrido, el cual ocupara el espacio entre la superficies del suelo y la cubierta que generan los paneles solares, como una envolvente, para la producción de nuevas estructuras cultivables, capaces de habitar los espacios intermedios mediante las condiciones creadas dentro de microclima controlado.

IMAGEN 54: TIPOLOGÍA DE INVERNADEROS SEGÚN LOUDON, 1817 (LOUDON1817).

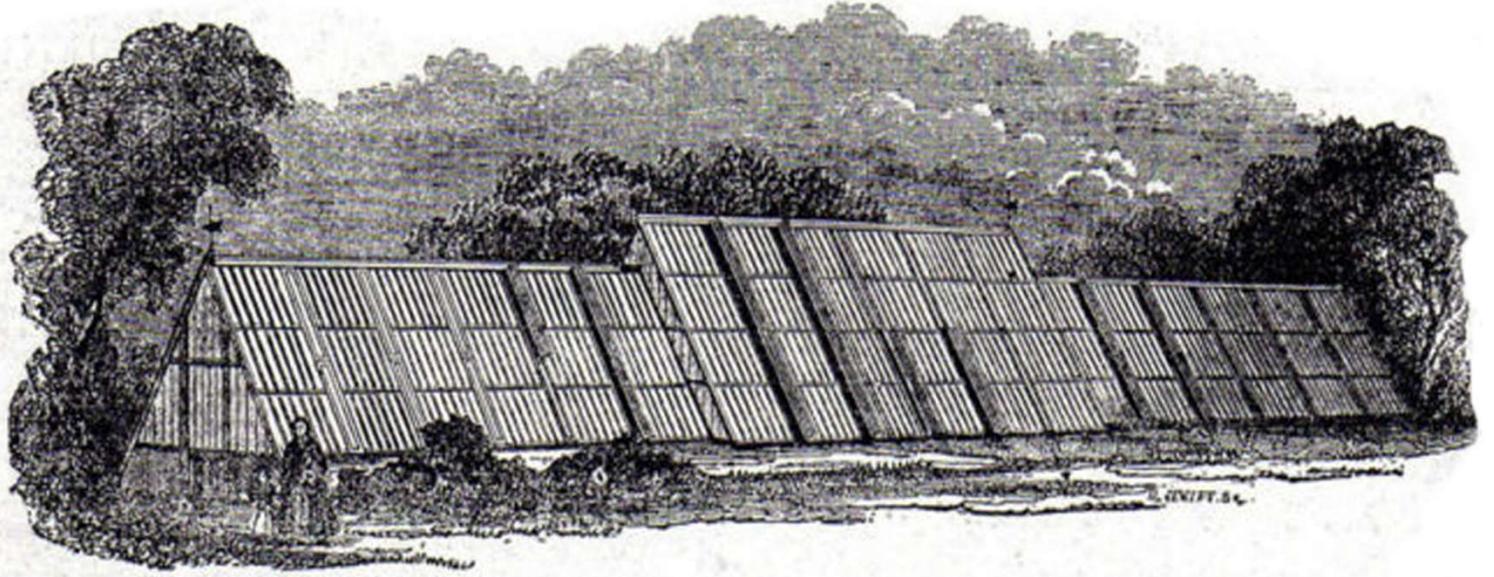
FUENTE: WWW.RESEARCHGATE.NET

IMAGEN 55: FRUIT WALLS, NICOLAS FATIO DE DUILIER, 1699.

FUENTE: WWW.LOWTECHMAGAZINE.COM

"FRUIT WALLS IMPROVED" (MUROS FRUTALES MEJORADAS) EN 1699.

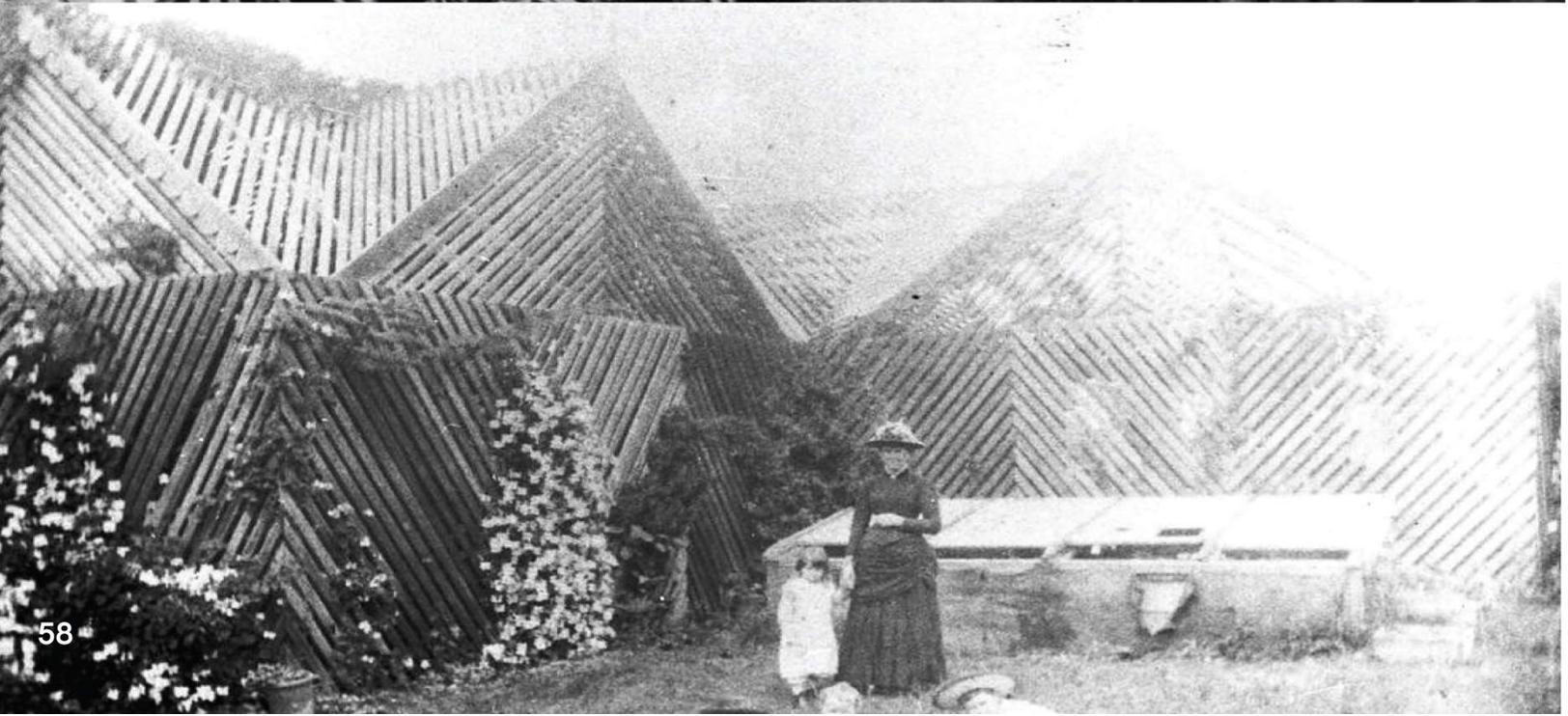
42 FRUIT WALLS: LOS MUROS FRUTALES LINEALES FUE UNA PARED INCLINADA, DISEÑADA POR EL MATEMÁTICO SUIZO NICOLAS FATIO DE DUILIER, Y DESCRITA EN SU LIBRO



56



57



58

“SHADE HOUSE” VS “HOT HOUSES”

Gracias a sus formas y materialidades respecto a sus envolventes, las primeras tipologías de invernaderos modernos aprovechaban eficientemente la radiación solar, los sistemas de fabricación y diseño presentes en los diferentes tipos de las llamadas casas eran tan variados como los usos específicos que estos debían de cumplir.

Por su parte; el desarrollo de los prototipos eran una respuesta formal a diferentes conceptos de invernaderos fríos "Cold house", invernaderos calentados solo en invierno "Conservatories", estufas "Drie stove" las cuales no debían superar los 30 grados en invierno y 20 grados en verano, o los destinados a la protección de las preciadas orquídeas "Orchid house o Bark stove" que debían de conservar una temperatura constante de 32 grados centígrados para poder replicar las condiciones naturales de los sitios endémicos de las diferentes especies, todo esto con el propósito de la generación de un clima artificial domesticado a un punto opuesto geográficamente.

El concepto tipológico de Hot houses, Green house y Bat house, fue el tipo de desarrollo arquitectónico más innovador del siglo XX. El cual conjugaba la rigurosa atención a los problemas del clima con el uso de los materiales industriales y los nuevos sistemas de calefacción, los invernaderos dieron pie a soluciones formales y técnicas extremadamente eficaces, que están en la base del diseño pasivo contemporáneo.⁴³

Si bien; los ingenios solares descritos por Plinio en sus *Cartas*⁴⁴, los arquitectos y jardineros del Renacimiento y el Barroco idearon lujosas *orangeries*⁴⁵ para abastecer con naranjas y limones las mesas de reyes y príncipes. Artefactos con destino gastronómico, una producción agrícola que necesitaba un ambiente controlado dentro de un clima que se alejaba de sus condiciones naturales.

Los primeros invernaderos modernos garantizaban un óptimo aprovechamiento de la radiación solar gracias a su materialidad, en tales casos, los invernaderos eran literalmente 'estufas', por cuanto albergaban sistemas más o menos eficientes de calefacción. Éstos podían ser tan primarios como una gran fogata encendida en el interior del espacio acristalado, solución que, según Loudon, podía llegar a ser atractiva por la "imagen del fuego brillando entre las plantas.

IMAGEN 56: EL NUEVO INVERNADERO PORTÁTIL Y ECONÓMICO HOTHOUSE POR JOSEPH PAXTO 1860.

FUENTE: AMERICANGARDENING.NET

IMAGEN 57: INTERIOR DE CASA DE SOMBRA DE MADERA DISTINTIVA EN LOS JARDINES DE LA RESIDENCIA TOOWOOMBA, ROSLYN. FAMILIA NO IDENTIFICADA, DE PIE FRENTE A CONTENEDORES DE COMPOSTAJE, 1900.

FUENTE: QUEENSLAND'S COLLECTION, EN PICTUREQLD.SLQ.QLD.GOV.AU/

IMAGEN 58: CASA DE SOMBRA DE MADERA DISTINTIVA EN LOS JARDINES DE LA RESIDENCIA TOOWOOMBA, ROSLYN. FAMILIA NO IDENTIFICADA, DE PIE FRENTE A CONTENEDORES DE COMPOSTAJE, CIRCA 1900.

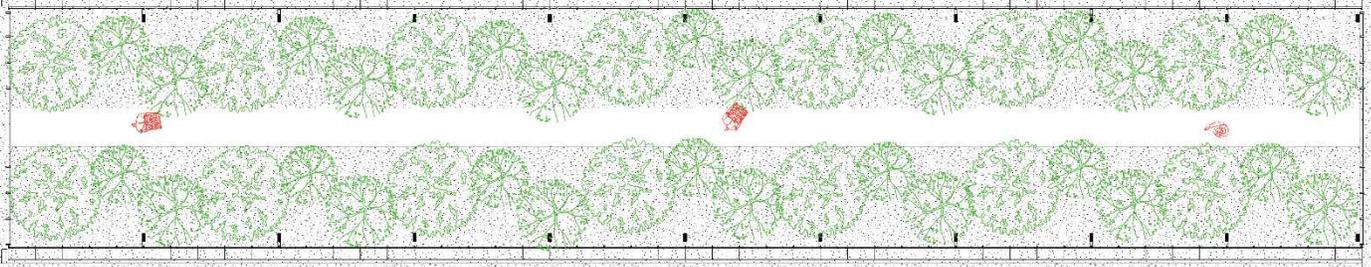
FUENTE: QUEENSLAND'S COLLECTION, EN PICTUREQLD.SLQ.QLD.GOV.AU/

⁴³ ARCADIAS BAJO EL VIDRIO, TIPOS TERMODINÁMICOS: DEL INVERNADERO A LA CASA SOLAR

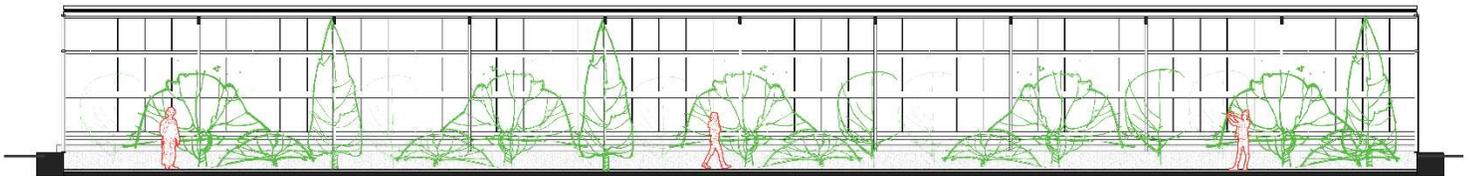
⁴⁴ SOBRE LOS INGENIOS SOLARES DE LAS VILLAS DE PLINIO, PUEDE RECURRIRSE A HARTE, GEOFFREY BRET. 1928. THE VILLAS OF PLINY. A STUDY OF THE PAST TIMES OF A ROMAN GENTLEMAN. BOSTON Y NUEVA YORK: HOUGHTON MIFFLIN COMPANY, PP.36 Y SS. SIN EMBARGO, AL DOCUMENTACIÓN MÁS

DETALLADA ESTÁ EN PHILIPP, KLAUS JAN. 2014. KARL FRIEDRICH SCHINKEL SPÄTE PROJEKTE. STUTTGART: EDITION AXEKL MENGES, PP. 20 Y SS.

⁴⁵ DEF. ERA UNA HABITACIÓN O UN EDIFICIO DEDICADO EN LOS TERRENOS DE LAS RESIDENCIAS DE MODA DE LOS SIGLOS XVII AL XIX DONDE SE PROTEGÍAN NARANJOS Y OTROS ÁRBOLES FRUTALES DURANTE EL INVIERNO, COMO UNA FORMA MUY GRANDE DE INVERNADERO O INVERNADERO .



Planta



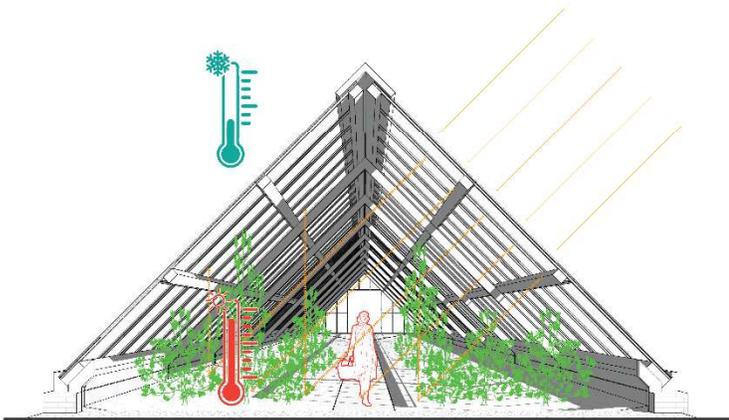
Sección Longitudinal

MODELO DE HOT HOUSE - HOUSE FOR THE MILLER 1840

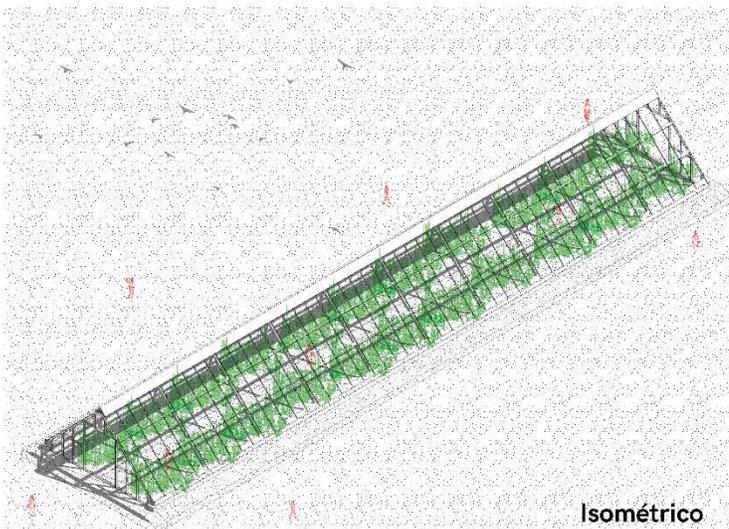
Siendo así que los primeros prototipos de *hot houses* consistían en ser meramente captadores solares, y en ellos ya se empezaba a develar uno de los principales aportes de diseño a dichas tipología, se generaba mediante la inclinación de sus cubiertas vidriadas, diseñadas con el propósito de recibir la mayor cantidad de sol posible en función a las diferentes estaciones del año, la forma de los invernaderos debía de responder en lo esencial a razones geométricas.

Planteando así que la composición óptima debería de ser aquella en la cual las paredes de vidrio se dispusieran perpendiculares a los rayos del sol, siendo así que las características de los invernaderos y el uso excesivo del vidrio como material de revestimiento correspondían a un requerimiento de carácter energético, dentro de las grandes arcadas acristala en que prevalecía la creación de ambientes cálidos en climas gélidos.

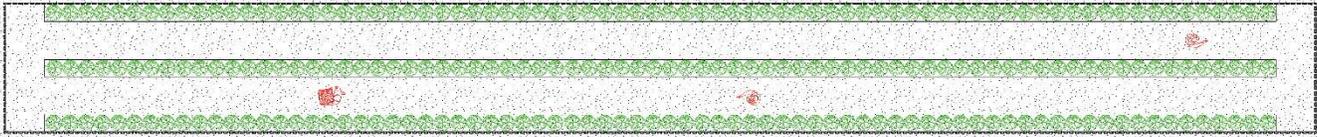
Por su parte y en contraposición a las *hot house*, las *shadow house* fueron desarrolladas a inicios de 1900; generadas mediante una estructura que proporcionaba una mezcla entre luz y sombra, creando condiciones adecuadas para las plantas que requerían de áreas sombreadas para su crecimiento. La materialización de las *Shadow house* se generaba mediante un marco portante de los elementos creadores de sombras, (pudiendo ser telas, mallas o listones de maderas), planteando un concepto opuesto a la materialidad acristalada de las *Hot house*. El concepto de *shadow house*, es apropiado para las necesidades hostiles de Atacama, gracias a la generación de grandes zonas sombreadas creadas por las cubiertas de listones de madera, generando un clima artificial apto para hacer reverdecer el desierto, bajo la sombra.



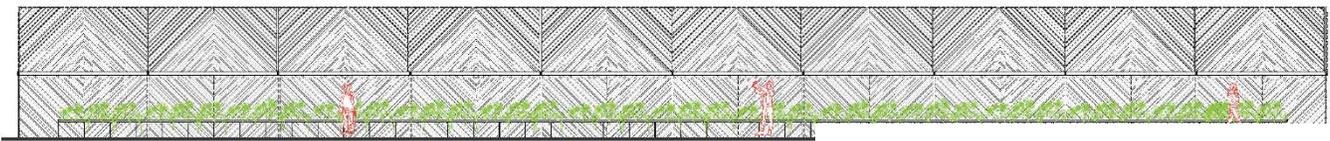
Sección transversal



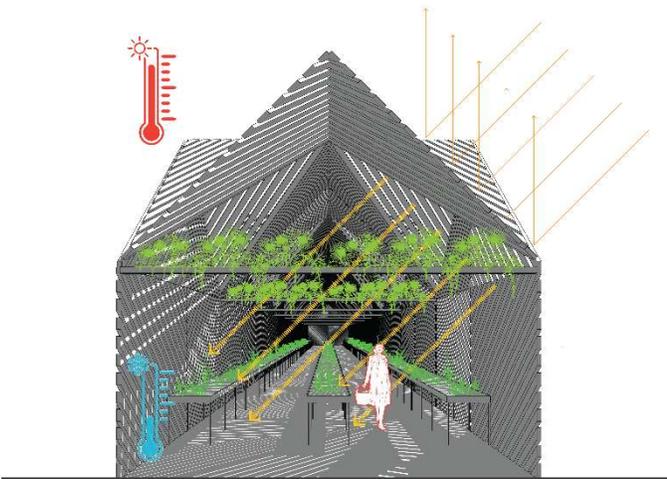
Isométrico



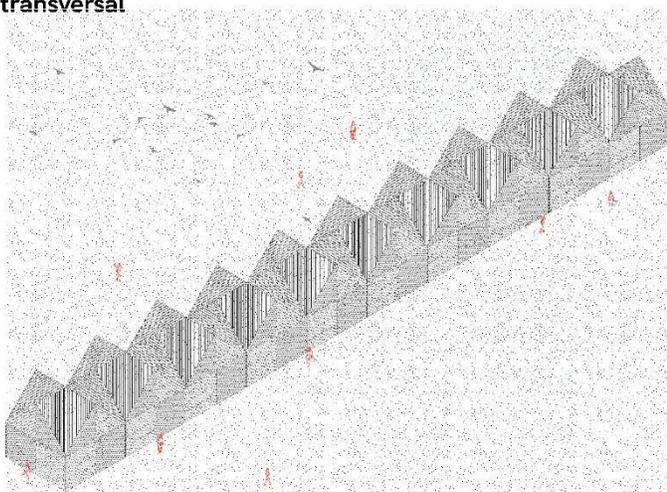
Planta



Sección Longitudinal



Sección transversal



Isométrico

MODELO DE SHADOW HOUSE - RESIDENCIA TOOWOOMBA, 1900

La propuesta tipológica del artificio solar - *shadow house*, busca la combinación de los conceptos pertinentes para el caso local de Atacama, rescatando los beneficios para el crecimiento de especies vegetales en las *shadow house* y las *hot houses*, generando de esta manera una estructura permeable que es capaz de albergar y producir un ambiente controlado; el cual propicia el crecimiento y reproducción agrícola dentro de la sombra en su nivel inferior y operando como captadores solares en su estrato superior, para la producción fotovoltaica.

Utilizando de esta manera parte de la energía generada por el artificio como sistema de calefacción dentro de las *shadow house* por las noches debido a la oscilación térmica del desierto. Por lo tanto el modelo se convierte en un prototipo dual, que de día genera sombras permeables y por la noche un recinto calefaccionado, en base a la energía y sombra de los Artificios Solares.

Siendo así que el prototipo de artificio, reconoce las características de la región; para la generación de una nueva tipología de invernadero más adaptada al hemisferio sur y en específico a las características únicas del desierto de Atacama, combinando la componente productiva energética con la parte agrícola, gracias a sus sombras, para el desarrollo agrícola hidropónico en el desierto.

IMAGEN 59: PLANTA, SECCIÓN LONGITUDINAL, VISTA INTERIOR E ISOMÉTRICO, HOTOHOUSE FOR THE MILLER, JOSEPH PAXTON, 1840. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

IMAGEN 60: PLANTA, SECCIÓN LONGITUDINAL, VISTA INTERIOR E ISOMÉTRICO, SHADOW HOUSE RESIDENCIA TOOWOOMBA, 1900. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

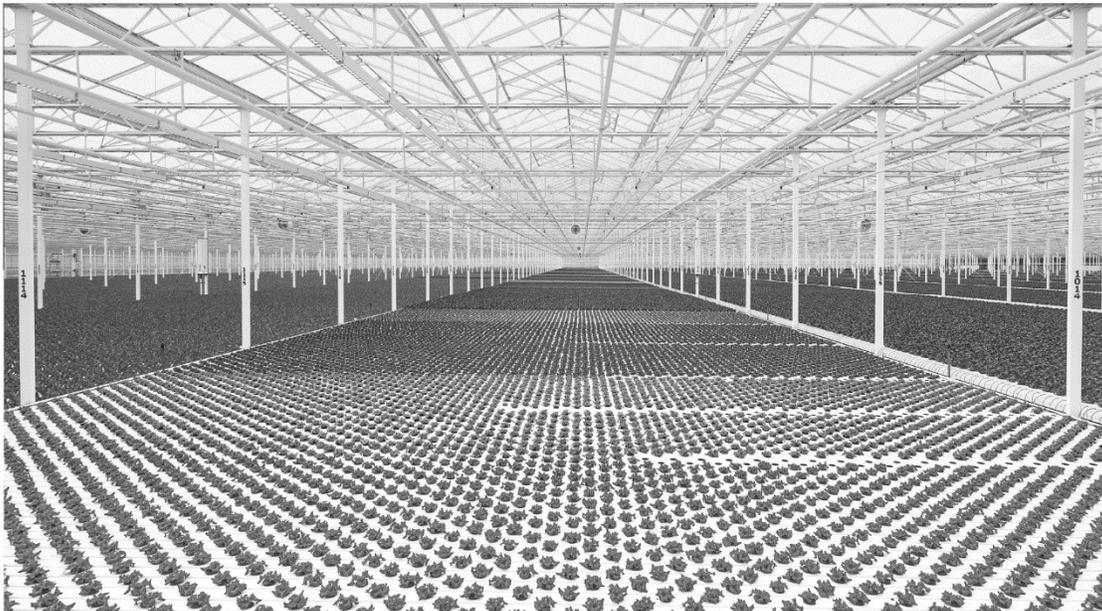
61



62



63



EVOLUCIÓN DE UNA ESTRUCTURA.

Como se mencionó anteriormente. Los siglos XVIII , XIX y XX fueron fundamentales para el desarrollo de las tipologías arquitectónicas que se beneficiaban de la energía solar y la sombra, mediante la creación de los llamados *Hot house*, *Conservatories* o *Glass House* y posteriormente las *Shadow house*, siendo tipologías arquitectónicas creadas con el propósito de uso personal o comunitario para la incorporación agrícola en el cuidado, reproducción y el florecimiento de especies vegetales en sitios donde las condiciones climáticas no eran las óptimas para su desarrollo.

La exploración de diferentes materialidades y envolventes fue uno de los principales puntos de investigación para la creación de dichas estructuras, las cuales debían generar condiciones controladas para la adaptación y reproducción de especies alejadas a su hábitat endémico, la utilización de artificios dentro de la evolución de las estructura sufrió un cambio a lo largo de la historia, producto de la búsqueda de la materialidad idónea para la construcción de un edén productivo.

El proceso evolutivo de las materialidades implementadas en la envolvente, se vio inmerso en la prueba de diferentes elementos que definían la estructura en base a diversos materiales, desde el uso del vidrio, el cual fue utilizado por los antiguos romanos para crear energía térmica hacia el interior de sus recintos y el uso de diferentes tipos de maderas, telas y mallas para la creación de sombras en los primeros prototipos de *Shadow House*, buscando de esta manera la materialidad y estructura idónea para la generación de zonas tropicales en climas hostiles.

Si bien. En sitios donde el propósito de estas estructuras era la captación de energía térmica hacia su interior, como en los casos de Holanda y Reino unido, en Atacama dicha condición debe ser aislada, para la generación de zonas cultivables en ambientes áridos. Generando la necesidad de una nueva arquitectura, que se adapte a las condiciones extremas y oscilantes de temperatura del desierto, combinándose con una materialidad que responde a su entorno y clima extremo. Dentro de una perfecta armónica entre, la materialidad, las estructuras y los interiores productivos.

IMAGEN 61: JARDÍN BOTÁNICO DE MEISE, HOLANDA,

FUENTE: NIEUWSBLAD.BE/CNT/BLWPO_02907734

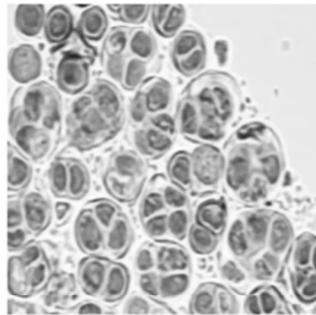
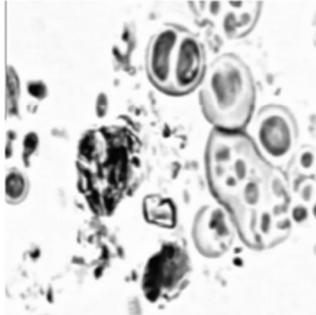
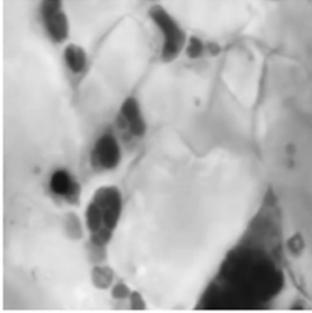
IMAGEN 62: PINTURA DE UNA ESCENA EN UNA MARQUESINA DE EXHIBICIÓN DE FLORES FIRMADA, 'A BRIGHT, 1866'. SE CREE QUE ESTA PINTURA REPRESENTA UNA ESCENA DE LA GRAN EXPOSICIÓN INTERNACIONAL DE HORTICULTURA DE 1866. IMAGEN DE LA BIBLIOTECA LINDLEY

FUENTE: THEGARDENSTRUST.BLOG

IMAGEN 63: GREENHOUSE HOLANDA, MODELOS DE CULTIVO HIDROPÓNICO.

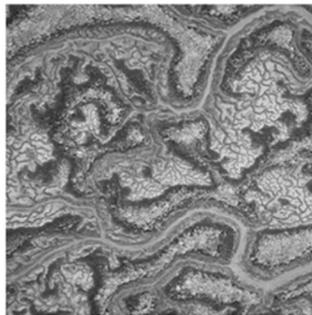
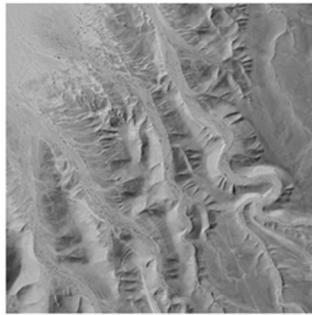
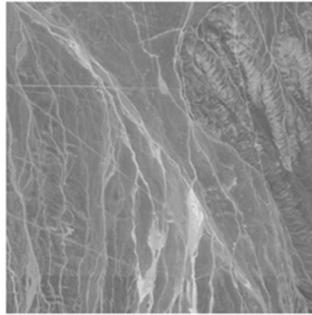
FUENTE: WORLDPHOTO.ORG/SONY-WORLD-PHOTOGRAPHY-AWARDS/WINNERS-GALLERIES/2020/PROFESSIONAL/FINALIST-

VIDA



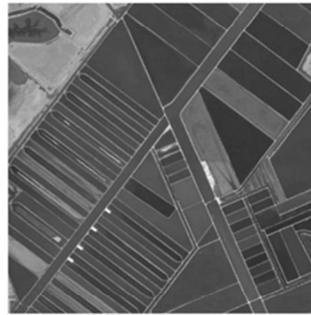
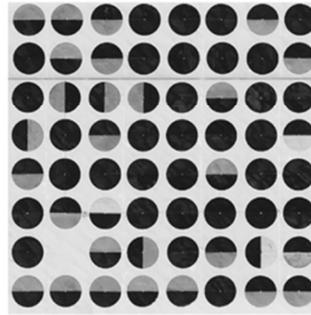
Patrones Capa Microscopica

AGUA



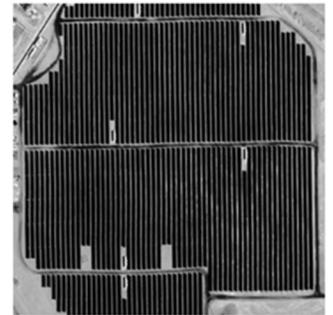
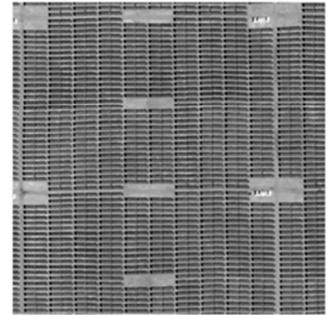
Patrones flujos del agua

AGRICULTURA



Patrones de cultivo

ENERGÍA



Patrones de disposición paneles F.V

HACIA UNA TIPOLOGÍA ARQUITECTÓNICA

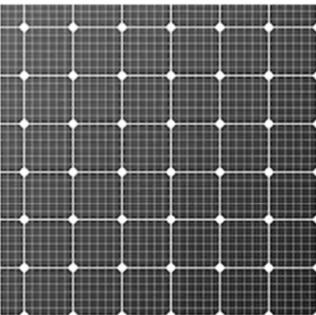
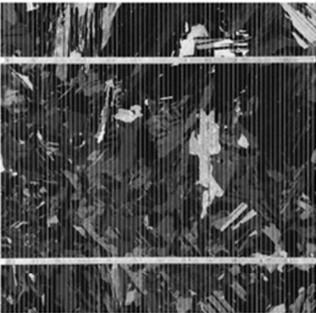
Durante la última década una de las principales respuestas de la industria de la construcción, ha sido un esfuerzo por reducir el consumo de energía de los edificios y el uso prioritario de energía renovable, proponiendo así el desarrollo de estructuras que sea autosuficiente en base al consumo y producción de los recursos utilizados para su correcto funcionamiento.

Las utopías de los años 60 planteaban el aprovechamiento de las superficies a nivel de suelo y el aprovechamiento a nivel de cielo, habitando de esta manera a una doble escala el territorio. Por otro lado las estructuras solares son el resultado de la superación de las restricciones físicas, gracias a las condiciones climáticas de la región así como el acceso ilimitado a la producción fotovoltaica.

El aprovechamiento de las grandes sombras proyectadas por los artefactos o artificios técnicos para la producción de energía, brindan la posibilidad para el desarrollo de una nueva tipología de estructuras entre suelo y cielo, mediante la articulación de sistemas que involucren el desarrollo en un mix programático dentro de una estructura. Que sea capaz de albergar las actividades programáticas entre: parque fotovoltaico, agricultura y agua, más la combinación de otros programas que converjan en este planteamiento.

El resultado se da mediante la generación de estructuras autosuficientes, en relación a consumo y producción energética, que sean capaz de albergar una diversidad programática, dentro de su espacialidad y donde la envolvente genera las condiciones para habitar sus estratos intermedios

DETALLE



Patrones modulos fotovoltaicos (Detalle)



IMAGEN 65: FOTOGRAFÍAS DE DIEGO DE ALMAGRO.

FUENTE: GOOGLE EARTH





12

2

3

CARACTERÍSTICAS DEL POLÍGONO

- Ladera Norte
- Pendiente constante 5%
- Conexión al SIC
- Temperatura del Aire: 18,8° C
- Irradiación normal directa: 2912 kWh/m2

+ -26° 21'44", -70° 02'46"

11

NOMENCLATURA

- Línea 110 kV
- Trazado LT
- S.E Sub- Estación
- × Vértices LT
- 3 Parque fotovoltaico ENEL Diego de Almagro
- 4 Parque fotovoltaico Diego de Almagro
- Área Urbana Diego de Almagro
- Parcela Planta ENEL

PV APROBADOS

- 11 PV- Malgarida II
- 12 PV- Sierra Soleada
- 2 PV- Ampliacion Diego de Almagro
- Possible emplazamiento de Proyecto

EMPLAZAMIENTO

Como ya se ha descrito, Diego de Almagro requiere de una diversificación productiva para su subsistencia, que implica el desarrollo programático en diferentes sectores: energía, agricultura y reutilización de aguas residuales, siendo éstos una posibilidad de articulación productiva de los recursos de la comuna. Entonces mediante el aprovechamiento eficiente de estos recursos a nivel espacial, se podría generar beneficios para la comunidad y una sinergia productiva que involucra el desarrollador de los parques fotovoltaicos, dentro de la comuna.

El proyecto busca anticiparse a la construcción de las nuevas plantas fotovoltaicas aprobadas para la comuna, emplazando de esta manera el proyecto Agrovoltaico Pueblo Hundido , en un predio que se encuentra en el centro de la ruta energética que cruza D.A. Planteando así el desarrollo de esta planta agrovoltaica como un modelo replicable a otros parques fotovoltaicos para la comuna.

Tomando en consideración para el desarrollo de la propuesta agrovoltaica, condiciones relevantes que acotan el área de intervención, como son: emplazamiento, orientación en relación al sol, pendientes poco pronunciadas, conectividad al sistema interconectado nacional, accesibilidad a la red vial y relación en base a los futuros parques fotovoltaicos que se encuentran en aprobación para la comuna.

El sitio seleccionado es un polígono que cuenta con 194 Ha de extensión, una cercanía inmediata con Diego de Almagro, pendiente de 0.5%, y accesibilidad vial, que lo convierte en un sitio idóneo para el desarrollo de una nueva tipología de parque fotovoltaico , el cual explota las diferentes espacialidades y posibilidades programáticas para su desarrollo , generando una nueva relación entre los desarrolladores privados y la intervención del ente público mediante la unificación de programas , dentro de una misma superficie cultivable , generando así una nueva relación entre los paisajes de la energía , los poblados aledaños y la producción a diferentes escalas

IMAGEN 66: ANÁLISIS DE EMPLAZAMIENTO Y FOTOMONTAJE DE PLANTAS FOTOVOLTAICAS APROBADAS EN DIEGO DE ALMAGRO.

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA EN BASE A INFORMACIÓN OBTENIDA DE LA WEB

IMAGEN 67, 68, 69, 70: VISTA AÉREA DEL SITIO DE EMPLAZAMIENTO

FUENTE: GOOGLE EARTH



67

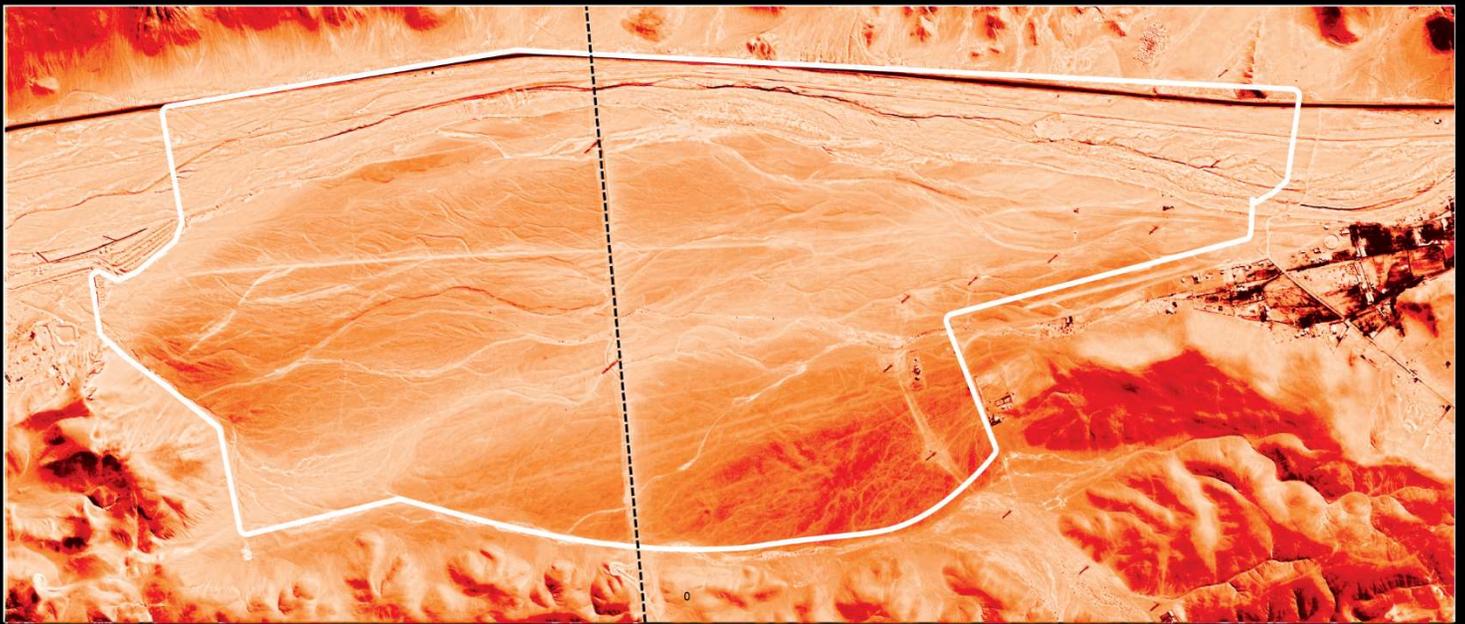
26 23'56"S - 70 05'39.72"O

Elevación: 716msnm

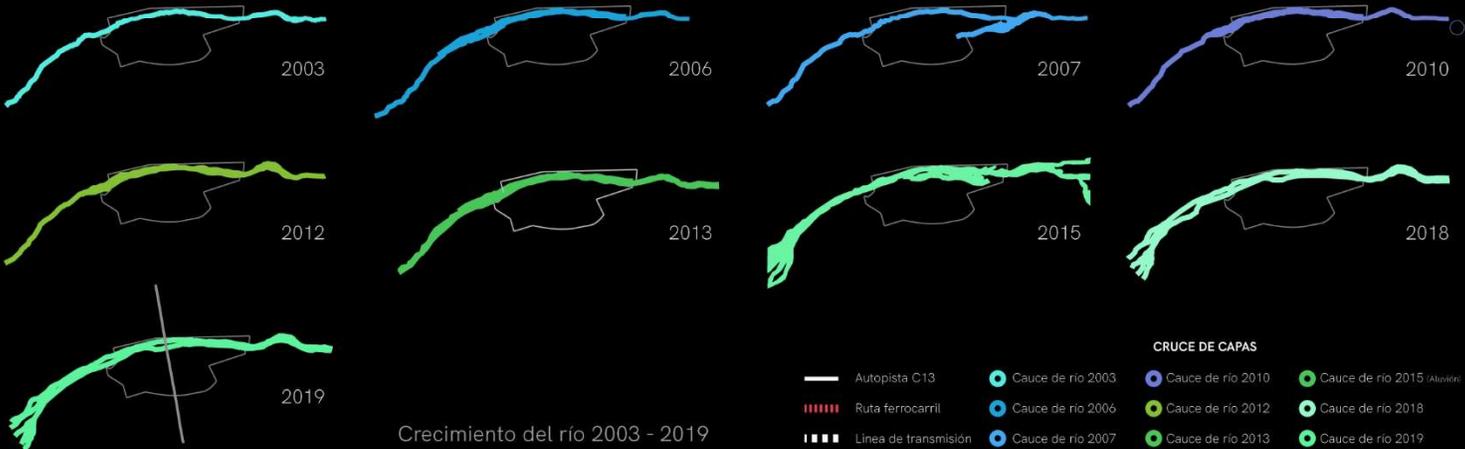


NOMENCLATURA.

- 1- FAENAS PLANTA FOTOVOLTAICA ENEL – DIEGO DE ALMAGRO
- 2- LÍNEA DE TRANSMISIÓN SISTEMA INTERCONECTADO NACIONAL.
- 3- PLANTA FOTOVOLTAICA ENEL DIEGO DE



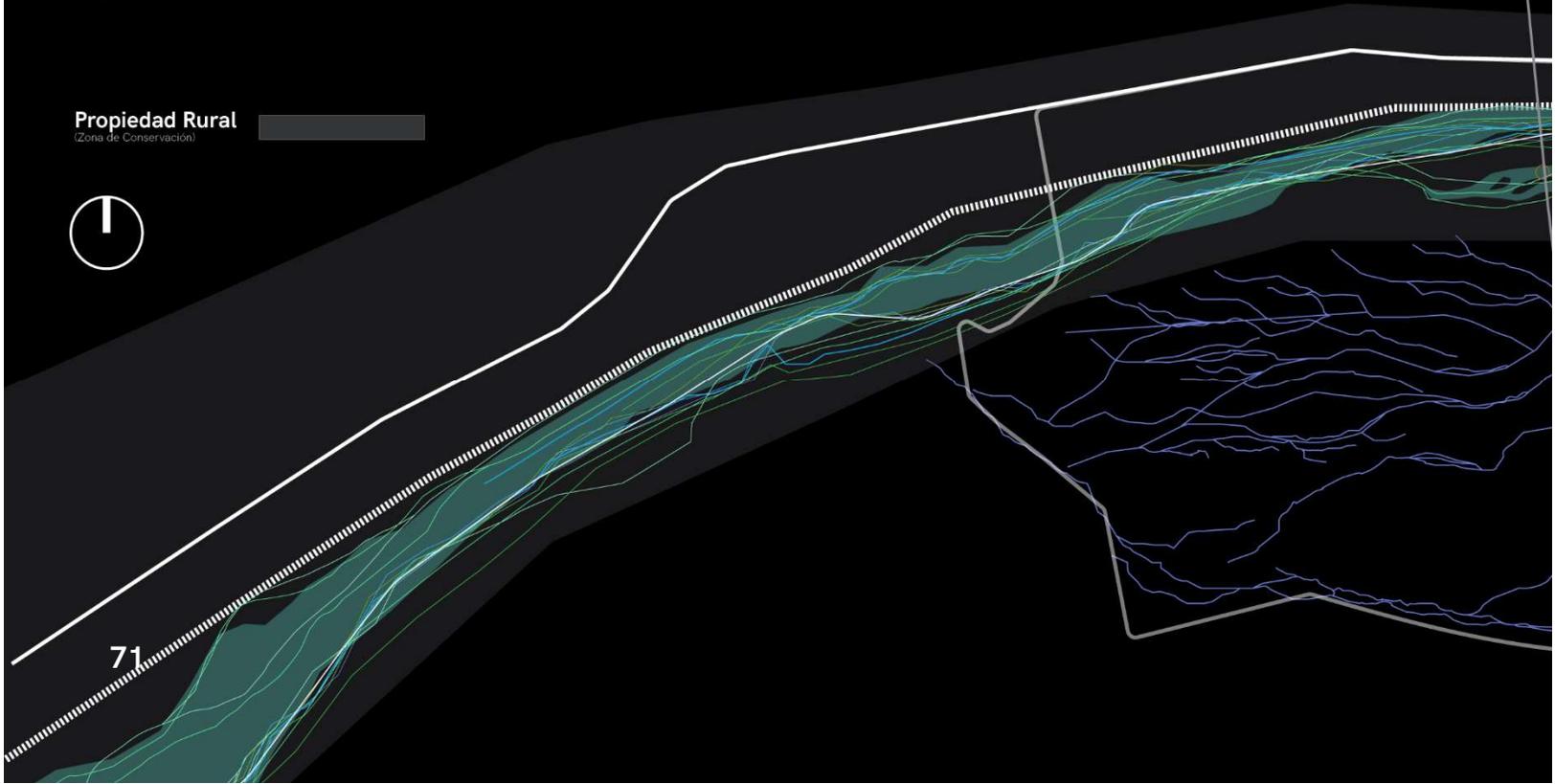
Laderas Norte 2500 H/Año



Propiedad Rural (Zona de Conservación)



71



CONSIDERACIONES.

Tecnologías del sistema: la producción de energía solar en relación al territorio en el cual se emplazan, presentan distintas alternativas respecto a sus métodos tecnificados, resultando en una combinación entre instalación mono estática de mesas fotovoltaicas y sistemas fotovoltaicos de seguimiento solar con rotación en uno o dos de sus ejes

El proyecto busca la articulación de diferentes tecnologías fotovoltaicas, para poder maximizar la producción energética a nivel de cielo y crear condiciones espaciales para desarrollar nuevos programas bajo las superficies fotovoltaicas.

Combinando diferentes formatos de paneles, con diferentes condiciones materiales y productivas, la incorporación de paneles de silicio policristalino y paneles traslucidos con diferentes pigmentación, para así generar un paisaje dinámico a nivel de suelo, gracias a la luz y sombra proyectada por los mismo, sin reducir la productividad energética de las superficies fotovoltaicas.

Los diferentes tipos de paneles que se utilizarán generan una gradualidad de la sombra que se proyecta hacia el suelo, debido a la condición traslucida con la que cuentan algunos sistemas fotovoltaicos, generando un dinamismo en la sombra dentro de las zonas agrícolas.

Por otro lado, el abastecimiento de agua para el proyecto agrovoltaico, estará relacionado a la producción de aguas residuales de Diego de Almagro mediante el desarrollo de una red de humedales Fito depuradores, para la reinyección dentro de las superficies agrícolas que generara el proyecto.

Tomando en consideración los sistemas de cultivos agrícolas hidropónicos en el proyecto, que tendrán una superficie cultivable de 50 Ha, en *Shadow Houses* agrovoltaicas. Estas desarrollaran una condición espacial para el emplazamiento de diferentes sistemas de cultivo hidropónico, desde las técnicas más convencionales, hasta métodos HIGHTEC.

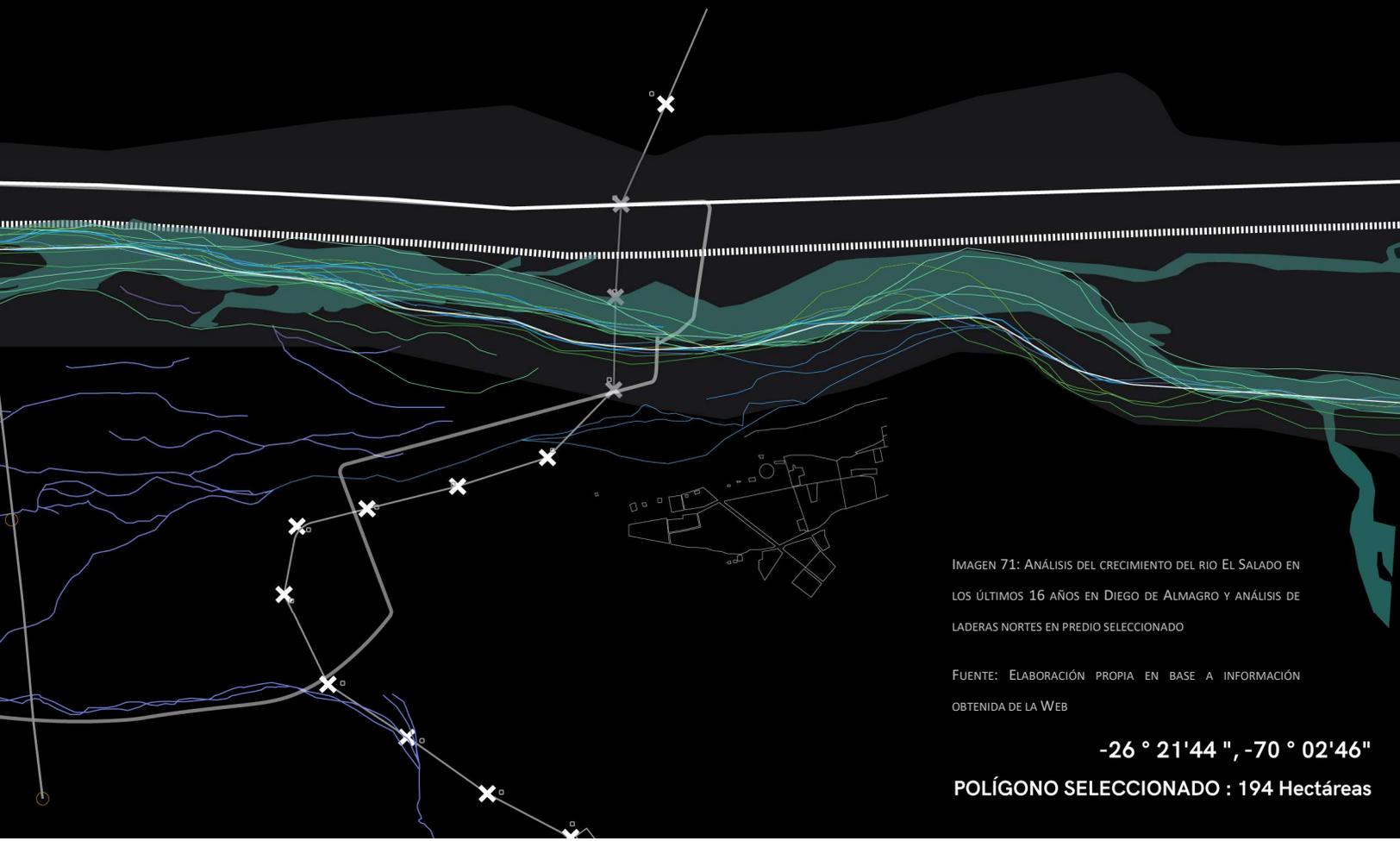
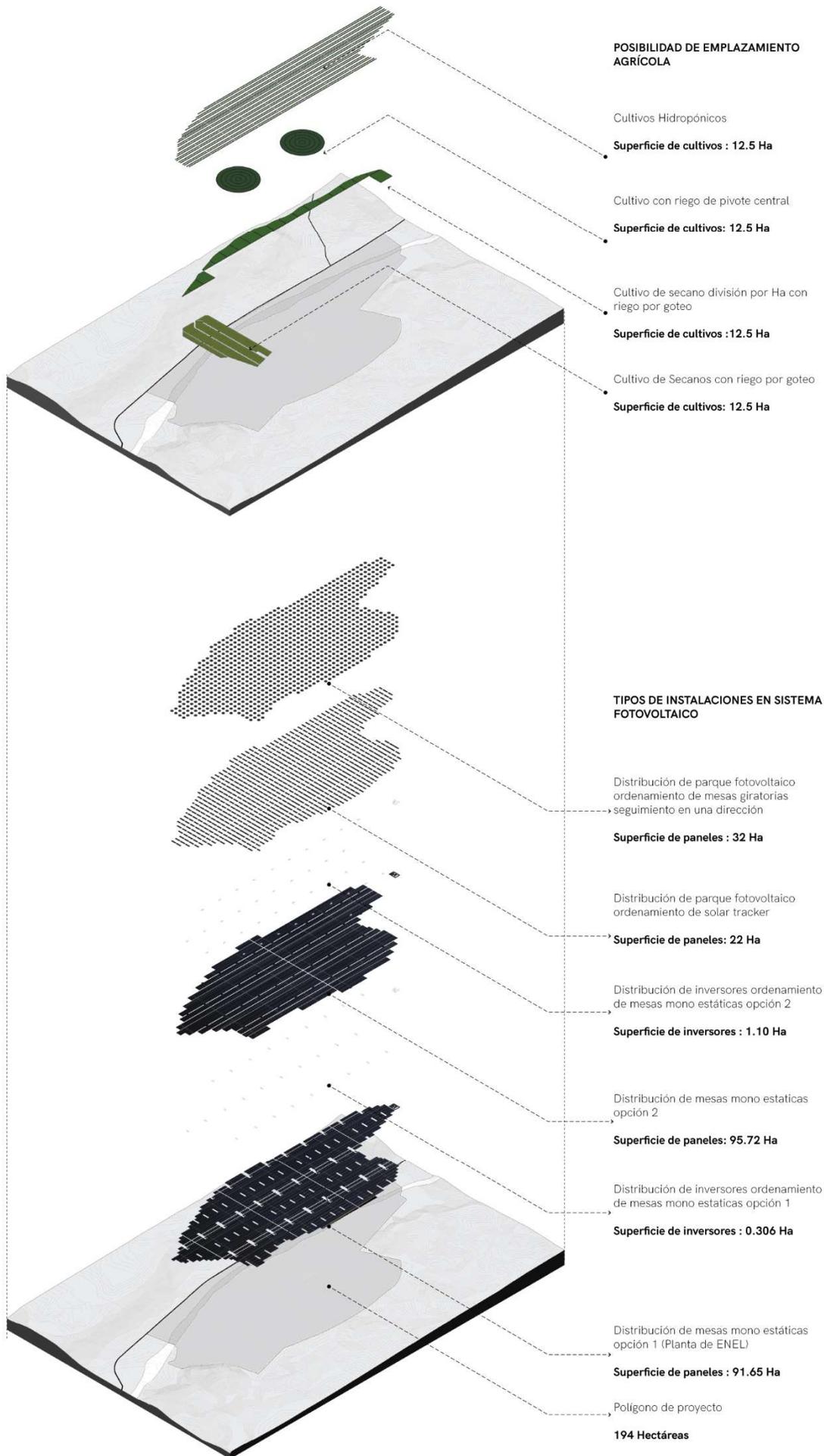


IMAGEN 71: ANÁLISIS DEL CRECIMIENTO DEL RÍO EL SALADO EN LOS ÚLTIMOS 16 AÑOS EN DIEGO DE ALMAGRO Y ANÁLISIS DE LADERAS NORTES EN PREDIO SELECCIONADO

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA EN BASE A INFORMACIÓN OBTENIDA DE LA WEB

-26 ° 21'44 " , -70 ° 02'46"

POLÍGONO SELECCIONADO : 194 Hectáreas



UN PAISAJE AGROVOLTAICO

ENTRE LA PRODUCCIÓN DEL CIELO Y

EL SUELO

El proyecto busca la optimización de los recursos tanto a nivel de cielo como a nivel de suelo. Por una parte el parque fotovoltaico genera una producción mayor a la cantidad contratada para abastecer al sistema interconectado nacional, dicha sobre producción representa un excedente en términos de energía respecto a la cantidad de MW bajo las cuales son contratada las plantas fotovoltaicas, para el abastecimiento de la matriz energética⁴⁶.

De esta manera la PV al cumplir la cuota de producción diaria, genera un excedente energético, y éste se propone utilizar en el proyecto mediante la reinyección a diferentes sectores programáticos que requieren energía para su funcionamiento.

Los Artificios Solares son una propuesta que combinan programas altamente productivos en términos energéticos, hídricos y agrícolas, que involucran la reutilización de los recursos generados en nuevos ciclos productivos, los cuales requieren una alta demanda energética dentro de los procesos tecnificados de producción agrícola, debido a su requerimiento de calor en horas de la noche para el desarrollo de las zonas hidropónicas.

La configuración en diferentes sistemas de montajes de paneles fotovoltaicos, cubren los artificios solares, delimitan los invernaderos o shadow house en el sector norte del proyecto. Y las instalaciones convencionales de paneles fotovoltaicos, de tipo solar tracker en el sector sur, abarcando un área total de producción energética de 64 Ha, cubierta por módulos fotovoltaicos dentro de un polígono de 194 Ha.

Dicha superficie fotovoltaica representa un aporte energético para el beneficio de 64000 Familias⁴⁷ de la región de Atacama. Por otro lado, el sector agrícola generara una superficie productiva hidropónica con capacidad de 50 hectáreas, ocupando los espacios intermedios dentro de los Artificios Solares.

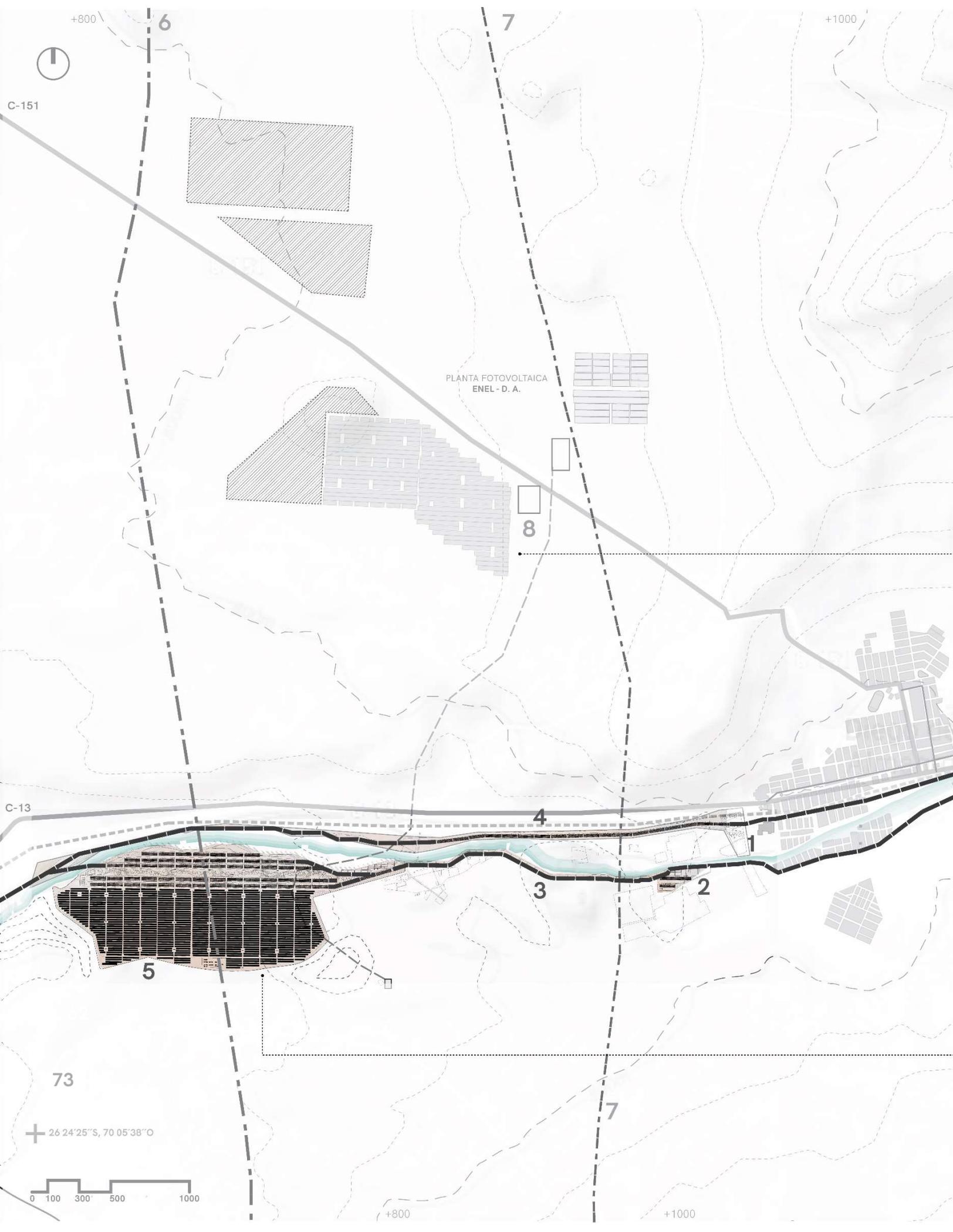
Este sistema combinado genera una re-densificación productiva que utiliza los estratos intermedios, en una sinergia productiva, estética y paisajista en una nueva industria híbrida para Diego de Almagro, con un alto aporte a la economía de la ciudad y al paisaje del desierto.

IMAGEN 72: ANÁLISIS DE EMPLAZAMIENTOS HIDROPÓNICOS Y FOTOVOLTAICOS EN BASE A DIFERENTES SISTEMAS DE CULTIVO, AGRÍCOLA Y SOLAR, DENTRO DEL PREDIO DEL PROYECTO.

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

⁴⁶ LOPEZ, ABRAHAM. 2020. NACAOME, VALLE, 15 DE 02 DE 2020. —. 2020. PRODUCCIÓN ENERGÉTICA, SISTEMA TÉCNICO, FUNCIONAMIENTO DE PARQUES FOTOVOLTAICOS E INYECCIÓN A SISTEMA INTERCONECTADO REGIONAL PARA MUNICIPIOS DEL DEPARTAMENTO DE VALLE (HONDURAS) . NACAOME., 01 DE 18 DE 2020

⁴⁷ CÁLCULO REALIZADO EN BASE A CANTIDAD DE HORA AL AÑO Y EL POTENCIAL PRODUCTIVO DE LOS PANELES FOTOVOLTAICOS.



+800

+1000



C-151

6

7

PLANTA FOTOVOLTAICA
ENEL - D. A.

8

C-13

4

3

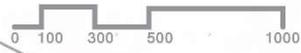
2

5

73

7

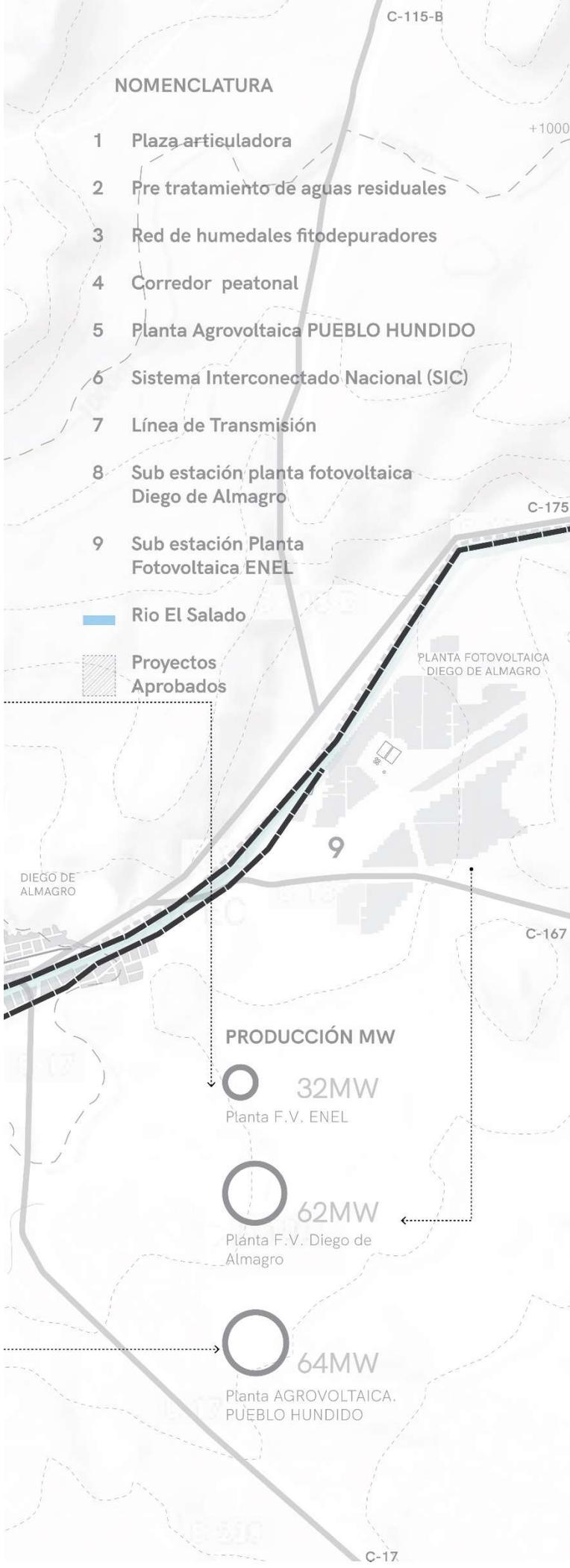
+ 26 24'25"S, 70 05'38"O



+800

+1000

MASTER PLAN



El master plan plantea la generación de un nuevo polo productivo entre el parque agrovoltáico Pueblo Hundido y Diego de Almagro, generando así una re densificación del borde del rio el Salado mediante una ruta del agua fitodepuradora y la creación de una ruta peatonal aledaña a la ruta C-13 para las personas que deberán orbitar entre ambos extremos.

El sistema de humedales Fitodepuradores genera una columna vertebral productiva, la cual beneficia de manera directa al poblado debido al tratamiento de las aguas residuales que serán luego utilizadas en la planta agrovoltáica, que finalmente luego de haber cumplido su ciclo productivo, serán reinyectadas al cauce del rio el Salado, generando de esta manera un aumento en la carga hídrica del mismo.

La conexión que se propone entre la planta agrovoltáica y Diego de Almagro, toma en consideración el plan Regulador de para la comuna en cuanto a su desarrollo y expansión territorial, conectándose de esta manera con la futura área verde localizada en la salida oeste del poblado, esto será una zona de articulación que servirá para usos recreativos de la ciudad, constituyéndose el punto de inicio del recorrido peatonal hacia la planta agrovoltáica.

En cuanto al cauce del rio Salado, y en base al historial de comportamiento de las crecidas del rio, se delimitan las áreas de intervención programática. Para ello se toma como referencia la crecida máxima del rio (aluvión en el año 2015), definiendo un eje de intervención y una zona de protección y amortiguamiento , para así evitar el deslave de la franja aledaña al cauce de la planta agrovoltáica.

De igual manera se consideran todas las fuentes de agua que cruzan el polígono donde se emplaza el proyecto , tomando en cuenta las escorrentías que presentan una fuerte presencia de trazas hídricas en sitio de intervención que se utilizan como orden y trazado para la definición de los programas dentro del predio.

Para la delimitación del polígono fotovoltaico, se considera el área de propiedad rural, el cual se encuentra definido en el plan de desarrollo territorial de D.A y por último se toma en consideración la orientación hacia una ladera Norte, siendo este factor primordial para aumentar la generación energética dentro de la franja fotovoltaica.

IMAGEN 73: MASTER PLAN DEL PROYECTO, RELACIÓN ENTRE PROYECTO Y DIEGO DE ALMAGRO.

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA



1

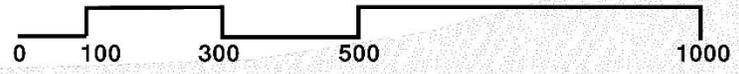
C-13

2

3

4

74



Zona de amortiguamiento
propiedad rural de Diego de Almagro.

C-13

Línea del ferrocarril

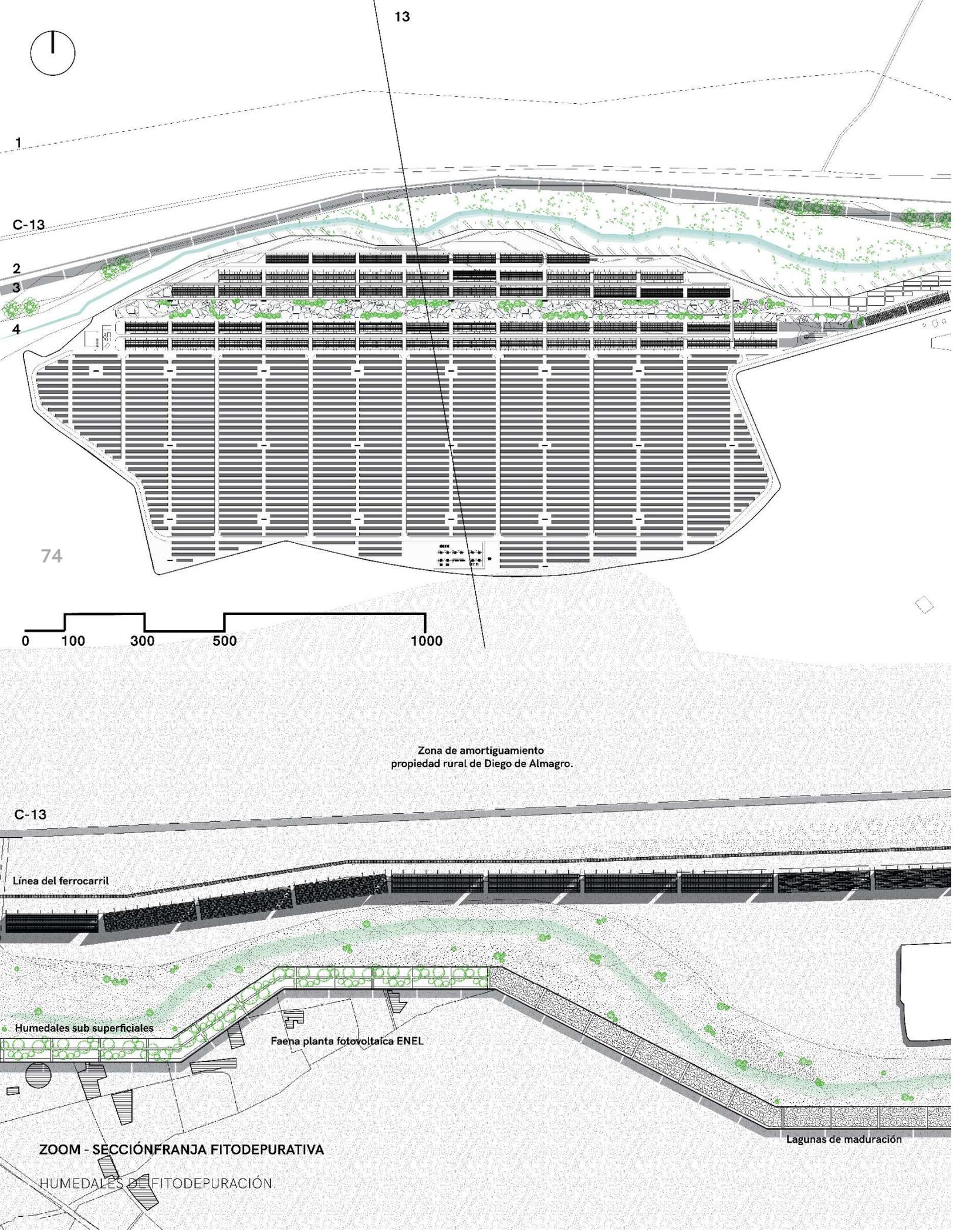
Humedales sub superficiales

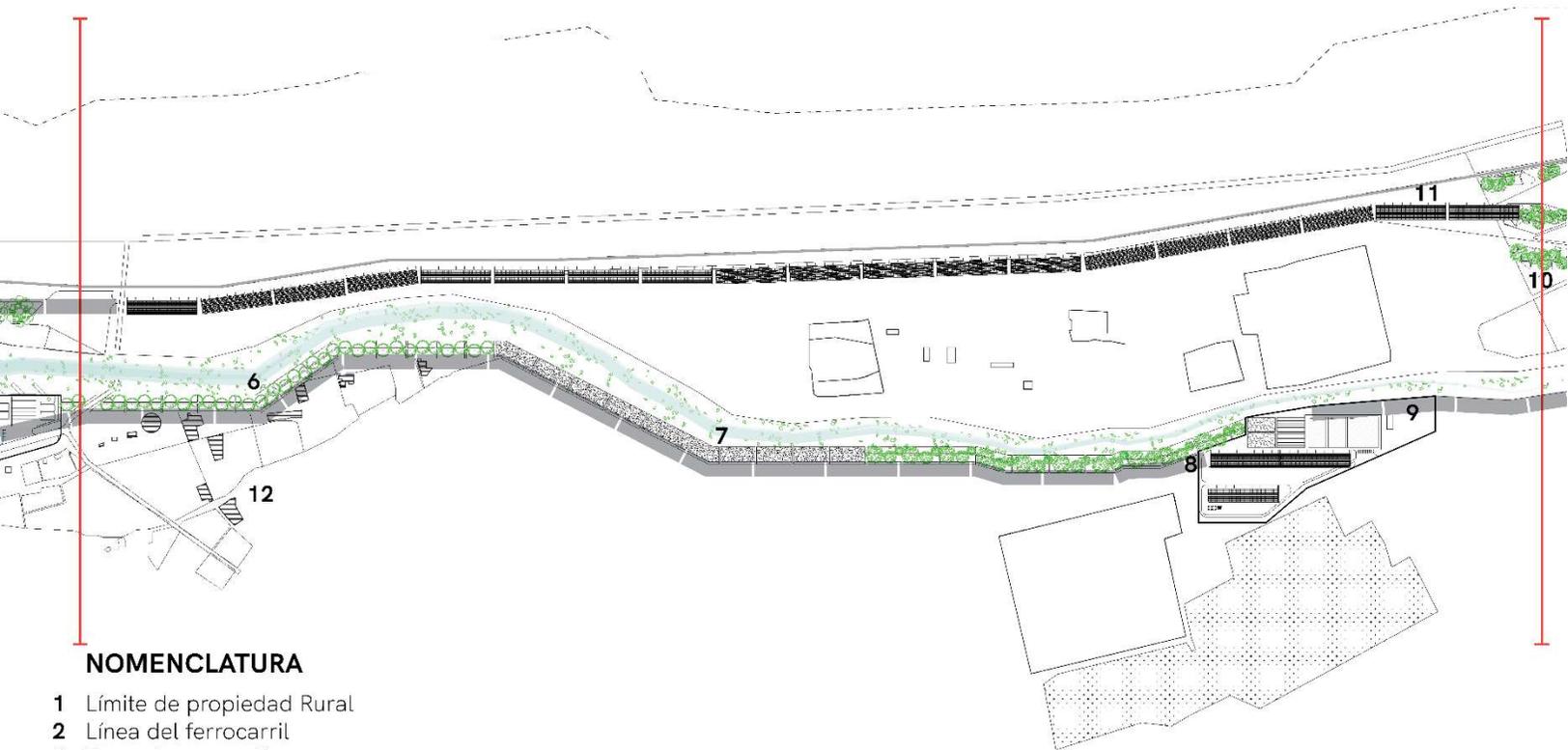
Faena planta fotovoltaica ENEL

Lagunas de maduración

ZOOM - SECCIÓN FRANJA FITODEPURATIVA

HUMEDALES DE FITODEPURACIÓN.





NOMENCLATURA

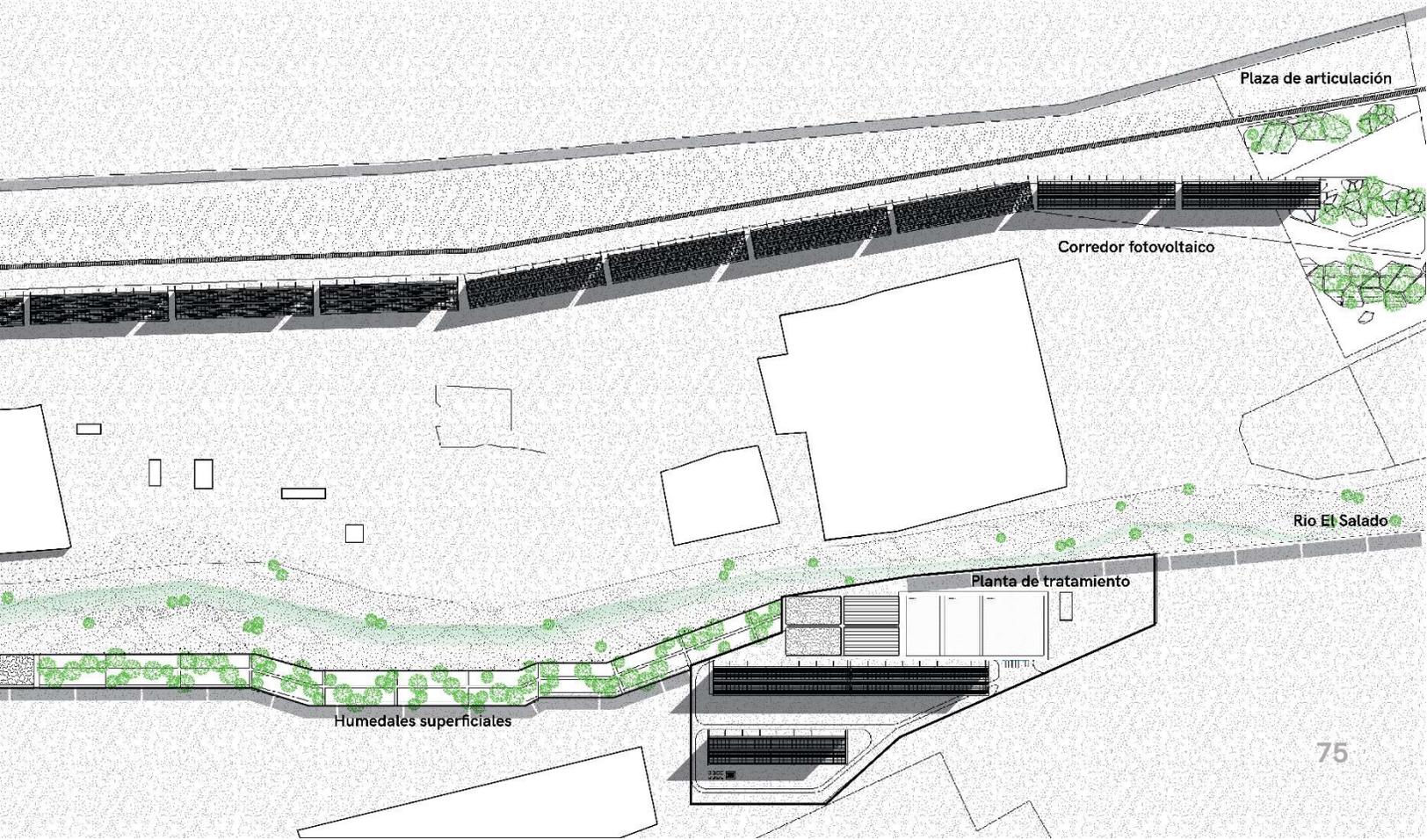
- 1 Límite de propiedad Rural
- 2 Línea del ferrocarril
- 3 Zona de recreación
- 4 Río El Salado
- 5 Planta Agrovoltaica Pueblo Hundido
- 6 Humedales de flujo sub superficial
- 7 Lagunas de maduración
- 8 Humedales de Flujo Superficial
- 9 Central de tratamientos de aguas
- 10 Plaza articuladora con Diego de Almagro
- 11 Corredor fotovoltaico
- 12 Línea de transmisión SIC

IMAGEN 74: ZOOM MASTER PLAN, RELACIÓN ENTRE PROYECTO Y DIEGO DE ALMAGRO.

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

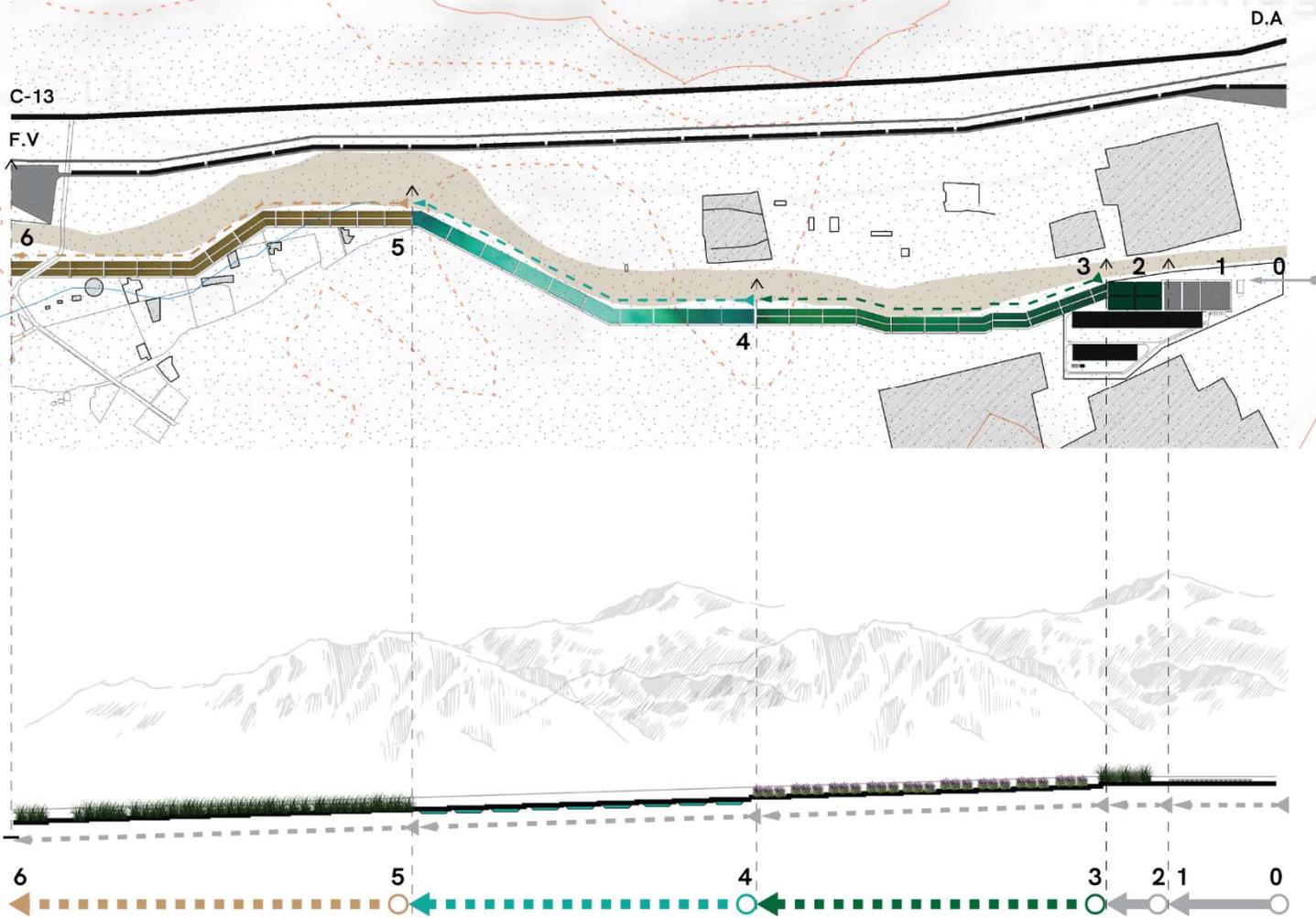
IMAGEN 75: ZOOM FRANJA FITODEPURATIVA

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA



PROCESO DE FITODEPURACIÓN

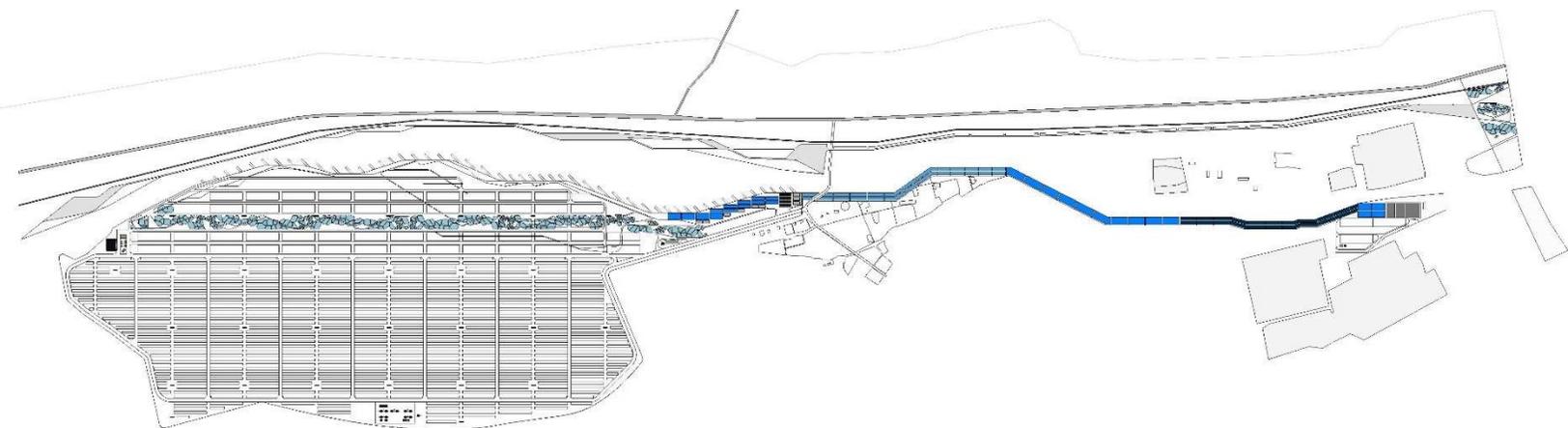
Ruta del Agua (Diego de Almagro - Planta Agrovoltaica)



NOMENCLATURA

- 0 INGRESO DE AGUAS RESIDUALES
- 1 TRATAMIENTOS PREVIOS
(Pretratamiento, Desarenador, Biodigestor)
- 2 MÓDULOS EN PARALELO
(Humedal de flujo sub superficial - Humedalal superficial)
- 3 HUMEDALES SUPERFICIALES
- 4 LAGUNAS DE DECANTACIÓN
- 5 HUMEDALES SUB SUPERFICIAL HORIZONTAL
- 6 INGRESO DE AGUA A PLANTA AGROVOLTAICA





77

RED FITODEPURATIVA

La franja de fitodepuración que se genera aledaña al cauce del río el Salado, se configura mediante procesos básicos para el tratamiento de aguas duras en humedales. Como primera intervención para la reutilización de las aguas, el proyecto propone la canalización de la infraestructura hídrica de recolección de aguas residuales hacia el oeste del poblado, donde se conectará a un cuerpo central de recolección y pretratamiento de las aguas de la comuna.

Luego de la separación de sólidos y químicos presentes en las aguas, éstas son canalizadas a dos módulos de humedales en paralelo, el primero un humedal de lodos el cual recibe los sólidos del biodigestor y el otro un humedal de flujo superficial que recibe las aguas del biodigestor.

Luego del primer proceso, las aguas son decantadas a una red de Humedales de flujo sub superficial, donde se combinan las aguas de los módulos en paralelo y se continúa con el proceso fitodepurativo mediante la absorción de bioquímicos por las raíces de las plantas utilizadas, siendo decantadas las aguas en un tercer proceso a lagunas de maduración para la desinfección de manera natural, donde la materia orgánica se convierte en gases, microorganismos y plantas.

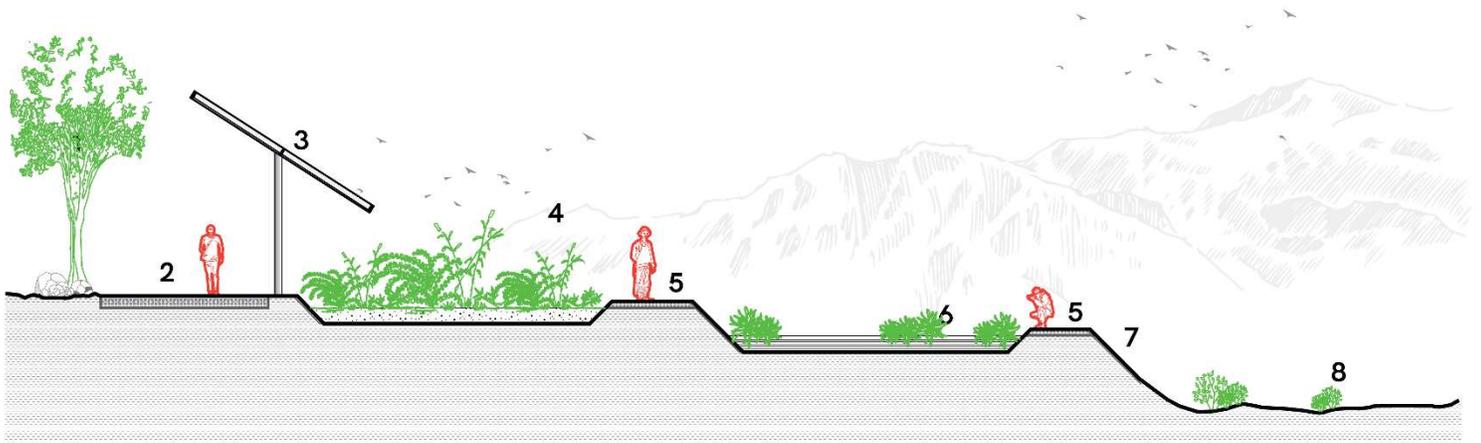
Finalizando esta red fitodepurativa en una red de humedales de flujo sub superficial horizontal, para la purificación y reducción de los bio sólidos provenientes de la laguna de maduración. Al finalizar este proceso, las aguas serán decantadas a una red de humedales en el proyecto, generando una franja productiva en relación a la red de estanques de aguas tratadas en el proyecto, para su distribución dentro de las estructuras hidropónicas.

IMAGEN 76: DETALLE DE SECCIONES EN FRANJA FITODEPURADORA ENTRE DIEGO DE ALMAGRO Y PLANTA AGROVOLTAICA PUEBLO HUNDIDO.

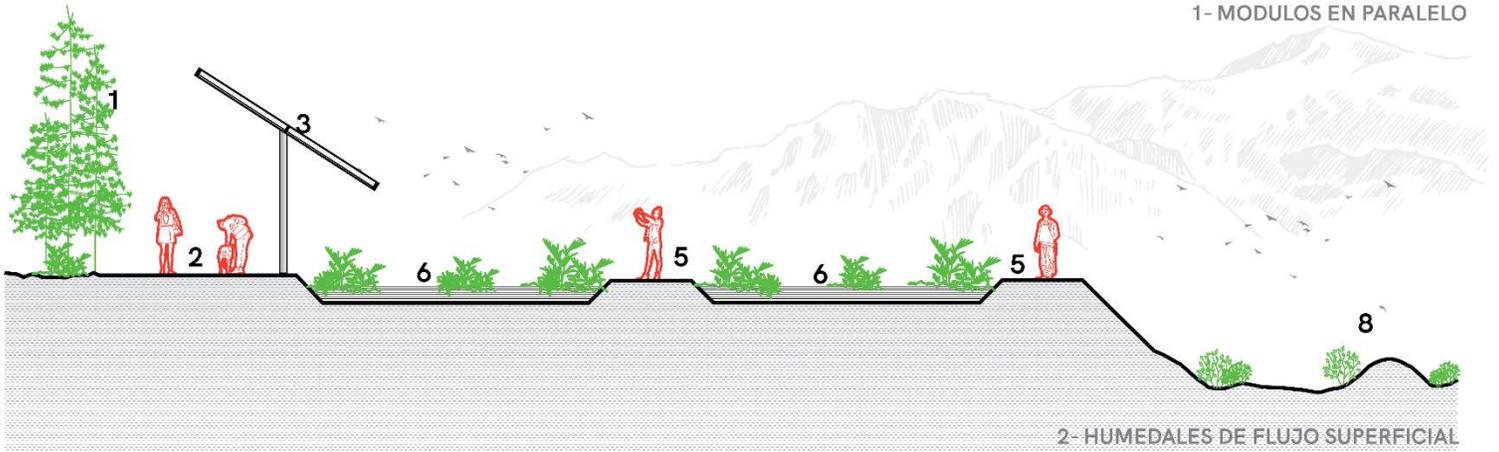
FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

IMAGEN 77: FRANJA FITODEPURADORA ENTRE DIEGO DE ALMAGRO Y PLANTA AGROVOLTAICA PUEBLO HUNDIDO.

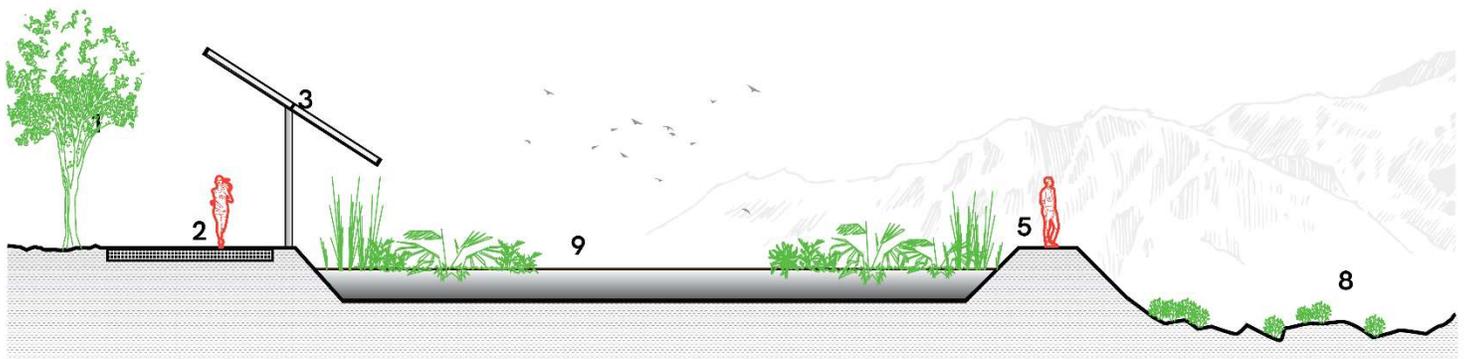
FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA



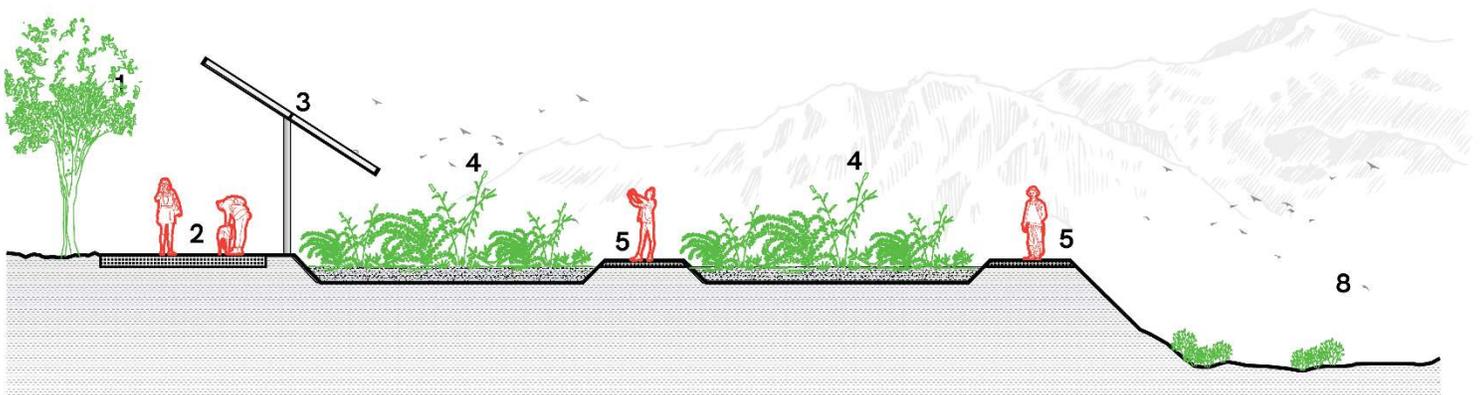
1- MODULOS EN PARALELO



2- HUMEDALES DE FLUJO SUPERFICIAL



3- LAGUNAS DE MADURACIÓN



4- HUMEDALES DE FLUJO SUB SUPERFICIAL

NOMENCLATURA

- | | | |
|-------------------------|--------------------------------------|---------------------------------|
| 1 Barrera de vegetación | 4 Humedal sub superficial horizontal | 7 Talud con refuerzo Horizontal |
| 2 Calzada | 5 Sendero técnico | 8 Río El Salado |
| 3 Pérgola fotovoltaica | 6 Humedal superficial horizontal | 9 Lagunas de Maduración |

IMAGEN 78: SECCIONES DE HUMEDALES FITODEPURADORES, SEGÚN EL PROCESO FITODEPURATIVO QUE SE REQUIERE PARA EL TRATAMIENTO DE LAS AGUAS RESIDUALES DE DIEGO DE ALMAGRO MEDIANTE EL PROCESO DE HUMEDALES FITODEPURADORES.

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

IMAGEN 78: IMAGINARIO DE ÁREA DE HUMEDALES FITODEPURADORES

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

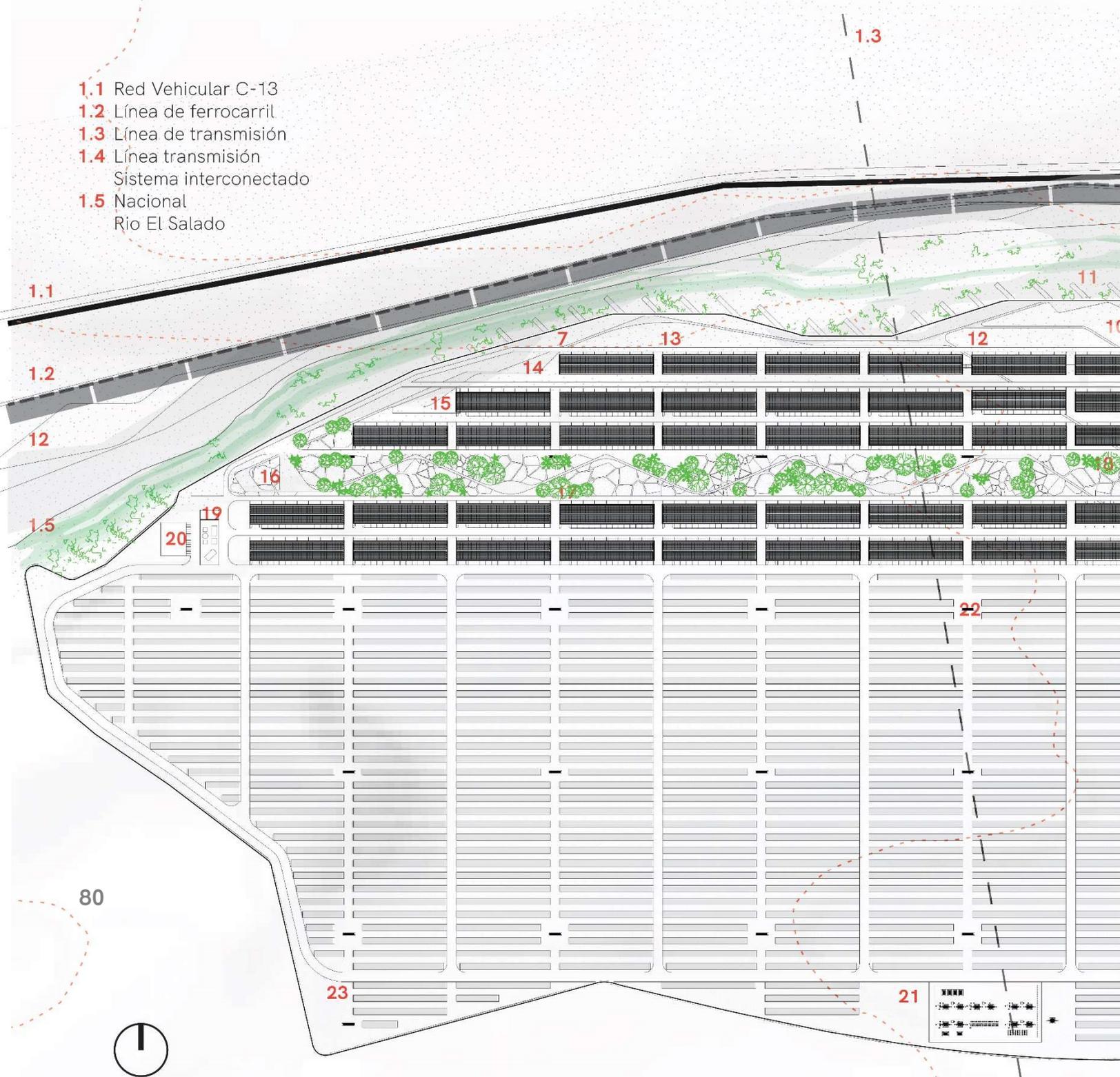
La franja fitodepurativa contempla un eje de 40 metros de intervención aledaños al río El Salado, en la cual se emplazarán dos senderos técnicos, uno para el mantenimiento de los humedales fitodepurativos y otro de circulación para el uso público de habitantes o visitantes. Se plantea la creación de zonas de sombra mediante perlas fotovoltaicas a lo largo del recorrido, generando de esta manera una especie de parque xerofito aledaño al cauce del río.

La red de humedales proponen la creación de taludes de tierra compactada, con una pendiente del 35%, reforzados horizontalmente para la delimitación y contención de la zona de humedales a lo largo de la franja fitodepurativa.

La revalorización del borde sur del río Salado, generará una nueva condición productiva y paisajista, con un alto aporte a la proliferación y reproducción de especies nativas de la zona, que se beneficiarán mediante las nuevas condiciones de humedad.



- 1.1 Red Vehicular C-13
- 1.2 Línea de ferrocarril
- 1.3 Línea de transmisión
- 1.4 Línea transmisión Sistema interconectado
- 1.5 Nacional Río El Salado

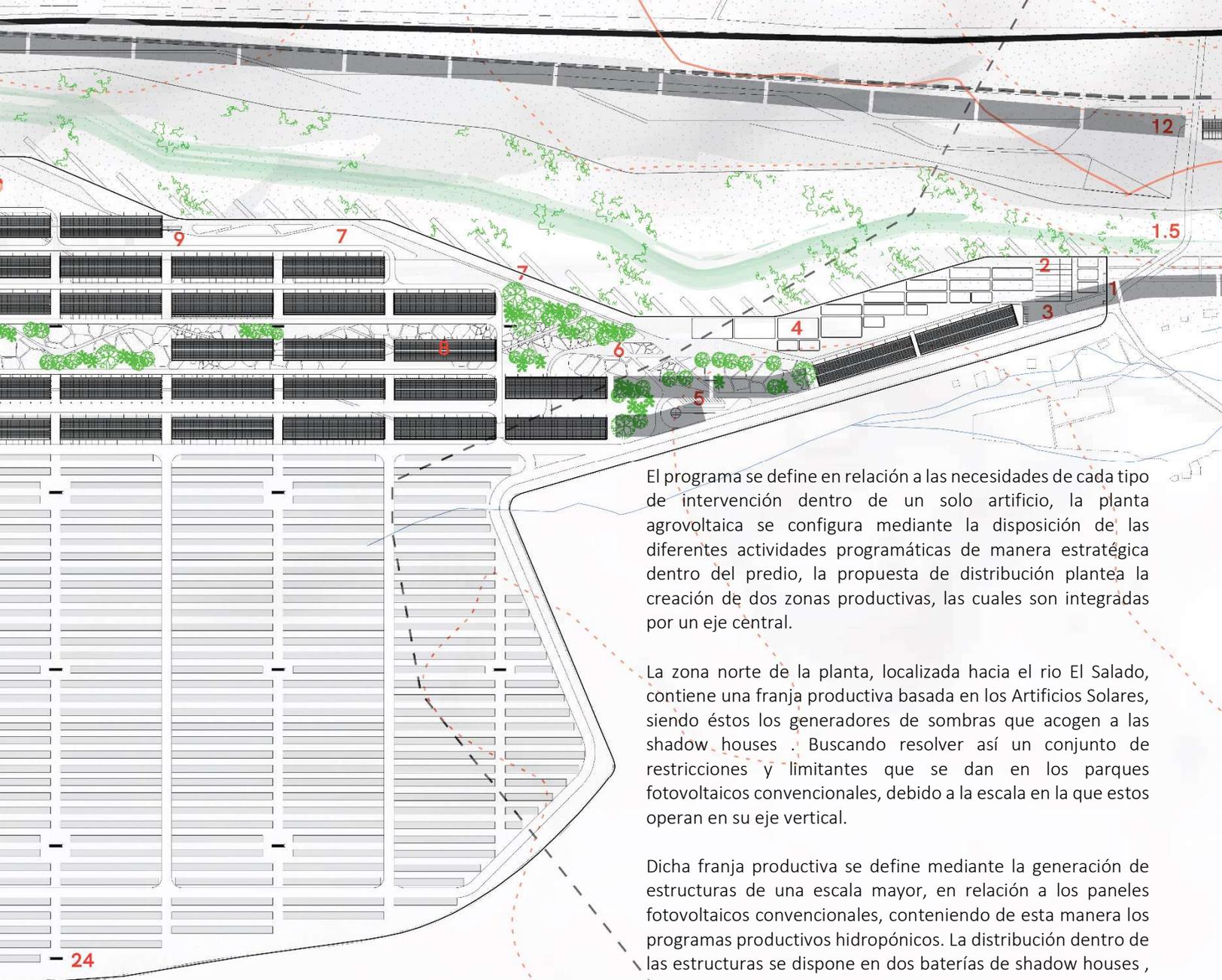


NOMENCLATURA

- | | | |
|-------------------------------|--------------------------------------|-------------------------------------|
| 1 Acceso al proyecto | 11 Zona de interpretación | 21 Sub estación eléctrica |
| 2 Vivero (Humedales) | 12 Zona de uso publico | 22 Parque fotovoltaico Convencional |
| 3 Estacionamiento | 13 Estanques (Uso recreativo) | 23 Circulación recorrido técnico |
| 4 Humedales Fitodepuradores | 14 Zona de relajó | 24 Inveřsores |
| 5 Estacionamiento visitas | 15 Cuarto de Maquinas | |
| 6 Plaza de acceso | 16 Plaza uso recreativo | |
| 7 Franja de amortiguamiento | 17 Zona productiva (S.H Hidropónica) | |
| 8 Estanques (Aguas tratadas) | 18 Shadow House | |
| 9 Zona recreativa | 19 Oficinas administrativas | |
| 10 Recuperación borde del Río | 20 Zona uso administrativo | |

PLANTA AGROVOLTAICA

PUEBLO HUNDIDO



El programa se define en relación a las necesidades de cada tipo de intervención dentro de un solo edificio, la planta agrovoltaica se configura mediante la disposición de las diferentes actividades programáticas de manera estratégica dentro del predio, la propuesta de distribución plantea la creación de dos zonas productivas, las cuales son integradas por un eje central.

La zona norte de la planta, localizada hacia el río El Salado, contiene una franja productiva basada en los Artificios Solares, siendo éstos los generadores de sombras que acogen a las shadow houses. Buscando resolver así un conjunto de restricciones y limitantes que se dan en los parques fotovoltaicos convencionales, debido a la escala en la que estos operan en su eje vertical.

Dicha franja productiva se define mediante la generación de estructuras de una escala mayor, en relación a los paneles fotovoltaicos convencionales, conteniendo de esta manera los programas productivos hidropónicos. La distribución dentro de las estructuras se dispone en dos baterías de shadow houses, con una red central de abastecimiento de agua, en base a una red de estanques de agua fitodepurada, articulándose con las instalaciones de abastecimiento de aguas en la producción hidropónicas.

La zona sur de la planta es de tipo fotovoltaica convencional, cubierta por paneles fotovoltaicos con un montaje de tipo solar tracker, en esta zona se emplaza la sub estación eléctrica, la cual se conectará con la red de distribución nacional para la inyección de la energía producida dentro de la planta agrovoltaica.

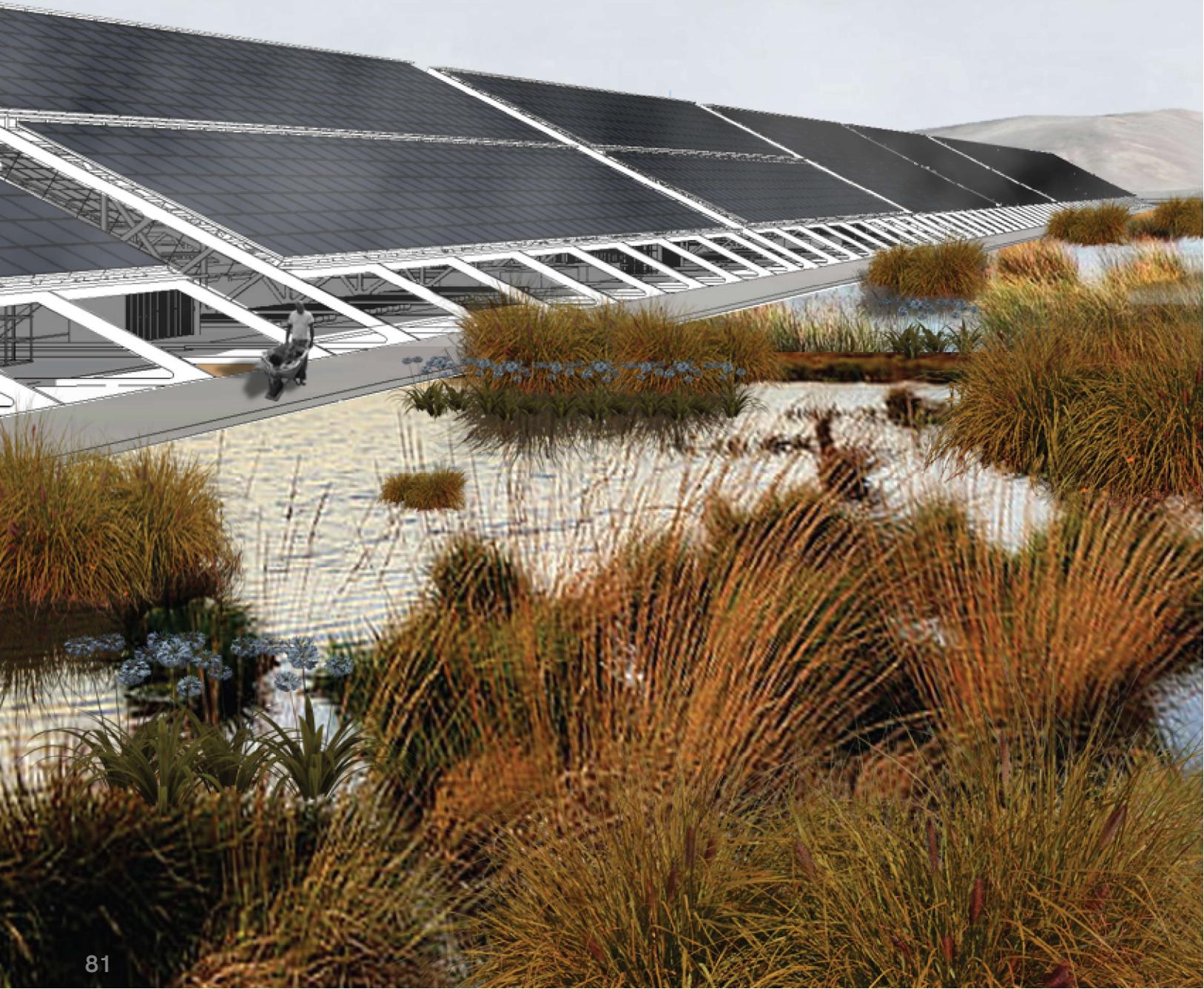
IMAGEN 79: PLANTA DE CONJUNTO PLANTA AGROVOLTAICA PUEBLO HUNDIDO

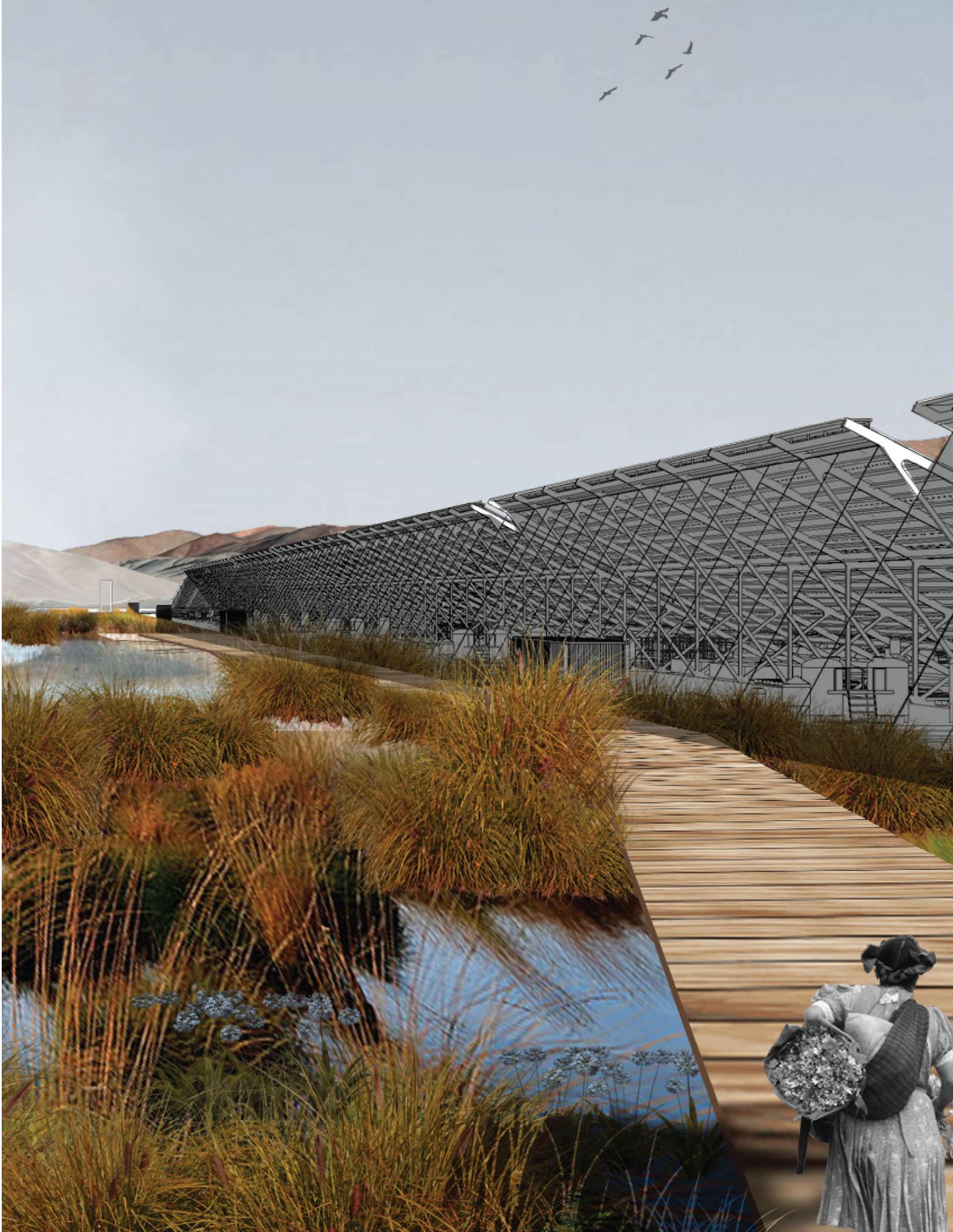
FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA



IMAGEN 81: IMAGEN, FRANJA CENTRAL DE PROPUESTA AGROVOLTAICA, PUEBLO HUNDIDO.

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA





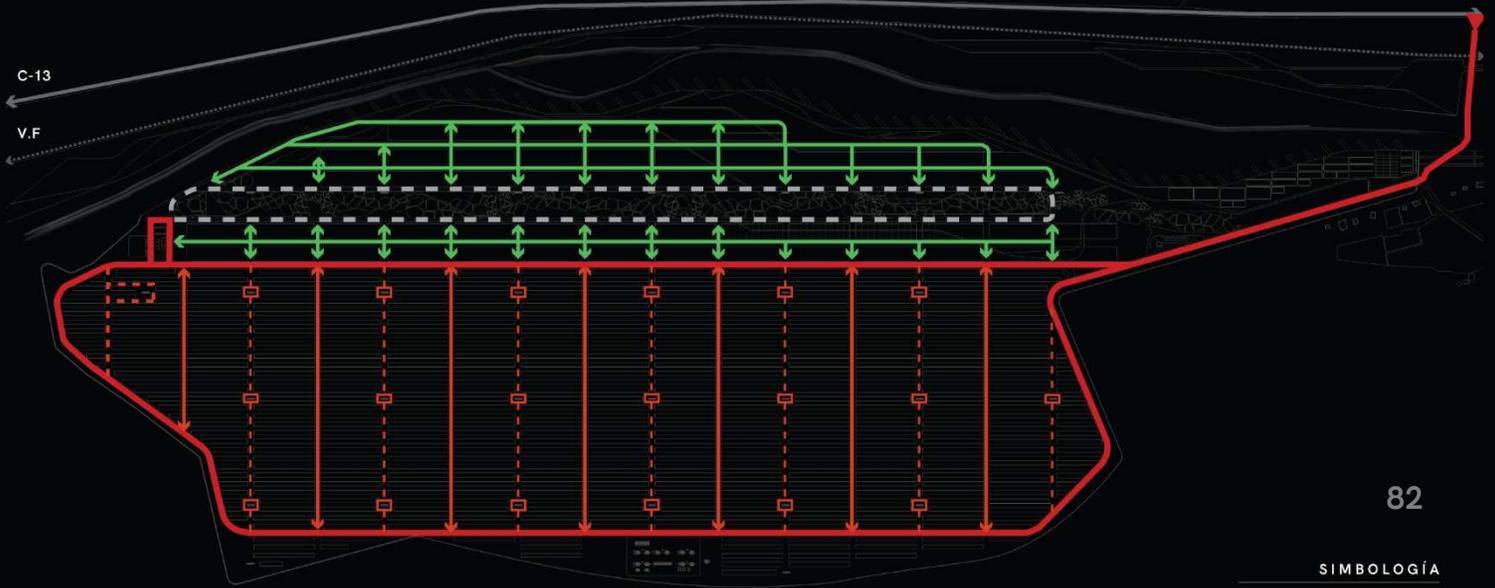


VIALIDAD
Formas de Vinculación.



C-13

V.F



82

SIMBOLOGÍA

Circulación Primaria.

C. Mantenimiento Técnico.

C. Mantenimiento Hidrico.

Circulación Agrovoltaica.

IMAGEN 82: DIAGRAMA DE CIRCULACIONES PLANTA AGROVOLTAICA PUEBLO HUNDIDO

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA



PRODUCCIÓN ENERGÉTICA
Generación y distribución.



C-13

V.F



84

SIMBOLOGÍA

Sub estación Eléctrica

Punto de conexión a Red

Inversores

Conexión de Inversores.

IMAGEN 84: DIAGRAMA DE DISTRIBUCIÓN ENERGÉTICA PLANTA AGROVOLTAICA PUEBLO HUNDIDO

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA



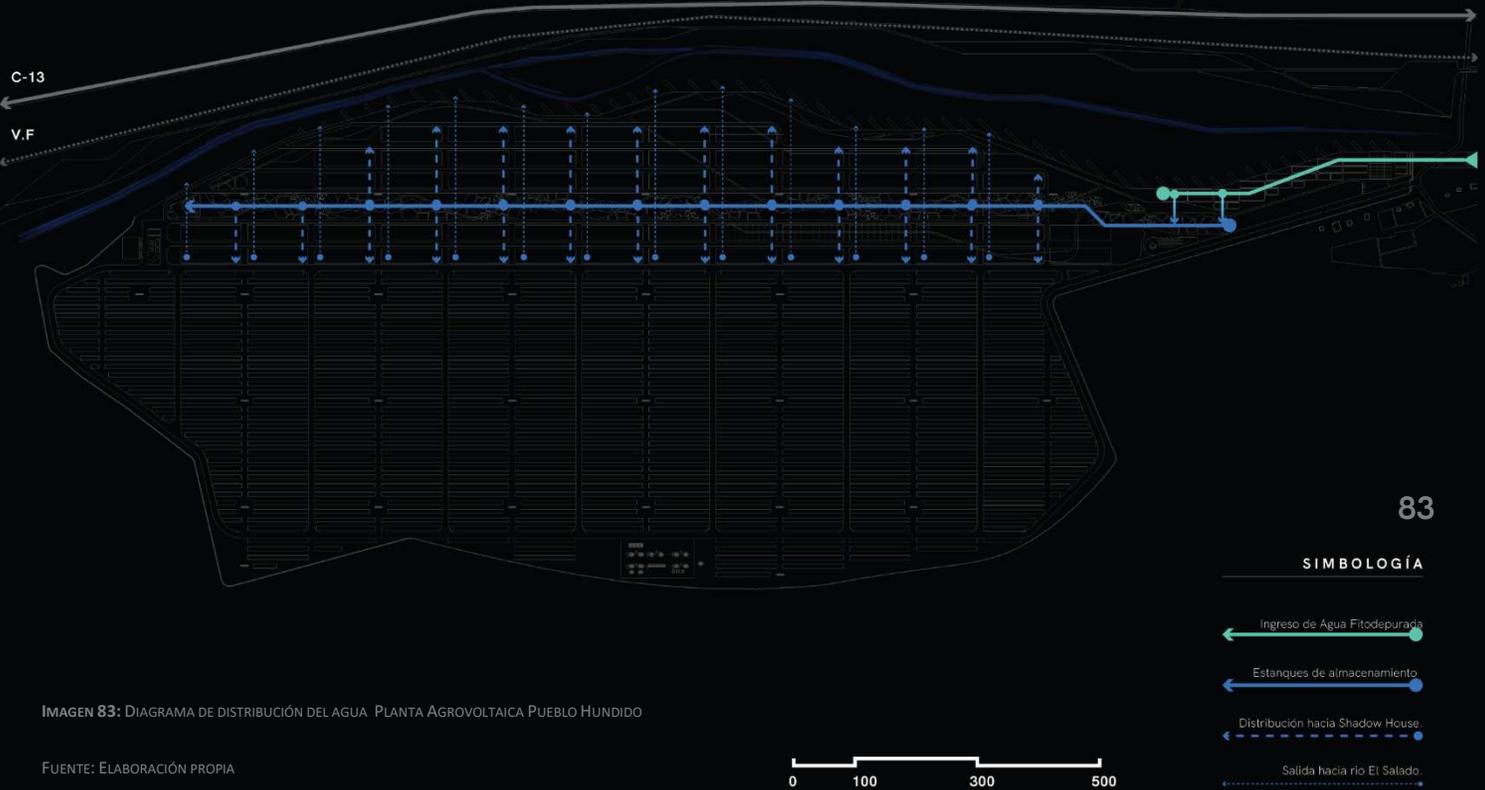


IMAGEN 83: DIAGRAMA DE DISTRIBUCIÓN DEL AGUA PLANTA AGROVOLTAICA PUEBLO HUNDIDO

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

El sistema de circulaciones dentro de la planta agrovoltaica, genera una diferenciación respecto a los flujos vehiculares y peatonales dentro del proyecto, reconociendo y jerarquizando las diferentes maneras de circulación en las diferentes zonas: las circulaciones vehiculares se desarrollan en torno a un anillo periférico que bordea la central fotovoltaica, articulándose con senderos de mantenimientos técnicos entre la circulación principal y la disposición de las mesas fotovoltaicas, priorizando la movilización vehicular debido a la escala territorial dentro del sector fotovoltaico.

El flujo de movilidad energético funciona de manera tradicional, los paneles fotovoltaicos producen corriente directa (DC), la cual es inyectada a los inversores para ser convertida en corriente alterna (AC) y posteriormente es enviada a la subestación eléctrica del proyecto, localizada adyacente al anillo periférico que bordea el polígono y adjunta a la línea de transmisión del sistema interconectado nacional (SIC), conectando de esta manera la planta agrovoltaica a la red nacional para la inyección de la energía generada dentro del proyecto

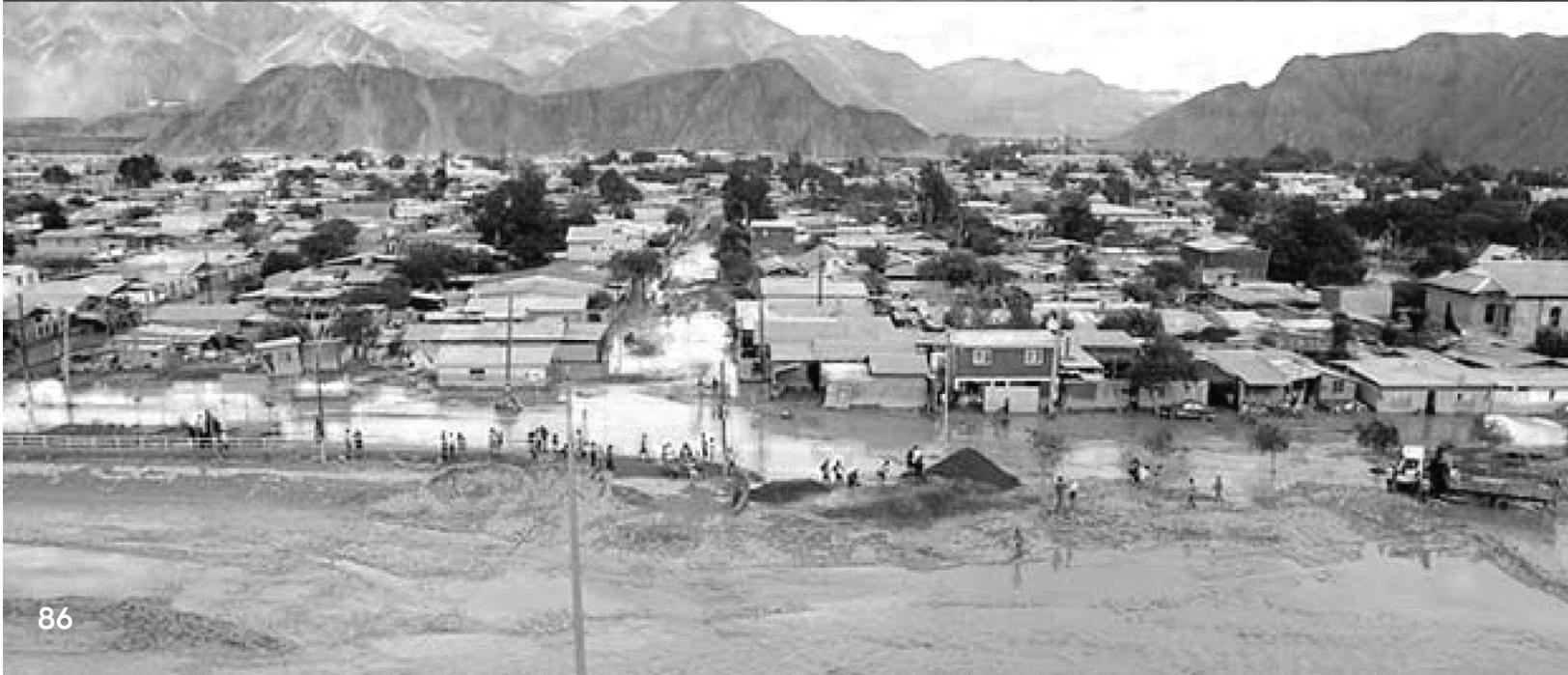
El abastecimiento de aguas se da por la red de humedales fitodepuradores, desembocando en una nueva columna vertebral en el centro de la franja productiva agrovoltaica, generando zonas húmedas de distribución centralizada para las diferentes Shadow house y su respectivo abastecimiento hídrico.

El agua utilizada en los procesos de nutrición dentro de las zonas hidropónicas, tras finalizar los ciclos productivos que son capaces de abastecer, será reinyectada al cauce del río Salado, beneficiando de esta manera, la proliferación de vida vegetal y desarrollos de nuevos nichos de vida natural dentro de su cauce artificial.

El proyecto por lo tanto genera una serie de externalidades positivas tanto para la planta agrovoltaica, como para la comunidad aledaña y sus habitantes. Pero también, busca la reducción del daño causado a la cadena antrópica que se generan en relación a la puesta en marcha de proyectos productivos a escala territorial.



85



86



87

SISTEMAS DE PROTECCION

ESPIGONES

La región de Atacama se caracteriza por su aridez y escasa presencia de lluvias, pero la naturaleza y sus cambios bruscos presentan una fuerte historia de destrucción y devastación dentro de la zona manifestándose con los aluviones.

Uno de los más grandes desastres vividos en la comuna a causa de los mismos, se dio con el aluvión del año 2015, el cual causo devastaciones sin precedentes en Diego de Almagro y las comunas aledañas al cauce del río.

Por lo que el borde del río Salado, debe ser manejado para mitigar estos fenómenos, se proponen sistemas de desviación y reducción de la fuerza con la que se espera vuelva a azotada la comuna en años venideros, tomando en consideración el carácter cíclico que presentan los mismos.

Planteando de esta manera una infraestructura previa a la construcción de los futuros proyectos que se emplazan aledaños al eje del río.

Un ejemplo de anticipación y resiliencia a este tipo de eventos, es el parque Kaukari, localizado en Copiapó, que con su diseño se anticipó al desastre producto del desbordamiento del cauce del río Copiapó, ubicando las zonas de manera estratégica para la reducción de daños al comportamiento hídrico e impacto producto del aluvión.

El proyecto de la planta agrovoltaica Pueblo Hundido reconoce la presencia del río como un ente que modifica su cauce de manera impredecible, planteado de esta manera un sistema de protección en base a espigones aledaños al río El Salado, anticipándose al desbordamiento del mismo.

Como medida complementaria se decide alejar 50 metros (como mínimo) las estructuras del borde del río, creando una zona de amortiguamiento, como medida complementaria al sistema de espigones que servirán para reducir y re direccionar las aguas, buscando la reducción de daños dentro del proyecto, cuando un evento similar vuelva a azotar la región.

IMAGEN 85: CRECIDA DEL RIO EL SALADO EN PARQUE KAUKARI, ALUVIÓN 2015

FUENTE: CODEXVERDE.CL

IMAGEN 86: DAÑOS CAUSADOS EN DIEGO DE ALMAGRO, DEBIDO AL DESBORDAMIENTO DEL RIO EL SALADO POR EL ALUVIÓN EN EL 2015

FUENTE: CARTAABIERTA.CL

IMAGEN 87: EJEMPLO DE SISTEMA DE PROYECCIÓN ALEDAÑOS A BORDE DEL RIO, MEDIANTE EL USO DE ESPIGONES.

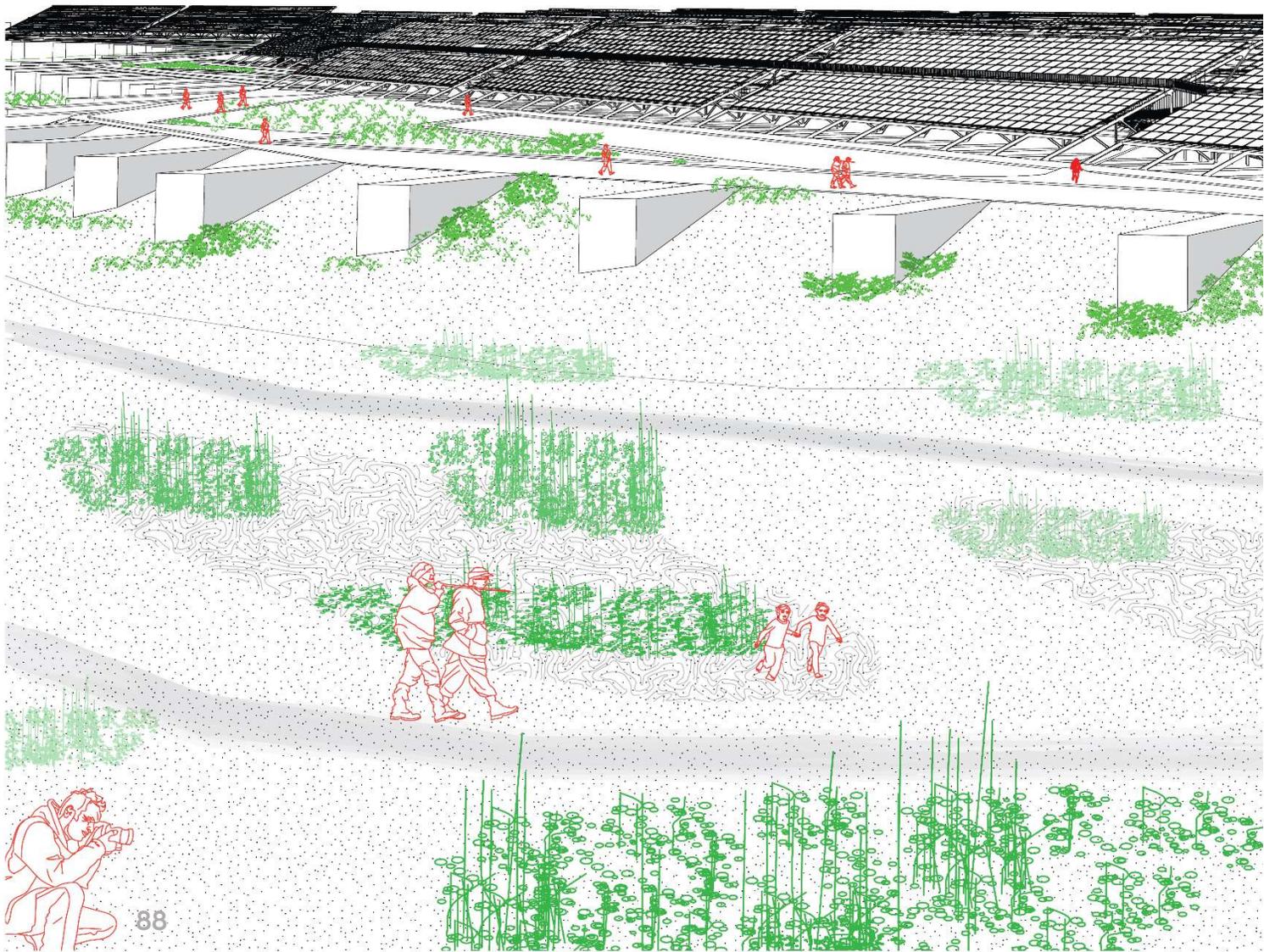
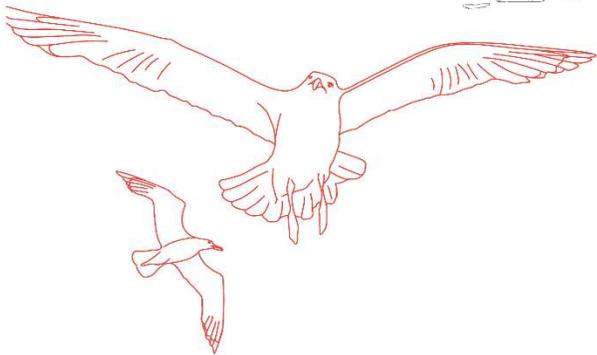
FUENTE: CITA.UTEC.EDU.PE

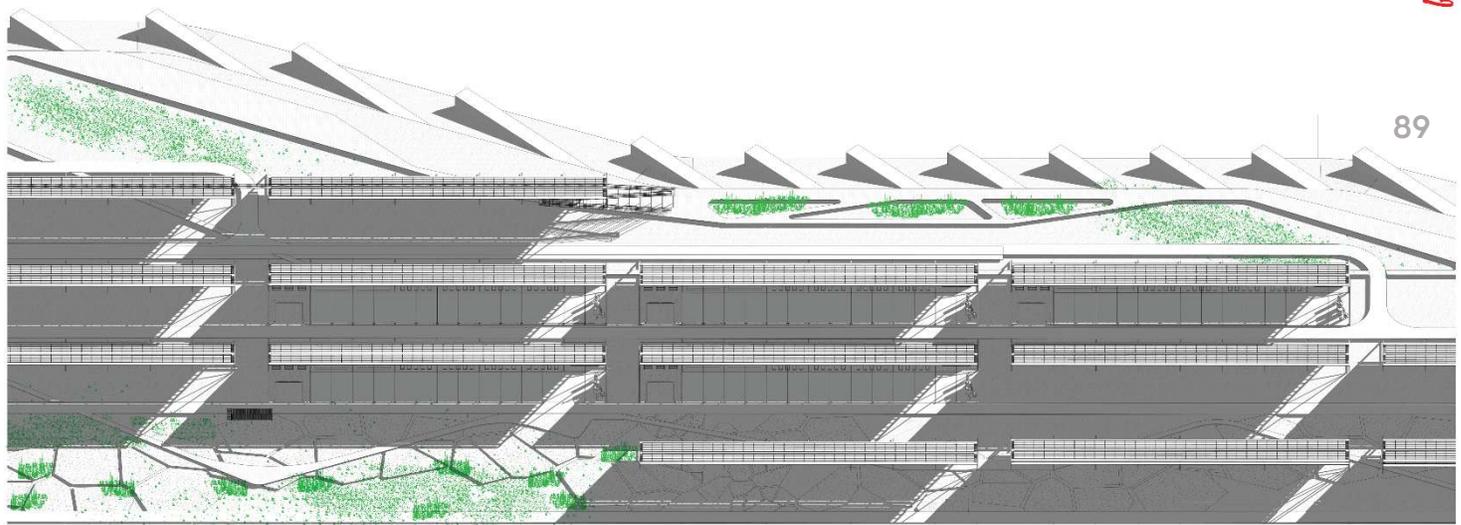
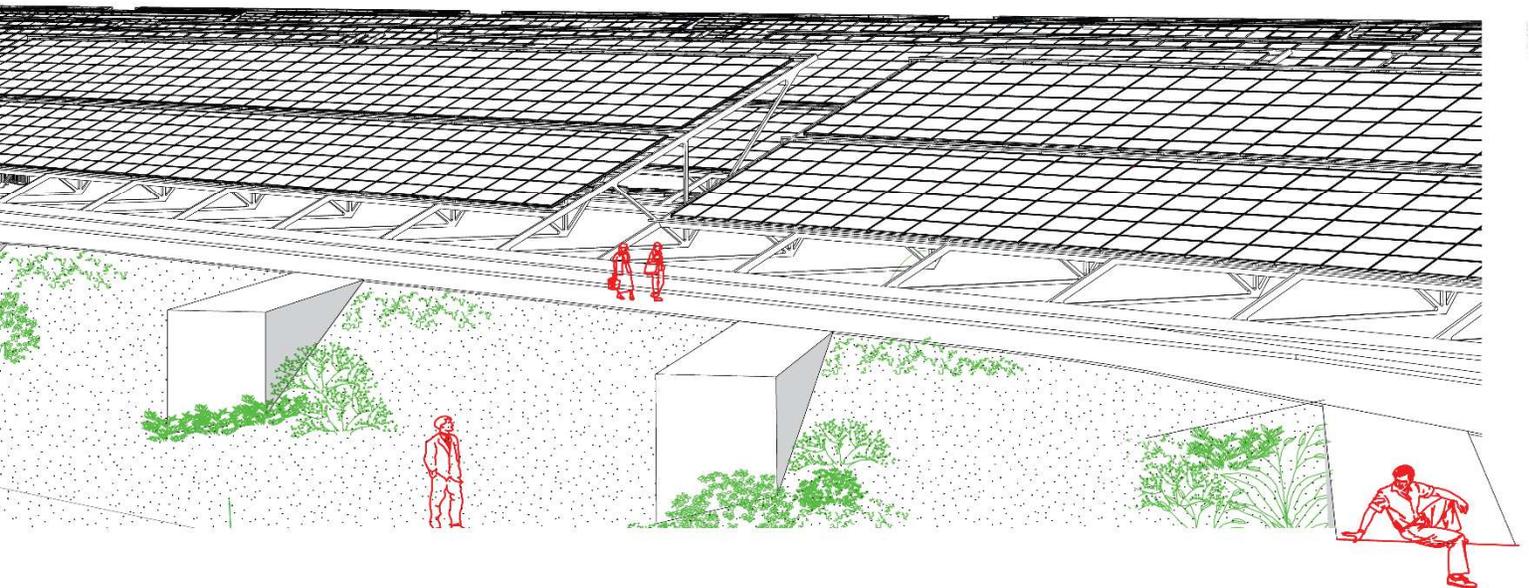
IMAGEN 88: VISTA AÉREA GENERAL DE LOS ESPIGONES, PLANTA AGROVOLTAICA PUEBLO HUNDIDO

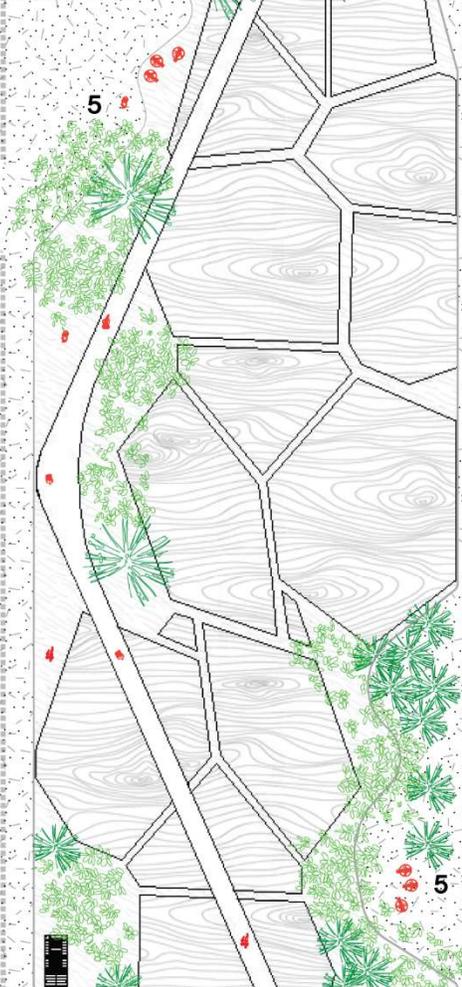
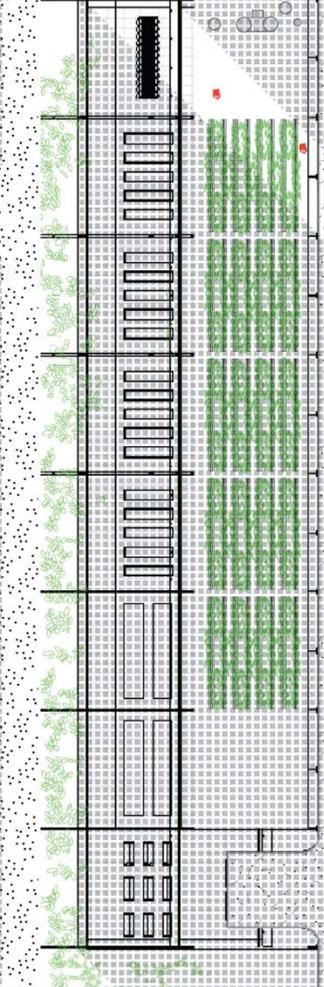
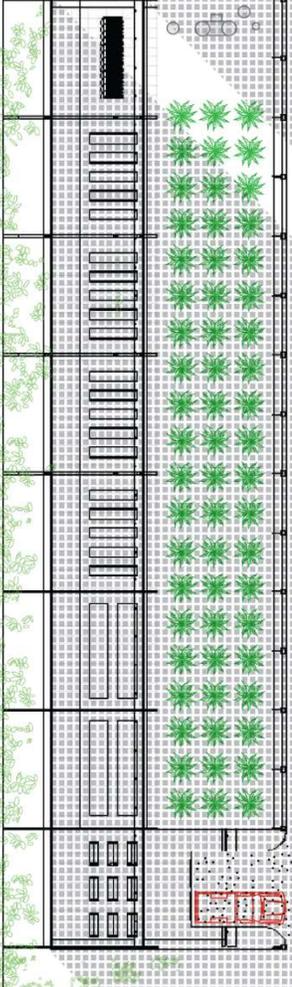
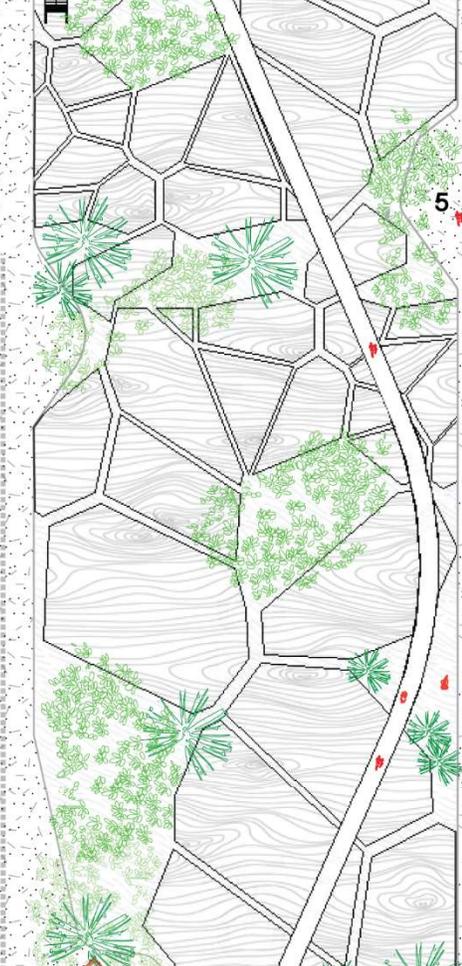
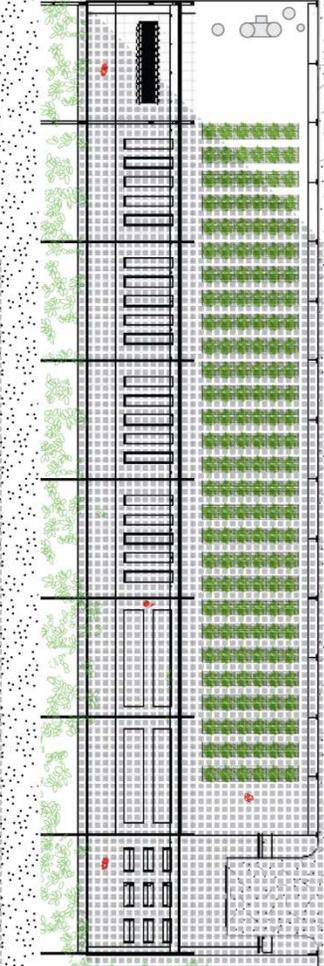
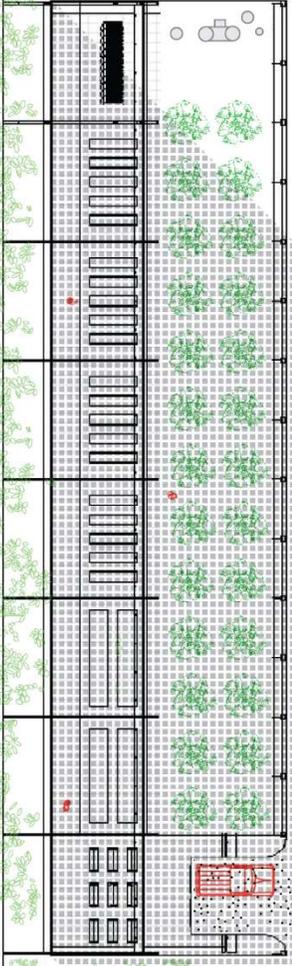
FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

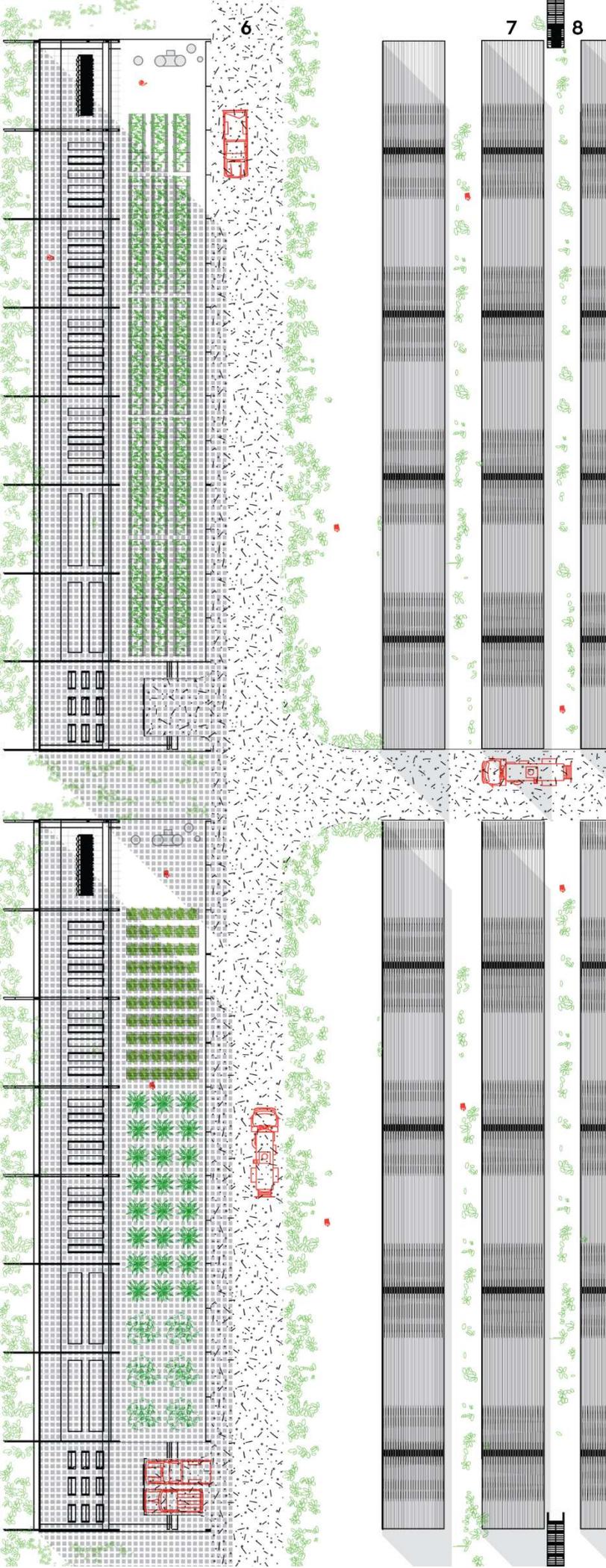
IMAGEN 89: PLANTA DE EMPLAZAMIENTO DE SISTEMA DE PROTECCIÓN EN BASE A ESPIGONES, PLANTA AGROVOLTAICA PUEBLO HUNDIDO.

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.









FRANJAS PRODUCTIVA

El polígono se organiza en dos zonas productivas, reconociendo las diferentes zonas y posibilidades para el desarrollo actividades productivas específicas en cada una de sus áreas programáticas, entre la producción convencional de energía fotovoltaica y la producción agrovoltaica, la zona norte del polígono alberga así la industria agrovoltaica, generando una red de oasis productivos dentro las estructuras energéticas, que combina diferentes tecnologías y escalas de intervención dentro de un mismo espacio programático.

Como una intervención dentro de la franja norte del proyecto, se define una zona de protección aledaña al cauce del río, la cual se cubrirá con vegetación xerofita como sistema de protección para la reducción de partículas de polvo que se elevan al cielo y cubren con una capa de tierra los paneles fotovoltaicas, buscando de esta manera la reducción de la cantidad de agua utilizada para la limpieza de las superficies cubiertas por paneles fotovoltaicos en los artificios solares.

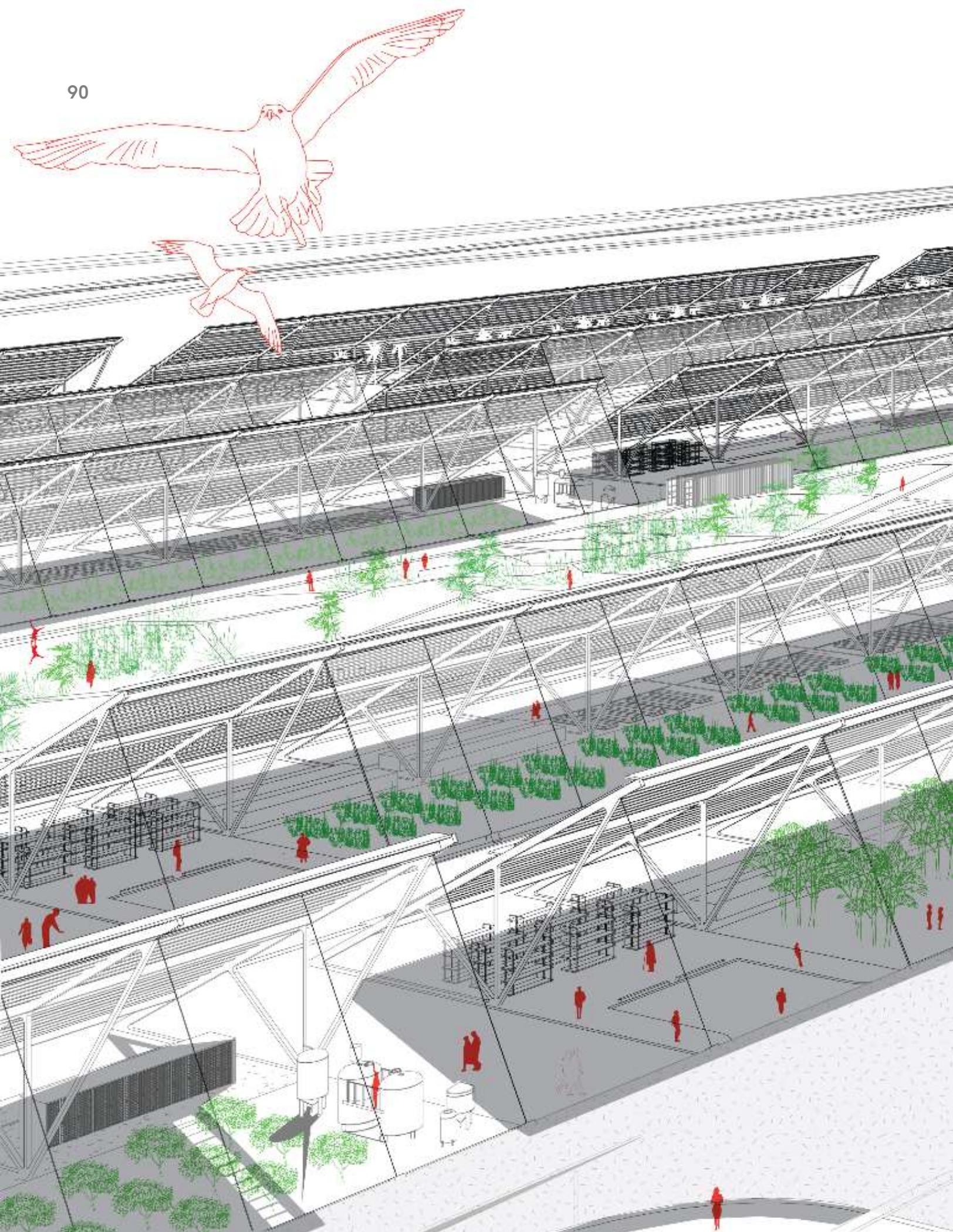
El cauce central de estanques de agua para el uso hidropónico, que se dispone entre las dos baterías de artificios solares, ésta se expone como una zona productiva que reverdece el desierto y alberga recorridos para los visitantes en la planta agrovoltaica, generando así una relación más directa entre la industria agrícola emergente en el desierto y específicamente dentro de los parque fotovoltaicos, en combinación con los diferente actores que pueden converger dentro de una misma industria.

Las *shadow house*, que ocupan los artificios solares, funcionaran como catalizadores para el desarrollo de diversos programas, utilizando la espacialidad generada y de esta manera potenciando la relación productiva de las centrales energéticas.

El proyecto por lo tanto busca anticiparse a la necesidad de creación de espacios aptos para el desarrollo de una industria hidropónicas en el desierto, y de esta manera generar puntos estratégicos en las centrales fotovoltaicas, mediante el uso de Artificios Solares de gran escala, destinados al uso agrícola, los cuales generan una sinergia productiva y se benefician en el desarrollo de cada una de sus niveles de producción, en un mismo artificio.

NOMENCLATURA

- 1 Sendero de circulación técnica
- 2 Costanera peatonal
- 3 Recorrido interno humedales
- 4 Humedales
- 5 Zonas de Relajo - Franja verde
- 6 Calle principal
- 7 Parque fotovoltaico
- 8 Inversores
- 9 Shadow House



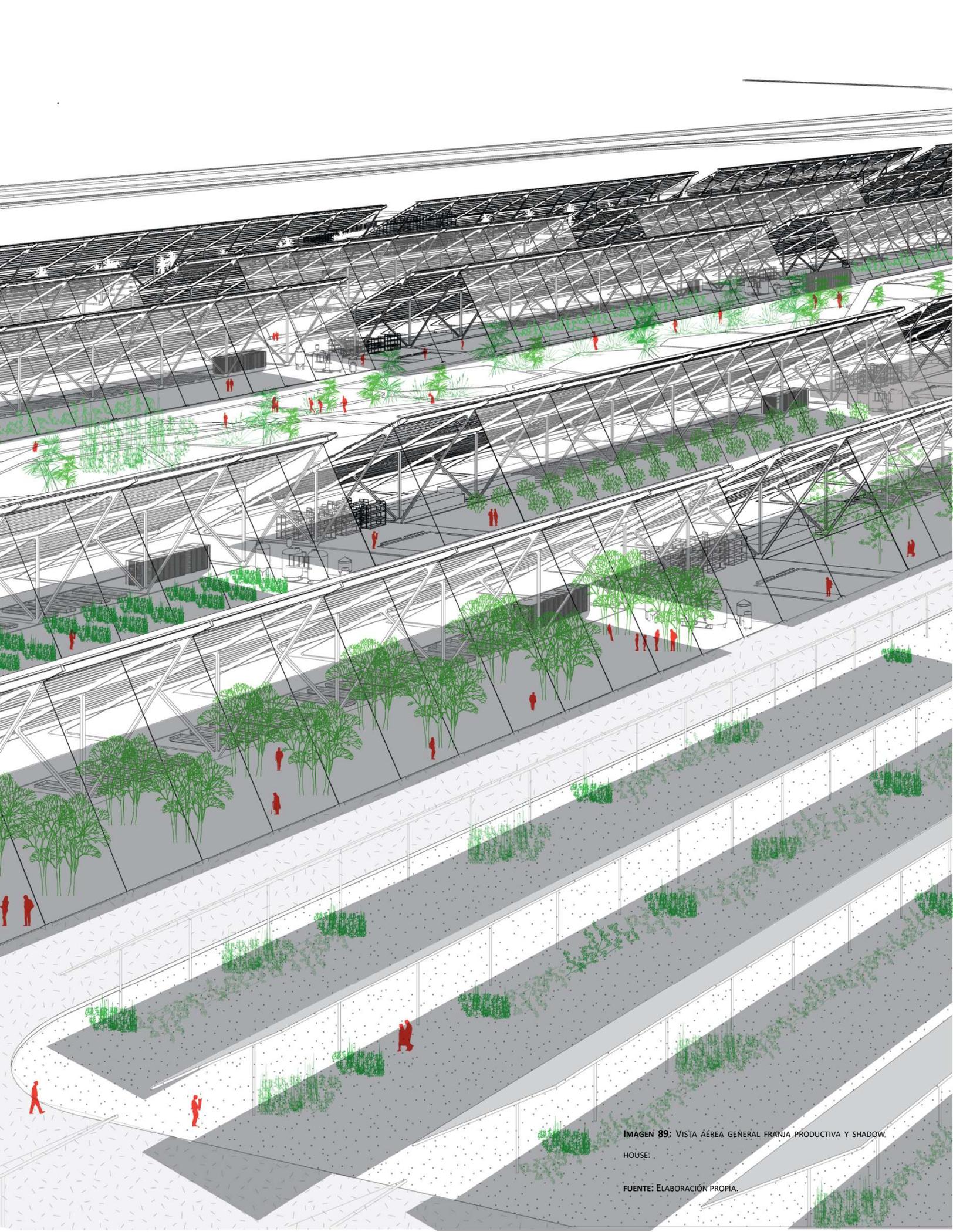


IMAGEN 89: VISTA AÉREA GENERAL FRANJA PRODUCTIVA Y SHADOW.

HOUSE:

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

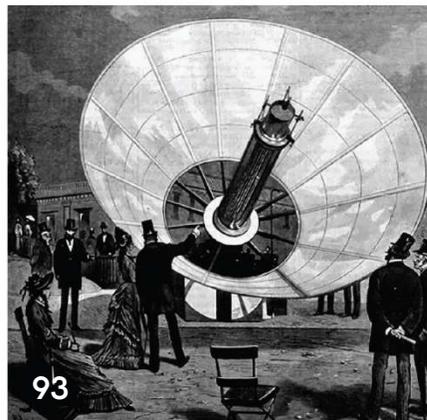
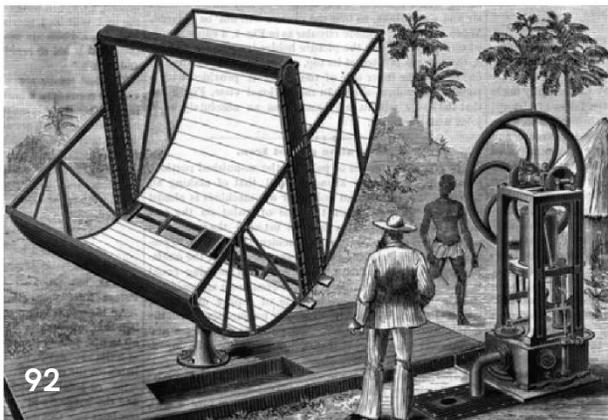


IMAGEN 91: GRABADO DE ARQUÍMEDES CON UNO DE SUS ESPEJOS
USTORIOS EN LA BATALLA DE SIRACUSA , CIRCA 214 A.C

FUENTE: SOLARPEDIA FRANCIA.

IMAGEN 92: PROTOTIPO ANTIGUO DE ARTEFACTO PARA
PRODUCCIÓN DE ENERGÍA SOLAR, CIRCA 1875.

FUENTE: INSENE.ES

IMAGEN 93: PROTOTIPO ANTIGUO DE ARTEFACTO PARA
PRODUCCIÓN DE ENERGÍA SOLAR, CIRCA 1875.

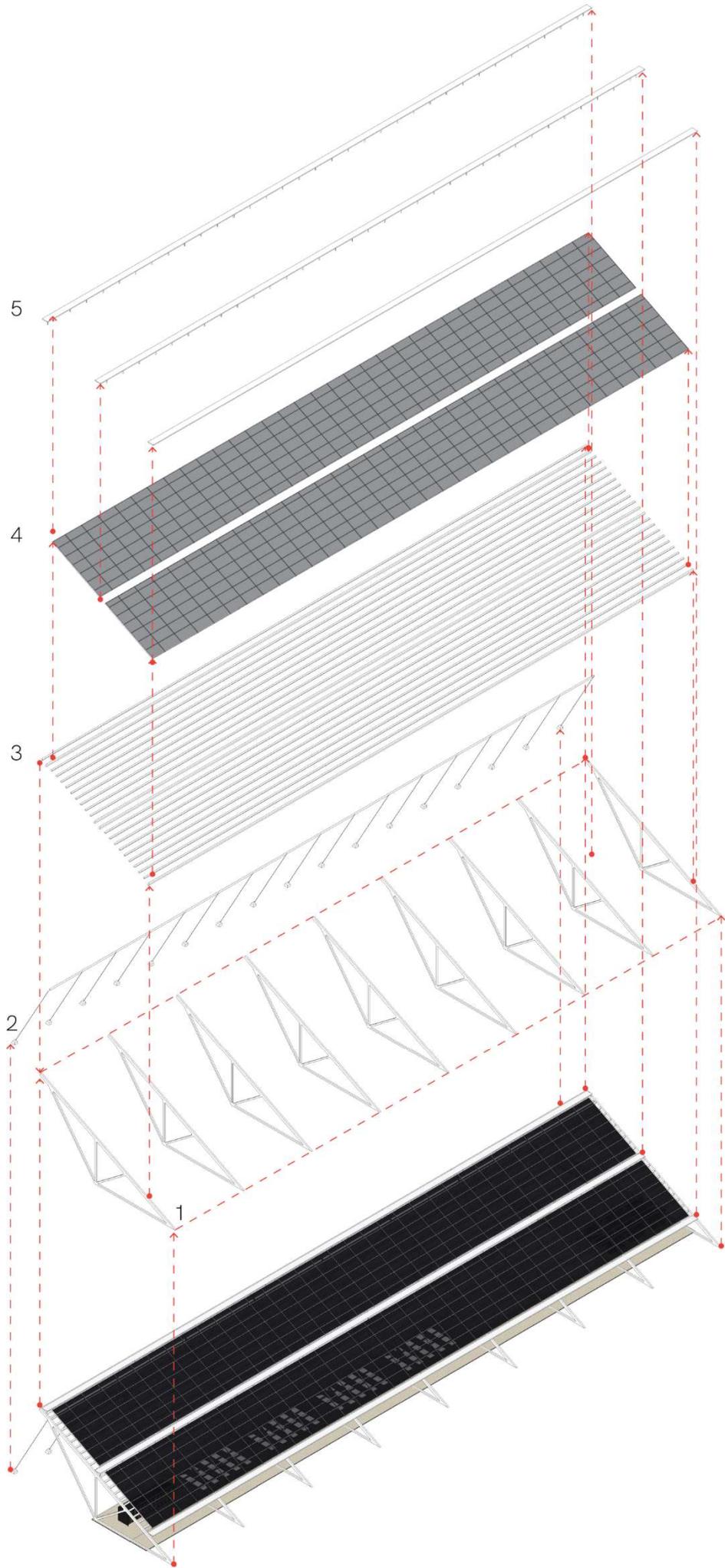
FUENTE: INSENE.ES

ARTIFICIO

Del lat. *Artificium*.

Def:

1. *Arte, primor, ingenio o habilidad con que está hecho algo.*
2. *Artefacto (objeto construido para un determinado fin).*



ARTIFICIOS SOLARES.

Los invernaderos se han visto tradicionalmente como poco más que una anécdota en la historia de la construcción, aunque en realidad fuera el tipo arquitectónico más innovador del siglo XIX⁴⁸. Conjugando la rigurosa atención a los problemas del clima con el uso de los materiales industriales, el artificio solar es diseñado a partir del principio básico de una cercha invertida.

Tomando en consideración las tipologías de invernaderos planteadas por *Loudon* para el diseño del artificio. La forma de los invernaderos deben de responder, en lo esencial, a razones de geometría solar y que, entre todas las composiciones posibles, la óptima será aquella en las que las paredes de vidrio se dispusiesen perpendiculares a la dirección de los rayos solares durante la mayor parte del año, aumentando así la capacidad productiva fotovoltaica.

Philip Miller señalaba , que debían de preferirse “los invernaderos formados por paredes verticales de vidrio, sobre las cuales se dispondría una cubierta inclinada”, de manera que durante el invierno o las tardes de primavera u otoño, cuando el sol estuviese bajo , la radiación pudiera ser capturada a través de los paramentos verticales , mientras que en verano , la disposición en diente de sierra (ridge and furrow) de la cubierta , permitiría un ángulo de incidencia sobre el vidrio mucho más oblicuo, atenuando por lo tanto el recalentamiento.⁴⁹

El diseño del artificio toma en cuenta las consideraciones que estos dos autores planteaban para el desarrollo de un nuevo modelo de invernadero, que responde a las necesidades específicas de la tercera región de Atacama. La estructura que contendrá la nueva tipología de invernaderos se configura mediante el uso de cerchas, dispuestas en un espaciamiento de 12.5 metros una respecto a la otra, generando una nave de 100 metro de longitud, por 25 metros de ancho y una altura de 12.5metros, con una superficie inclinada cubierta por paneles fotovoltaicos, para generación de energía fotovoltaica, como lo planteaba *Loudon* y *Miller*.

IMAGEN 93: DESPIECE ESTRUCTURA BASE DE ARTIFICIOS FOTOVOLTAICOS, SE MUESTRA LA CONFIGURACIÓN DE LA EVOLUCIÓN QUE PUEDE SOPORTAR LA ESTRUCTURA, DESDE SU ESTRUCTURA SIMPLE HASTA LA DELIMITACIÓN DE LA CARA SUR PARA LA GENERACIÓN DE LAS SHADOW HOUSE.

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

DETALLE PRODUCTIVO DE ARTIFICIO

Área: **2500 M2**

Paneles Instalados: **1250 Paneles**

Capacidad Productiva Energetica: **1.05 MW**

Eficiencia de Paneles: **12-15%**

Sombra proyectada constante:

Solsticio de Invierno: 2269 M2

Solsticio de Verano: 1600.00 M2

- 1 Estructura metálica tipo cercha invertida
- 2 Tensor (Soporte para instalación de Malla reticulada)
- 3 Soportes metálicos
- 4 Módulos Fotovoltaicos
- 5 Senderos técnicos

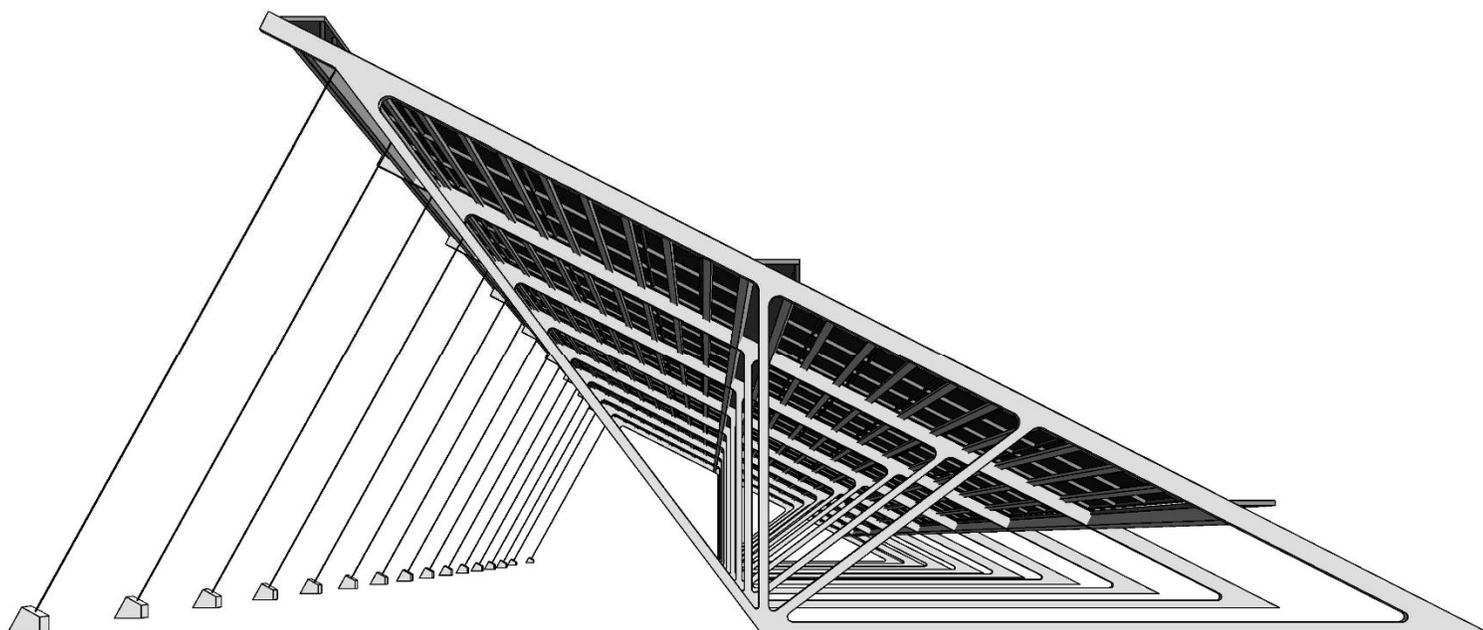
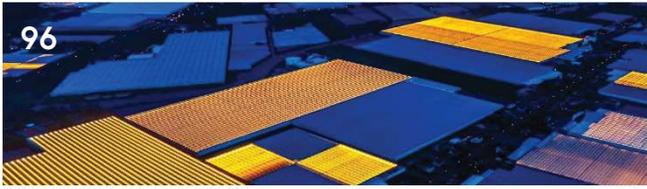


IMAGEN 95: ESPACIALIDAD INTERMEDIA GENERADA EN UN PARQUE FOTOVOLTAICO, SE INTERVIENE LA IMAGEN PARA ILUSTRAR UNA POSIBILIDAD DE USO EN LA SOMBRA GENERADA Y SU ESPACIALIDAD.

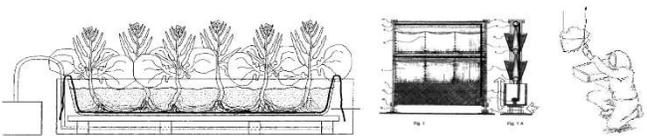
FUENTE: SOLTEC.COM

IMAGEN 96: COLLAGE SUGERENTE DE LAS DIFERENTES POSIBILIDADES DE TRATAMIENTO QUE PUDE TENER LA ESPACIALIDAD GENERADA BAJO LOS ARTIFICIOS SOLARES.

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA EN BASE A IMÁGENES RECOLECTADAS DE LA WEB.



PAISAJES DEL CIELO



PAISAJES INTERMEDIOS



PAISAJE DEL SUELO

En su configuración primitiva, los artificios solares responden a un esquema de funciones establecidas para la producción fotovoltaica, orientado al norte, construido con materiales de alta resistencia a las altas temperaturas del desierto. En la búsqueda de la generación de una superficie inferior que se aisle del recalentamiento generado por la alta radiación del desierto, tomando en consideración los solsticios de invierno y verano, para así acotar el área de intervención para las actividades que requieran áreas de sombras.

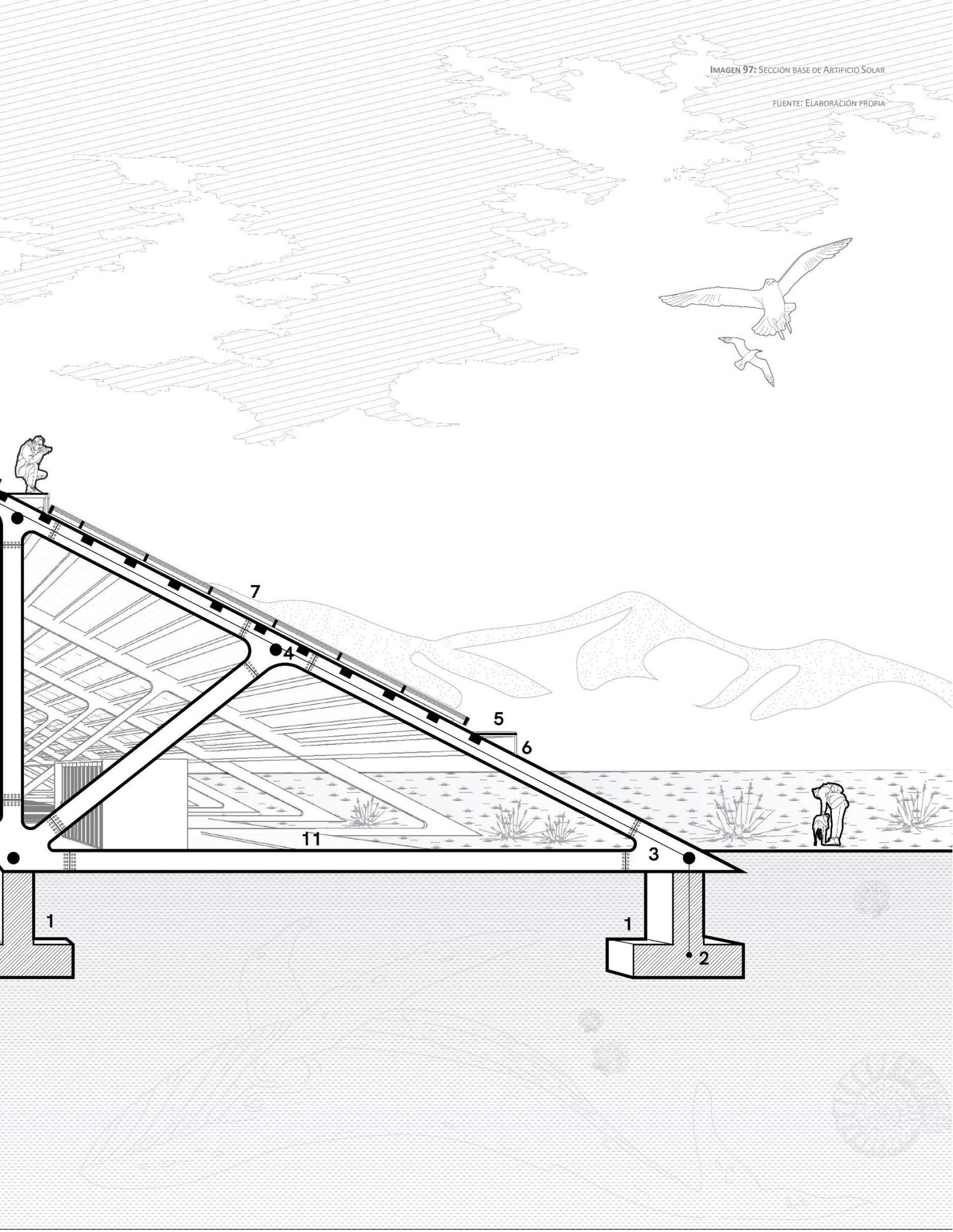
La forma en la cual se configuran los Artificios Solares, responden a una condición funcional en to dos sus estratos , más que a una condición estilística, aun cuando este principio es intrínseco en su diseño, la superficie cubierta por los paneles solares protegerán de las condiciones extremas del desierto a los estratos intermedios , el funcionamiento de las superficies hidropónicas que contendrá la estructura del artificio se puede configurar de diferentes maneras en relación a adiciones y sustracciones , por ejemplo la cara sur tendrá los elementos necesarios para las actividades que responden a un orden productivo, además de la producción energética.

El Artificio en su condición espacial brinda una posibilidad de desarrollo de diferentes órdenes, entendiendo la multi producción , gracias a las dimensiones que éste llega a alcanzar, dichas dimensiones cumplen con un rol que beneficia la producción tanto solar como agrícola , debido a las consideraciones que se tomaron para el pre dimensionamiento de la estructura.

El collage de imágenes busca ilustrar ejemplos de los diferentes tratamientos que las superficies productivas pueden contener, para así poder entender cómo serán las nuevas habitabilidades dentro de los Artificios Solares y sus posibles o diferentes usos, entre el cielo y el suelo.

IMAGEN 97: SECCIÓN BASE DE ARTIFICIO SOLAR

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

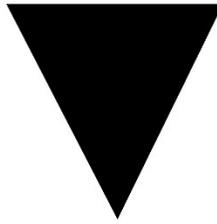


Perfiles de Sombras

Solsticio de Invierno 21 de Junio



4.00 Pm



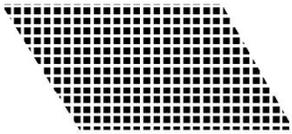
12.00 Pm



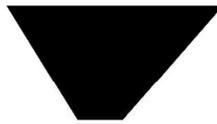
8.00 Am

Perfiles de Sombras

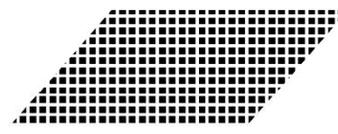
Solsticio de Invierno 21 de Junio



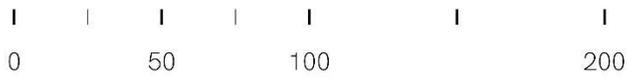
4.00 Pm



12.00 Pm

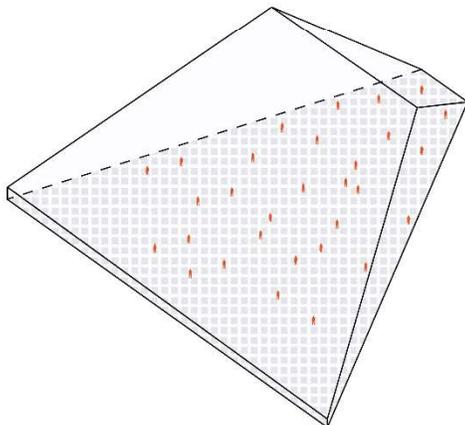


8.00 Am



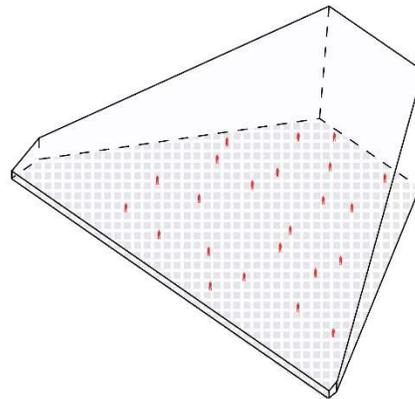
Sombra Tridimensional

(Habitable 38970 M3)

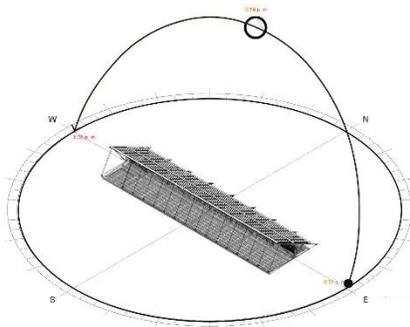


Sombra Tridimensional

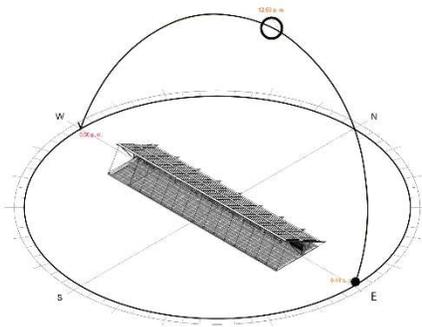
(Habitable 26117 M3)



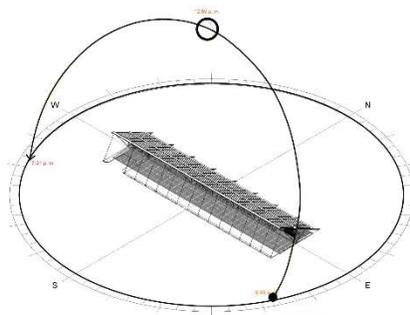
EN LAS SOMBRAS



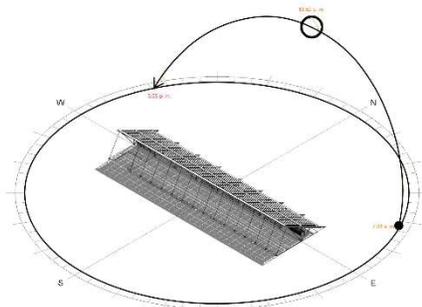
21 de marzo - **Equinoccio de primavera**



21 de marzo - **Equinoccio de otoño**



21 de diciembre - **solsticio de verano**



21 de junio - **Solsticio de invierno**

Los artificios solares, diferencian drásticamente la tierra que éstos ocupan, por un lado y en la ausencia de su piel, una vasta superficie árida, y por otro una superficie de sombras generada por éstos que delimitan las zonas de intervención. Las cuales hasta ahora no se han tomado en consideración en las plantas fotovoltaicas convencionales. Por lo que el proyecto busca trabajar en estas sombras, entendiendo así la sombra como un programa específico, capaz de sustentar una diversidad programática dentro de la espacialidad del edificio.

La sombra per se tiene características específicas como la proyección, duración, intensidad y sensación térmica, entendiendo así estas características como transformadoras de la superficie que éstas cubren, delimitando zonas aptas para la vida en zonas áridas, recordando de esta manera la tradición clásica inspirada en lo esencial en Hipócrates, quien interpretaba el Planeta en tierras templadas, frías y cálidas, de las cuales según él sólo las primeras se creían aptas para la vida civilizada. En ese mismo pensar, la sombra crea así tierras templadas en zonas extremas, las cuales aportan las condiciones necesarias para el desarrollo de vida en superficies que en su ausencia no podrían ser habitadas.

La forma de ver y entender estos artefactos, a lo largo de la historia ha cambiado respecto a la actividad que se desea desarrollar dentro de su envolvente, se han generado una diversidad de microclimas de espacios habitables para el desarrollo de especies en zonas alejadas a su hábitat endémico. Gracias a las condiciones de humedad, sensación térmica y temperatura controladas en un espacio abierto.

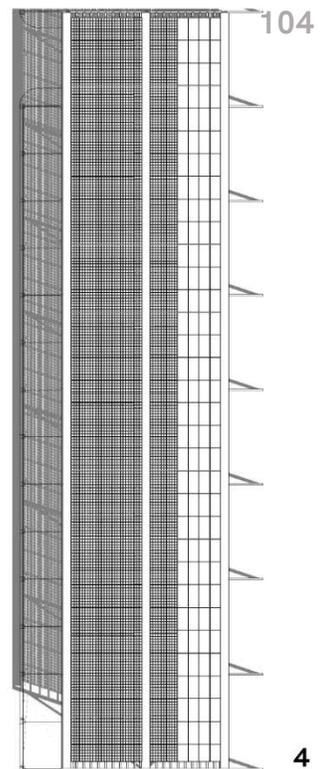
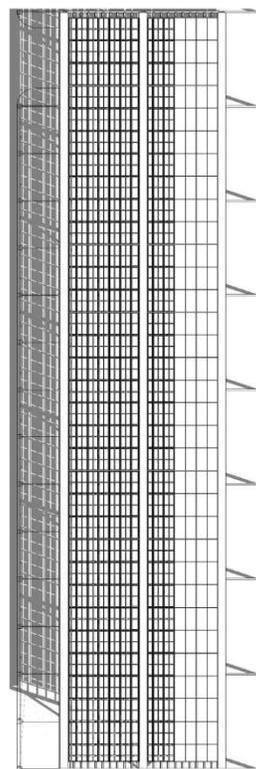
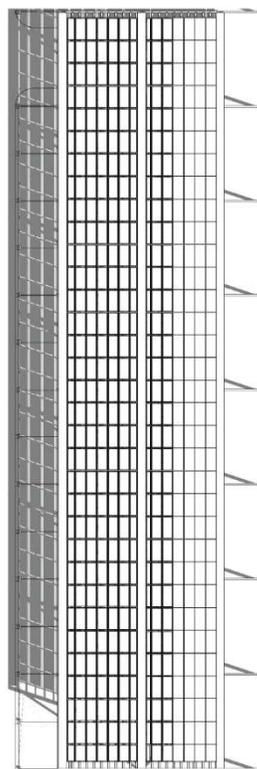
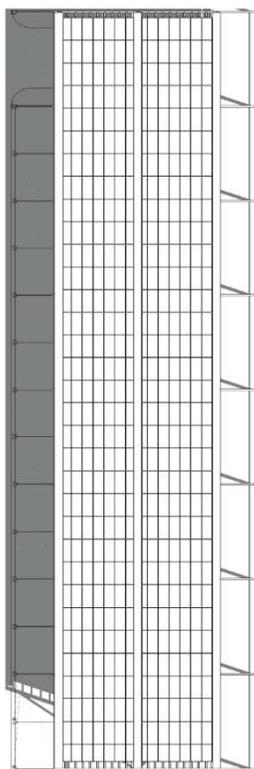
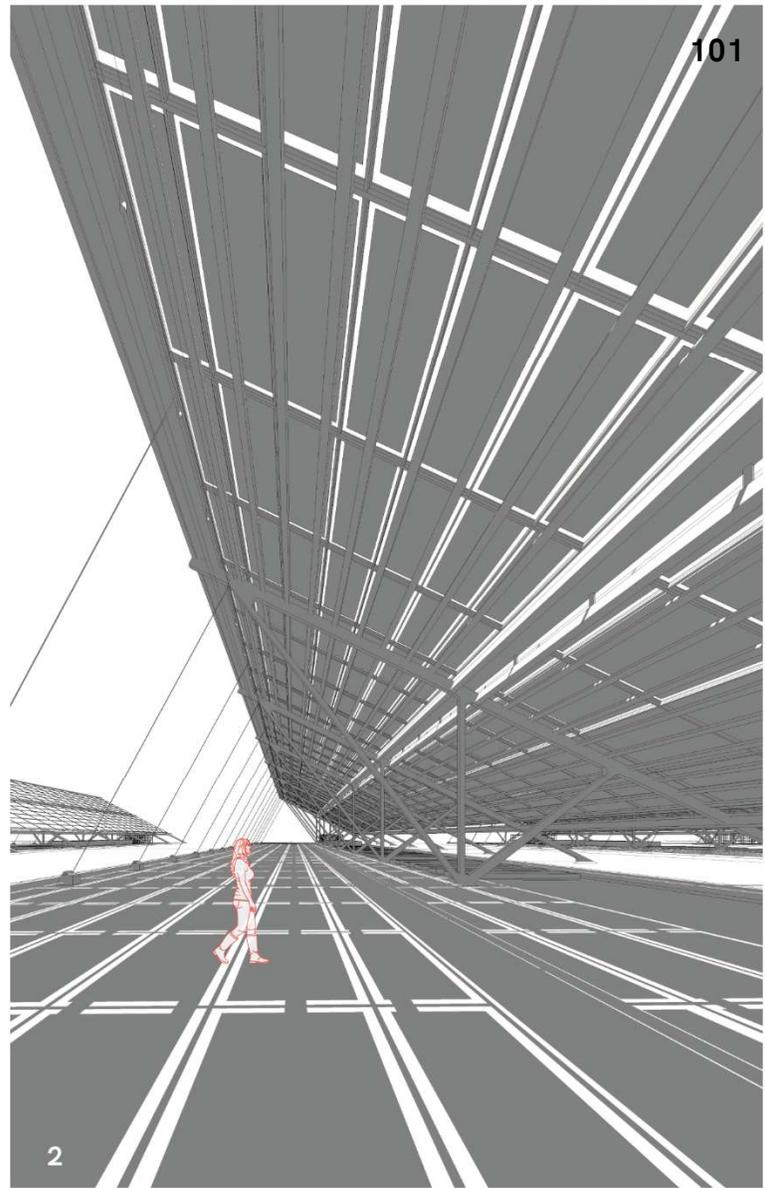
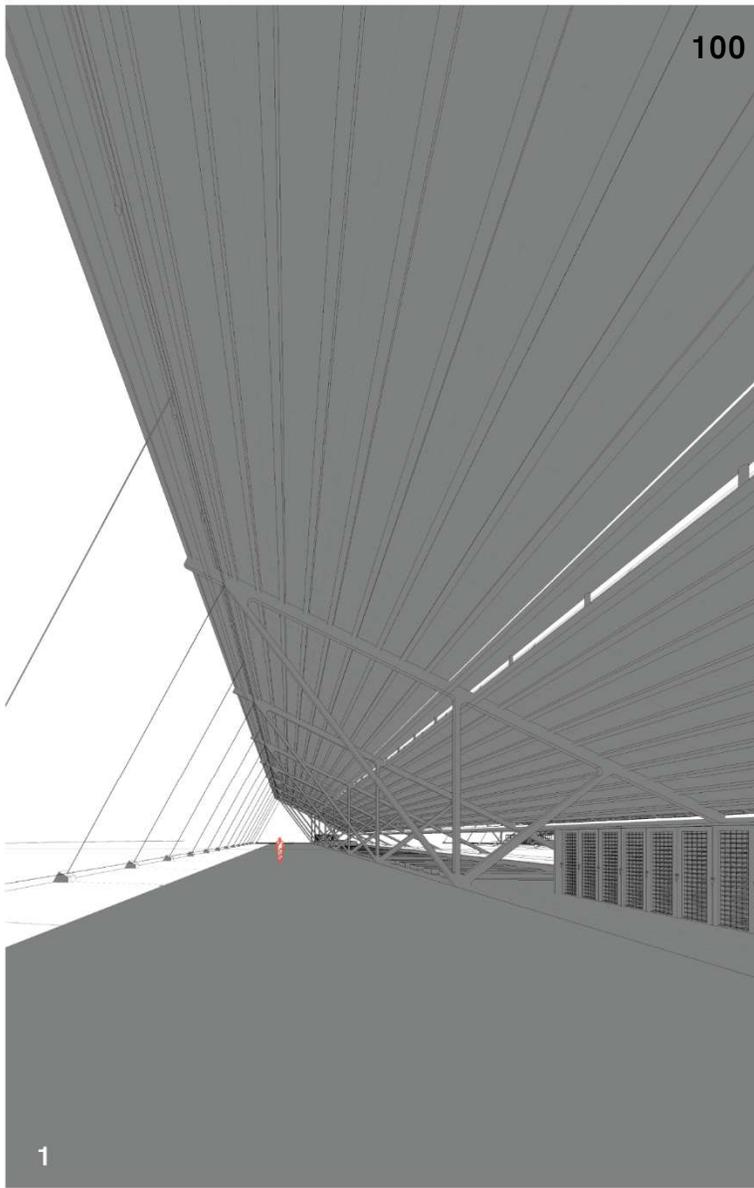
En base a la sombra proyectada como recurso productivo y la envolvente de los paneles solares en los artificios solares que albergan las Shadow Houses, se proponen de esta manera el uso del desierto cubierto por sombra para la generación de una industria agrícola, que habite la sombras creadas por los artificios solares.

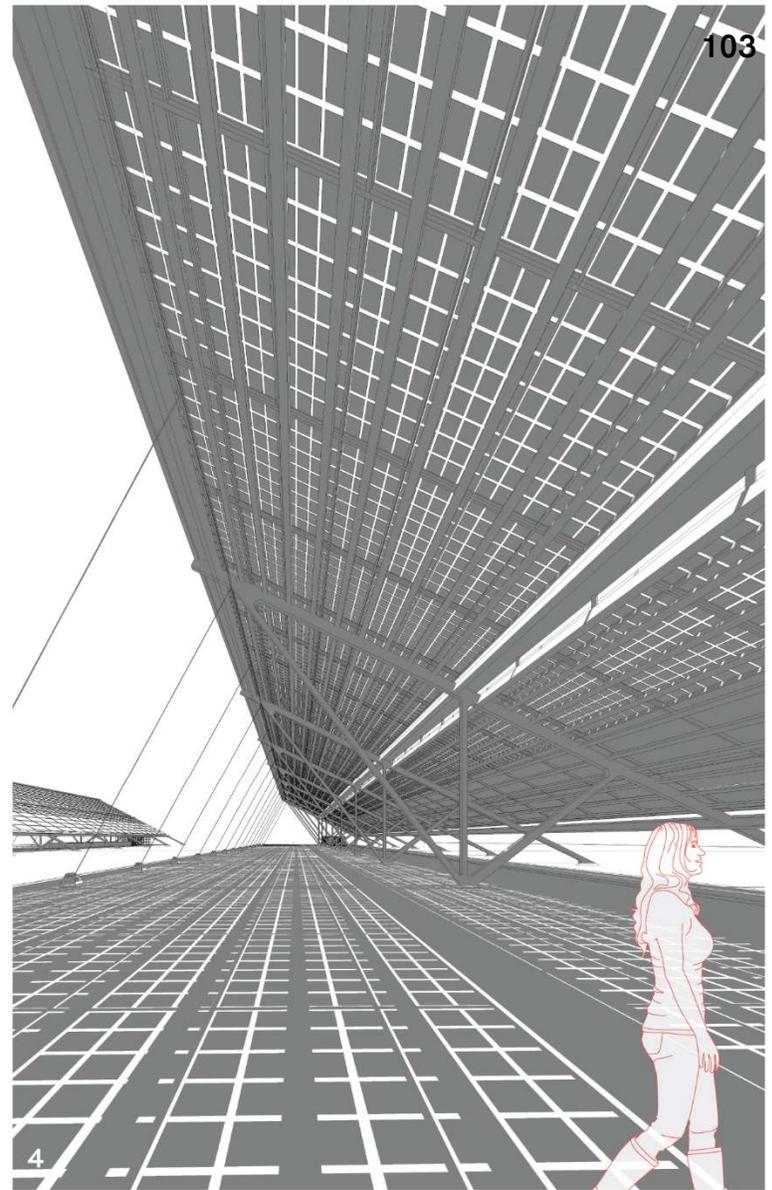
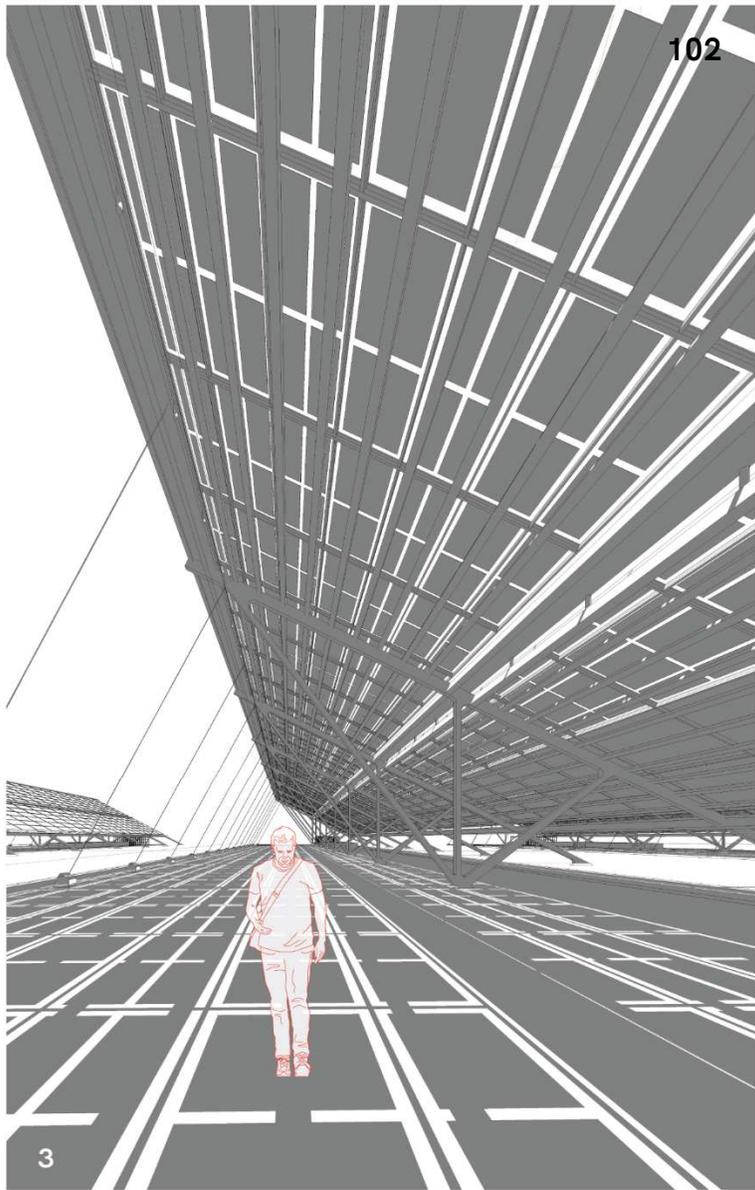
IMAGEN 98: ANÁLISIS DE SOMBRAS PRESENTE EN EL SUELO DEL ARTIFICIO, A LO LARGO DEL DÍA Y EN SOLSTICIO DE INVIERNO Y VERANO.

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

IMAGEN 99: ANÁLISIS DE TRAYECTORIA SOLAR Y SOMBRA PRODUCIDA POR EL ARTIFICIO EN LAS DIFERENTES ESTACIONES CLIMÁTICAS DEL AÑO.

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.





PROPUESTA DE ÁREA DE SOMBRA 1

Área total de módulos fotovoltaicos: **2.00M2**
 % Efectivo fotovoltaico: **100%**
 % Permeable: **0%**

PROPUESTA DE ÁREA DE SOMBRA 2

Área total de módulos fotovoltaicos: **1.44M2**
 % Efectivo fotovoltaico: **72%**
 % Permeable: **28%**

PROPUESTA DE ÁREA DE SOMBRA 3

Área total de módulos fotovoltaicos: **1.19M2**
 % Efectivo fotovoltaico: **60%**
 % Permeable: **40%**

PROPUESTA DE ÁREA DE SOMBRA 4

Área total de módulos fotovoltaicos: **1.12M2**
 % Efectivo fotovoltaico: **56%**
 % Permeable: **44%**

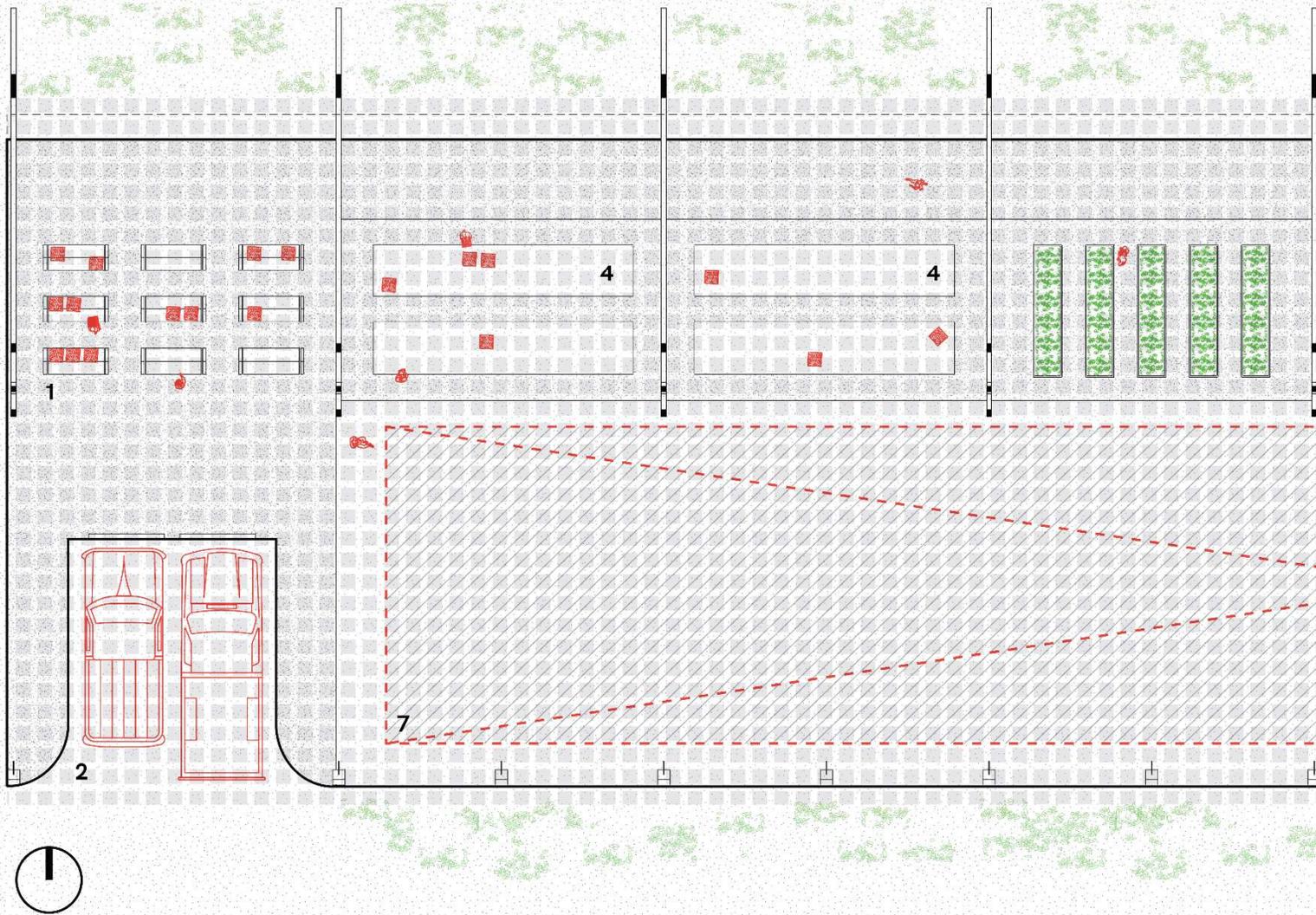
La sombra se diseña para provocar la permeabilidad de la luz hacia el interior de los recintos, generando un mayor dinamismo y movimiento con la trayectoria de la luz a lo largo de las diferentes épocas del año, beneficiando el crecimiento de las especies vegetales gracias al manejo de ésta. Por su parte la estructura fotovoltaica permite configurar la disposición de los módulos FV en relación a la cantidad de sombra que requieran el recinto en relación a la producción específica que cada Shadow House.

IMAGEN 100, 101, 102, 103: ANÁLISIS DE SOMBRAS RESPECTO A LA PERMEABILIDAD Y SEPARACIÓN ENTRE MÓDULOS FOTOVOLTAICOS

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

IMAGEN 104: PLANTA DE ARTIFICIOS RESPECTO A LA PROPUESTA DE PERMEABILIDAD ENTRE MÓDULOS FOTOVOLTAICOS.

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.



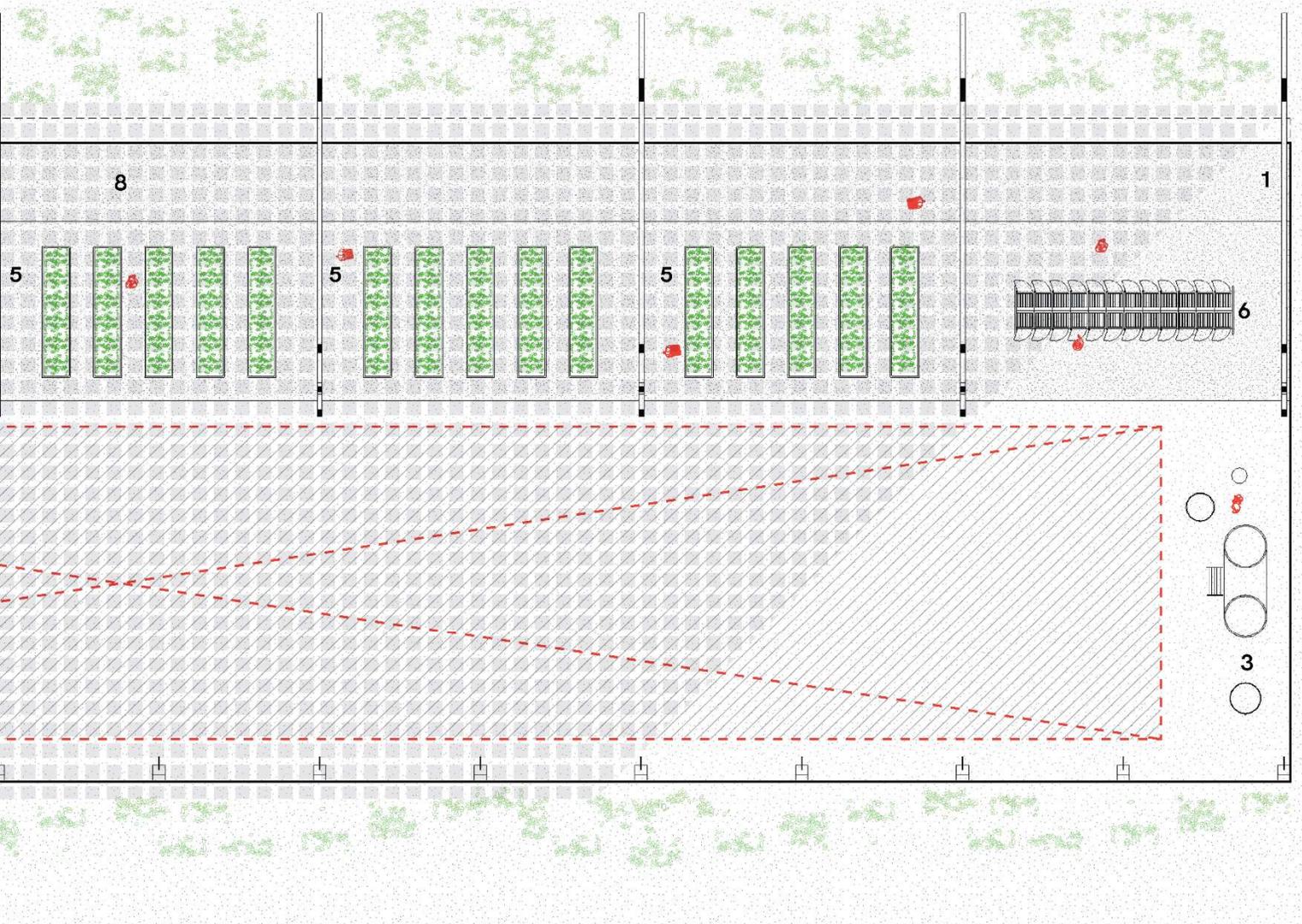
HABITABILIDAD EN EL ARTIFICIO

NOMENCLATURA

- 1 Acceso
- 2 Estacionamiento
- 3 Tanque de almacenamiento para solución nutritiva
- 4 Zona de empaquetado
- 5 Zona de Maternidad
- 6 Gabinetes de crecimiento
- 7 Zonas de cultivos hidropónicos
- 8 Circulación interna

IMAGEN 105: PLANTA DE ARTIFICIO SOLAR PARA EL USO HIDROPÓNICO, SE MUESTRAN LAS DIFERENTES CONFIGURACIONES QUE LA PLANTA ES CAPAZ DE ALBERGAR EN RELACIÓN A LOS DIFERENTES TIPOS DE CULTIVOS Y SISTEMAS DE CULTIVOS HIDROPÓNICOS.

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.



El Artificio Solar, mediante la generación de la sombra, delimita la intervención de la planta a nivel de suelo. Las diferentes áreas que se configuran dentro de la superficie que cubren las sombras, brinda una diversidad para el desarrollo productivo en relación a los métodos hidropónicos, y los requerimientos específicos para cada tipo de mesas hidropónicas y sus cultivos.

La propuesta busca generar superficies que respondan a las diferentes necesidades de emplazamiento de estructuras complementarias, dentro de una estructura general –El Artificio–, es por eso que se diseña una nave central con una superficie cultivable, que se aísla de las condiciones extremas fuera del panel. Dentro de la sombra.

El diseño de la planta toma como referencia los invernaderos de tipo macro túnel, los cuales aprovechan su espacialidad tanto en altura como a nivel de superficie terrestre, para aumentar la producción de hortalizas y vegetales que se cultivaran dentro de su espacialidad.

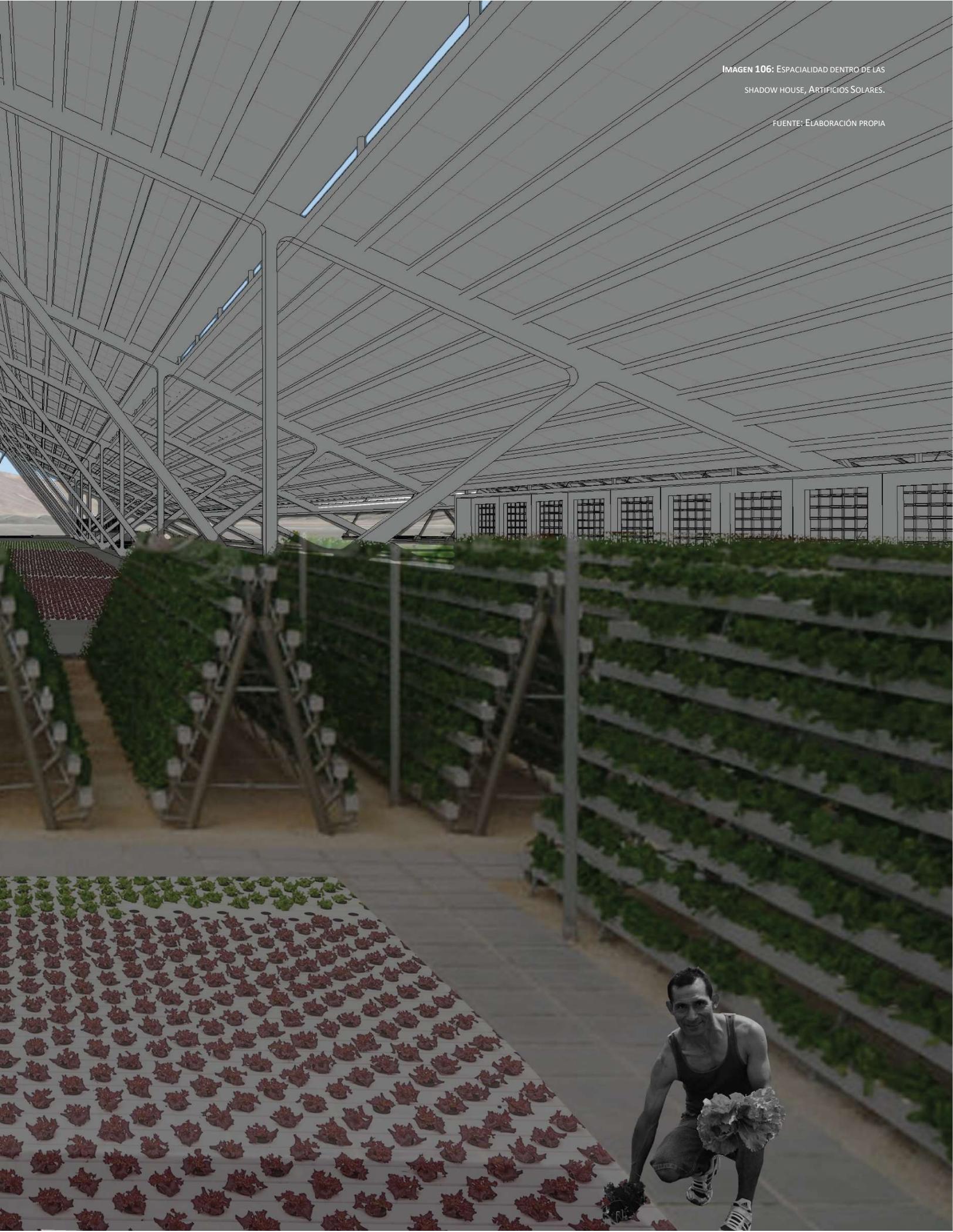
La definición del programa de uso de cada Artificio, será definido por cada uno de los usuarios que ocuparán las estructuras, por lo que la dinámica a nivel de suelo y habitabilidad espacial, muta con la necesidad que cada uno de los productores.

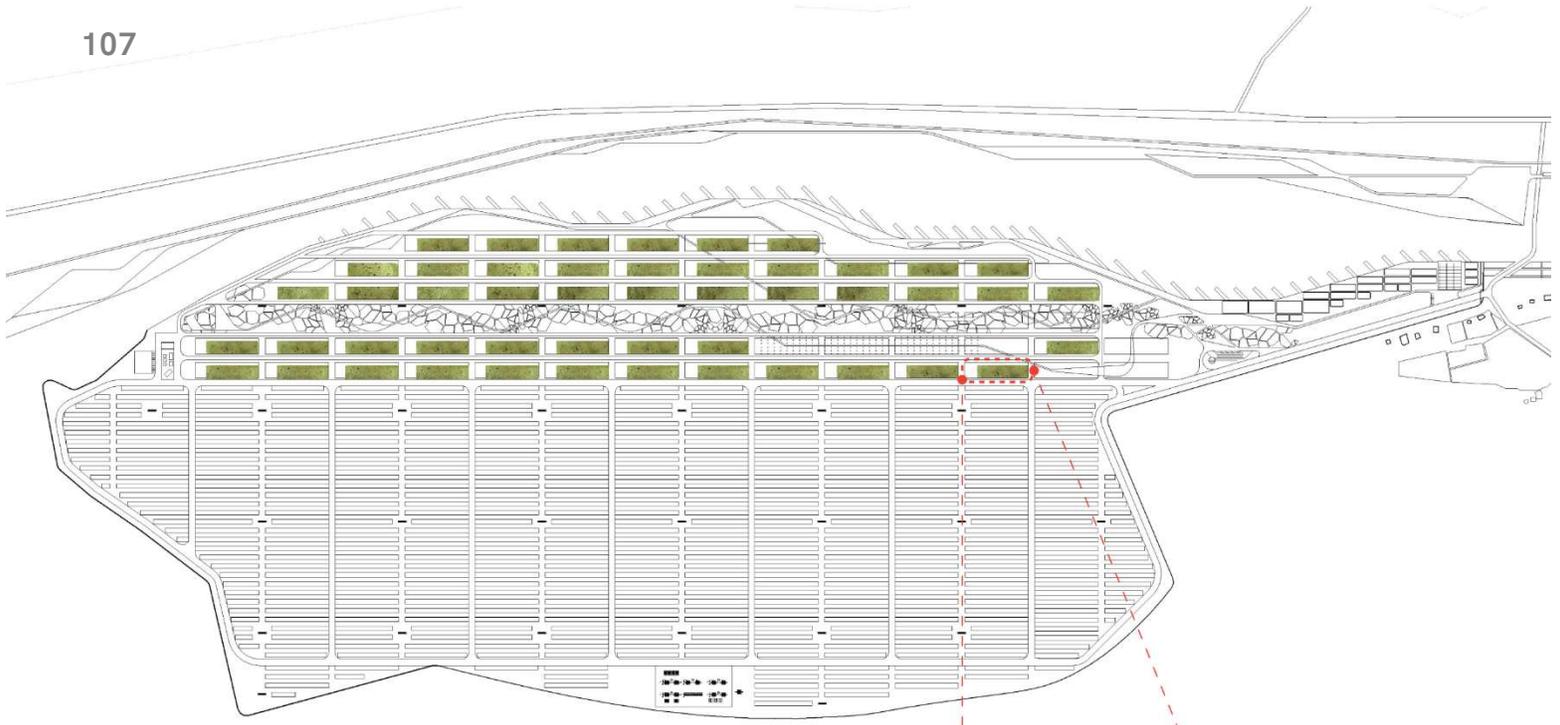
Siendo así la estructura un catalizador para el desarrollo de programas y maneras de usos dentro de su espacialidad, definiendo solo una de sus caras, con una materialidad rígida mediante paneles fotovoltaicos, de esta manera la estructura si bien no depende de lo que sucede en su estrato inferior, es catalizador para la producción de sus estrato a nivel espacial y a nivel de suelo , gracias a la materialidad que delimita su envolvente.



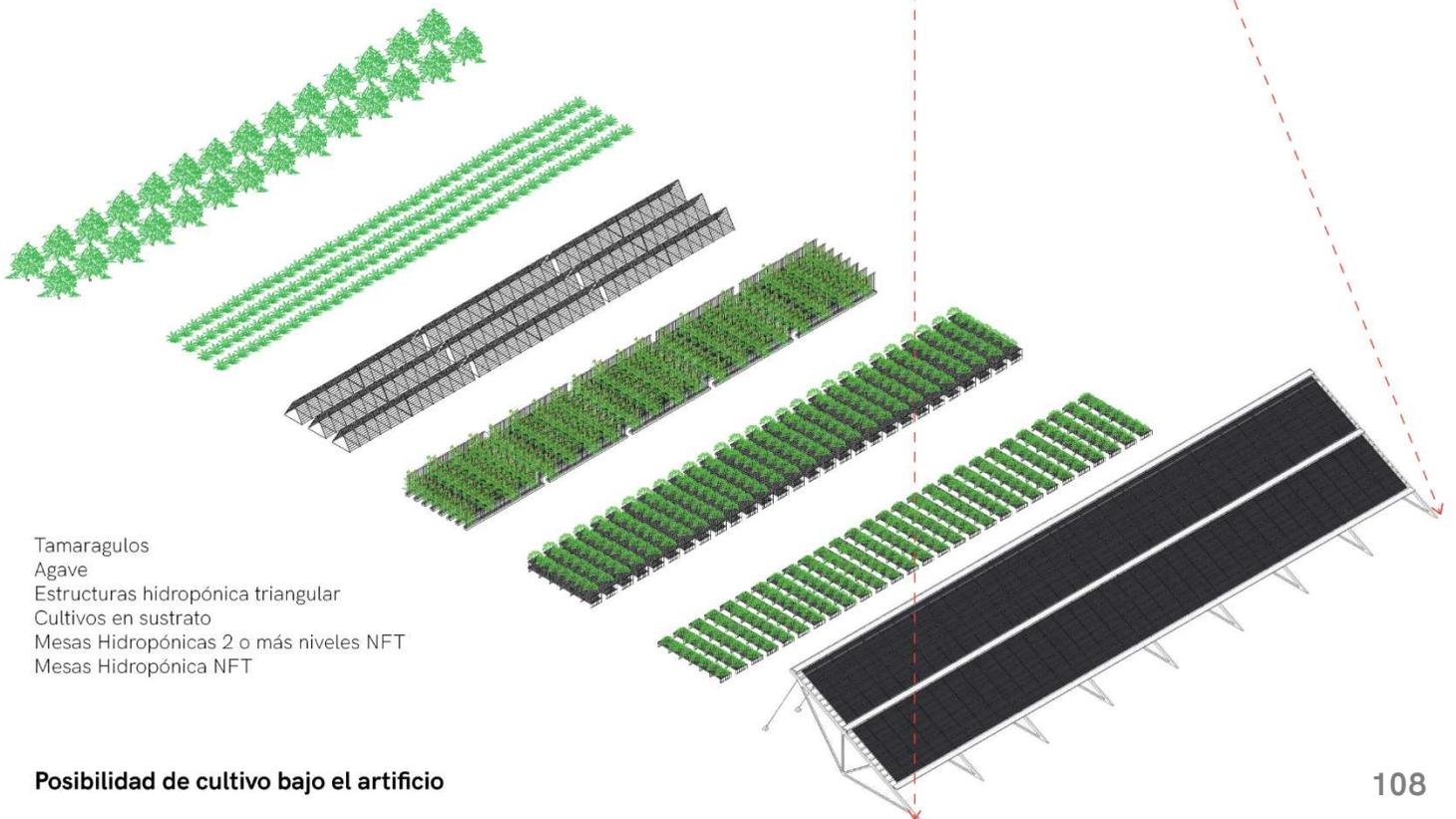
IMAGEN 106: ESPACIALIDAD DENTRO DE LAS
SHADOW HOUSE, ARTIFICIOS SOLARES.

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA





Zonas de producción hidropónica



- Tamaragulos
- Agave
- Estructuras hidropónica triangular
- Cultivos en sustrato
- Mesas Hidropónicas 2 o más niveles NFT
- Mesas Hidropónica NFT

Posibilidad de cultivo bajo el artificio

ZONAS HIDROPÓNICAS

El proyecto utiliza la infraestructura solar como un artificio generador de ambientes controlados bajo la superficie de los paneles fotovoltaicos, mediante una pequeña modificación dentro del sistema técnico, que permite la creación de invernaderos para el desarrollo de nuevos ambientes, entre la infraestructura energética, la producción agrícola y la incorporación de distintos actores, generando así externalidades positivas para las comunidades que habitan en el desierto.

La propuesta genera superficies con capacidad para el desarrollo a diferentes estratos espaciales, gracias a su configuración, la dimensión respecto a su altura es generada por la longitud de la nave, más el Angulo de inclinación de los invernaderos. La propuesta resulta ser una solución para habitar entre el cielo y el suelo de las unidades fotovoltaicas convencionales

El uso de la estructura, busca el reordenamiento de los métodos de cultivo hidropónicos , mediante una reconfiguración de los sistemas agrícolas con modelos hidropónicos contemporáneos ,desde el cultivo en su estrato inferior sin la dependencia de sistemas tecnificados (cultivos de agave y tamarugo), hasta técnicas de cultivos industrializados en los niveles elevados dentro de las Shadow House , aumentando de esta manera la capacidad productiva de las diferentes naves agrícolas del parque agrovoltaico.

La propuesta responde a los requerimientos programáticos para la producción , almacenamiento , empaquetado y distribución de cada uno de sus cultivos, generando un circuito productivo, mediante el diseño del proceso agrícola en base a un modelo lineal, iniciando con la zona de almacenamiento de agua para la inyección del sistema hidropónico , delimitada en el centro de la estructura y los diferentes sistemas de cultivo que podrá albergar la estructura

Finalizando la línea productiva con el sistema de selección, clasificación y empaquetado de los productos, para posteriormente su distribución dentro y fuera de la comuna.

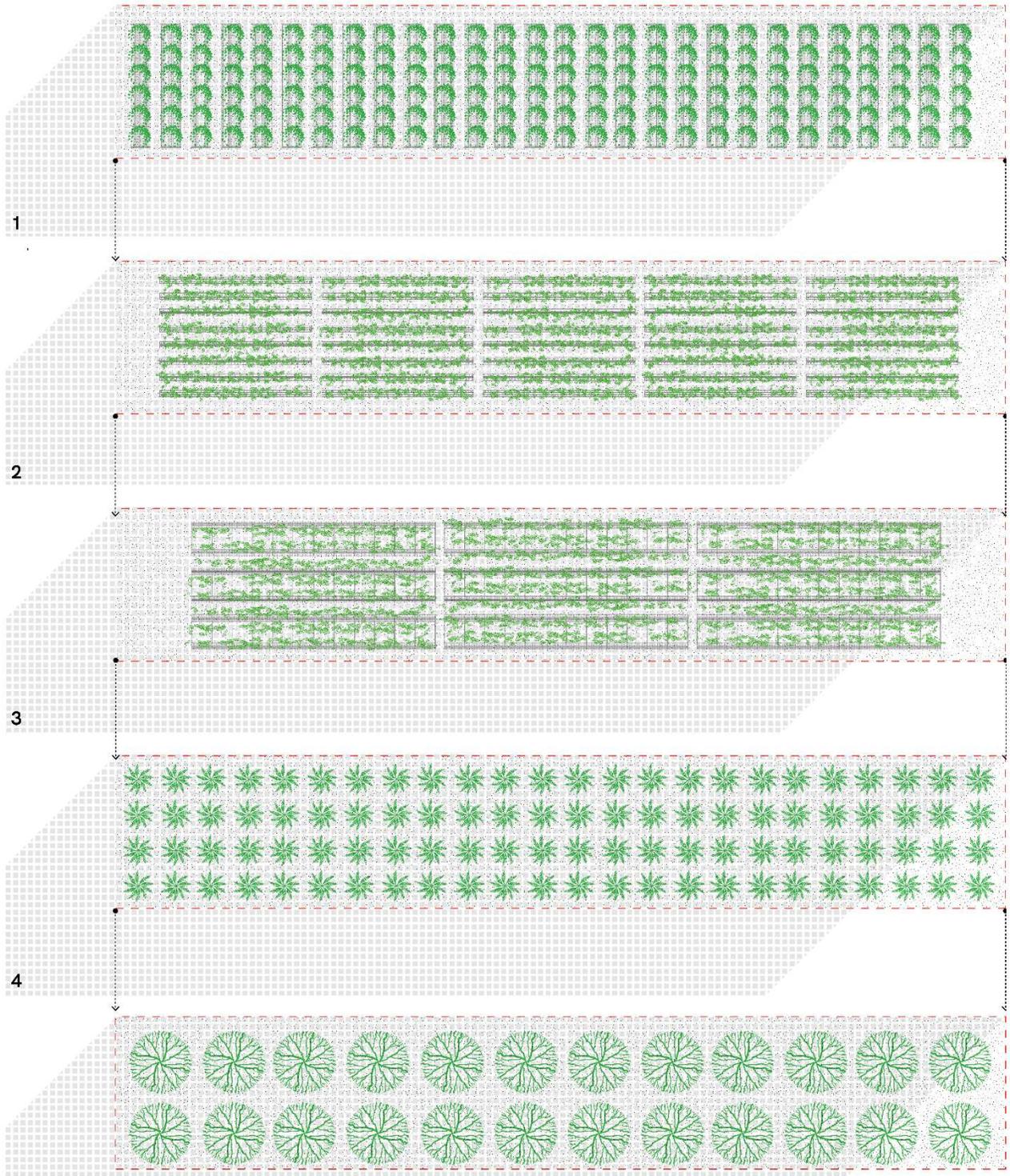
Entendiendo de esta manera, que más de un tercio de la superficie del planeta está destinado al cultivo de alimentos, pero en muchos casos la definición de los territorios que soportan esta actividad productiva, responde únicamente a criterios funcionales, logísticos y económicos, por lo tanto el proyecto busca la incorporación del elemento arquitectónico dentro de los desarrollos hidropónicos en el desierto.

IMAGEN 107: ZONAS DE CULTIVO HIDROPÓNICO EN SHADOW HOUSE.

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

IMAGEN 108: ISOMÉTRICO DE TIPOS DE CULTIVO SEGÚN MÉTODOS DE COSECHA HIDROPÓNICAS DENTRO DE SHADOW HOUSES.

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.



NOMENCLATURA

- 1** Sistema Hidropónico - NFT
Mesa a 1, 2 o 3 Niveles de cultivo
- 3** Sistema Hidropónico - Estructuras triangulares H: 3.00M
- 5** Cultivo de Tamarugo
- 2** Sistema Hidropónico - Estructura colgantes con bolsas de sustrato
- 4** Cultivo de Agaves - 4 hileras



Convirtiendo así la comuna de Diego de Almagro en un *Hinterland*⁵⁰ mediante la delimitación de un porcentaje de los territorios cubiertos por estructuras fotovoltaicas y sombras, destinados a la producción agrícola, con una mayor participación de los diferentes actores que tendrán intervención dentro del proyecto.

Esta nueva conectividad que se genera entre parque fotovoltaico, artefacto, agricultura y Diego de Almagro, dará como resultado una región más rica en recursos acercando así los alimentos a los consumidores y transformando de esta manera la estructura de los parques fotovoltaicos en una nueva lógica territorial multi-productiva.

Por otra parte el proyecto propone reforzar la conectividad entre los desarrollos privados y las alianzas con asociaciones comunitarias, mediante un plan de alianzas público privadas, entre agricultores y empresas de energía, para la ocupación de las superficies agrícolas de la planta de producción energética solar.

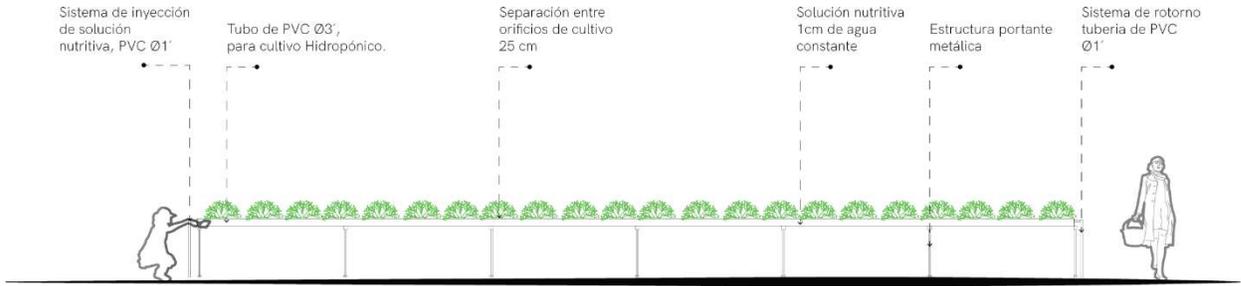
IMAGEN 109: CAPACIDAD PRODUCTIVA DENTRO DE LAS ZONAS DESTINADAS A LA HIDROPONÍA; DENTRO DE LOS ARTIFICIOS SOLARES

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

IMAGEN 110: FOTOGRAFÍAS: TIPOS DE MESAS HIDROPÓNICAS, SE MUESTRAN COMO ES EL EMPLAZAMIENTO DE LAS DIFERENTES TIPOS DE MESAS Y ESTRUCTURAS QUE REQUIEREN PARA EL DESARROLLO DE CULTIVOS, RESPECTO A LA DISPOSICIÓN QUE PODRÍA TENER DENTRO DE LA ZONA AGRÍCOLA EN LOS ARTIFICIOS SOLARES.

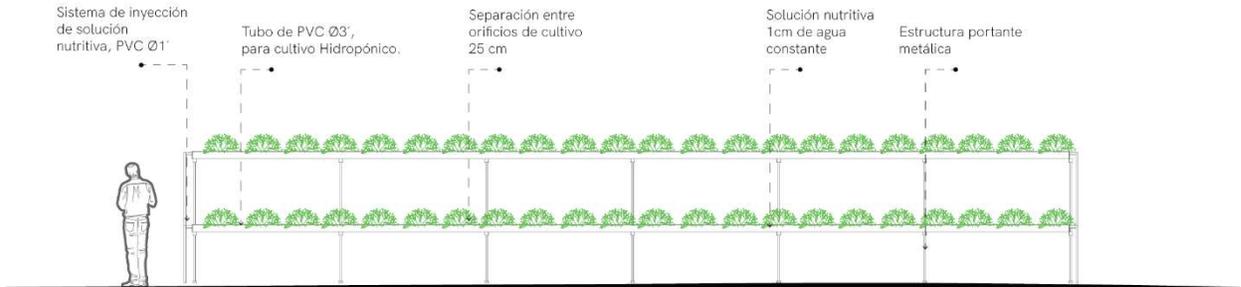
FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA, EN BASE A INFORMACIÓN OBTENIDA DE LA WEB

50 EL TÉRMINO HINTERLAND, SE ENCUENTRA ASOCIADO CON EL ÁREA DE UN PUERTO DONDE SE ALMACENAN Y ENVÍAN MATERIALES PARA EXPORTACIÓN E IMPORTACIÓN, EL USO DE LA PALABRA SE EXPANDIÓ PARA INCLUIR CUALQUIER ÁREA BAJO LA INFLUENCIA DE UN ASENTAMIENTO HUMANO EN PARTICULAR.



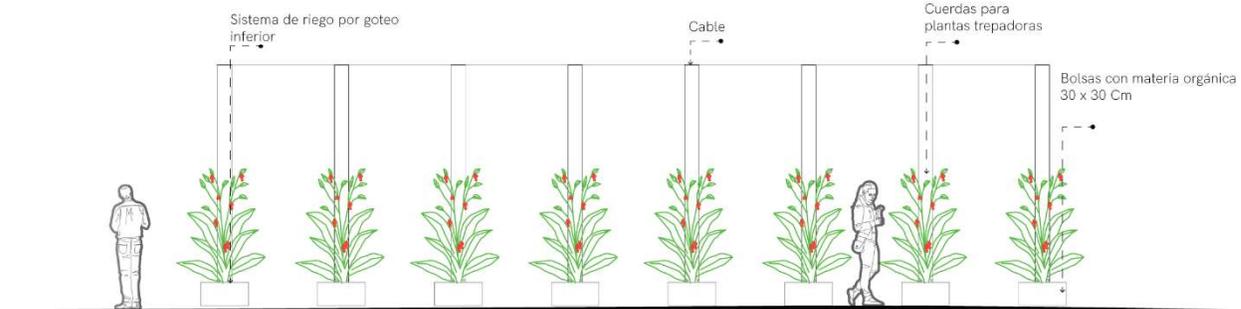
MESAS DE CULTIVO 1 NIVEL

Sistema: NFT



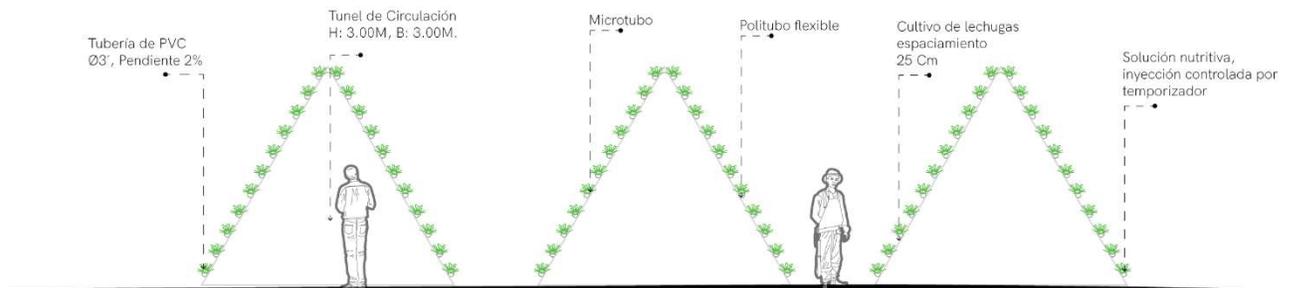
MESAS DE CULTIVO 2 O MÁS NIVEL

Sistema: NFT



CULTIVOS CON SUSTRATO

Sistema: BOLSAS MATERIAL ORGANICO



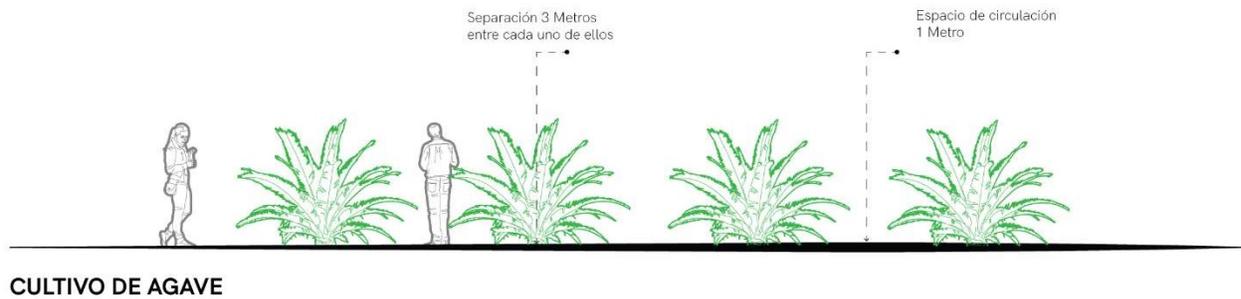
CULTIVOS ESTRUCTURA TRIANGULAR

Sistema: NFT

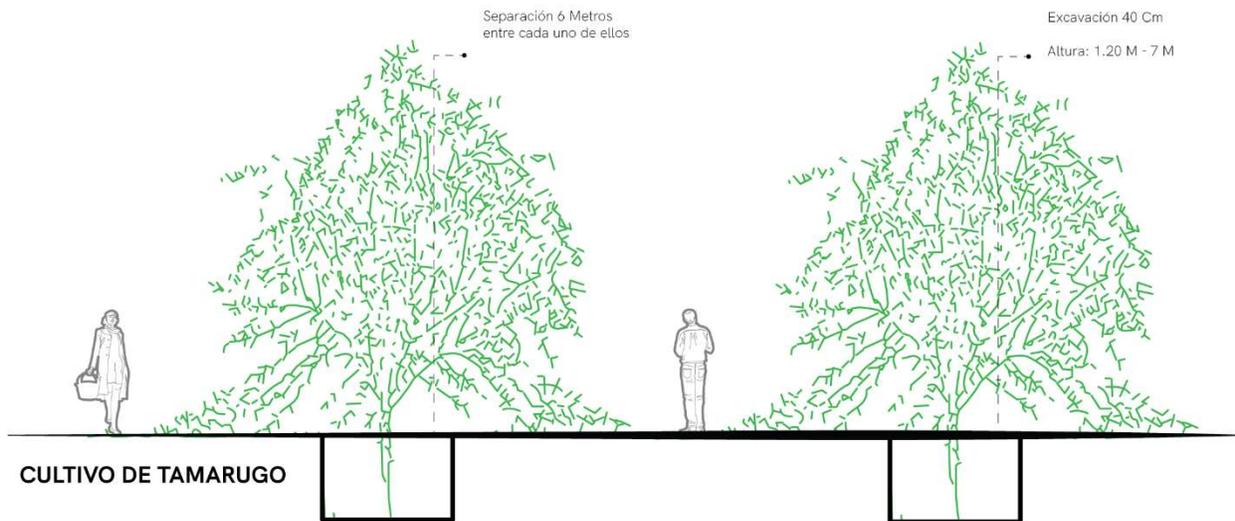


IMAGEN 111: DETALLES DE CULTIVOS HIDROPONICOS SEGUN MÉTODOS DE CRECIMIENTO.

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.



CULTIVO DE AGAVE



CULTIVO DE TAMARUGO

Las espacialidad entre el artificio y el suelo, aportan un sinfín de posibles exploraciones para el desarrollo de diferentes tipos de cultivos.

El proyecto por un lado, propone la integración con la comunidad de Diego de Almagro, aportando la posibilidad de cultivos de árboles de especies nativas y endémicas para el uso en la comunidad, posibles gracias a las dimensiones de los artificios solares, por ejemplo Tamarugos, agaves y otro tipo de especies, podrán ser producidos aquí, para posteriormente ser utilizados en las diferentes zonas y áreas verdes de la ciudad.

Beneficiando así, a la comuna y los recorridos que conectan, el parque agrovoltáico con Diego de Almagro, funcionando como vivero proveedor de especies vegetales que se necesiten para los recorridos peatonales entre ambos polos..

Los diferentes tipos de cultivos hidropónicos serán definidos por cada productor en relación a sus necesidades agrícolas, por lo que la propuesta propone una manera de habitarlos, mostrando ejemplos respecto al ordenamiento de las mesas y los diferentes sistemas de cultivos.

La solución hidropónica para el cultivo del desierto, encaja a la perfección con suelos degradados, no aptos para el uso agrícola en zonas de alta escasez hídrica, ya que aporta una reducción del consumo del agua, hasta en un 90% (en relación a sistemas tradicionales) como es el cultivo de secano y/o rulos, utilizado comúnmente en el desierto.

IMAGEN 112: DETALLES DE DIFERENTES TIPOS DE CULTIVOS QUE SE PUEDEN COSECHAR DENTRO DE LA ESPACIALIDAD DE LAS ESTRUCTURAS FOTOVOLTAICAS EN LAS SHADOW HOUSE.

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.



IMAGEN 113: POSIBILIDADES DE CULTIVOS DENTRO DE SHADOW HOUSE - SISTEMA RURA DE CULTIVOL.

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

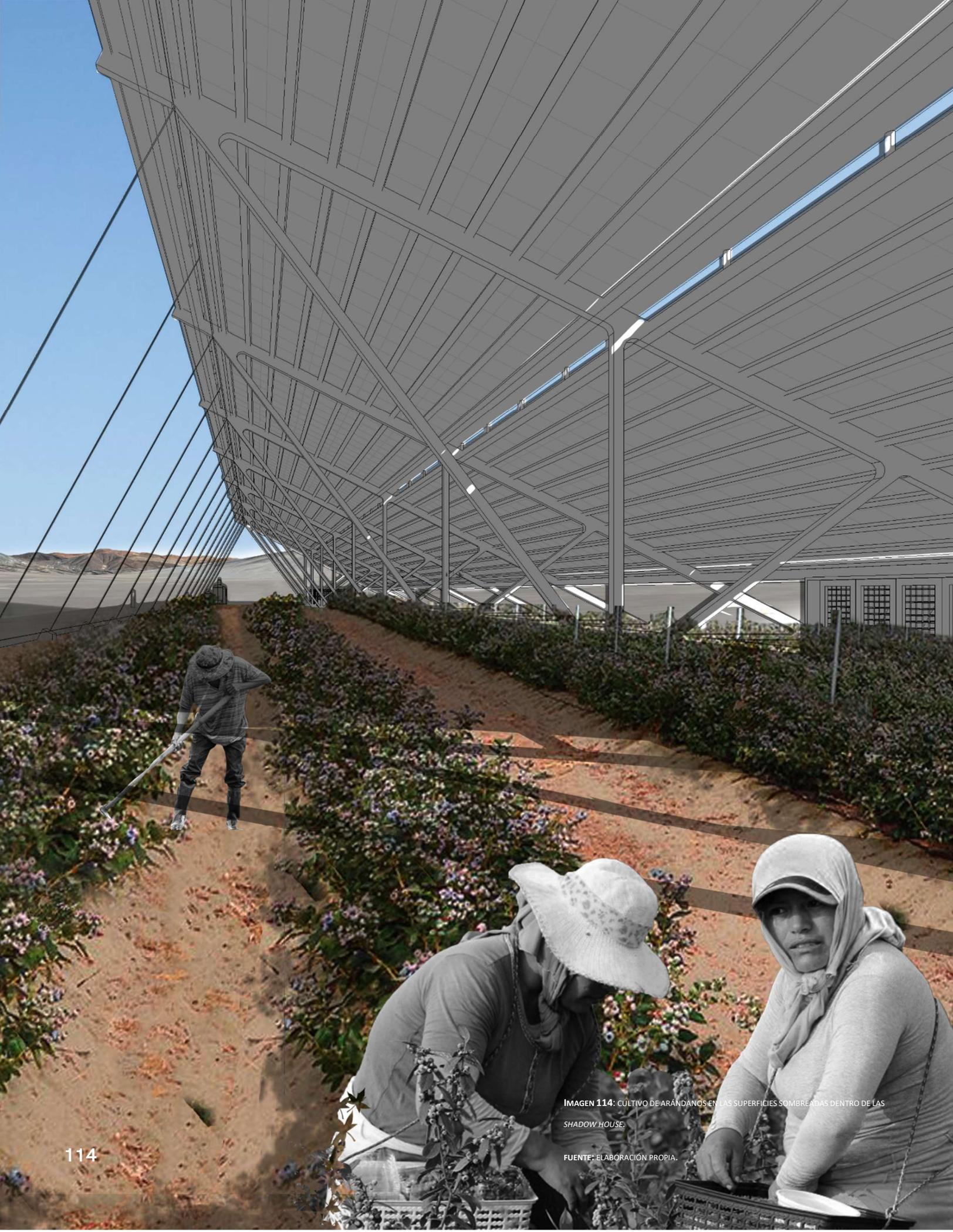


IMAGEN 114: CULTIVO DE ARÁNDANOS EN LAS SUPERFICIES SOMBREADAS DENTRO DE LAS SHADOW HOUSE.

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.



IMAGEN 115: POSIBILIDADES DE CULTIVOS DENTRO DE SHADOW HOUSE - SISTEMA RURAL DE FRAMBUESAS

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.



IMAGEN 116: CULTIVOS CON SISTEMA NFT DE TOMATES, CULTIVOS CON UN MAYOR GRADO TÉCNICO DENTRO DE LA ESTRUCTURA DE LAS SHADOW HOUSE.

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

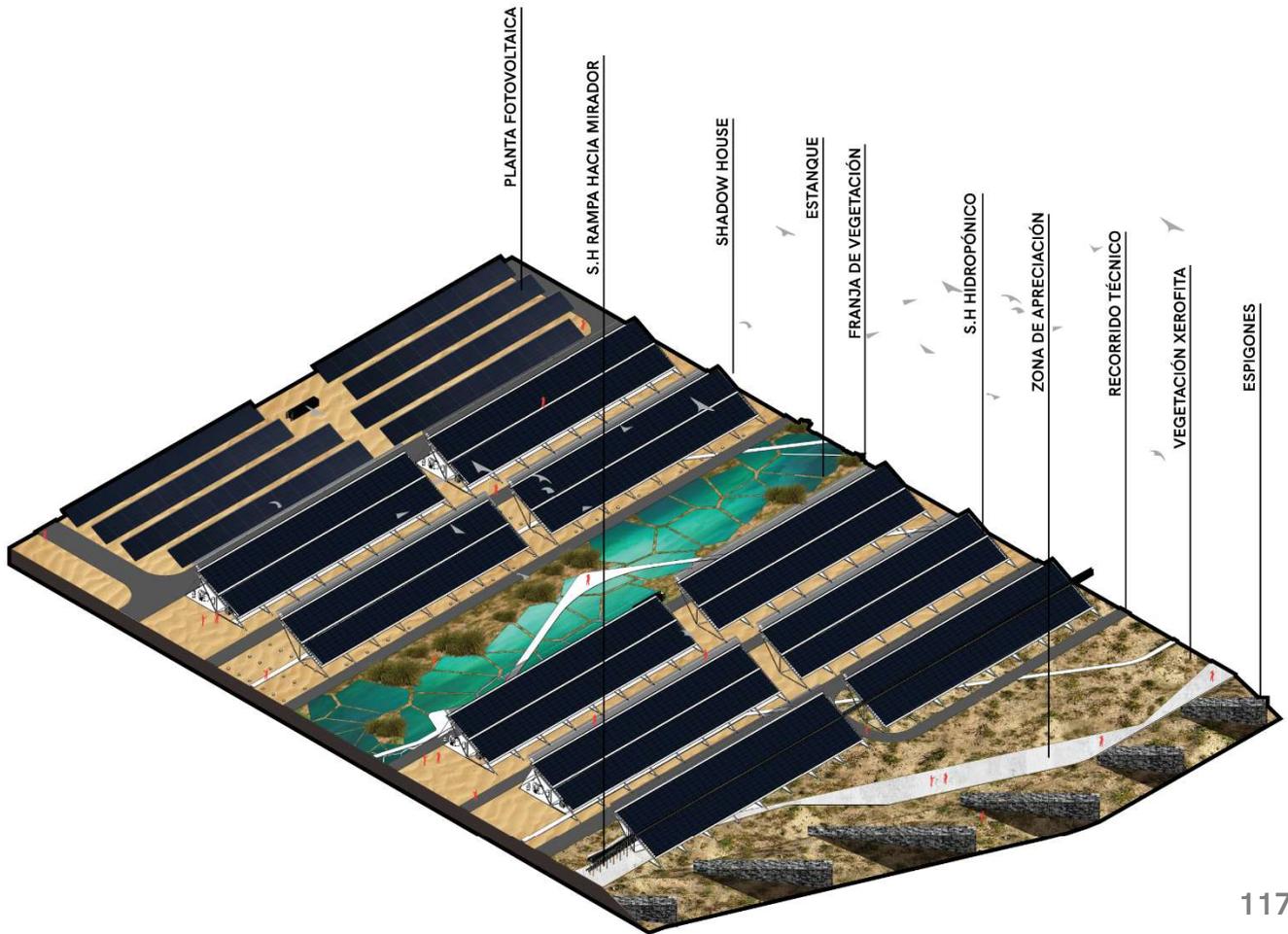


IMAGEN 117: SECCIÓN ISOMÉTRICA DE FRANJA PRODUCTIVA

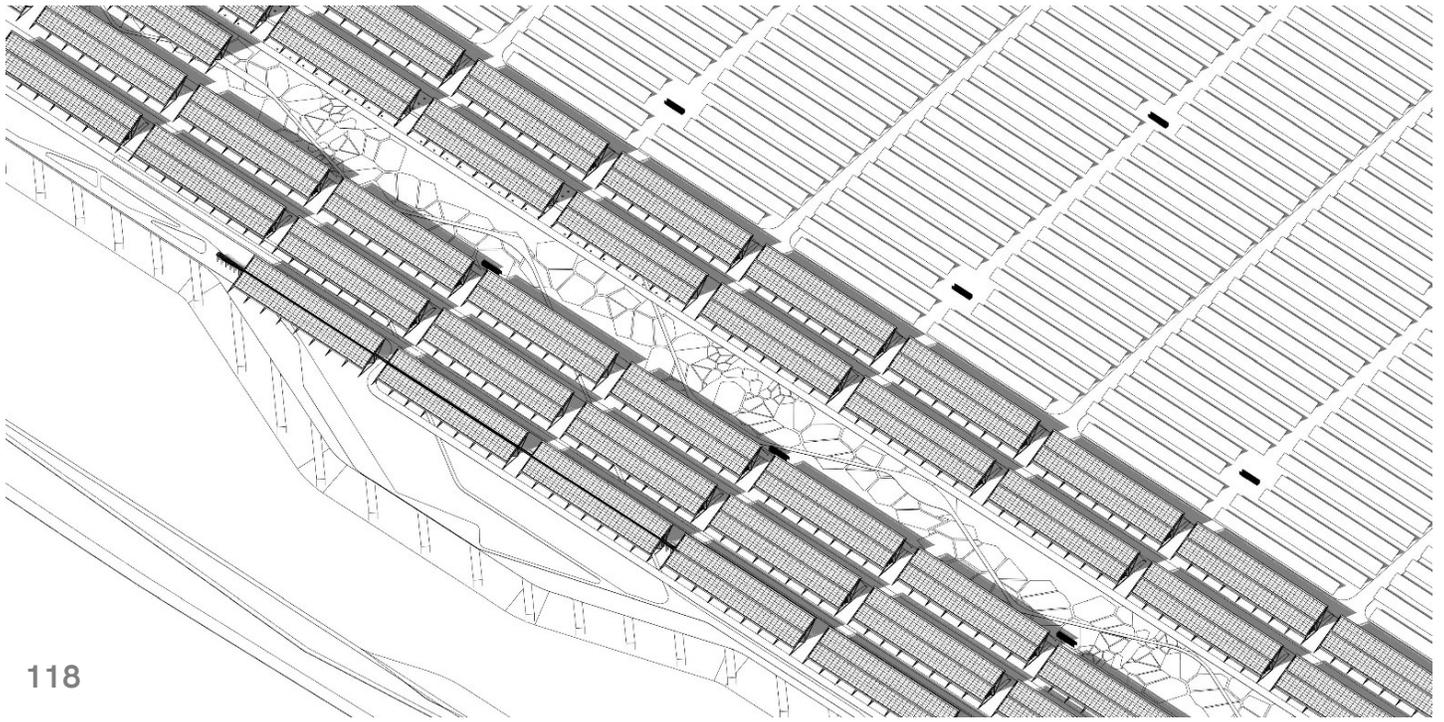
FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

IMAGEN 118: VISTA AÉREA DEL PROYECTO, SECCIÓN DESDE EL BORDE DEL RIO HACIA PARQUE FOTOVOLTAICO CONVENCIONAL

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

IMAGEN 119: VISTA FRONTAL Y VISTA POSTERIOR DE ARTIFICIOS SOLARES Y SHADOW HOUSE.

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA



118

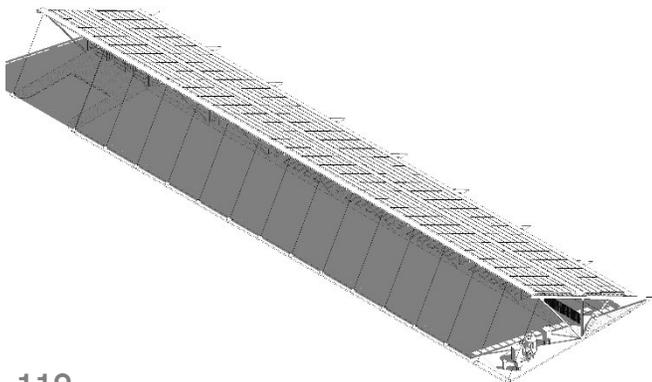
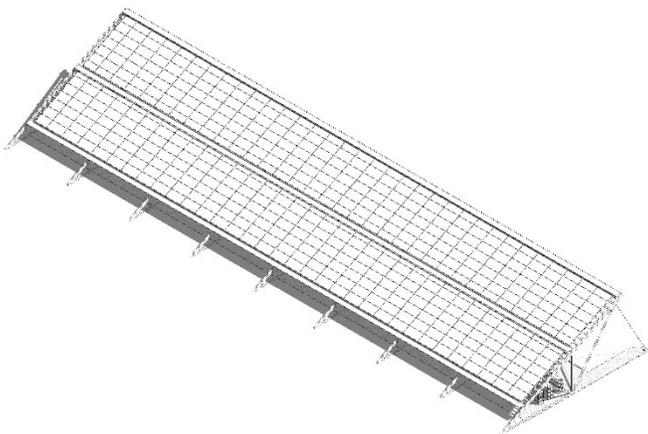
El proyecto de esta manera propone que la estructura generada por la planta fotovoltaica, sea utilizadas mediante la incorporación de la comunidad dentro de los desarrollos de energías renovables , entendiéndose así que los parques fotovoltaicos como tal no generan una economía que beneficie directamente a los vecinos de las zonas en las que estos se emplazan, por lo tanto al hibridar el programa solar más el programa de cultivos , se desarrolla una nueva economía circular con un mayor grado de participación ciudadana para el fomento de la economía local.

Definiendo de esta manera diferentes escalas de producción, desde la escala productiva en base a la producción de alimentos, siendo considerada dicha escala desde la autonomía programática de la unidad respecto al edificio.

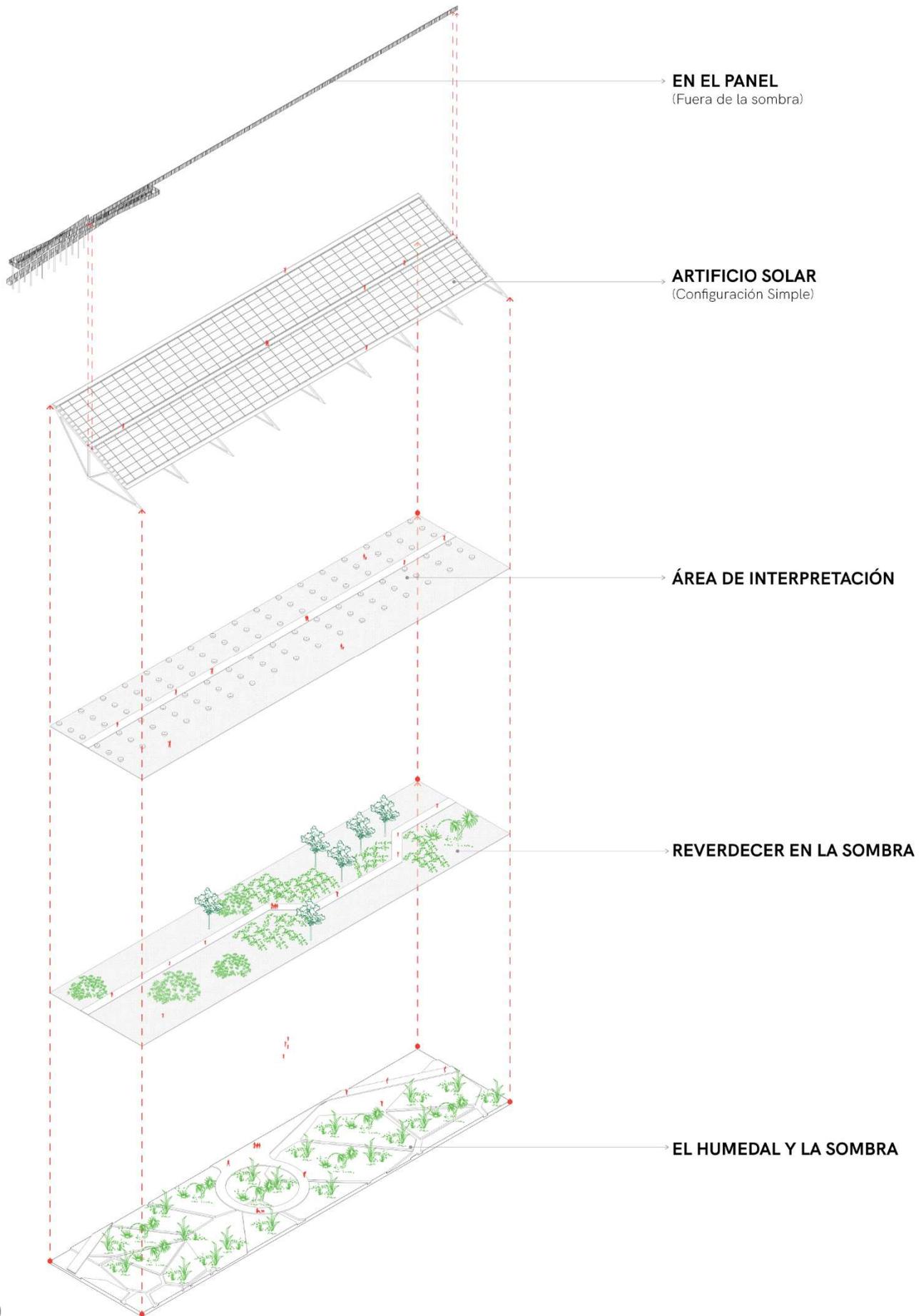
Como segunda escala, se busca la generación de una asociación público-privada para el desarrollo de asociaciones de agricultores locales, que generen un desarrollo agrícola para el fortalecimiento de la economía de la comuna

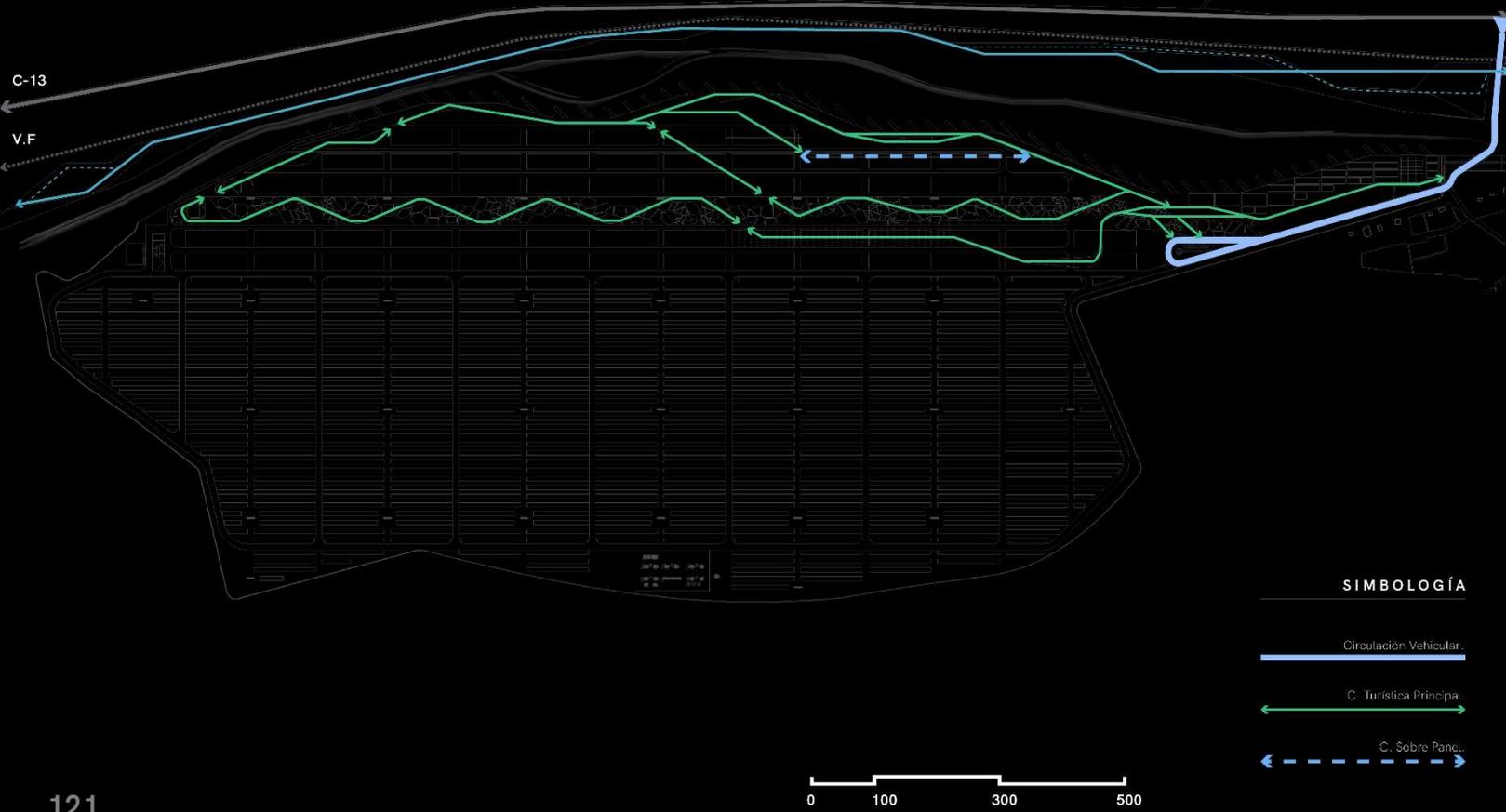
Integrando de esta manera la comuna de Diego de Almagro y beneficiando la producción de hortalizas del pueblo. para el desarrollo de industrias de vocación agrícola en la zona mediante la reducción de costos de producción y consumo dentro de la comuna.

Y por último la escala que genera la arquitectura en el lugar, materializada mediante los recorridos que se generan para el descubrimiento del proyecto, poniendo en contacto al usuario con la multi producción y el edificio, dentro de las nuevas tipologías de invernaderos que combina agricultura y producción fotovoltaica, dentro de un mismo constructo.



119





USO TURISTICO

Respecto al desarrollo programático de las actividades turísticas, el artificio en su configuración simple y primitiva, brinda una amplia posibilidad para el desarrollo de actividades bajo su superficie, mostrando la diversidad que ofrece la estructura para la delimitación de zonas habitables para el usuario que descubre paulatinamente las posibilidades de habitar la estructura entre las sombras.

Por un lado el recorrido define, zonas que habitan en la gradualidad de la sombra proyectada, generando espacios dinámicos y cambiantes, para cada momento que se genera en la sombra, gracias a la estructura y el descubrimiento de los diferentes paisajes creados por los componentes que convergen dentro de la espacialidad entre el panel y el suelo. Transformando los territorios energéticos, parajes deshumanizados, los que mediante pequeñas intervenciones pueden generar una nueva lectura del paisaje y cambiar la escala para una interpretación más cercana entre artificio y usuario.

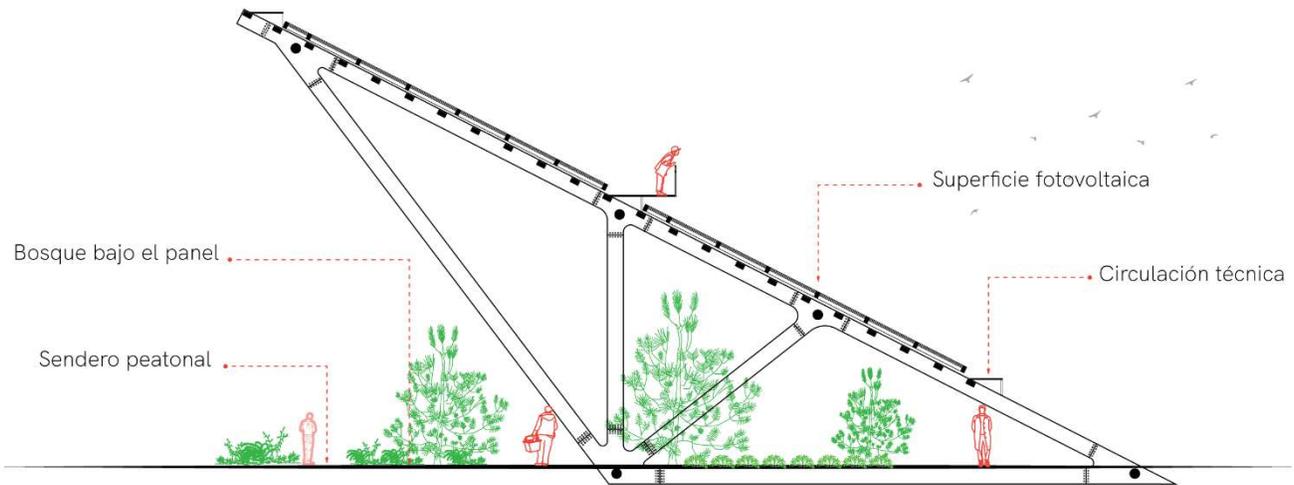
La estructura respecto a sus posibles configuraciones responde a diferentes órdenes en el territorio, y es en base a estas configuraciones que se genera una diversidad para la exploración espacial que pone en contacto al habitante desde el suelo hasta el cielo del panel, operando así en diferentes estratos, entre las espacialidad de la sombra.

IMAGEN 120: POSIBILIDADES PARA EL USO TURÍSTICO DENTRO DEL ARTIFICIO, SE MUESTRAN ALGUNAS DE LAS POSIBLES CONFIGURACIONES QUE ES CAPAZ DE ALBERGAR DENTRO DE SU ESPACIALIDAD PARA ENRIQUECER LA EXPERIENCIA DEL USUARIO DENTRO DEL RECORRIDO TURÍSTICO DEL PARQUE AGROVOLTAICO.

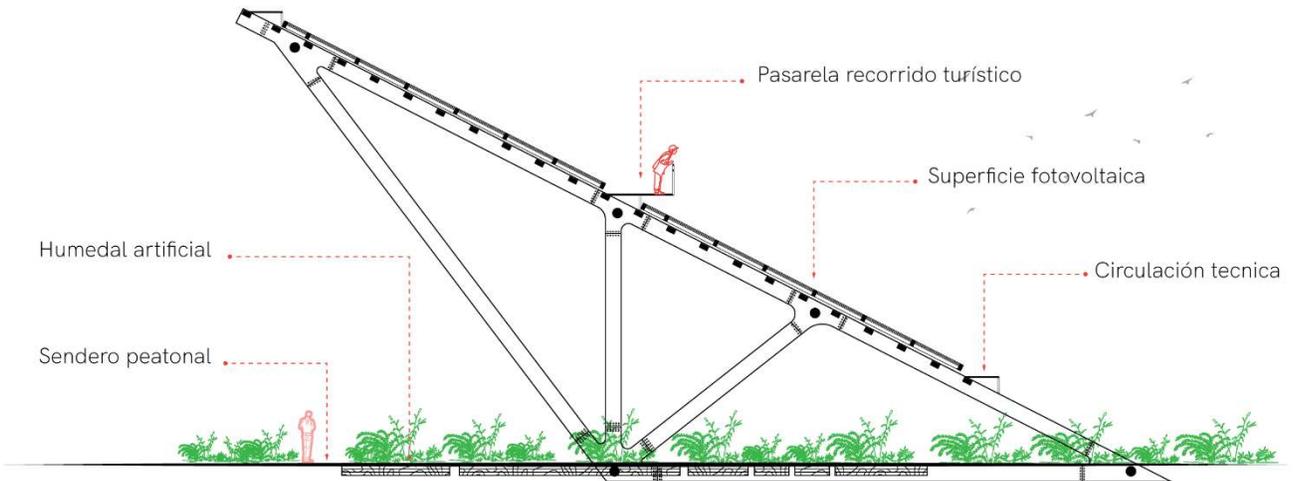
FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

IMAGEN 121: SENDEROS PARA EL RECORRIDO TURÍSTICOS DENTRO DE LA PLANTA AGROVOLTAICA PUEBLO HUNDIDO

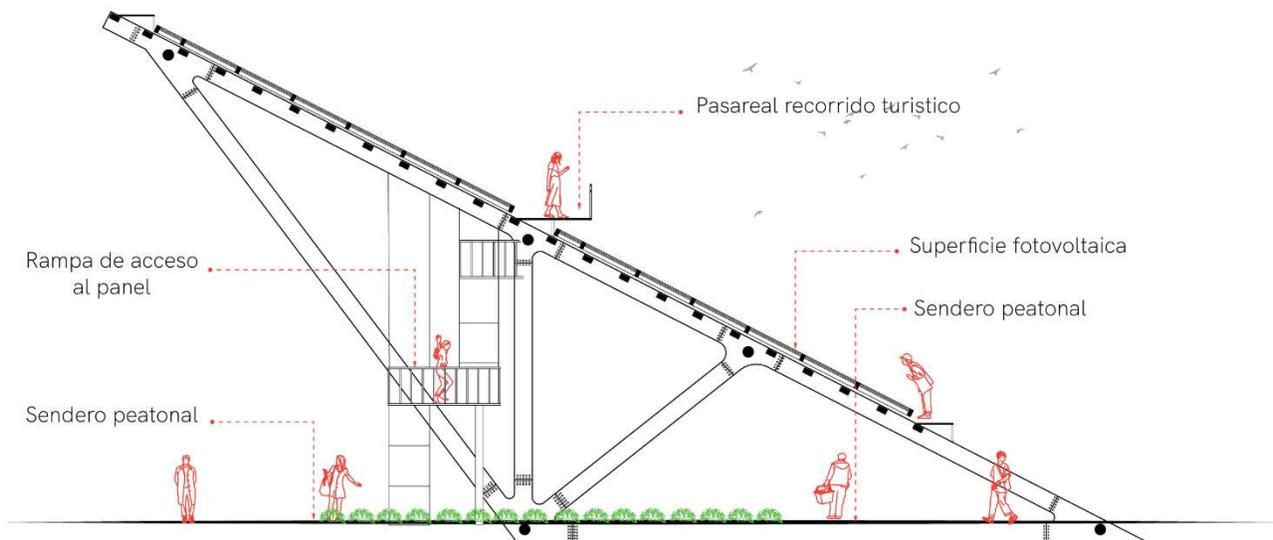
FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA



CONFIGURACIÓN 1 - REVERDECER EN LA SOMBRA



CONFIGURACIÓN 2 - ATMOSFERA ACUATIVA EN LA SOMBRA

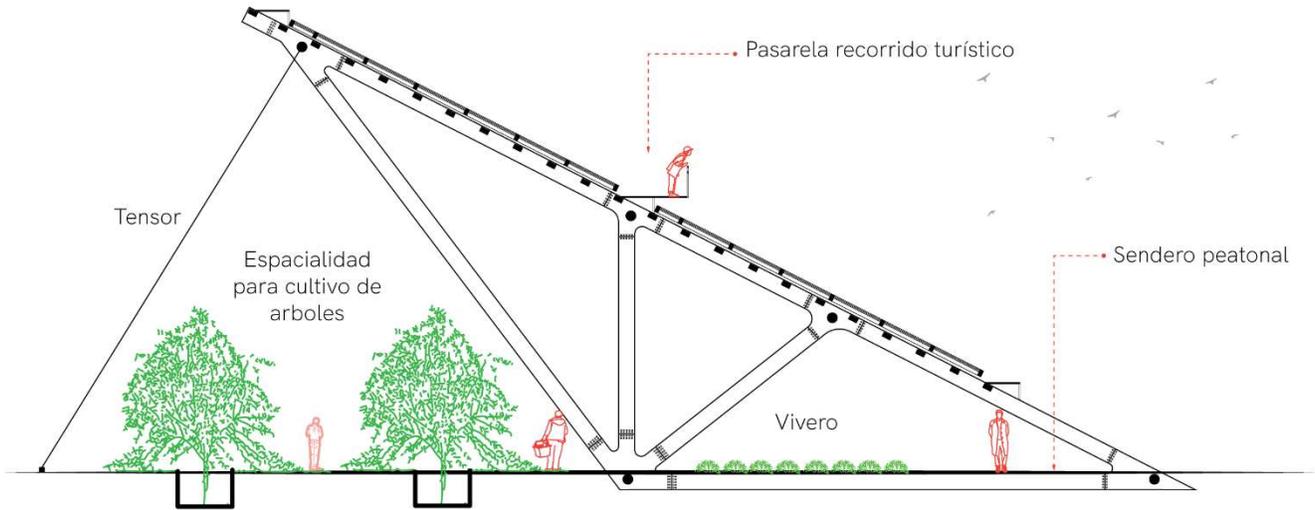


CONFIGURACIÓN 3 - LA RAMPA Y EL PANEL

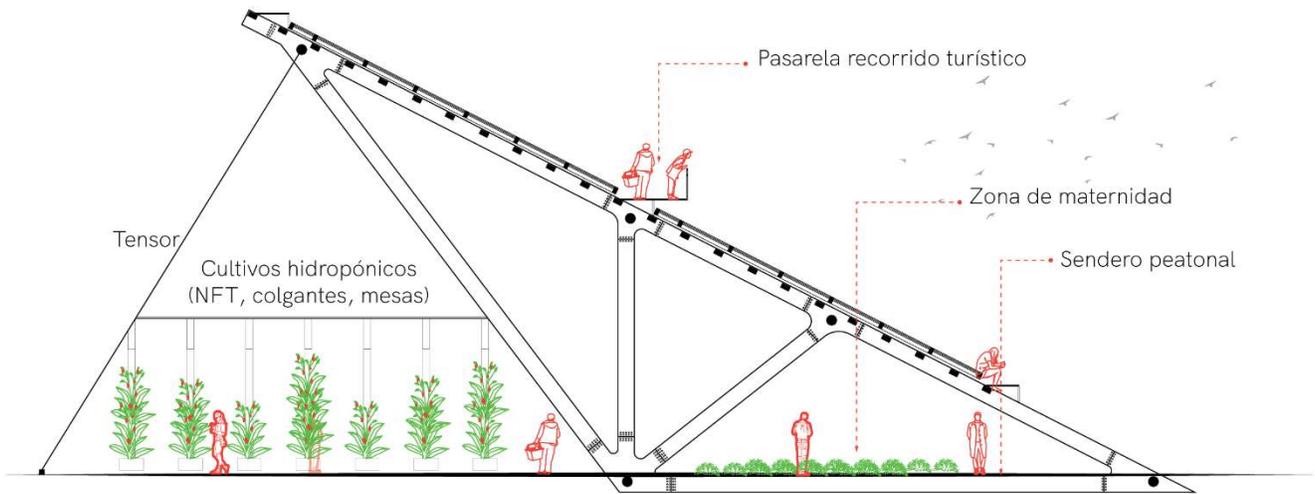
IMAGEN 122: POSIBILIDADES DE LA ESTRUCTURA RESPECTO A SUS CONFIGURACIONES PROGRAMÁTICAS.

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

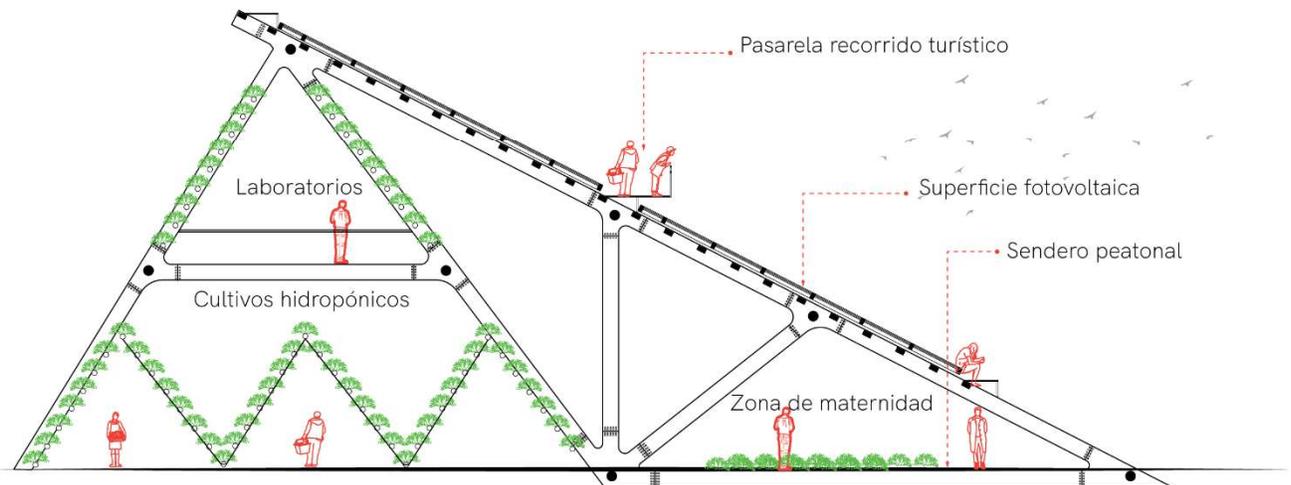
CONFIGURACIONES



CONFIGURACIÓN 1 - CULTIVO DE TAMARUGO



CONFIGURACIÓN 2 - SISTEMA HIDROPÓNICO



CONFIGURACIÓN 3 - ESTRUCTURA COMPLEJA HIDROPÓNICA





IMAGEN 123: ACCESO AL RECORRIDO PEATONAL TURÍSTICO DENTRO DE LA PLANTA
AGROVOLTAICA PUEBLO HUNDIDO

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

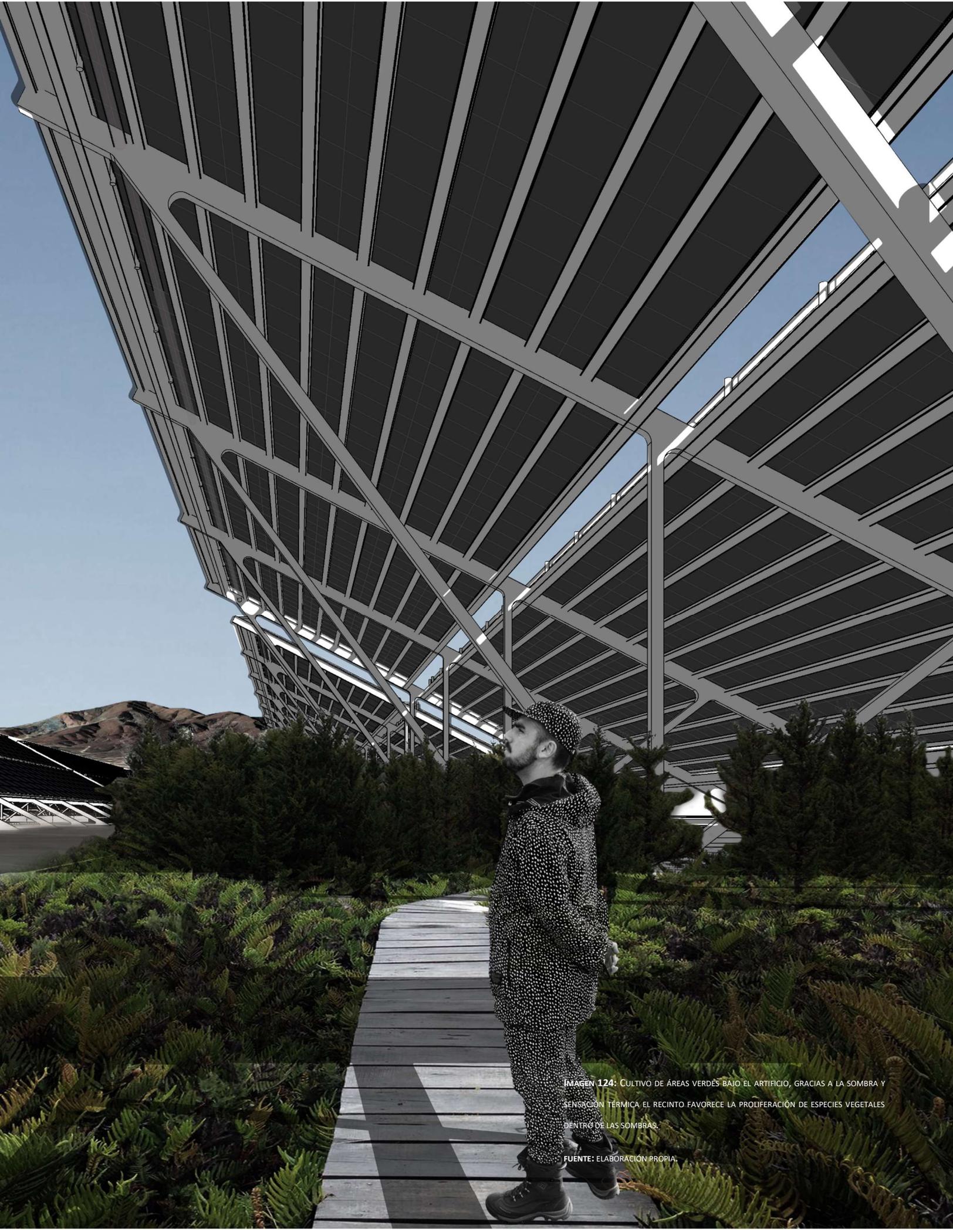


IMAGEN 124: CULTIVO DE ÁREAS VERDES BAJO EL ARTIFICIO, GRACIAS A LA SOMBRA Y SENSACIÓN TÉRMICA EL RECINTO FAVORECE LA PROLIFERACIÓN DE ESPECIES VEGETALES DENTRO DE LAS SOMBRAS.

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.



IMAGEN 125: UNA RAMPA SE MUESTRA ADOSADA A LA ESTRUCTURA PRINCIPAL DEL ARTIFICIO, LA CUAL SE HA DISEÑADO PARA PONER EN CONTACTO AL USUARIO DESDE EL SUELO HASTA EL CIELO DEL ARTIFICIO.

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

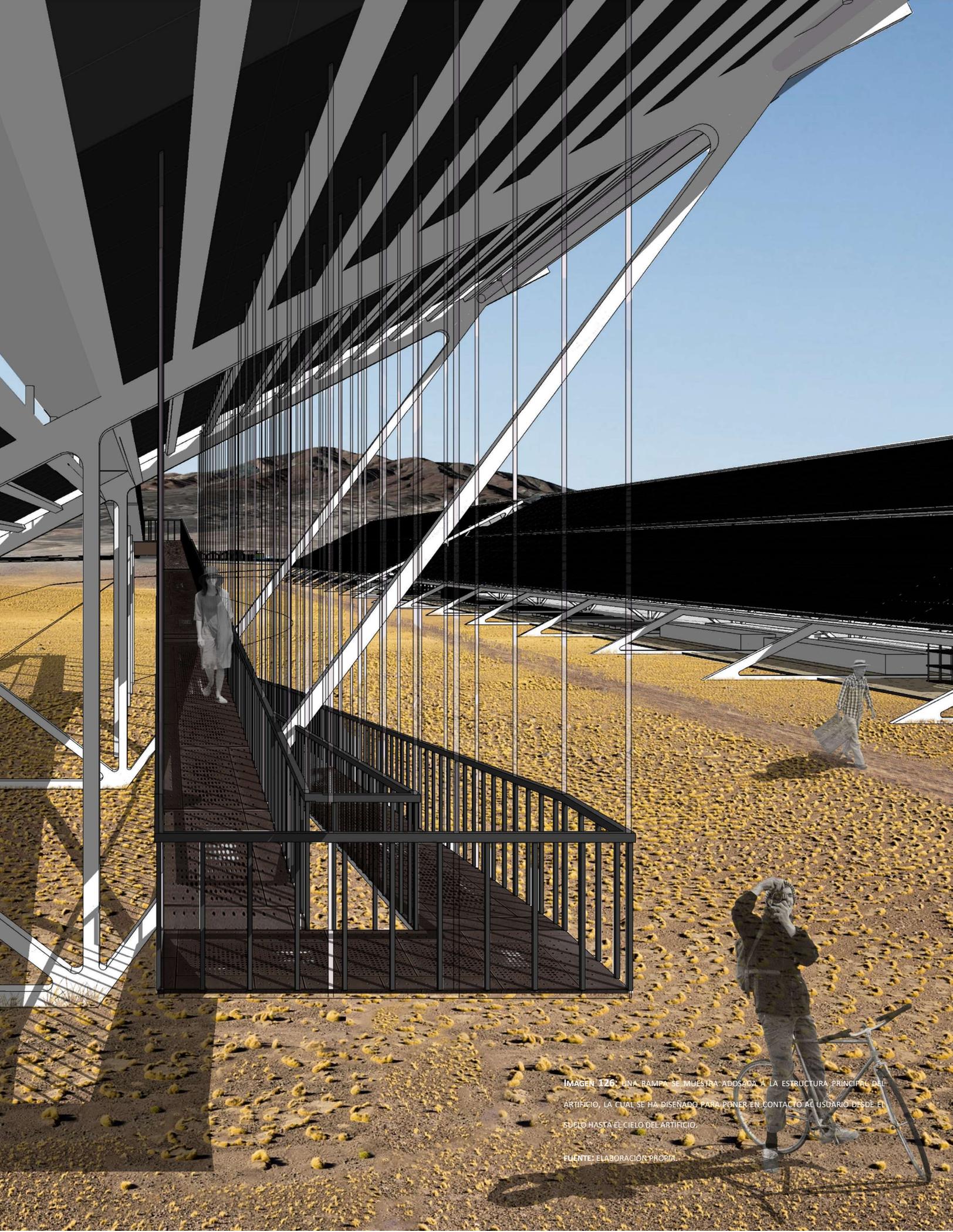


IMAGEN 126: UNA RAMPA SE MUESTRA ADOSADA A LA ESTRUCTURA PRINCIPAL DEL ARTIFICIO, LA CUAL SE HA DISEÑADO PARA PONER EN CONTACTO AL USUARIO DESDE EL SUELO HASTA EL CIELO DEL ARTIFICIO.

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

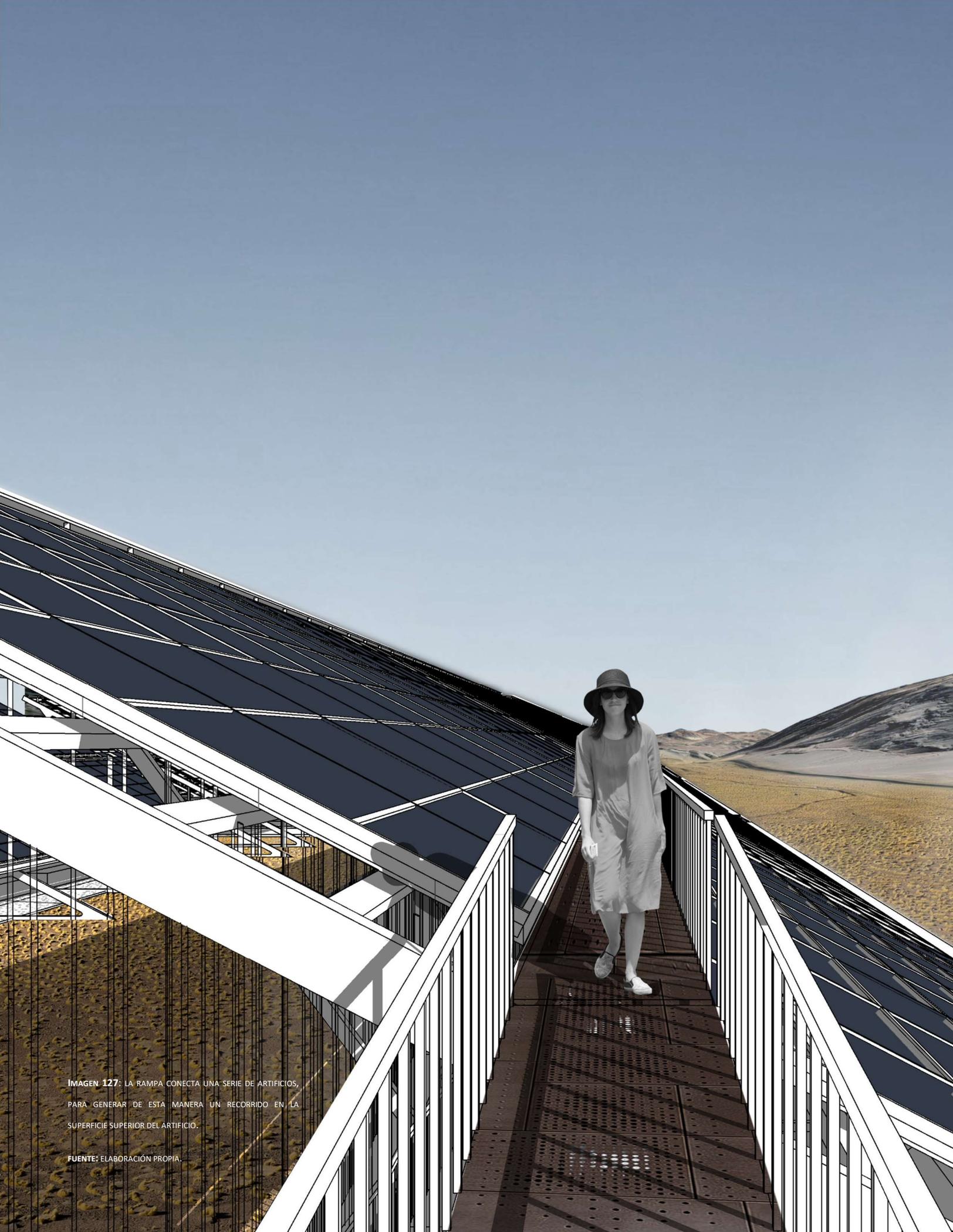


IMAGEN 127: LA RAMPA CONECTA UNA SERIE DE ARTIFICIOS,
PARA GENERAR DE ESTA MANERA UN RECORRIDO EN LA
SUPERFICIE SUPERIOR DEL ARTIFICIO.

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

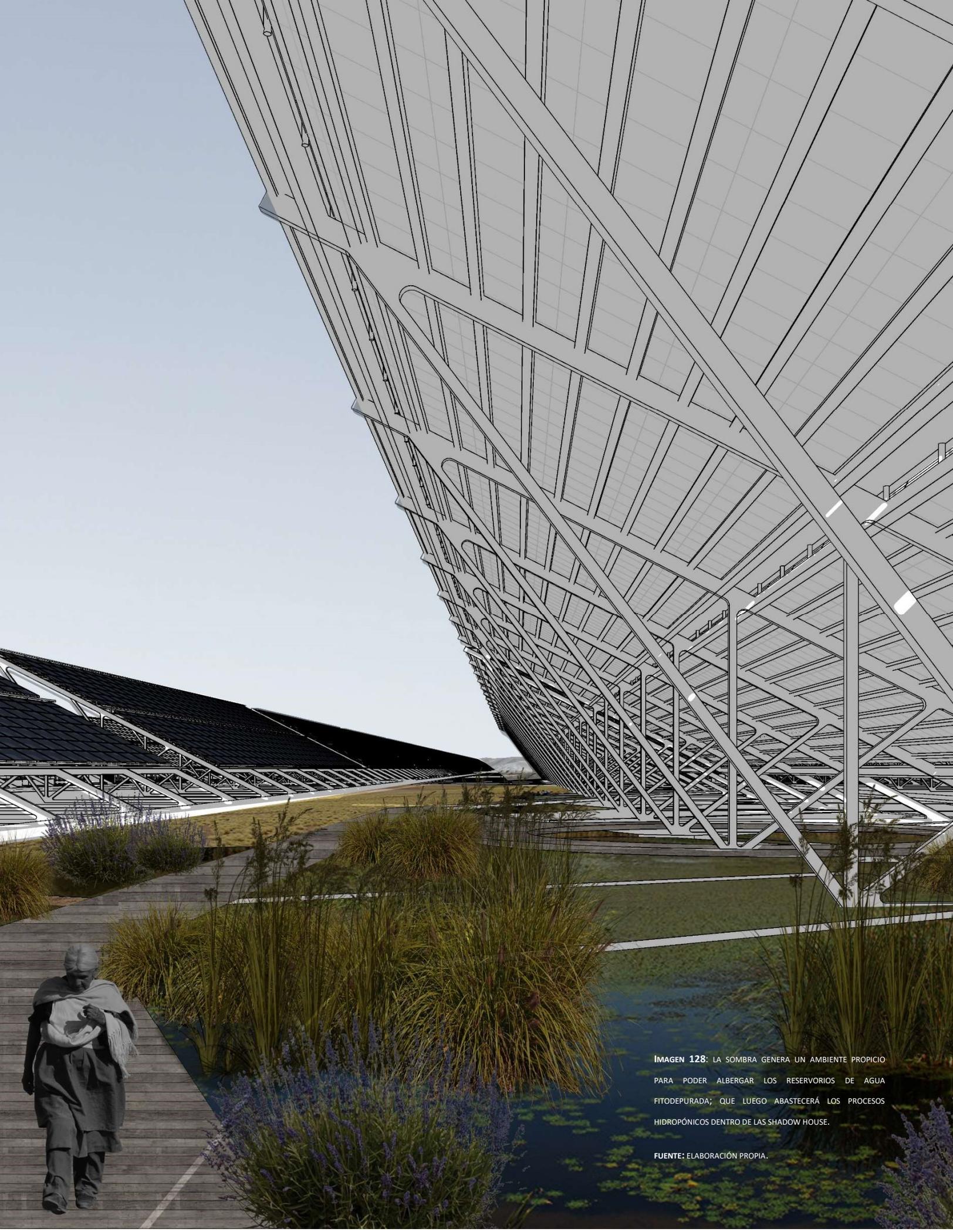
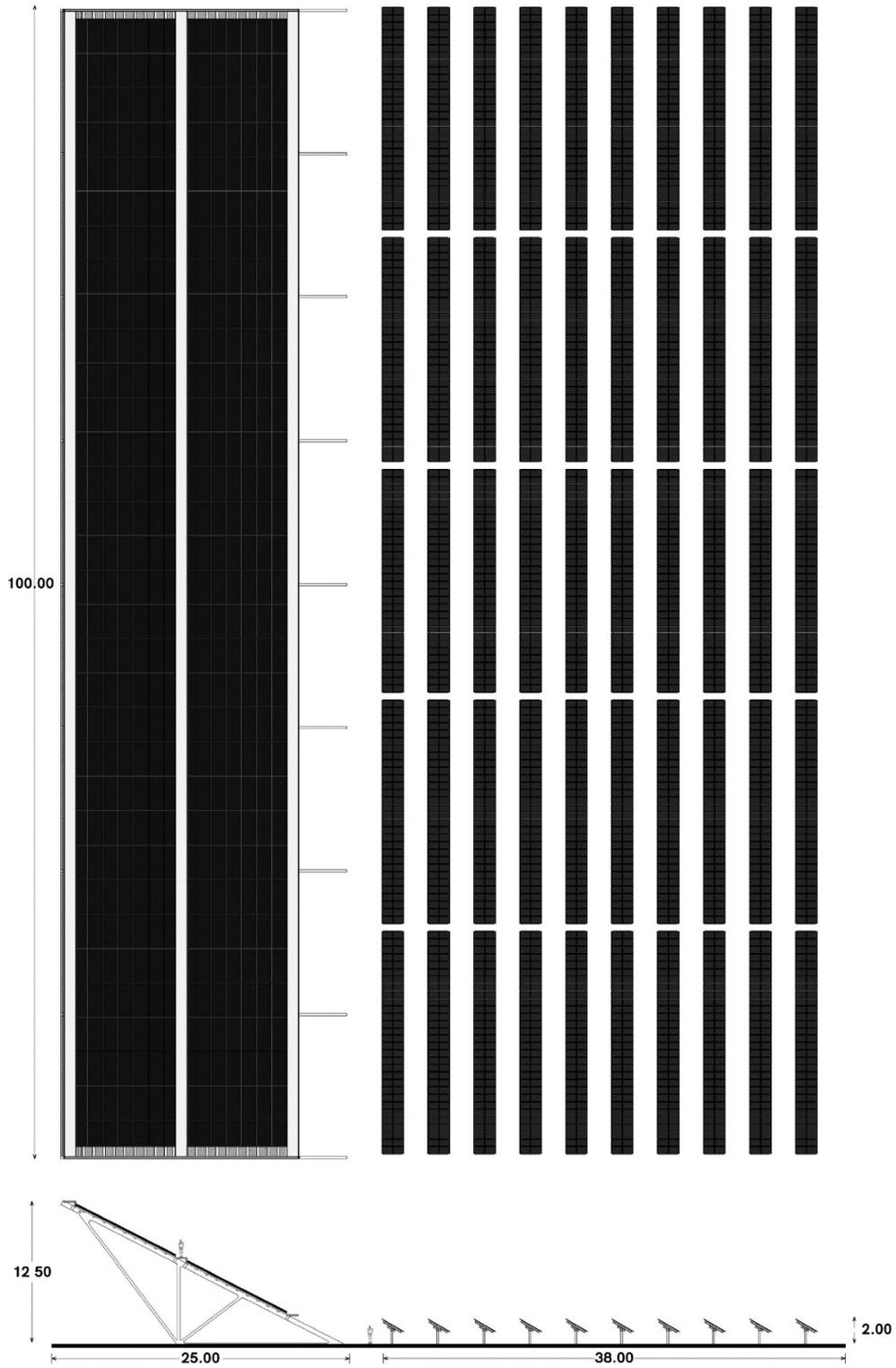


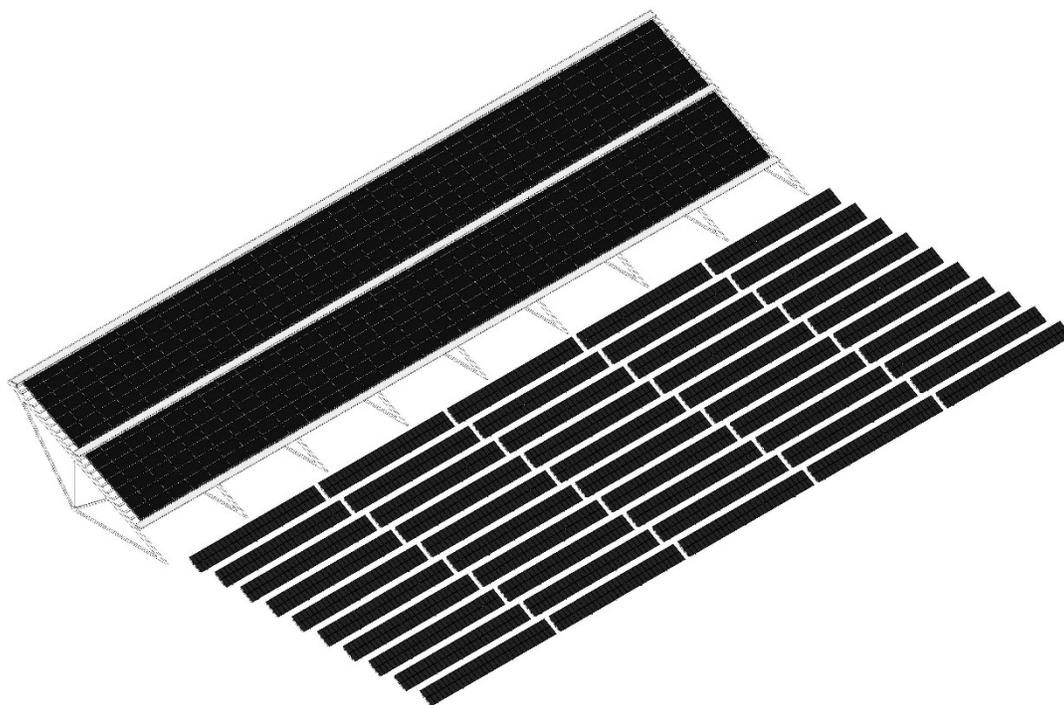
IMAGEN 128: LA SOMBRA GENERA UN AMBIENTE PROPICIO PARA PODER ALBERGAR LOS RESERVORIOS DE AGUA FITODEPURADA; QUE LUEGO ABASTECERÁ LOS PROCESOS HIDROPÓNICOS DENTRO DE LAS SHADOW HOUSE.

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

COMPARACIÓN

Artificios Solare / Disposición de mesas fotovoltaico convencional.





130

ARTIFICIO VS PANEL

El artificio presenta una ventaja frente al área requerida a nivel de suelo respecto al acomodamiento convencional de las estructuras portantes de los paneles y una reducción de la cantidad de senderos técnicos, los cuales se plasman en la creación de tres pasarelas para el mantenimiento técnico de las estructuras, observando la relación que existe entre el emplazamiento de las mesas de paneles fotovoltaicos convencionales y el emplazamiento de estructuras de mayor dimensión como es el Artificio.

La productividad a nivel energética no se modifica en relación al uso de los métodos mixtos de instalación fotovoltaica que propone el constructo; el artificio cubre un área productiva de 2500 m² (a nivel de cielo), contando con una capacidad de paneles instalados de 1250 módulos, en relación a las mesas fotovoltaicas convencionales

Generando una producción energética de 1.05MW por unidad, la cual representará un aporte mayor a la matriz energética del parque, ocupando un área menor a nivel de suelo. Los nuevos Artificios Solares representan una competitividad productiva para el desarrollo entre la espacialidad que estos generan entre el cielo y el suelo.

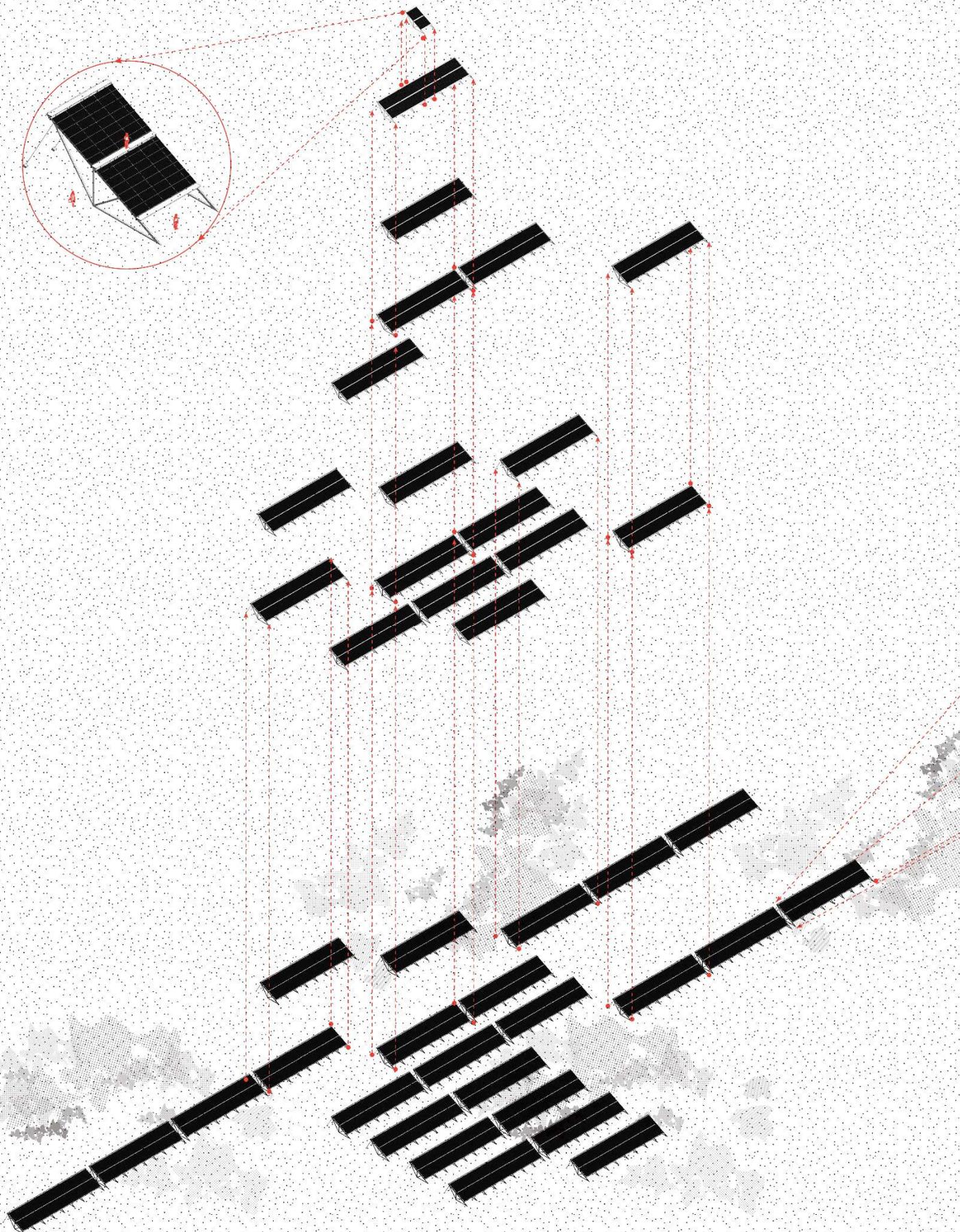
Gracias a una pequeña modificación de la estructura y el acomodamiento de las mesas fotovoltaicas, se logra aumentar y potenciar la capacidad productiva, con el mismo artificio, representando una ventaja para el desarrollo y producción de nuevas estructura fotovoltaicas.

IMAGEN 129: COMPARACIÓN EN PLANTAN DE REQUERIMIENTO SUPERFICIAL ENTRE ARTIFICIOS SOLARES Y DISPOSICIÓN DE PANELES FOTOVOLTAICOS EN MESAS TRADICIONALES.

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

IMAGEN 130: COMPARACIÓN VISTA ISOMÉTRICA RESPECTO AL REQUERIMIENTO SUPERFICIAL ENTRE ARTIFICIOS SOLARES Y DISPOSICIÓN DE PANELES FOTOVOLTAICOS EN MESAS TRADICIONALES.

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA



COLONIZADORES SOLARES

La autonomía productiva y la ausencia de contexto bajo la cual han sido desarrollados los Artificios generan una gran posibilidad de adaptación programática en diferentes territorios, siendo un artefacto que responde a una condición de ausencia de contexto gracias a la capacidad de generación fotovoltaica y sombra dentro de cualquier territorio en el que se emplacen. El artefacto como colonizador de los territorios (en los cuales llegue a situarse) brindan nuevas posibilidades para el desarrollo de asentamientos humanos, desarrollo urbano y usos diversos dentro de su espacialidad en relación a la sombra y a la producción energética, respondiendo de esa manera con una capacidad adaptativa a las características territoriales específicas de cualquier entorno, generando de esta manera una apropiación de diferentes contextos y territorios los cuales llegue a colonizar.

En palabras de Buckminster Fuller los territorios ocupados por las industrias se están convirtiendo en “sitios de intervención, desarrollo y generación”, siendo así los territorios que han sido “colonizados” por los parques fotovoltaicos catalizadores para nuevas intervenciones de diferentes órdenes, dentro de los que convergen un sinfín de posibilidades de exploración en su espacialidad. Mason White afirmó que *“La incorporación de recursos e industrias en las disciplinas del diseño es significativa en el camino que pueda moderar la sostenibilidad hacia la superficie productiva”*⁵¹ en ese sentido los artificios generan una posibilidad de incorporación de dichas industrias gracias a las condiciones de adaptabilidad que estos generan y en relación a las capacidad de adaptación con la que estos cuentan.

La incorporación de artificios al desierto transforma el imaginario de condiciones extremas por el de superficies productivas, por lo tanto los artificios son capaces de trazar un nuevo orden de trama urbana, la que es productiva en relación a un orden tecnológico que hasta el momento es deshumanizado, convirtiéndolo así en un “desierto urbanizado” mediante recursos tecnológicos que alteran el paisaje haciendo que “la naturaleza funcione”⁵².

Si bien la energía solar ha tomado posesión del paisaje desértico con una gran presencia en Atacama mediante paisajes tecnológicos fotovoltaicos, los artefactos han colonizando su vastedad pero de una manera individual, en relación a las grandes superficies a nivel de cielo las cuales ocupan y las intervenciones en el territorio que se genera con la infraestructura energética que permiten su funcionamiento.

IMAGEN 131: EL ARTIFICIO COMO COLONIZADOR, DESDE LA UNIDAD DEL MÓDULO, HASTA LA COLONIZACIÓN DEL TERRITORIO EN MASA.

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

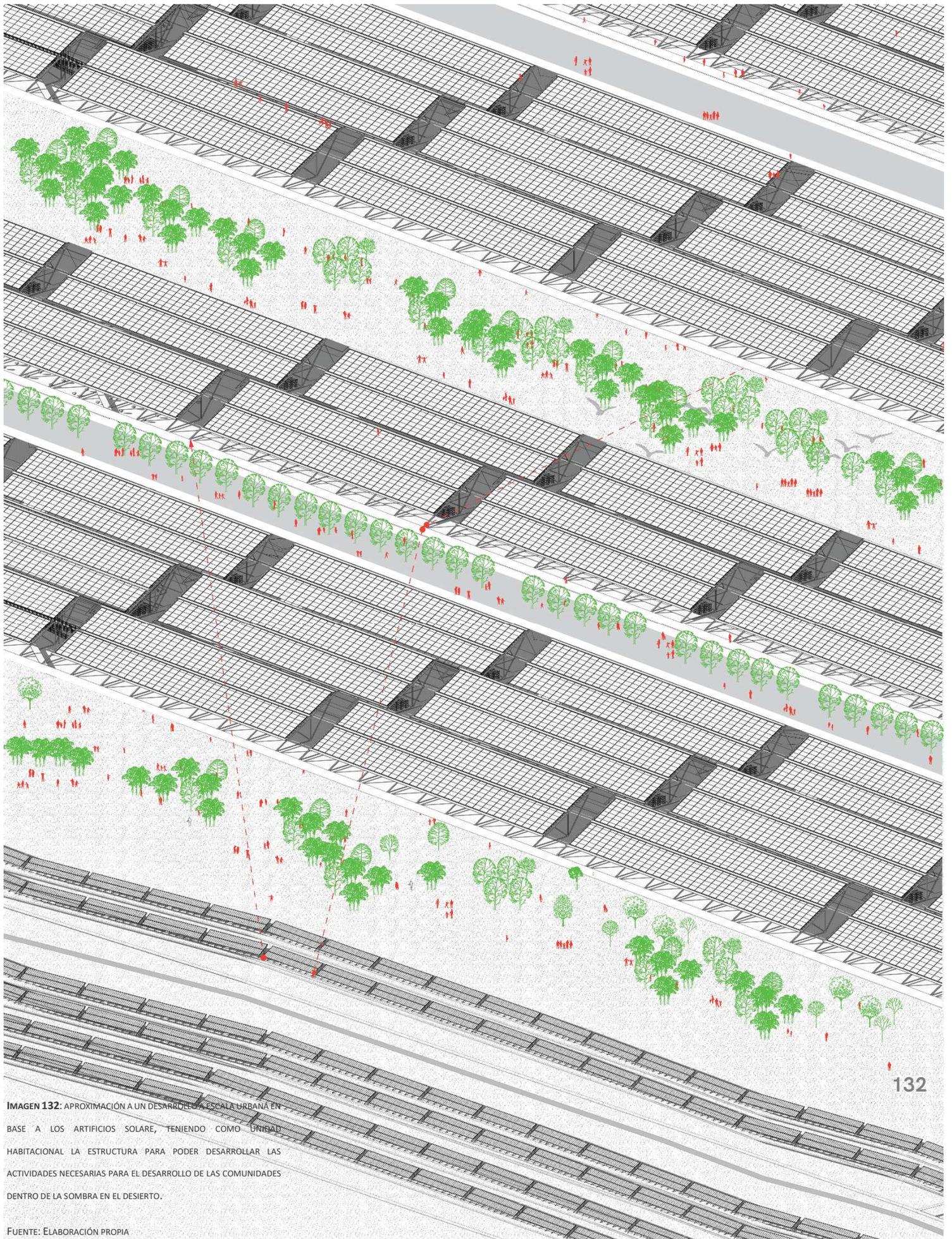
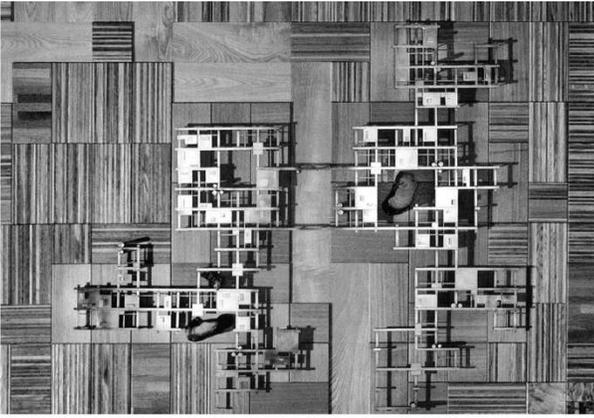
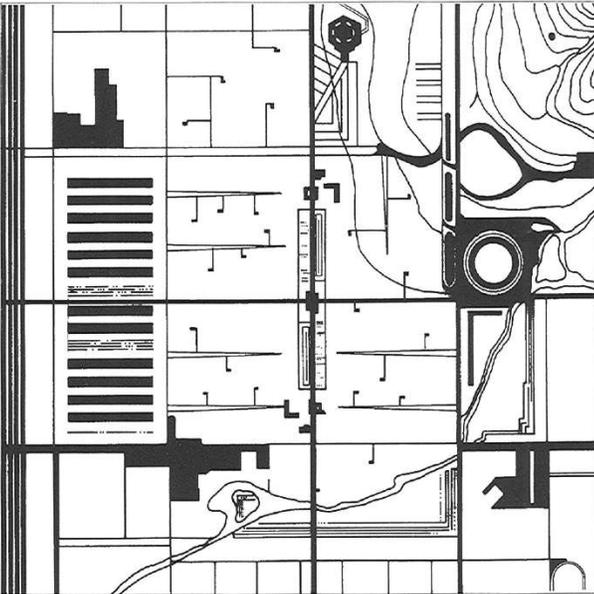


IMAGEN 132: APROXIMACIÓN A UN DESARROLLO A ESCALA URBANA EN BASE A LOS ARTIFICIOS SOLARE, TENIENDO COMO UNIDAD HABITACIONAL LA ESTRUCTURA PARA PODER DESARROLLAR LAS ACTIVIDADES NECESARIAS PARA EL DESARROLLO DE LAS COMUNIDADES DENTRO DE LA SOMBRA EN EL DESIERTO.

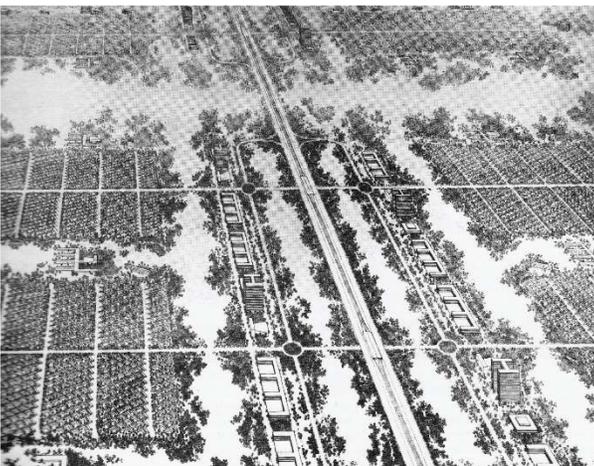
FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA



133



134



135

Los artefactos de captación fotovoltaica generan una apropiación del suelo a gran escala, mas no de la explotación del suelo como tal, por lo que el suelo es ocupado por la sombra, siendo así que su “explotación” es también un patrón de urbanización dentro del desierto a nivel de suelo y cielo, el cual puede llegar a ser un agente de cambio para la revisión de la manera en la cual cada una de estas centrales fotovoltaicas puedan llegar a generar un distrito fotovoltaico, teniendo el artefacto como elemento de conexión entre cada uno de las diferentes centrales, generando así una apropiación del suelo el cual puede ser el que delimite hacia donde debe de crecer la ciudad de Diego de Almagro dentro de su espacialidad.

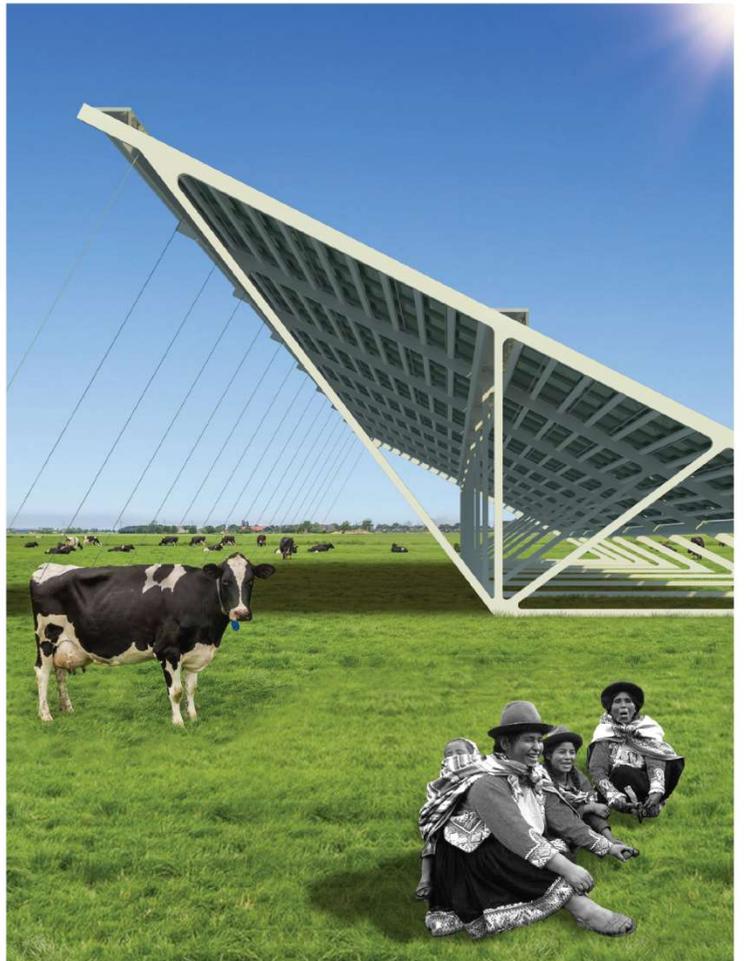
La idea de habitar el desierto con ciudades no es una idea nueva, proyectos como *Masdar Development*, en Abu Dhabi plantea la generación de una ciudad que en las condiciones áridas del desierto es capaz de domesticar y hacerle frente a la línea de desertificación para emplazar nuevos asentamientos humanos dentro de climas –por así decirlo– controlados, en territorios los cuales se muestran hostiles por sus condiciones geomorfológicas.

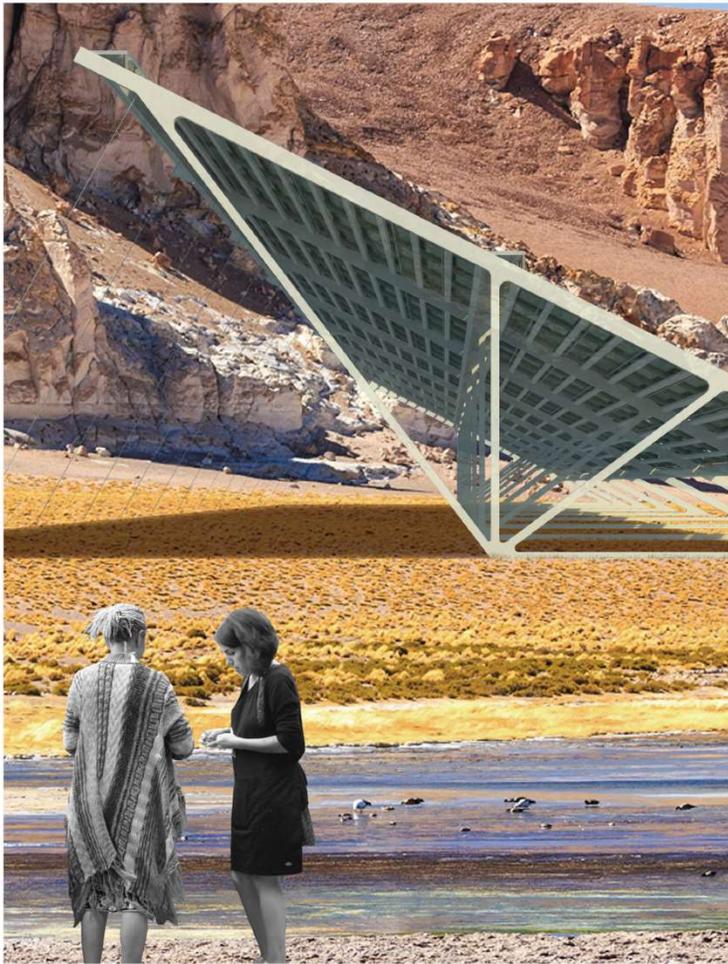
La generación de un urbanismo productivo en relación a Artificios, trae a la discusión la idea de las utopías planteadas en los años 50 y 60 como *Agronica* (por Andrea Branzi), *Broadacre City* (por Frank Lloyd Wright), *Agricultural City* (por Kisho Kurokawa) que planteaban una premisa de colonización de territorios en relación a un urbanismo agrícola.

Reconociendo así los desarrollos fotovoltaicos que junto a la producción agrícola son capaces de generar nuevas directrices urbanísticas para el desarrollo de una ciudad agrícola fotovoltaicas dentro de un territorio hostil, el cual no podría existir sin la producción de sombra que generan los artificios solares que en esta tesis se plantean.

La idea de una ciudad agrícola - fotovoltaica se plantea como una posibilidad de exploración bajo el concepto de “ciudad lineal” a lo largo de las vías de conexión entre los diferentes parque fotovoltaicos en la comuna de Diego de Almagro, el planteamiento de la ciudad lineal no es un concepto ajeno a Chile, uno de los pioneros de este planteamiento fue el arquitecto Chileno Carlos Carvajal Miranda⁵³, quien planteo y desarrollo una serie de propuestas de ciudades lineales para la ciudad de Santiago, inspirada en la utopía de la Ciudad Lineal de 1882.

Arturo Soria y Mata⁵⁴ –fue quien inspiro a Carvajal– plantea una de las premisas para el desarrollo de la propuesta lineal dentro de un concepto casi utópico quien decía que “*Para cada familia*





*una casa; en cada casa, una huerta y un jardín*⁵⁵, adaptando dicho planteamiento en relación al Artificio como detonantes Para el desierto y para los habitantes, por el de “Para cada familia una Artificio; en cada Artificio, una huerta y un jardín”.

Sus condiciones casi “genéricas” dan como resultado un constructo con capacidades adaptativas a diferentes sitios, latitudes y climas, que aun en condiciones opuestas no altera la producción de los recursos que dan vida a la propuesta del Artificio (Producción energética y sombra)

Si bien el Artificio Solar se planea como una pieza para el emplazamiento dentro de la planta Agrovoltaica Pueblo Hundido, o como un conector estratégico para el desarrollo de un urbanismo agrícola dentro de Diego de Almagro, el mismo en su condición de ausencia de contexto responde a características productivas más allá de su emplazamiento en específico.

El Artificio alberga los desarrollos hidropónicos (que se plantean dentro de esta tesis), pero en un contexto ajeno al desierto de Atacama es capaz de mutar y adaptarse para responder a las diferentes necesidades de uso que puede albergar dentro de su sombra y espacialidad, capaz de desarrollar nuevas actividades productivas pertinentes a su contexto en relación a los recursos presentes en cada emplazamiento, capaz de mutar con adiciones y sustracciones, como en la disposición de las instalaciones respecto a su cubierta.

Siendo aptos para modificar su materialidad y grado de permeabilidad entre luz, sombra y producción energética, en relación a la demanda que deba de sustentar sus superficies productivas; definida por los usuarios que habitaran su espacialidad.

El Artificio Solar llega a ser un ente autónomo –por así decirlo– respecto a su emplazamiento, capaz de existir desde la unidad hasta el desarrollo de un nuevo modelo de urbanización, el cual se genera por agrupaciones de artefactos fotovoltaicos, como piezas de colonización en el territorio, abriendo las posibilidades de exploración y desarrollo programático para diferentes emplazamientos sin tener que alterar sus condición productiva.



IMAGEN 132: AGRICULTURAL CITY, KISHO KUROKAWA 1960

FUENTE: ARCHEYES.COM/AGRICULTURAL-CITY-KUROKAWA-KISHO/

IMAGEN 133: BROADACRE CITY FRANK LLOYD WRIGHT

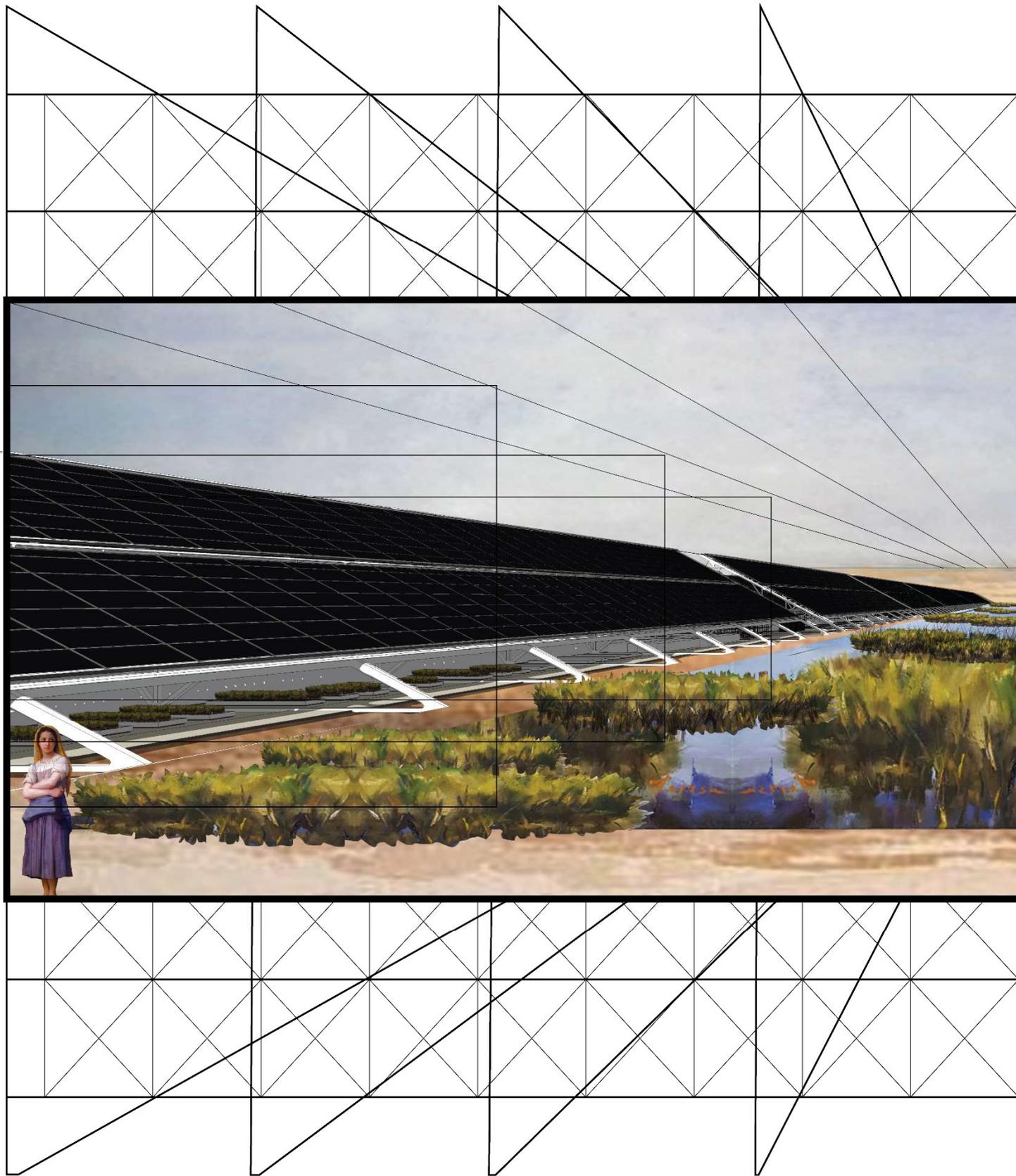
FUENTE: MEDIARCHITECTURE.AT/ARCHITEKTURTHEORIE/BROADACRE_CITY/2011_BROADACRE_MODEL_EN.SHTML

IMAGEN 134: “LA CIUDAD EN EL PAISAJE”, 1944. [DE LUDWIG HILBERSEIMER, THE NEW CITY

FUENTE: PLACESJOURNAL.ORG/ARTICLE/HISTORY-OF-AGRARIAN-URBANISM/?CN-RELOADED=1

IMAGEN 135: COLLAGE SUGERENTES DE POSIBLES USOS Y EMPLAZAMIENTOS RESPECTO AL ARTIFICIO

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA



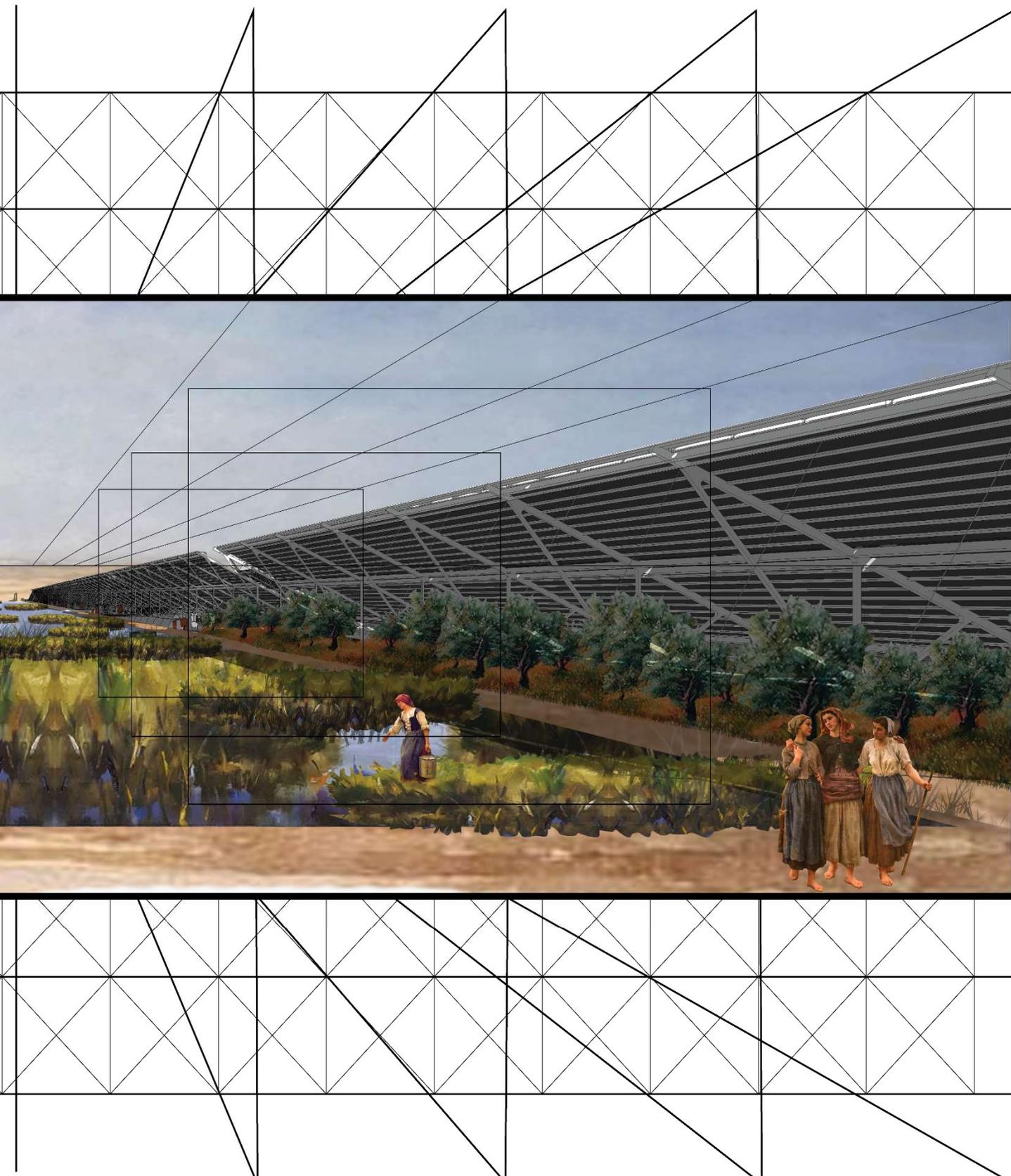
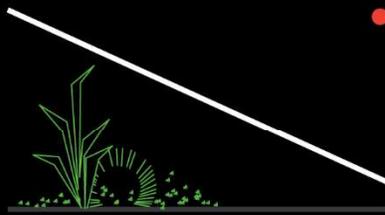


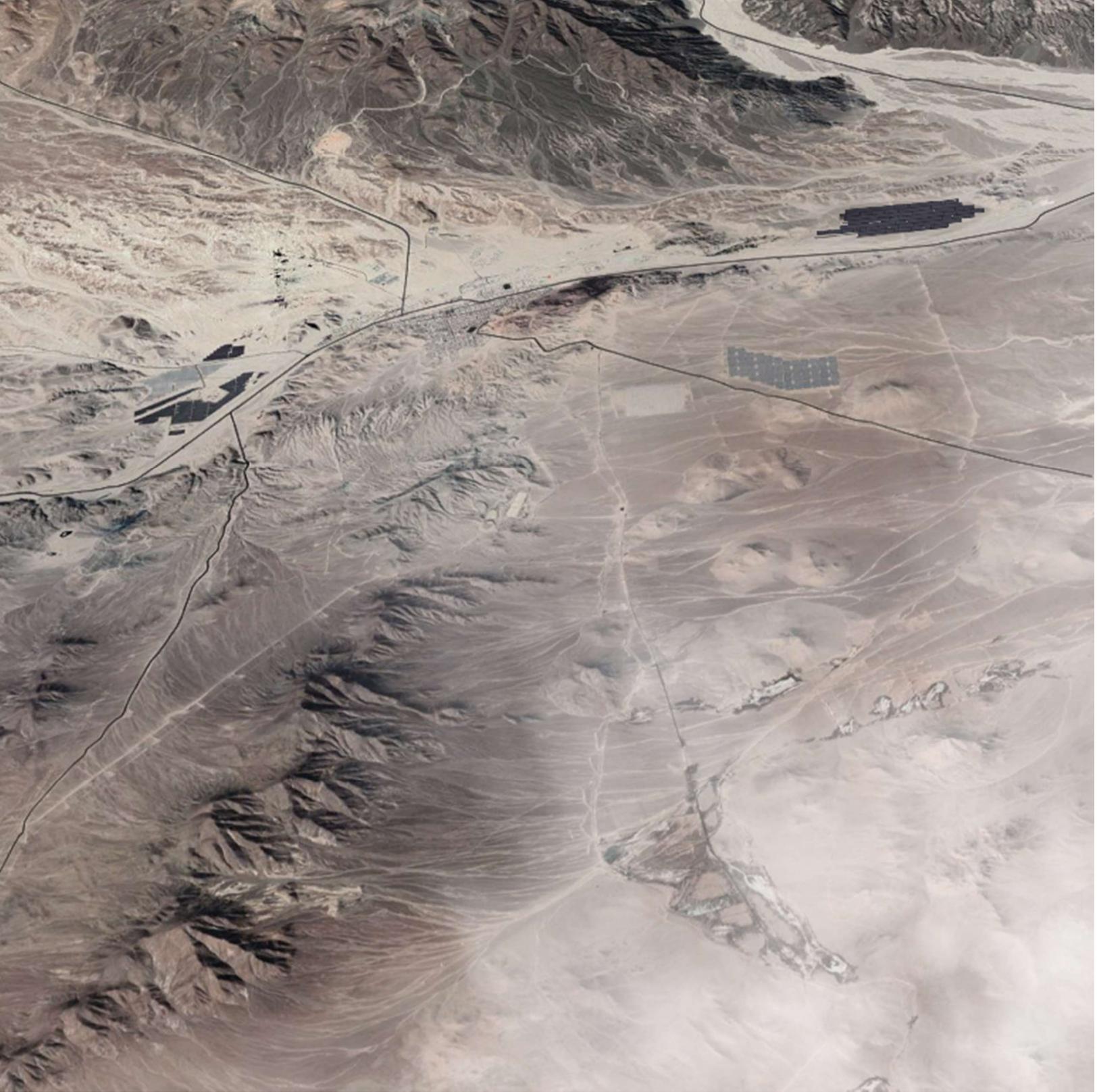
IMAGEN 137: REINTERPRETACIÓN DE FRANJA CENTRAL, DENTRO DE LA PLANTA AGROVOLTAICA PUEBLO HUNDIDO; LA IMAGEN BUSCA EXPRESAR LA DUALIDAD QUE EXISTE ENTRE LA ZONA ÁRIDA DEL PANEL Y LA POSIBILIDAD DE GENERACIÓN DE ZONAS QUE REVERDECEN DENTRO DE LA SOMBRA, BAJO LOS ARTIFICIOS SOLARES.

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Las imágenes que a continuación se presentan, son la primera aproximación proyectual del Artificio; desarrollada en el Workshop titulado **El Oasis**, para el Arquitecto **Nicolás Norero**. La exploración desarrolló aproximaciones a los ambientes que la condición material respecto a la envolvente del Artificio Solar es capaz de generar; ilustrando de esta manera la capacidad productiva y paisajista que habita la sombra generada por los artefactos fotovoltaicos, delimitando condiciones interior / exterior generadas por la sombra creada. Y como la domesticidad de la misma en ambientes hostiles –como en el caso de Atacama– llega a ser un catalizador para nuevos desarrollos productivos, –si bien– esta selección de imágenes no corresponde en su totalidad a la producción final de la propuesta, se decide incluirla para poder mostrar el proceso evolutivo del Artificio y como parte del imaginario del proyecto.



EL OASIS



La propuesta agrovoltaica Pueblo Hundido se conecta con Diego de Almagro por la Ruta C-13, localizado a 2 KM de distancia desde la salida del poblado Hasta el acceso del proyecto, El proyecto por lo tanto genera una franja para el uso de la comunidad en la zona protegida del borde del rio, mediante la revalorización del borde del rio.



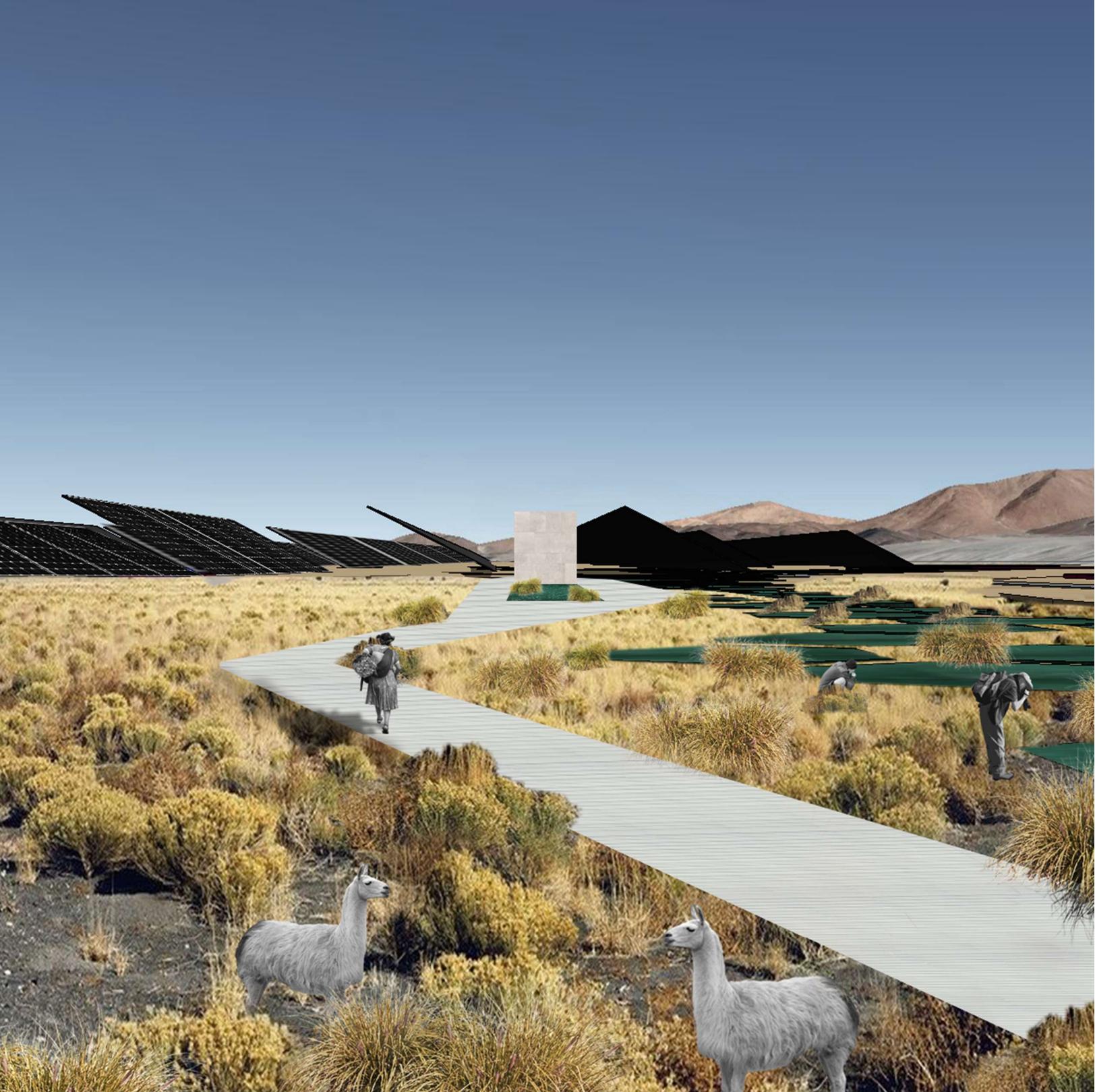
El primer acercamiento al proyecto, es la estructura de los Artificios Solares que constituyen un nuevo paisaje, Creando una nueva gama de colores contrastantes con el paisaje árido del desierto.



El sistema de artificios solares genera una zona de remediación en torno al cauce del río El Salado, que tendrá una vocación de espacio público y desde el cual se puede apreciar una visión del conjunto desde la perspectiva peatonal, a condición escalar y material entre lo construido y lo no construido, establece así una relación entre lo natural y lo artificial.



Al ponerse en contacto con la superficie de los artificios, se tiene una nueva visión, de los paisajes tecnificados que ocupan las superficies energéticas, poniendo en perspectiva, la autonomía productiva de estas centrales energéticas, respecto a la ausencia de las personas que estas requieren para operar de manera eficiente, demostrando que el humano, llega a ser solo un visitante a nivel de cielo, en los artificios solares.



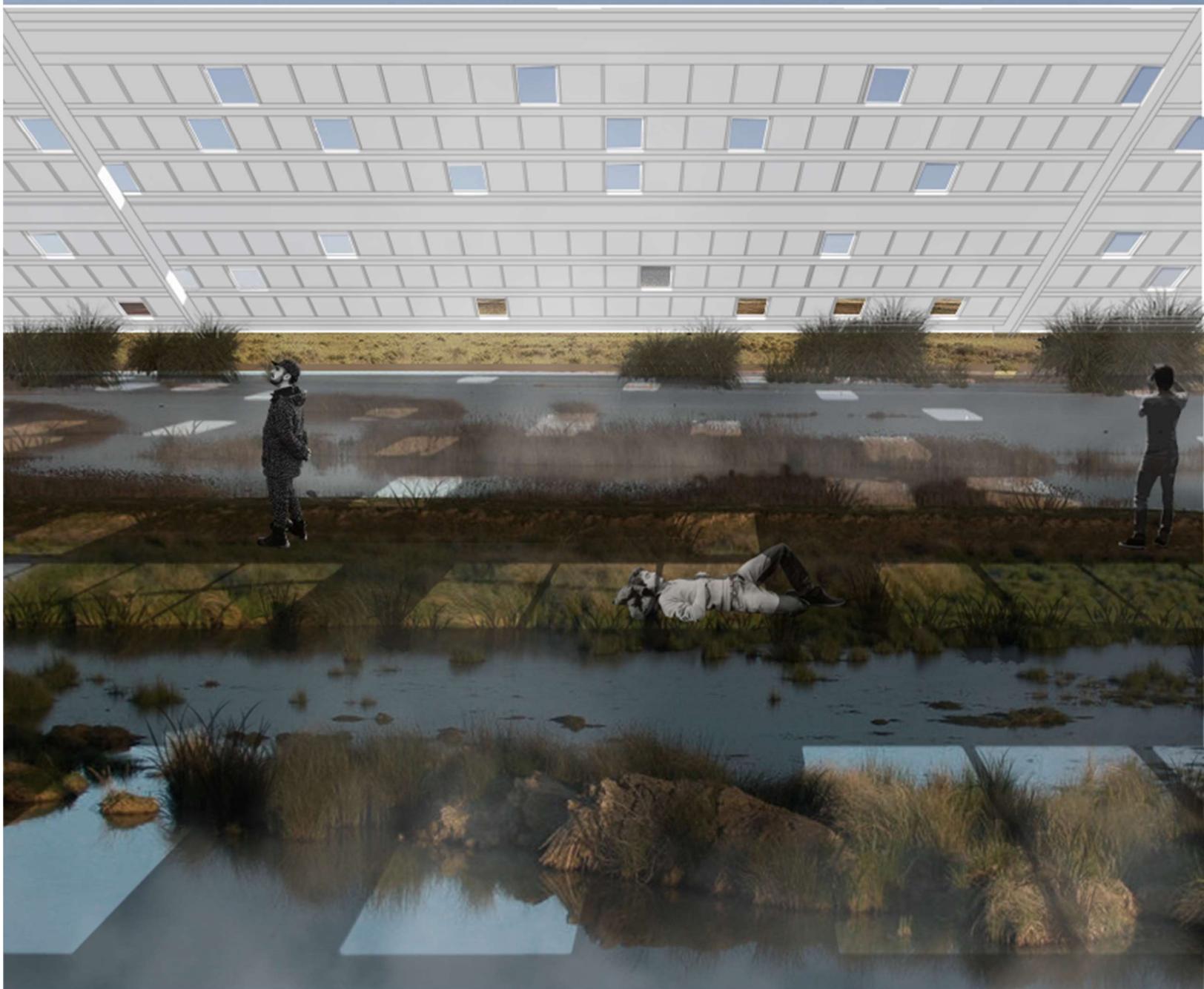
Un paisaje casi infinito al ojo humano se crea por los artificios, generando una experiencia visual entre un juego de luces y sombras que se proyectan en el suelo, por los artefactos técnicos que requieren las plantas fotovoltaicas para su funcionamiento, generando un dialogo con una condición más sensible del paisaje creado, entre lo natural y lo artificial.



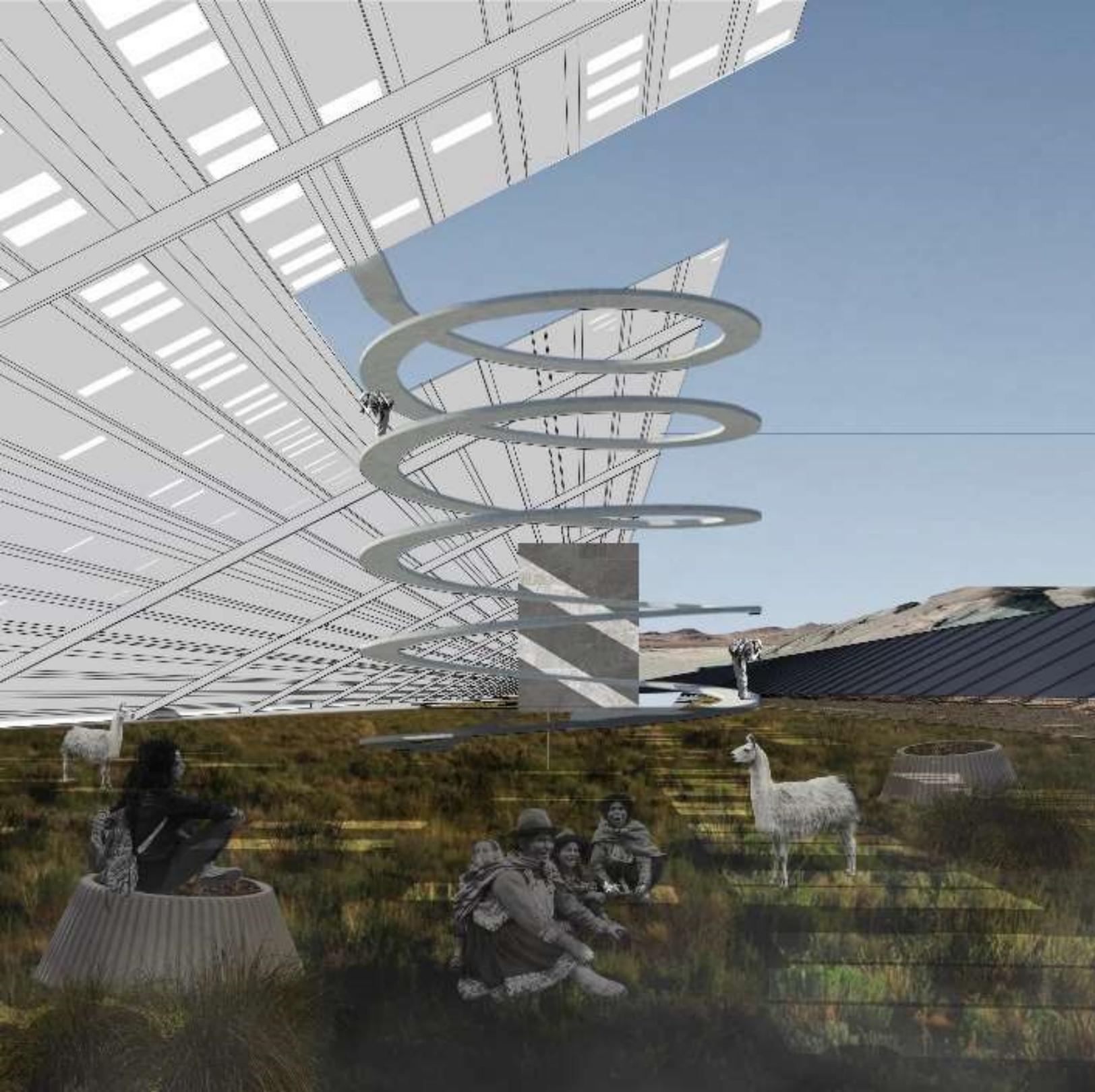
El acceso en el recorrido turístico, sumerge al habitante en la sombra que proyectan los artificios solares, poniendo en contacto al visitante con el espacio cambiante entre los artificios solares o invernaderos productivos, este lugar permite experimentar las texturas, colores, sensaciones que se generan bajo las superficies energéticas.



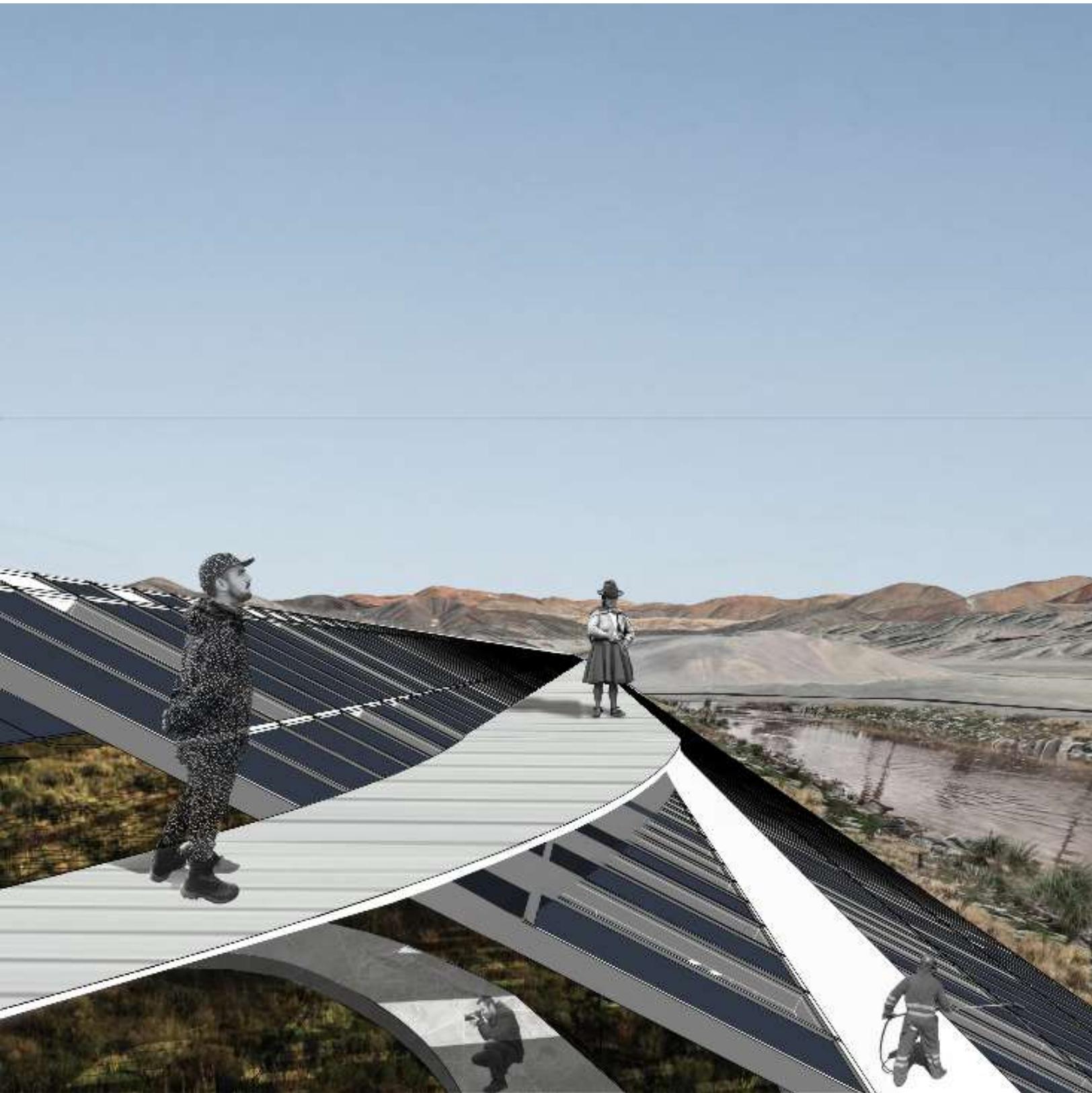
La modificación de la condición atmosférica (aportada por la sombra), permite crear diferentes momentos que se desarrollan entre áreas de producción y zonas de relaxo para los usuarios, y entre recorridos que cambian la perspectiva y percepción infinita y finita a los usuarios.



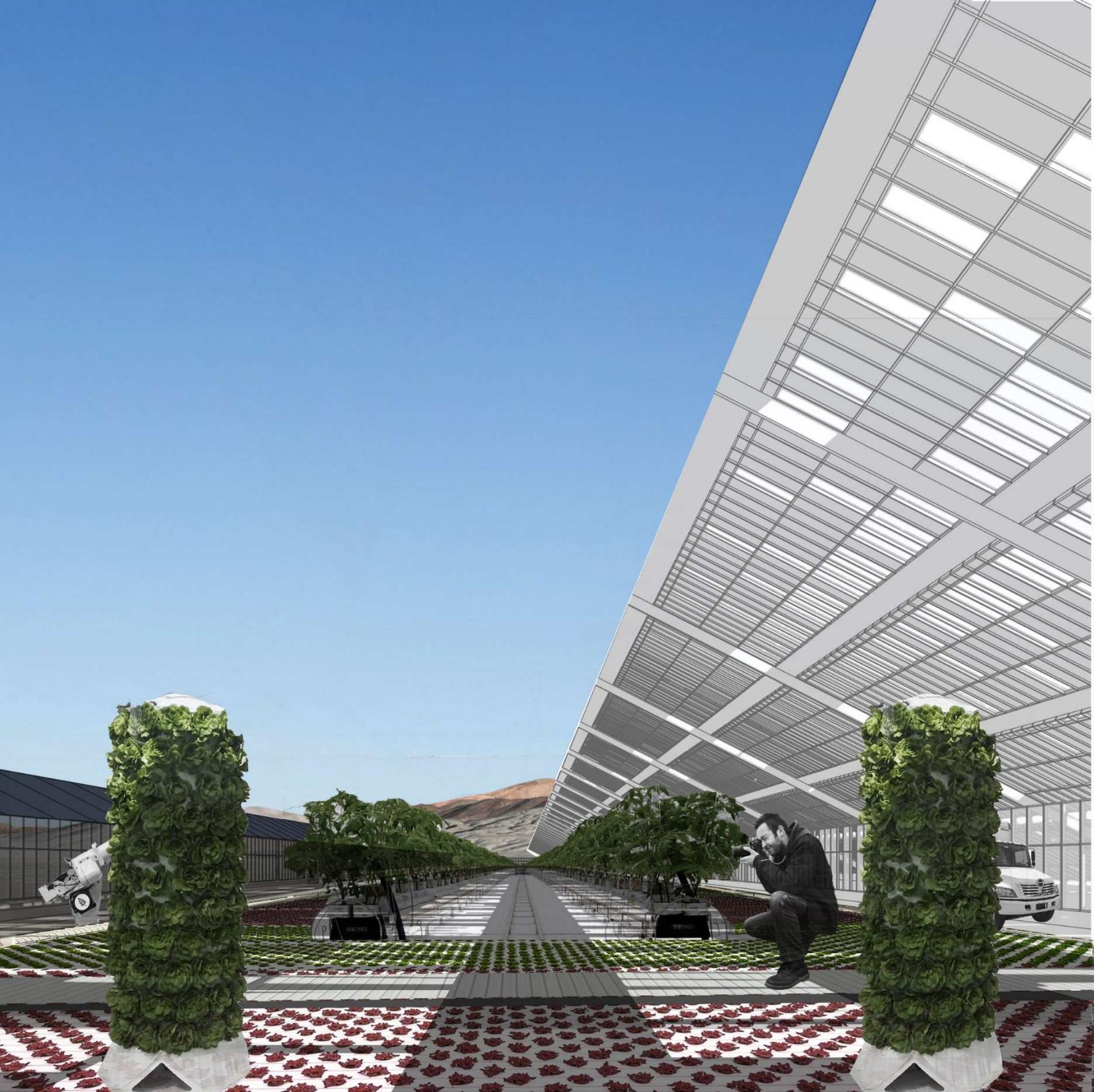
El eje central en la zona productiva, crea una franja de vegetación entorno del agua fitodepurada de los humedales, el cual crea zonas que generan un paisaje de agua en medio del desierto, aportando un valor estético dentro de las superficies tecnificadas del parque agrovoltaico.



Los artificios, generan diferente manera de configuración de la estructura, para la exploración de las mismas, una rampa se muestra como una adhesión a la estructura base, para poder descubrir los artificios desde el suelo hasta el cielo.



Otra aproximación perceptual, es el recorrido elevado que establece una relación tridimensional de la experiencia, entre suelo y cielo que articula los grandes artificios solares, con el paisaje inhóspito del desierto y el oasis creado.



Las diferentes posibilidades de producción hidropónica dentro de la estructura, representan una ventaja productiva respecto a su utilización a nivel de suelo y su posibilidad de exploración respecto a lo que se necesita y se debe producir, estos aspectos y factores, los define el usuario de cada una de las diferentes granjas hidropónicas, Las zonas hidropónicas, se desarrollan bajo las superficies infinitas generadas por las mesas fotovoltaicas, creando una acupuntura productiva, dentro de la sombras.



Los Humedales Fito depuradores para el abastecimiento de agua del complejo o sistema productivo hidropónico del proyecto, se generan a partir de la sombra que evita la evapotranspiración de los mismos, cumpliendo a la vez una función de contención de crecidas del río El Salado.

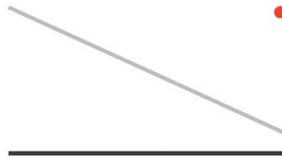


El paisaje nocturno que se genera en las franjas productivas, — entre los artificios solares y los procesos de fitodepuración—, crea una atmosfera tecnificada en un paisaje que se aleja del imaginario del desierto, creando un contraste entre, luz, sombra paisaje y arteificio.

CONCLUSIONES

1. En la actualidad existen diferentes tipos de montajes para la instalación fotovoltaica utilizados por diferentes parques fotovoltaicos, (siendo definidos por cada una de estas centrar en relación a su orientación respecto a la trayectoria solar, costo, capacidad de producción energética, etc) de tipo estáticos o sistemas más Tecnificados de seguimiento solar. Dichas instalaciones fotovoltaicas son capaces de generar estructuras habitables a través de la reconfiguración de los sistemas técnicos de montajes empleados por cada una de ellas, enfocadas en su condición espacial y productiva. De esta forma, son capaces de generar un mayor beneficio a las comunidades aledañas, gracias a los estratos intermedios habitables que se desarrollan entre el cielo del panel y el suelo. Así, los Artificios Solares presentan una ventaja de emplazamiento respecto a los sistemas tradicionales , ya que estos al ser estructuras reconfiguradas basadas en un sistema de montaje estático generan una mayor espacialidad y gracias a la sombra que proyectan, sirven como catalizadores para el desarrollo de nuevas actividades en sus estratos a nivel de suelo, creando zonas amplias y vastas para el desarrollo y emplazamiento de nuevas industrias con diferentes posibilidades programáticas bajo la sombra.
2. Al entender la sombra como un programa, los Artificios Solares generan una posibilidad de desarrollo programático en su condición espacial. Capaz de definir un orden y área de intervención potencial para nuevas actividades productivas, que involucren una combinación entre centrales fotovoltaicas con diferentes industrias que se beneficien de la espacialidad de las estructuras fotovoltaicas. Conservando así la escala productiva a nivel de cielo del Artificio respecto a la producción energética, utilizando el nivel de suelo (hasta el momento no explotado) para el desarrollo de programas (industriales, agrícolas entre otros) Reconociendo así, la sombra como un recurso productivo equivalente a la producción energética. Así la escala que adquiere el constructo es detonante para el desarrollo multi-escalar productivo dentro de una misma estructura y superficie, que habitan dentro de la sombra producida por el Artificio Solar.
3. La escases hídrica en zonas desérticas, ha sido y seguirá siendo una de las principales limitantes para el desarrollo agrícola en zonas áridas, debido a la demanda de agua que dicha actividad requiere. Es por eso que una de las soluciones para el desarrollo agrícola es posible hoy gracias a la tecnología y procesos de reutilización de las aguas residuales generadas por la ciudad o actividad industrial, mediante procesos de tratamiento de aguas residuales es posible aportar de este necesario recurso y así generar nuevos ciclos productivos para el beneficio de las comunidades y el territorio.
4. El agua es el milagro en el desierto, la obtención de agua mediante tratamiento de aguas grises, genera dos beneficios productivos latentes: Por un lado se genera una red de abastecimiento hídrico de agua fitodepurada para el desarrollo de actividades aptas para la agricultura. Por otro lado, se genera un nuevo paisaje que hace reverdecer el desierto por el aumento de humedad, se genera un oasis, trayendo beneficios para las comunidades y para las diferentes especies endémicas que se apoderan y repoblarán el área nivel de suelo, generando una nueva biodiversidad en relación a los procesos productivos y de aguas.
5. Los Artificios Solares, en su nivel de constructo llegan a ser maquinas energéticas altamente productivas — pero más allá de eso —, los Artificios intentan dialogar con el paisaje circundante, reconociendo la escala infinita del territorio en el que se emplazan, siendo así el aporte más significativos (que generan estas estructuras) la domesticación de grandes superficies en el desierto. Es por eso que los potenciales desarrollos dentro de su espacialidad son posibles de habitar por las sombras, las dimensiones que aporta la reconfiguración de las estructuras fotovoltaicas y la generación de un mayor grado de ocupación dentro de los artefactos tecnificados.
6. La industria energética renovable , ha sido en las últimas décadas uno de los más grandes aportes para la reducción de la huella de carbono que generan las ciudades y los humanos (Debido a la demanda energética que estos requieren y aun cuando los beneficios de estos proyectos energéticos son valorables , se puede aumentar los beneficios productivos y sociales de estos proyectos energéticos Generando de esta manera, nuevas relaciones con diferentes actores que involucren a las comunidades aledañas, en convenios entre proyectos energéticos y alianzas públicos privadas , para el desarrollo de una industria que sea altamente productiva , pero que involucre no solo aspectos técnicos , sino sea un aporte socio cultural y a la sustentabilidad del territorio .
7. El diseño de una estructura con alto grado de autonomía respecto a su emplazamiento —como El Artificio—. Es capaz de adaptarse a cualquier tipo de territorio (y mutar con el). Gracias a su condición casi "genérica" y a su ausencia de contexto, el Artificio responde productivamente a sus recursos producidos (energía y sombra), más allá que a su posición geográfica. Resultando ser de esta manera una estructura que brinda condiciones para el desarrollo de un sinfín de nuevos usos programática (entre el suelo y el cielo del artefacto). Desde el emplazamiento del Artificio como unidad hasta la agrupación de las estructuras; los artefactos energéticos llegan a ser colonizadores autónomos de los territorios en los que se emplazan, capaces de generar un urbanismo en

Relación a la sombra. Dicho planteamiento genera una idea atractiva (para explorar en un futuro) mediante el desarrollo de estructuras altamente productivas (que combinen producción energética, sombra y Artificio, sin importa su posición geográfica) un tema de exploración en futuras investigaciones. Esperando de esta manera que la propuesta que aquí se plantea con los Artificios Solares, sea un detonante de dudas que haga germinar la curiosidad en nuevos investigadores, un tema a explorar en un futuro.



BIBLIOGRAFÍA

ALIAGA, Lia. 2016. lofscapes. *lofscapes*. [En línea] lofscapes, 25 de 10 de 2016. [Citado el: 14 de 04 de 2020.] <http://lofscapes.com/taller-atacama-el-relato-del-sitio/>.

PRIETO, Eduardo. 2017. *Arcadia bajo vidrio*.

WEIZMAN, Eyal. 2019. *ARQ 93 SUELOS*, Santiago : Ediciones Arq, 2019, Vol. 93.

BECERRA, Andrea. 2019. Reciclar más agua: resolución de año nuevo para América Latina. *Reciclar más agua: resolución de año nuevo para América Latina*. [En línea] 17 de 01 de 2019. [Citado el: 12 de 10 de 2019.] <https://www.nrdc.org/es/experts/erika-moyer/reciclar-agua-resolucion-ano-nuevo-america-latina>.

BIBLIOTECA NACIONAL DEL CONGRESO DE CHILE .

Hidrografía regional de Atacama. *Hidrografía regional de Atacama*. [En línea] [Citado el: 14 de 10 de 2019.] <https://www.bcn.cl/siit/nuestropais/region3/hidrografia.htm>.

CABEZAS, René. Renecabezas.com. *Renecabezas.com*. [En línea] [Citado el: 07 de 07 de 2020.] <https://renecabezas.com/hidroponia-aqui-adquiera-tu-curso-completo/>.

CASTRO, Jorge. 2016. Clarin Rural. *Clarin Rural*. [En línea] 26 de 04 de 2016. [Citado el: 22 de 10 de 2019.] https://www.clarin.com/rural/agro-israeli-tecnificados-mundo_0_E1mxtLXxb.html.

Chile vive sano. *Chile vive sano*. [En línea] El Mercurio, 05 de 05 de 2017. [Citado el: 1 de 07 de 2020.] <http://www.chilevivesano.cl/noticias/productores-de-cultivos-hidroponicos-aumentan-cosechas-en-desierto-de-atacama>.

EL ESPACIO INTERMEDIO. 2017. El espacio intermedio. *El espacio Intermedio*. [En línea] 2017. [Citado el: 11 de 16 de 2019.] <https://elespaciointermedio.wordpress.com/servicios/>.

Espores, Revista. 2011. Espores La veu del Botànic. *Espores La veu del Botànic*. [En línea] 30 de 1 de 2011. [Citado el: 17 de 11 de 2019.] <https://espores.org/es/agricultura/agricultura-en-el-desert.html>.

BÉLANGER, Piere. 2016. *EXTRACTION*. 2016. s.l. : Ediciones ARQ, 2016, Vol. 93.

FERNÁNDEZ, Alex. 2013. Todo el Campo . *Todo el Campo*. [En línea] Solcre, 11 de 1 de 2013. [Citado el: 10 de 11 de 2019.] <https://www.todoelcampo.com.uy/agricultura-en-el-desierto-15?nid=5247>.

GONZALES, Agustina. 2015. *FOOD NETWORK*. 2015. Rosario : Ediciones ARQ, 2015, Vol. 93.

Global Solar Atlas. Global Solar Atlas. *Global Solar Atlas*. [En línea] [Citado el: 22 de 09 de 2019.] <https://globalsolaratlas.info/map?c=-26.165299,-69.748077,10&s=-26.370955,-70.068054&m=site>.

Grupo editorial Editec. 2012. Electricidad, la revista energética de Chile. *Electricidad, la revista energética de Chile*. [En línea] Editec, 19 de 11 de 2012. [Citado el: 01 de 12 de 2019.] <http://www.revistaei.cl/2012/11/19/atacama-tiene-un-potencial-de-160-mil-mw-de-energia-solar-y-eolica/#>.

Hernández, Noelia. 2018. Nobbots, Tecnología para personas. *Nobbots, Tecnología para personas*. [En línea] 26 de 06 de 2018. [Citado el: 30 de 11 de 2019.] <https://www.nobbot.com/futuro/cultivar-desierto-nanoarcilla/>.

In Naturale. 2019. Agrovoltaica, El encuentro entre agricultura y energía solar. *Agrovoltaica, El encuentro entre agricultura y energía solar*. [En línea] 31 de 10 de 2019. [Citado el: 10 de 11 de 2019.] <https://www.innaturale.com/es/agrovoltaica-el-encuentro-entre-agricultura-y-energia-solar/>.

Ministerio de Energía. 2017. Programa Energía Solar . *Programa Energía Solar*. [En línea] Ministerio de Energía, 08 de 03 de 2017. [Citado el: 20 de 10 de 2019.] <https://investchile.gob.cl/wp-content/uploads/2017/04/Invest-Chile-PPTSolarPDF.pdf>.

PÉREZ, Enrique. 2019. Xalaka. *Xalaka*. [En línea] 10 de 02 de 2019. [Citado el: 06 de 08 de 2019.] <https://www.xataka.com/energia/gran-muralla-china-sol-planta-solar-grande-mundo-cubre-1-200-km2-esta-ubicada-desierto-tengger>.

PÉREZ, Vallejo. 2019. El desafío de crear un vergel en el desierto. *El desafío de crear un vergel en el desierto*. [En línea] 22 de 03 de 2019. [Citado el: 10 de 11 de 2019.] <http://lanacion.cl/2019/03/22/el-desafio-de-crear-un-vergel-en-el-desierto-de-atacama/>.

Pivote, Planeta. 2017. PIVOTE: La revolución circular del riego. *PIVOTE: La revolución circular del riego*. [En línea] 02 de 2017. [Citado el: 01 de 09 de 2019.] <http://www.redagricola.com/cl/pivotes-la-revolucion-circular-del-riego/>.

RIVEIRO, Alex. 2015. Astrobitácora. *TERRAFORMACIÓN DE PLANETAS: ENTRE LA REALIDAD Y LA FICCIÓN*. [En línea] 09 de 11 de 2015. [Citado el: 07 de 10 de 2019.]

<https://www.astrobitacora.com/terraformacion-de-planetas-entre-la-realidad-y-la-ficcion/>.

SAN, Eva. 2018. CENTRO DE TECNOLOGÍAS PARA ENERGÍA SOLAR . *CENTRO DE TECNOLOGÍAS PARA ENERGÍA SOLAR - FRAUNHOFER CHILE RESEARCH. ESTRATEGIA ENERGÉTICA LOCAL INFORME FINAL Comuna Diego de Almagro.* [En línea] 2018. [Citado el: 15 de 10 de 2019.]

<https://docplayer.es/79738658-Centro-de-tecnologias-para-energia-solar-fraunhofer-chile-research-estrategia-energetica-local-informe-final-comuna-diego-de-almagro.html>.

Solar Energy Industries Association. 2019. Utility -Scale Solar Power. *Utility -Scale Solar Power.* [En línea] 2019. [Citado el: 10 de 11 de 2019.] <https://www.seia.org/initiatives/utility-scale-solar-power>.

SOLUCIONES INTEGRALES. 2017. Circulos de vida en pleno desierto de Sahara. *Circulos de vida en pleno desierto de Sahara.* [En línea] 5 de 10 de 2017. [Citado el: 17 de 10 de 2019.]

<https://www.solucionesintegralesendesa.com/blog/sostenibilidad/curiosidades/desde-el-satelite/circulos-cultivo-sahara-egipto/>.

ANEXOS

PLANTAS PV EN EL MUNDO CON POTENCIAL MAYOR A 300 MW / POTENCIAL SOLAR

ZONAS CON MAYOR RADIACION SOLAR

III Region - Diego de Almagro.



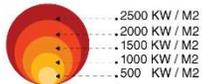
ARTIFICIOS SOLARES

CULTIVANDO EL DESIERTO DE ATACAMA ENTRE EL CIELO Y EL SUELO DE DIEGO DE ALMAGRO

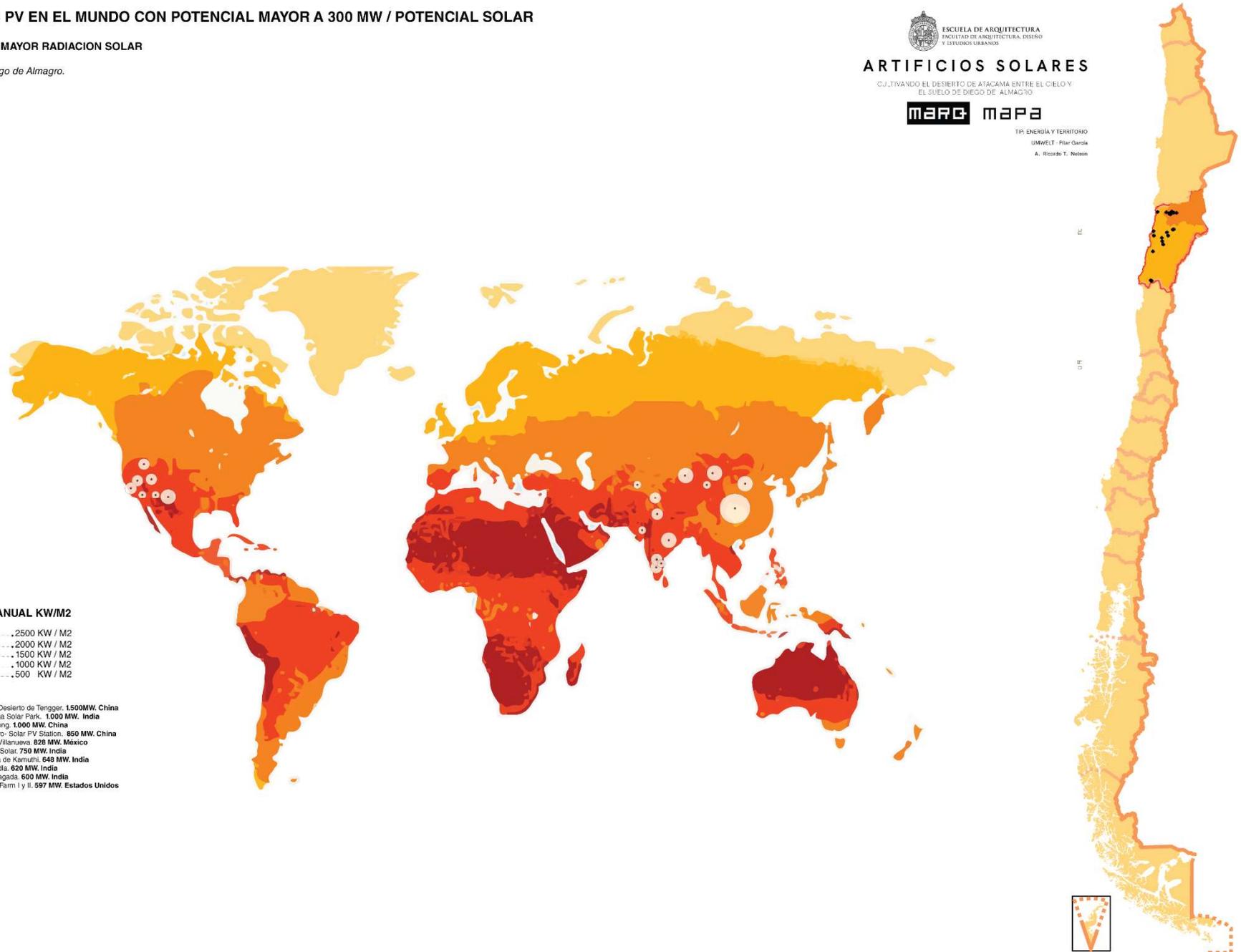
MARQ MAPA

TIP: ENERGÍA Y TERRITORIO
UMWEIT - Pilar García
A. Ricardo T. Nelson

RADIACIÓN ANUAL KW/M2



- 1 - Parque Solar del Desierto de Tengger, 1.500 MW, China
- 2 - Kurnool Ultra Mega Solar Park, 1.000 MW, India
- 3 - Parque Solar Datong, 1.000 MW, China
- 4 - Longyangxia Hydro- Solar PV Station, 850 MW, China
- 5 - Parque Solar PV Villanueva, 828 MW, México
- 6 - Rewa Ultra Mega Solar, 750 MW, India
- 7 - Planta fotovoltaica de Kamuthi, 648 MW, India
- 8 - Parque solar Bhadla, 620 MW, India
- 9 - Parque Solar Pavagada, 600 MW, India
- 10 - Solar Star Solar Farm I y II, 597 MW, Estados Unidos



Fuente: radiation (insolation) map is based on values from Meteornorm.[2]
<https://elperiodicodelaenergia.com/las-10-mayores-plantas-fotovoltaicas-del-mundo/>

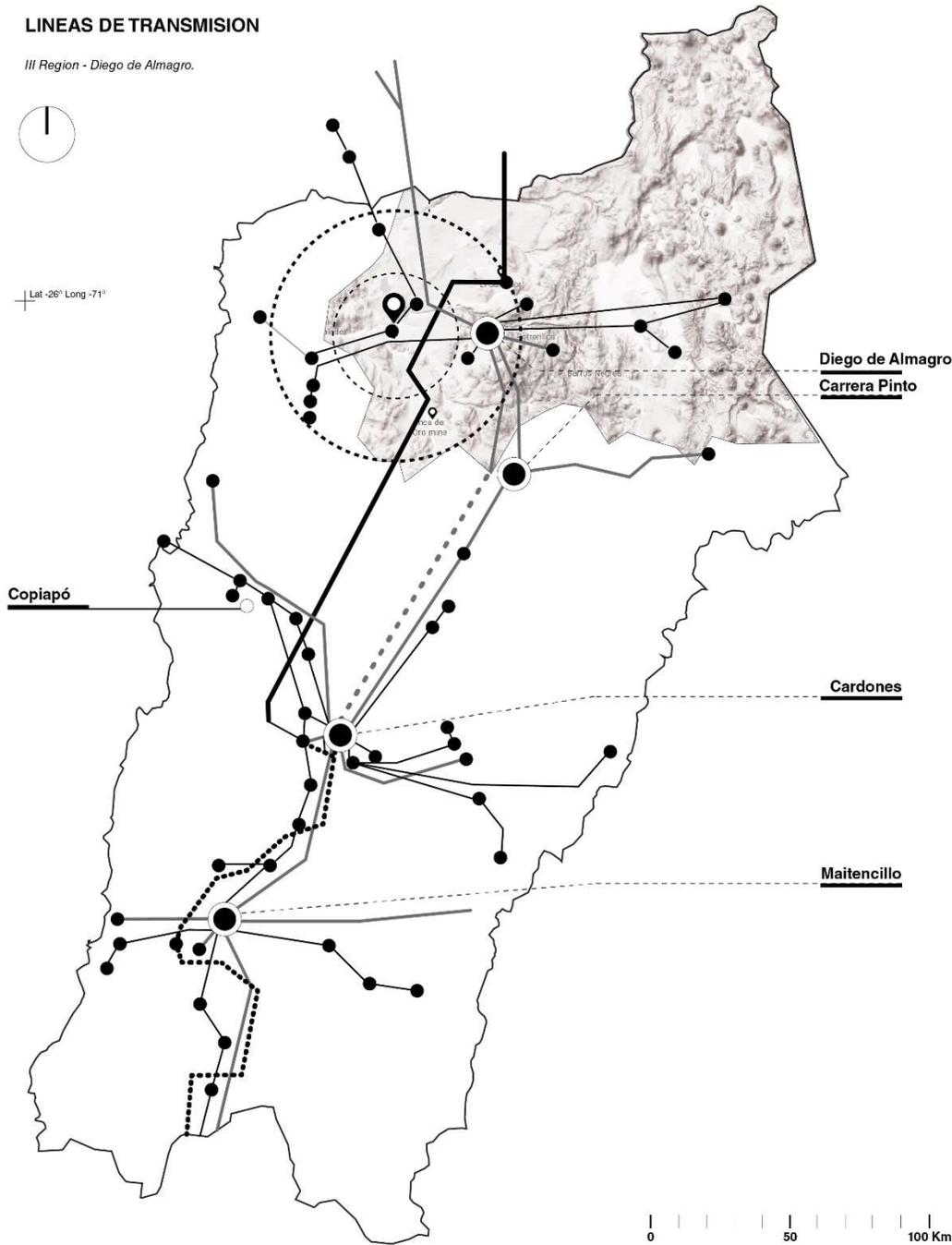
[Figura 19] Plantas PV, Localizadas en III Region de Chile. Elaboración Propia en base a información obtenida en Central Energía, Central de información y discusión de energía en Chile - . En <http://www.centralenergia.cl/> y Google Earth

LÍNEAS DE TRANSMISIÓN

III Región - Diego de Almagro.

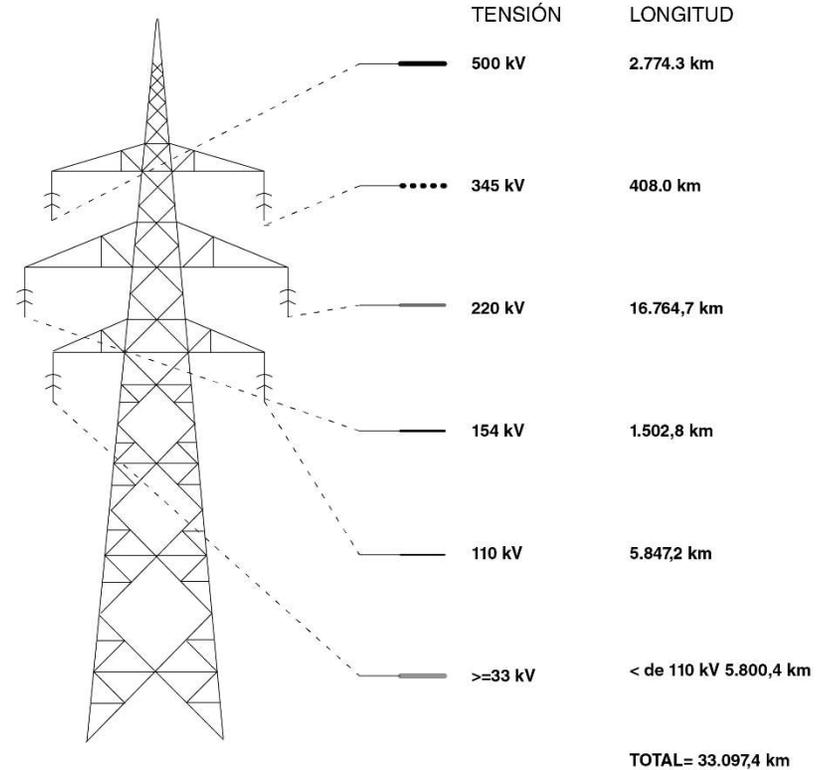


Lat -26° Long -71°



SIMBOLOGÍA

- Línea 500 kV
- Línea 345 kV
- Línea 220 kV
- Línea 154 kV
- Línea 110 kV
- Línea 66 kV y menores
- Línea 550 kV en construcción
- Línea 220 kV en construcción
- Nudo principal
- Subestación



ARTIFICIOS SOLARES

CULTIVANDO EL DESIERTO DE ATACAMA ENTRE EL CIELO Y EL SUELO DE DIEGO DE ALMAGRO



TIP: ENERGÍA Y TERRITORIO
UMWELT: Pilar García
A. Roberto T. Nelson

[Figura 10] Líneas de transmisión. Elaboración Propia en base a información obtenida en Página Web o4uchile. En <https://www.o4uchile.cl/mapa-del-nuevo-sistema-electrico-sic-sing/>

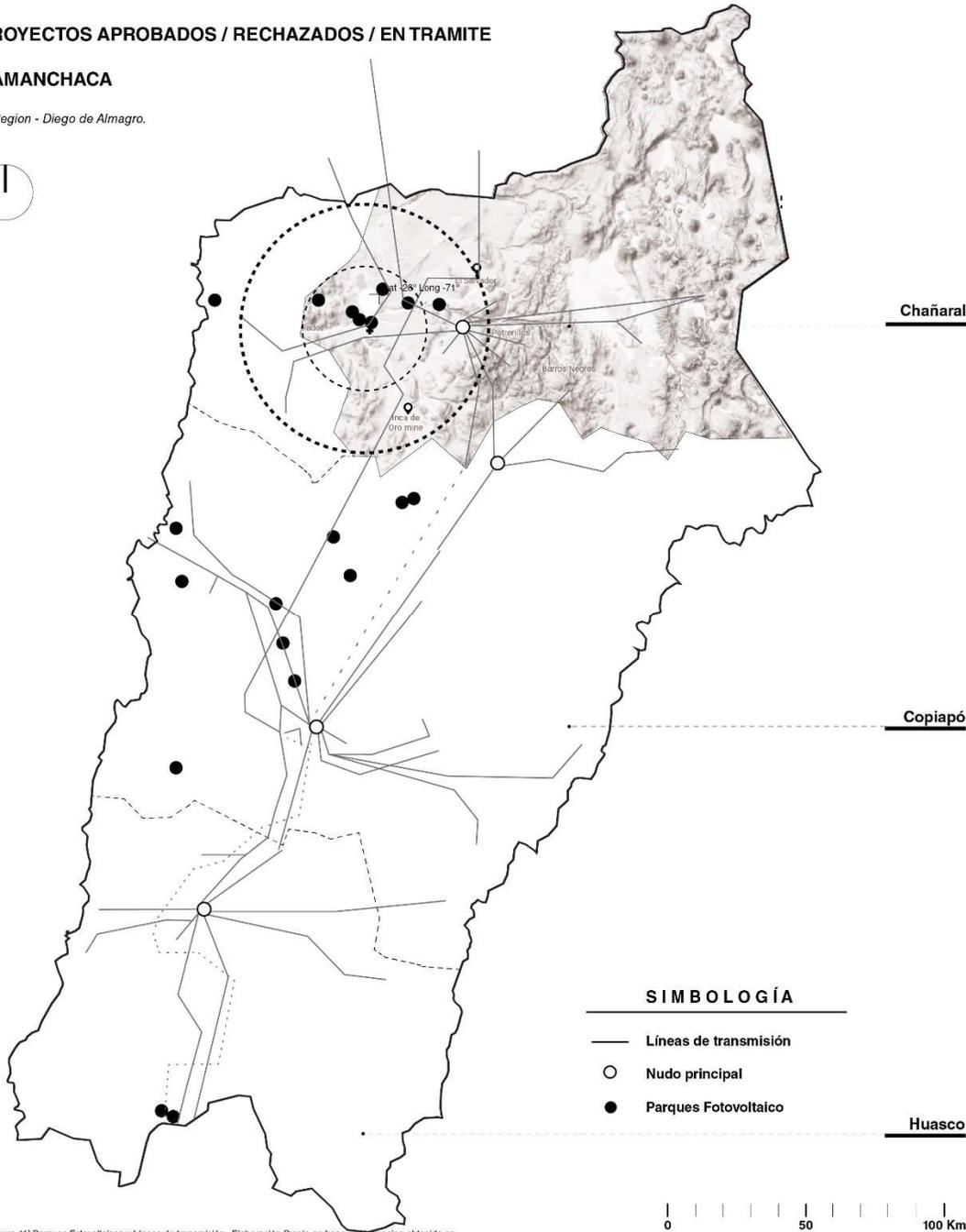
* Suma total de largos por circuitos

PARQUES FOTOVOLTAICOS

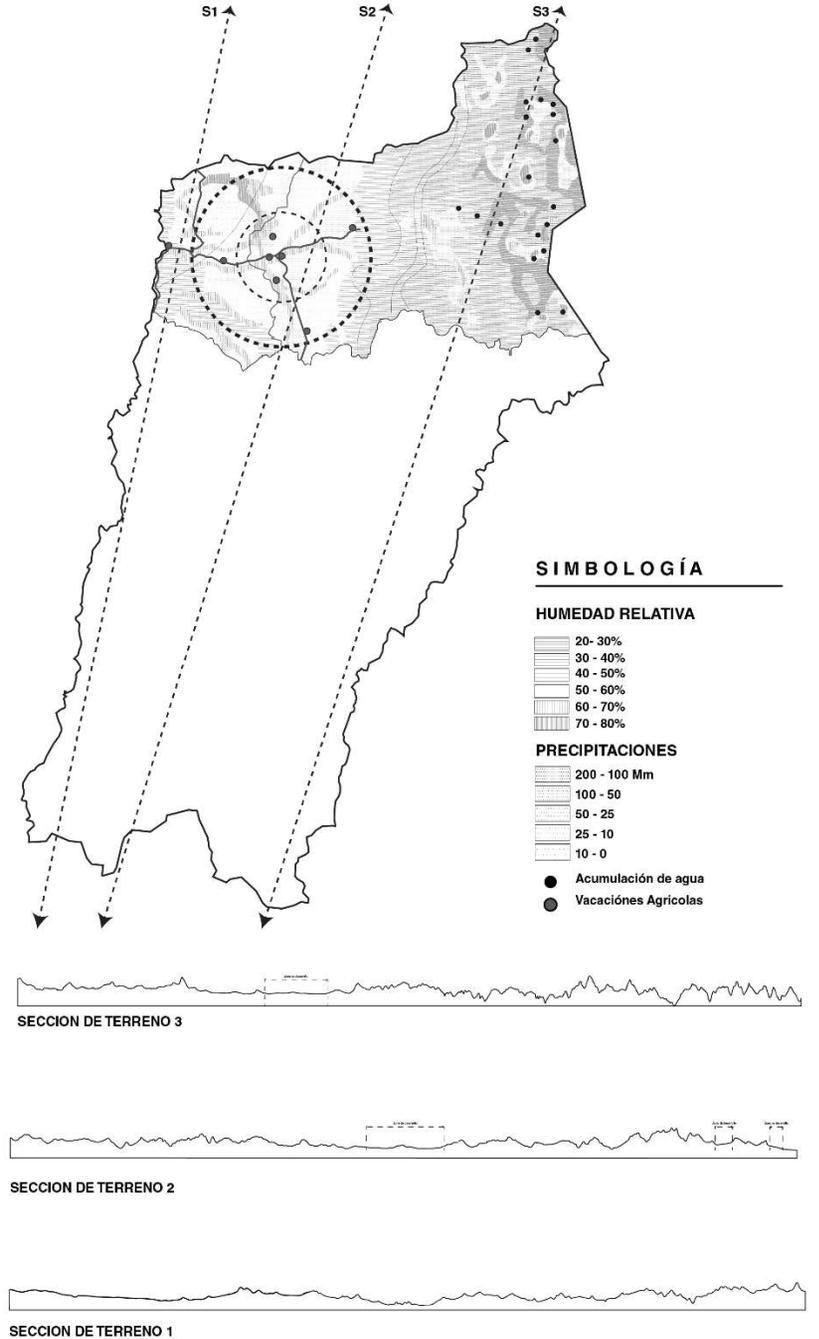
PROYECTOS APROBADOS / RECHAZADOS / EN TRAMITE

CAMANCHACA

III Region - Diego de Almagro.



HUMEDAD RELATIVA, PRECIPITACIONES, ACUMULACIÓN DE AGUA



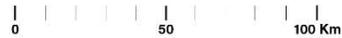
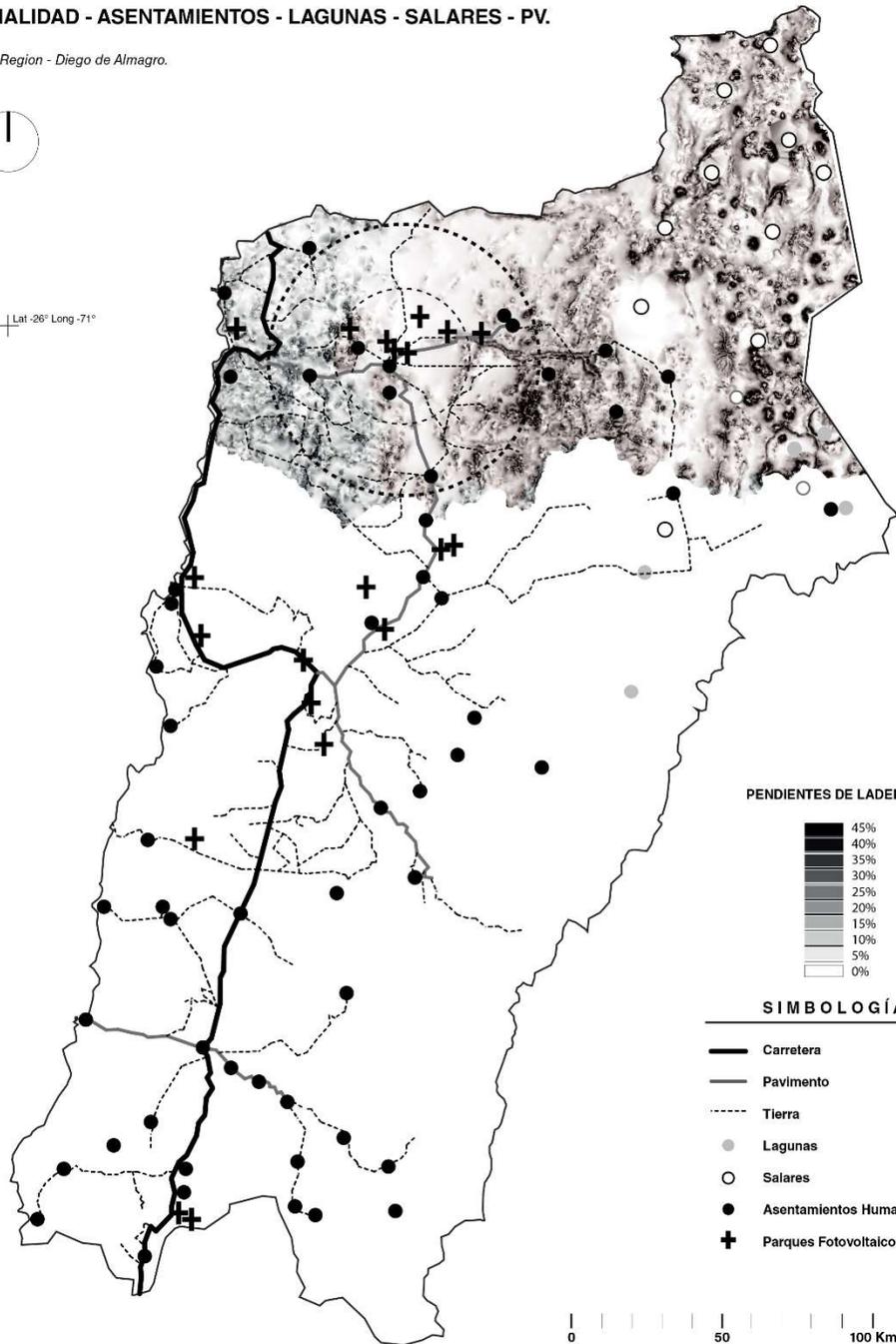
[Figura 11] Parques Fotovoltaicos y Líneas de transmisión, Elaboración Propia en base a información obtenida en Página Web o4uchile. En <https://www.o4uchile.cl/mapa-del-nuevo-sistema-electrico-sic-sing/> y Google Maps.

VIALIDAD - ASENTAMIENTOS - LAGUNAS - SALARES - PV.

III Region - Diego de Almagro.



Lat. -26° Long. -71°



[Figura 14] Parques Fotovoltaicos, Infraestructura Vial, Salares, Lagunas. Elaboración Propia en base a información obtenida en Página Web Centro de recursos digitales. En http://centroderecursos.educarchile.cl/bitstream/handle/20.500.12246/39306/Sera_region_actividades_terciarias.gif?sequence=1&isAllowed=y y Google Maps.

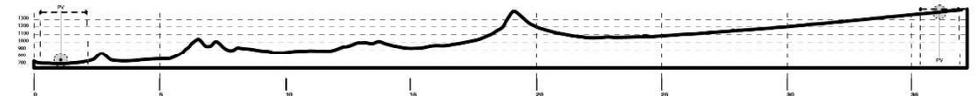
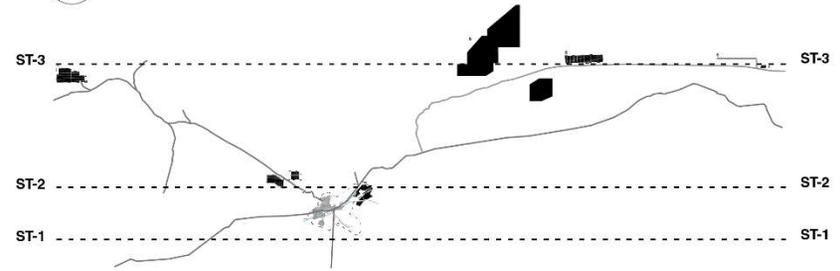


ARTIFICIOS SOLARES

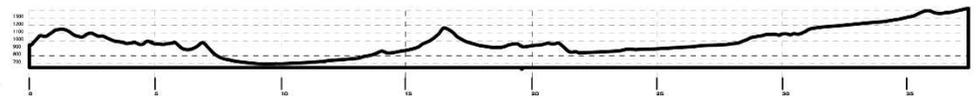
CULTIVANDO EL DESIERTO DE ATACAMA ENTRE EL CIELO Y EL SUELO DE DIEGO DE ALMAGRO



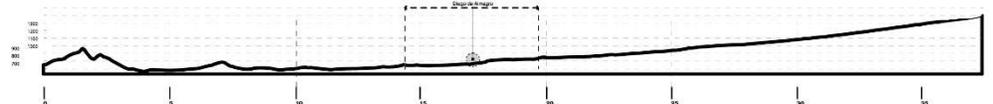
TIP. ENERGÍA Y TERRITORIO
UMWELT- Pilar García
A. Roberto T. Nelson



SECCION DIEGO DE ALMAGRO 3



SECCION DIEGO DE ALMAGRO 2



SECCION DIEGO DE ALMAGRO 1

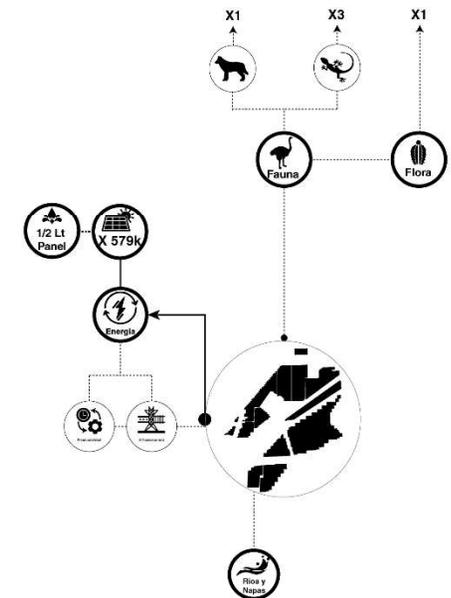
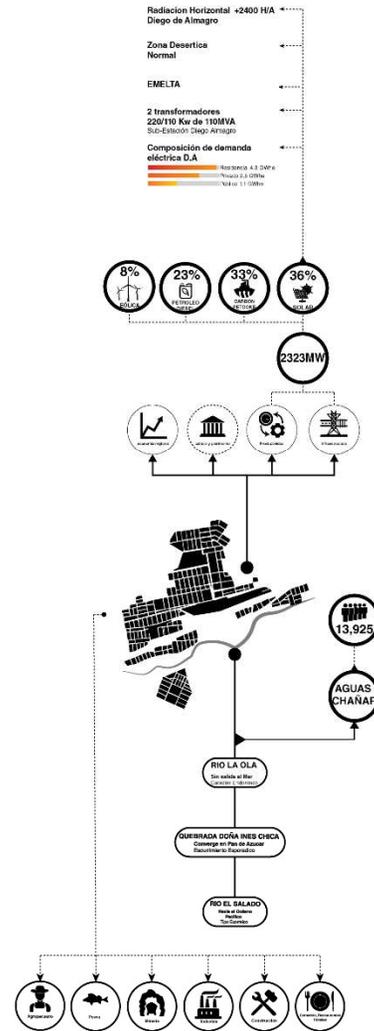
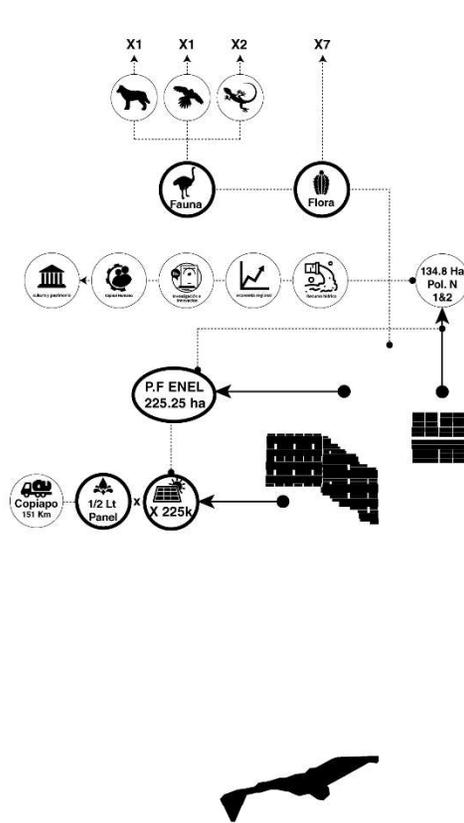
[Figura 14] sección de localización de Parques Fotovoltaicos, en Diego de Almagro. Elaboración Propia en base a información obtenida en Página Web Centro de recursos digitales. En http://centroderecursos.educarchile.cl/bitstream/handle/20.500.12246/39306/Sera_region_actividades_terciarias.gif?sequence=1&isAllowed=y y Google Maps.

ARTIFICIOS SOLARES

CULTIVANDO EL DESIERTO DE ATACAMA ENTRE EL C.ELO Y
EL SUELO DE DIEGO DE ALMAGRO

MARCO MAPA

TIP: ENERGÍA Y TERRITORIO
UMWELT - Pilar García
A. Ricardo T. Nelson

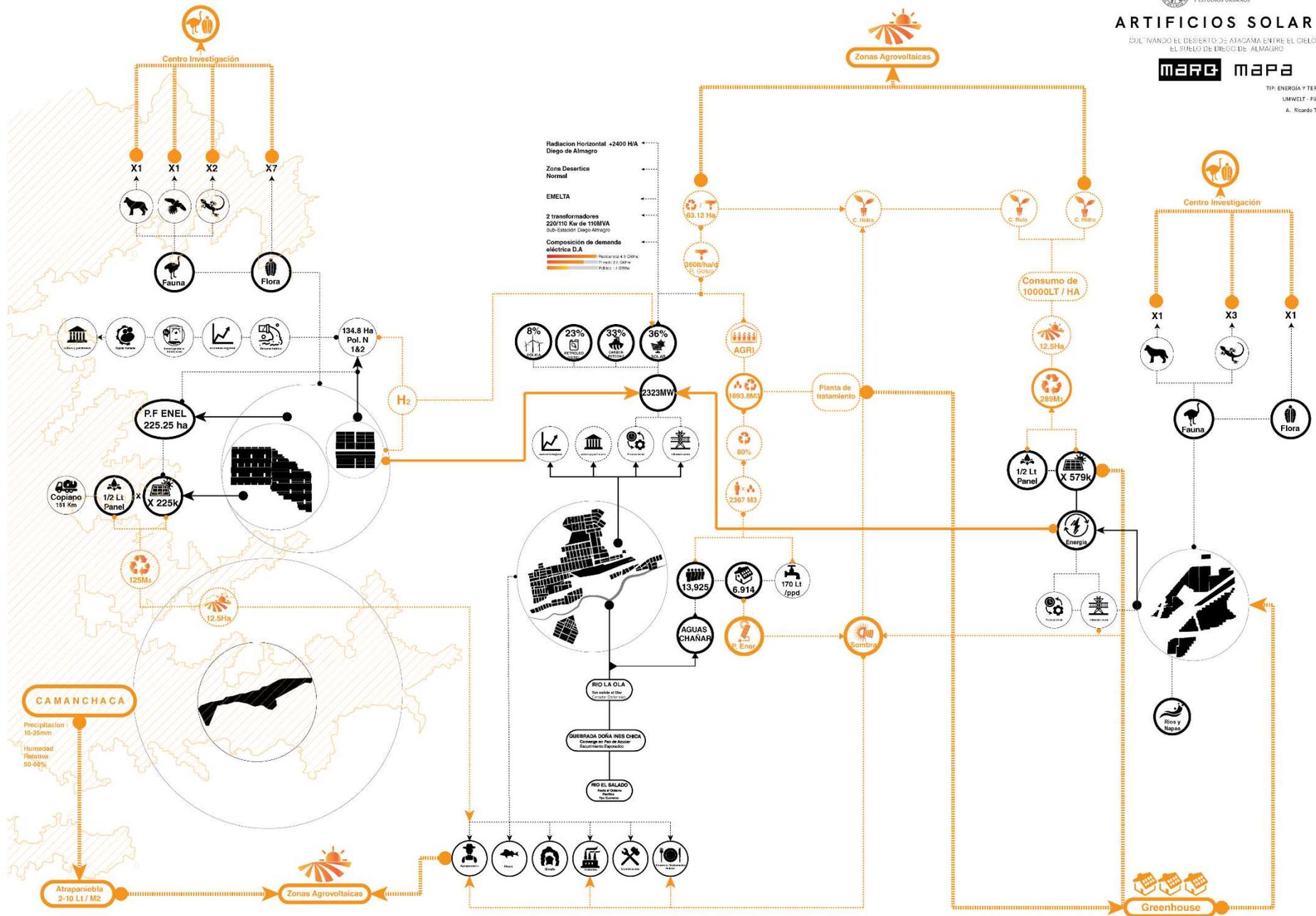


ARTIFICIOS SOLARES

CONTRANDO EL DESIERTO DE ATACAMA ENTRE EL CIELO Y
EL SUELO DE DIEGO DE ALMAGRO

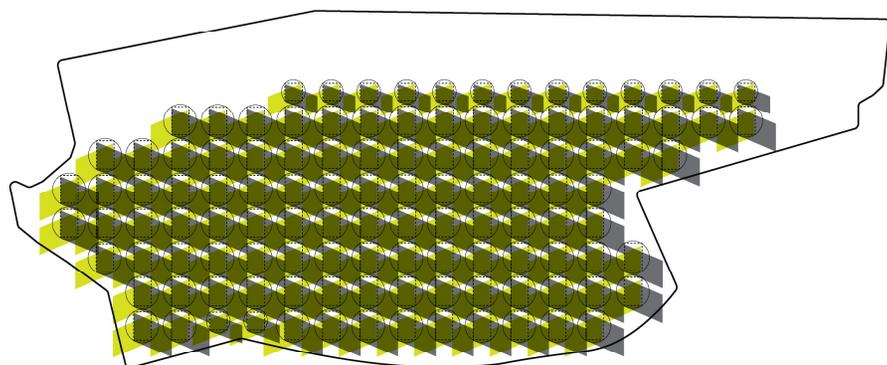
MARQ MAPA

TIP: ENERGIA Y TERRITORIO
UMWELT - Pilar García
A. Ricardo T. Nelson

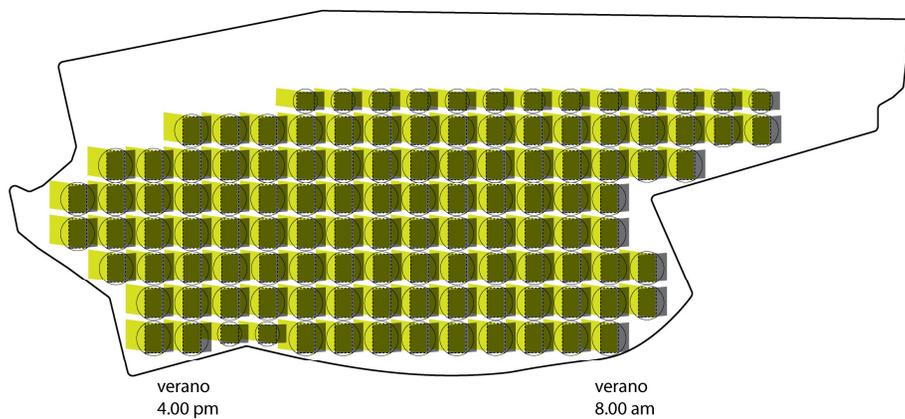


MESAS GIRATORIA / SOLAR TRACKER

Solsticio de Invierno 21 de Junio

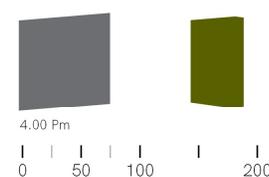


Solsticio de Verano 21 de Diciembre

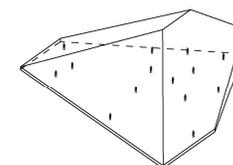


Sombra 8.00 Am Sombra constante Sombra 4.00 Pm

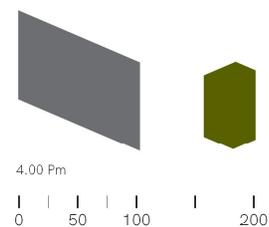
Perfiles de Sombras
Solsticio de Invierno 21 de Junio



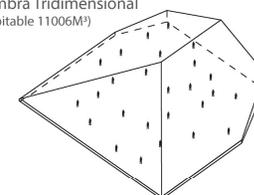
Sombra Tridimensional
(Habitable 7179 M³)



Perfiles de Sombras
Solsticio de Invierno 21 de Junio



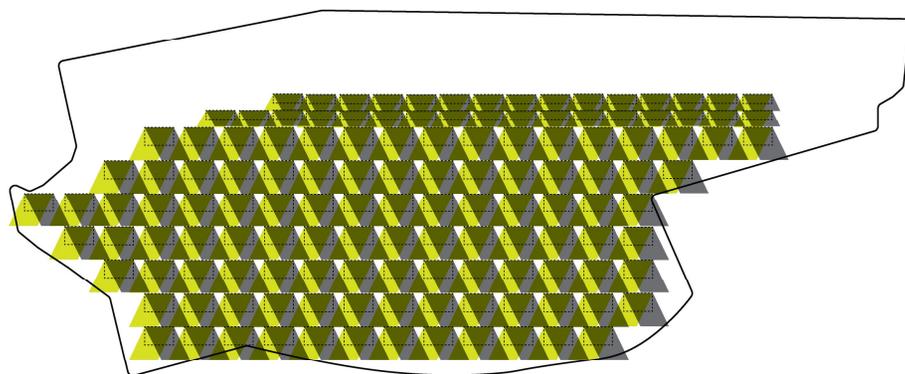
Sombra Tridimensional
(Habitable 11006M³)



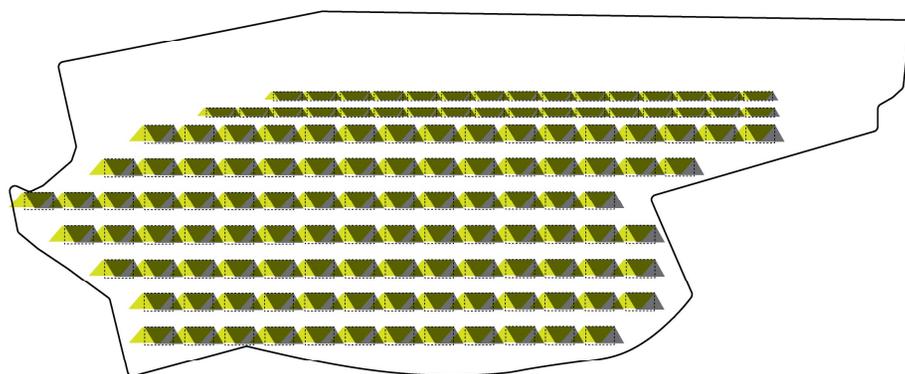
Área total mesas: 43 Hectareas Fotovoltaicas (111 Estructuras)			
Mesas Giratorias / Solar Tracker	Sombra 8.00 AM	Sombra 4.00 Pm	Superficie de sombra constante
Solsticio de Invierno	0.7832	0.7832	0.5607
Solsticio de Verano	0.7656	0.5357	0.3094
Área total de sombra			
Solsticio de invierno	86.5436	86.5436	61.95735
Solsticio de Verano	84.5988	59.19485	34.1887

MESAS GIRATORIA / SOLAR TRACKER

Solsticio de Invierno 21 de Junio

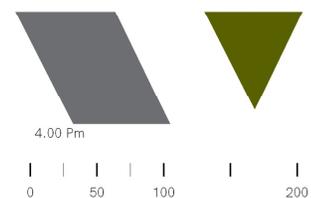


Solsticio de Verano 21 de Diciembre

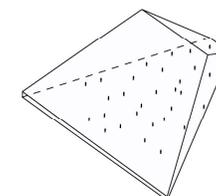


Sombra 8.00 Am  Sombra constante  Sombra 4.00 Pm 

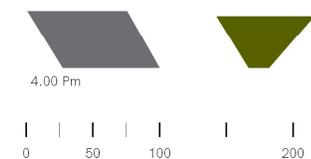
Perfiles de Sombras
Solsticio de Invierno 21 de Junio



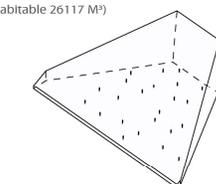
Sombra Tridimensional
(Habitable 38970 M³)



Perfiles de Sombras
Solsticio de Invierno 21 de Junio



Sombra Tridimensional
(Habitable 26117 M³)



Área total mesas : 45 Hectareas Fotovoltaicas (116 Estructuras)

Mesas Fijas	Sombra 8.00 AM	Sombra 4.00 Pm	Superficie de sombra constante	
Solsticio de Invierno		0.746	0.6525	0.2269
Solsticio de Verano	0.2803	0.3379		0.1608
Área total de sombra				
Solsticio de invierno	86.536	75.69		26.3204
Solsticio de Verano	32.5148	39.1964		18.6528

Diferentes tipos de montajes de mesas
estándar fotovoltaicas y sus perfiles de
sombras

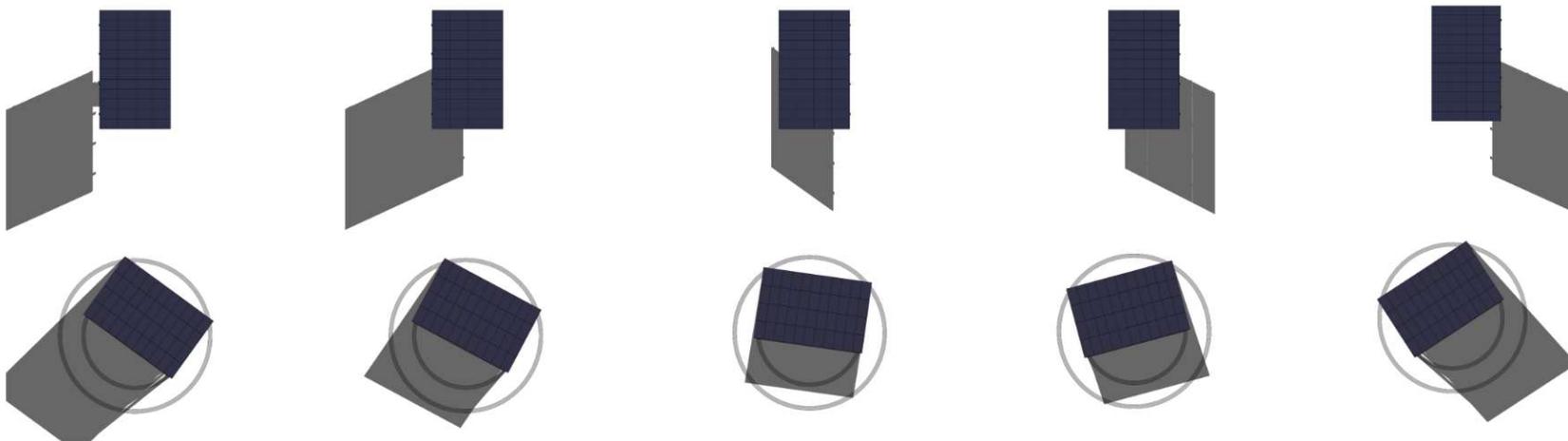
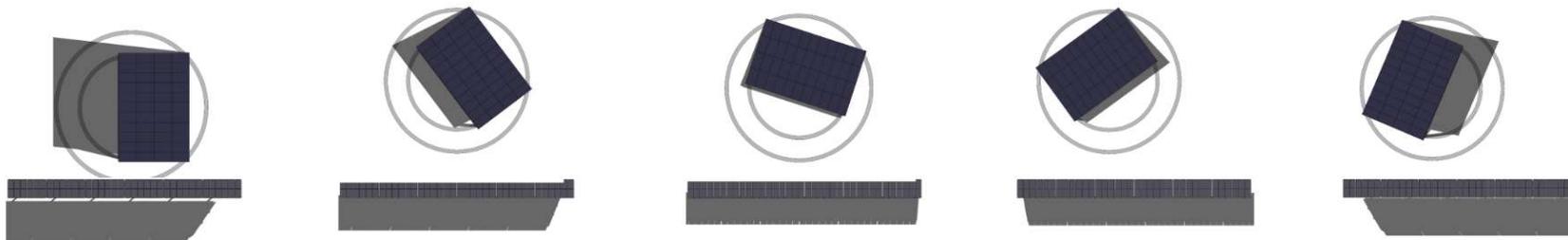
Montaje fotovoltaico en Mesas estáticas



Montaje fotovoltaico tipo Solar Tracker



Montaje fotovoltaico en Mesa Giratoria

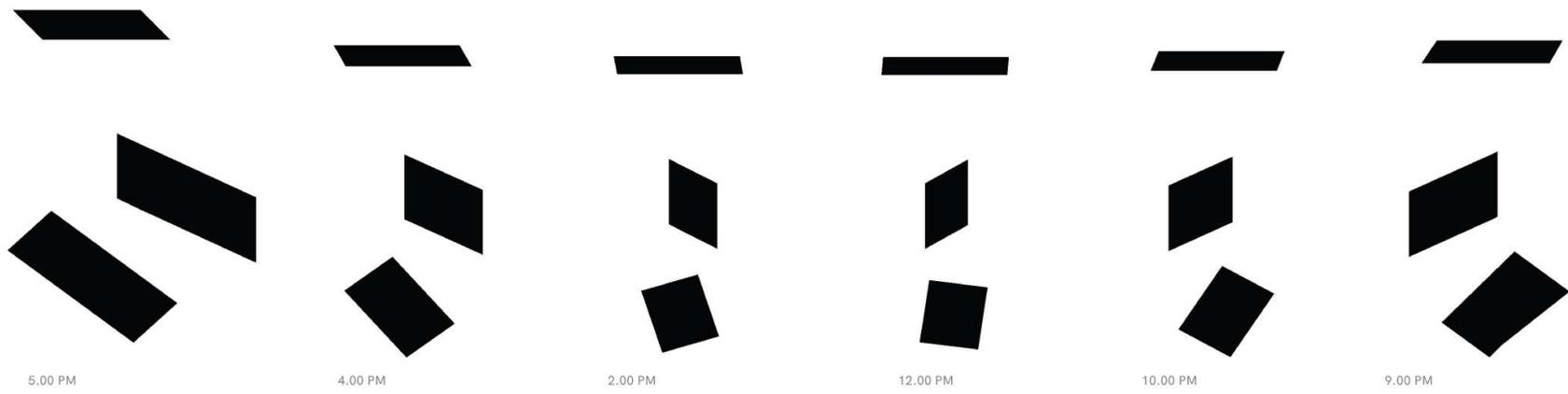


ARTIFICIOS SOLARES

CULTIVANDO EL DESIERTO DE ATACAMA ENTRE EL CIELO Y
EL SUELO DE DIEGO DE ALMAGRO



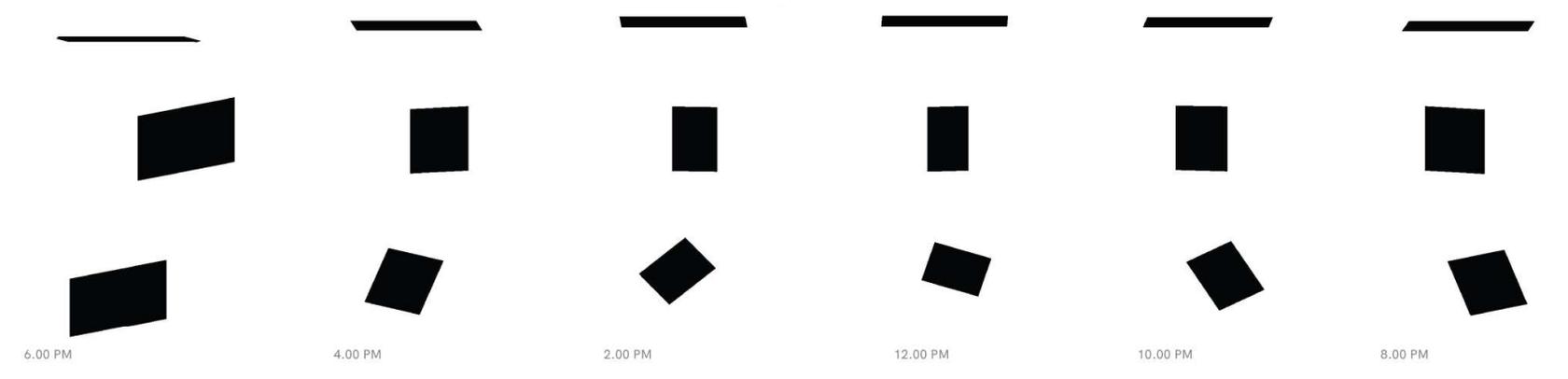
TIP: ENERGÍA Y TERRITORIO
UMWELT - Pilar García
A. Ricardo T. Nelson



Mesas Fijas **SOLSTICIO DE INVIERNO**
21 de Junio

Mesas Rotatorias

Solar Tracker



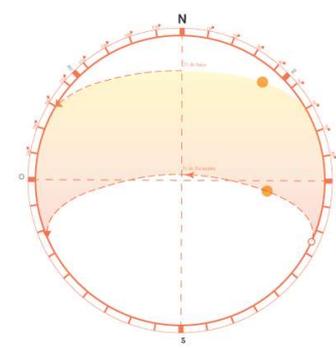
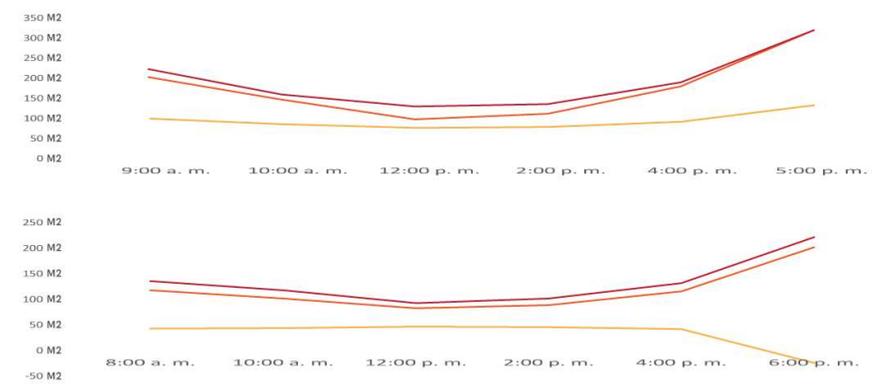
Mesas Fijas **SOLSTICIO DE VERANO**
21 de Junio

Mesas Rotatorias

Solar Tracker

	9:00 a. m.	10:00 a. m.	12:00 p. m.	2:00 p. m.	4:00 p. m.	5:00 p. m.
MESAS FIJAS	100	86	77	79	92	133
MESAS ROTATORIAS	203	147	98	112	180	320
TRACKER SOLAR	223	160	130	136	190	320

	8:00 a. m.	10:00 a. m.	12:00 p. m.	2:00 p. m.	4:00 p. m.	6:00 p. m.
MESAS FIJAS	43	44	47	46	42	-24
MESAS ROTATORIAS	136	118	93	102	132	222
TRACKER SOLAR	118	102	83	89	116	202

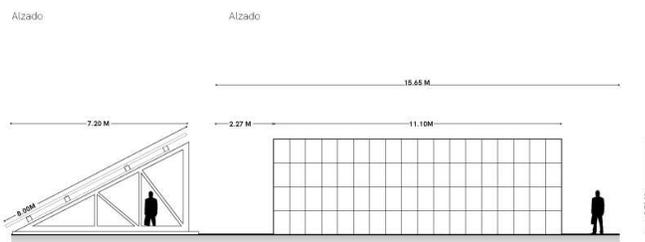


ANÁLISIS DE SOMBRAS

TIPOS DE INSTALACIONES EN SISTEMA FOTOVOLTAICO

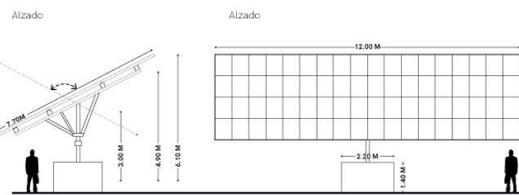


ELEVACIONES

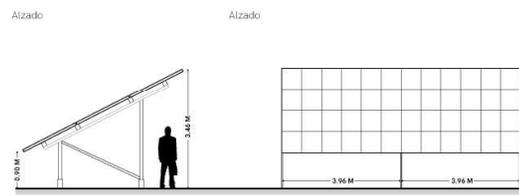


MESAS GIRATORIAS

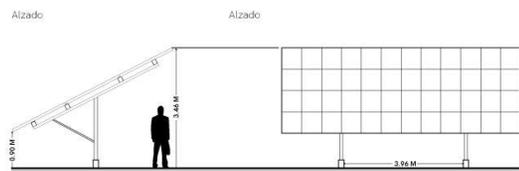
Ventajas



TRACKER SOLAR

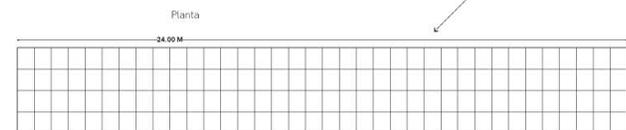
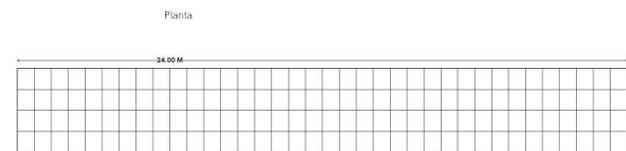
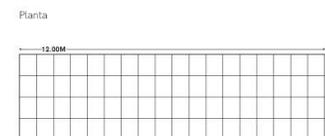
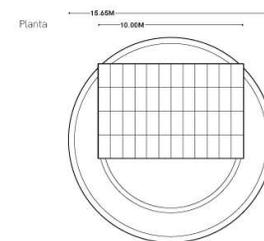


MESAS FIJAS



MESAS FIJAS CON PÓRTICO DE ANCLAJES

PLANTA



DETALLE

Considerable reducción volumétrica
 Visual alta protección frente a vientos
 Reducción importante del riesgo frente
 a viento y aumento de la producción.

Reducción de costo por montaje,
 debido a la simplicidad de la estructura.

Facilidad de mantenimiento debido a
 su altura y diseño de mesas.

Reducción de contaminación visual.
 Altura Habitable promedio, 1,00 min.-
 2,00 Max

Simplicidad constructiva de estructura
 portante.
 Aumento de superficie cubierta en una
 misma estructura.
 Posibilidad de giro para el aumento de
 la producción hasta un 30%.

Aprovechamiento del terreno en
 relación a las estructuras portantes.

Amplio rango de habitabilidad bajo los
 módulos fotovoltaicos, debido a su
 altura.

Altura Habitable promedio 1-4 min. -
 3,0 Libre

Reducción respecto a la distancia entre
 las mesas.

Facilidad constructiva

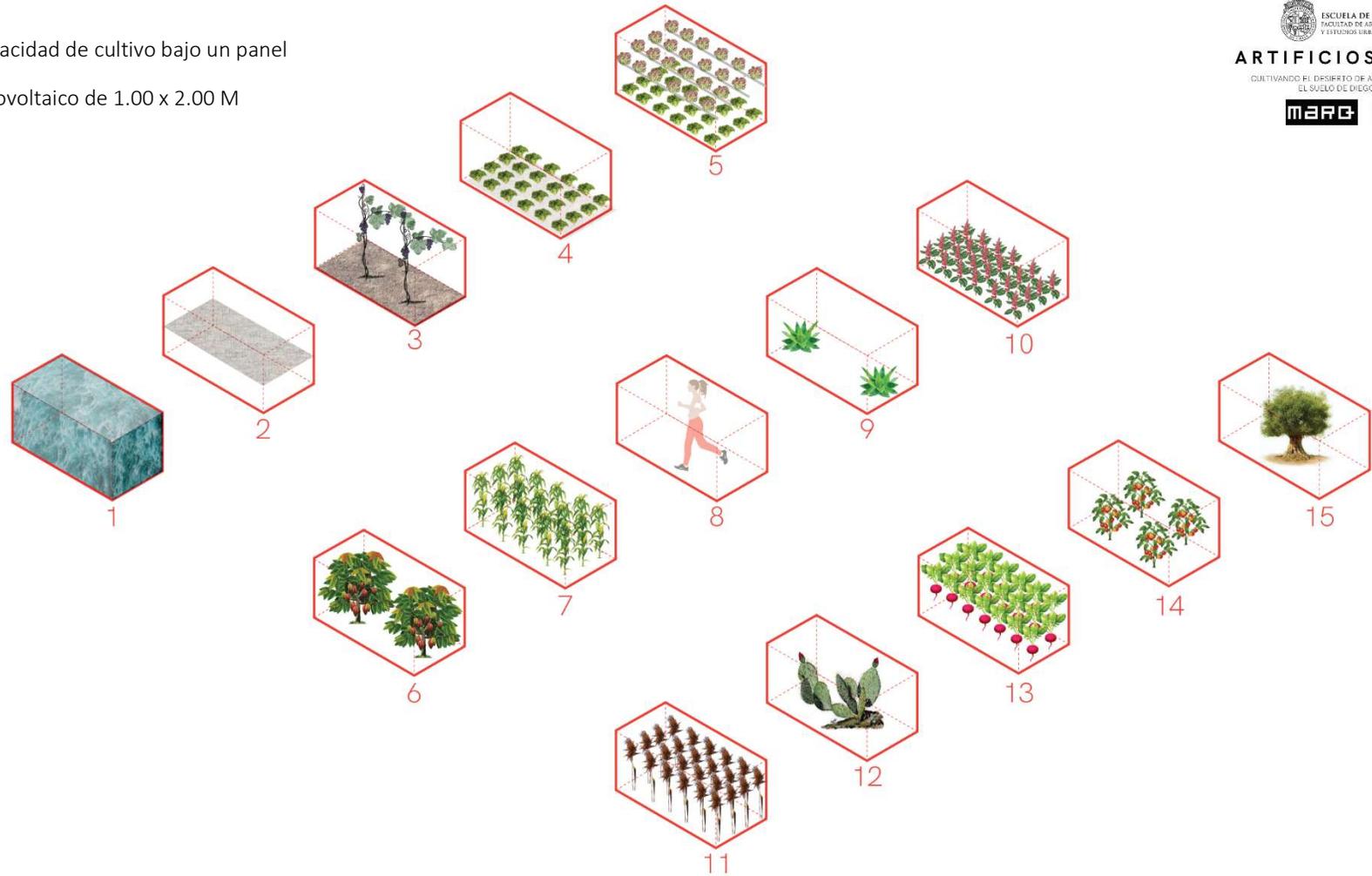
Reducción de costos por montaje
 debido a la simplicidad de la estructura



Para la selección del tipo de panel que se utilizara dentro del parque fotovoltaico, se procederá a analizar algunas de las cualidades espaciales, estructurales y productivas que aportan los diferentes sistemas de seguimientos solares, tomando en consideración, la relación espacial que habitan bajo los módulos fotovoltaicos, la sombra que proyectan y las dimensiones de cada una de ellas, por lo que se analizará un modelo estático, siendo este el de seguimiento horizontal en un eje, un sistema móvil en un eje, para el cual se considerara el sistema de seguimiento horizontal en un eje y un sistema de seguimiento en dos ejes.

Capacidad de cultivo bajo un panel

Fotovoltaico de 1.00 x 2.00 M



1- 2M3 Agua

2- 2 - 20 Lts Agua / Camanchaca

3- 2 Parras Uvas para Vino

4- 24 Cabezas de Lechugas

5- 50 cabezas de lechuga Hidroponica

6- 2 Plantas de Jojoba

7- 16 milpas de Maíz

8- 1 Persona

9- 2 Aloe vera

10- 24 Quinoa

11- 24 Plantas de Sorgo

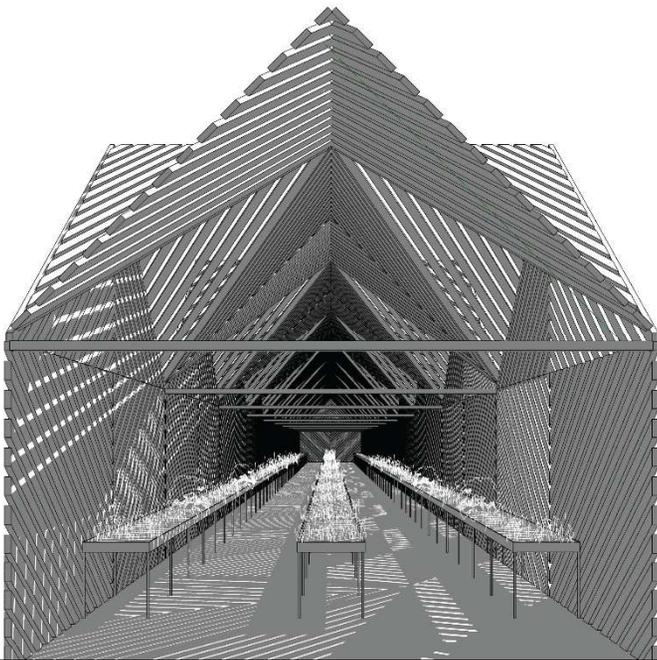
12- 1 Nopal

13- 20 -28 Rábanos

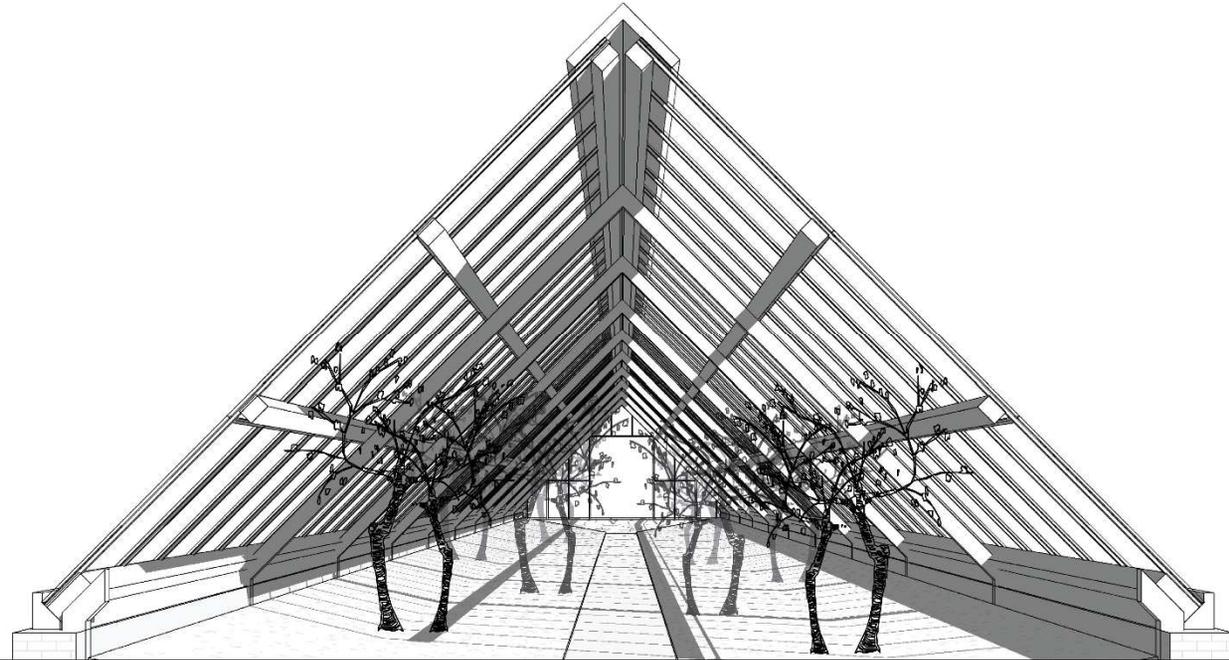
14- 4 plantas de Tomates

15- 0.25 árbol de Olivo

Comparación en corte de una Shadow House y una Hot House



SHADOW HOUSE



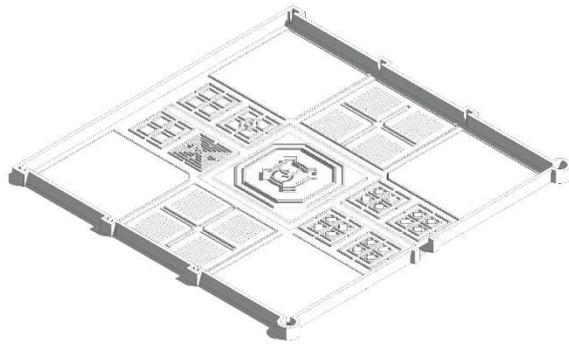
HOT HOUSE

Proceso evolutivo: del Hortus conclusus a las Green House.

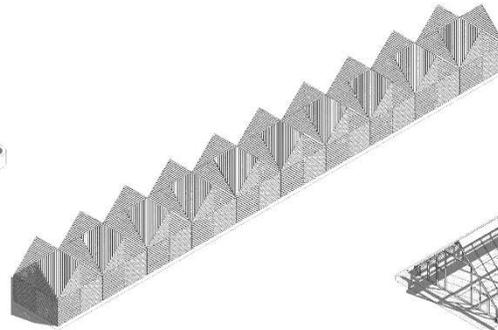
ARTIFICIOS SOLARES

Cultivando el desierto de Atacama entre el cielo y el suelo de
Diego de Almagro

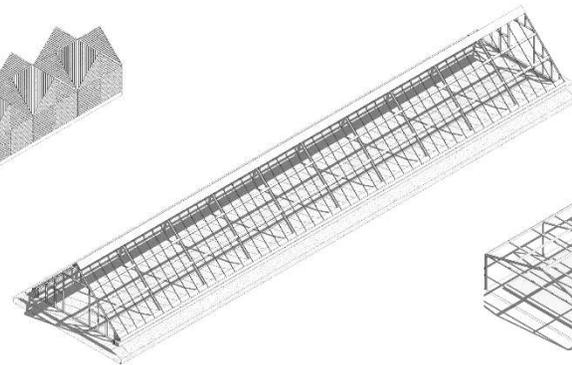
MARG · **MAPA**



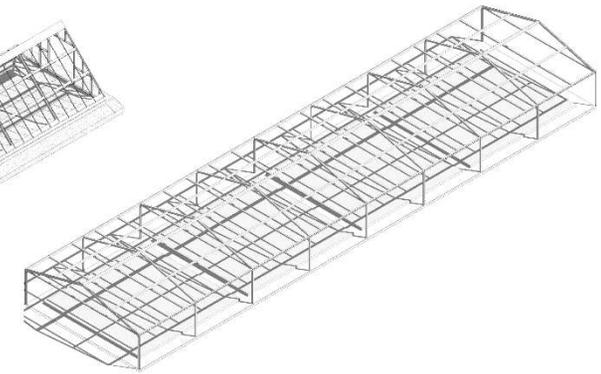
Hortus Conclusus



Shadow House



Hot House



Green House



Imágenes de maqueta virtual



ARTIFICIOS SOLARES

CULTIVANDO EL DESERTO DE ATACAMA ENTRE EL CIELO Y
EL SUELO DE ORO DE ALMACORC

MARC MAPA

TIP: ENERGÍA Y TERRITORIO
DISEÑO: Pilar García
A: Ricardo T. Nelson

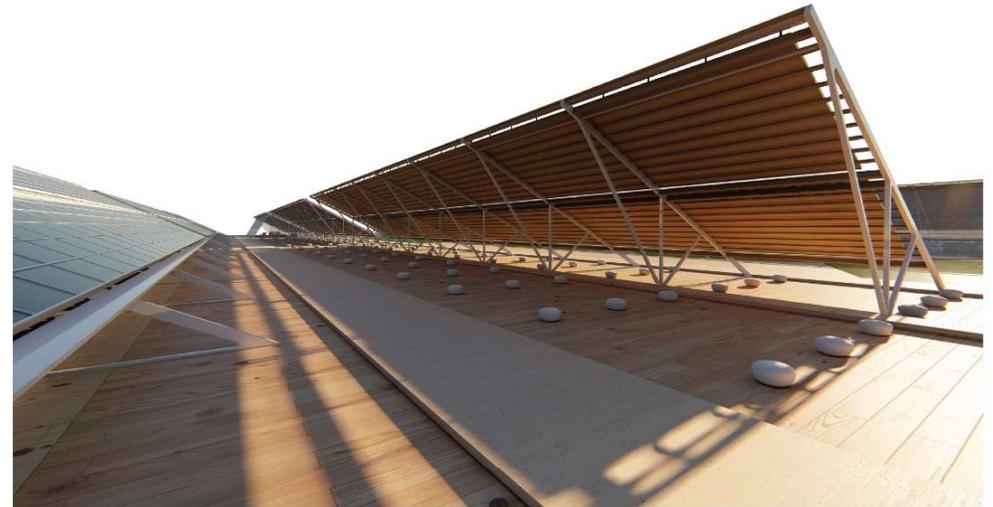


TABLA DE IMÁGENES

IMAGEN 01: TERCERA REGIÓN DE ATACAMA Y DIEGO DE ALMAGRO

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

IMAGEN 02: VISTA AÉREA DESIERTO DE ATACAMA

FUENTE: NASA.GOV

IMAGEN 03: ESFERA DE DYSON, FÍSICO FREEMAN DYSON, PERMITIRÍA A UNA CIVILIZACIÓN AVANZADA APROVECHAR AL MÁXIMO LA ENERGÍA LUMÍNICA Y TÉRMICA DEL ASTRO.

FUENTE: MUYINTERESANTE.ES

IMAGEN 04: MAPA DE RADIACIÓN SOLAR Y PRINCIPALES PRODUCTORES DE ENERGÍA SOLAR A NIVEL MUNDIAL

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA EN BASE A INFORMACIÓN OBTENIDA DE: GLOBALSOLARATLAS.INFO/MAP.

IMAGEN 05: LOCALIZACIÓN DE PROYECTO APROBADO, RECHAZADO, EN EJECUCIÓN, PARA LA REGIÓN DE ATACAMA.

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA, EN BASE A INFORMACIÓN OBTENIDA DEL SIG

IMAGEN 06: VISTA DE PLANTA SOLA DIEGO DE ALMAGRO, EN DIEGO DE ALMAGRO.

FUENTE: FUTURORENOVABLE.CL

IMAGEN 07: NASA, SOLAR SYSTEM EXPLORATION © NASA

FUENTE: SOLARSYSTEM.NASA.GOV

IMAGEN 08: TIPOS DE CULTIVOS EN LOS DESIERTOS DE EGIPTO, ISRAEL Y CHILE.

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA, EN BASE A INFORMACIÓN OBTENIDA DE AGRICULTURA SOSTENIBLE EN EL DESIERTO.

IMAGEN 09: PROYECTO BUSCA REFORESTAR EL DESIERTO DE ATACAMA PARA CONTRARRESTAR EL CALENTAMIENTO GLOBAL

FUENTE: UCHILE.CL/

IMAGEN 10: CÍRCULOS DE VIDA EN PLENO DESIERTO DEL SAHARA

FUENTE: SOLUCIONESINTEGRALESENDESA.COM

IMAGEN 11: AGRO DON'T STOP: SE ACERCA LA MISIÓN AGTECH ISRAEL 2020.

FUENTE: RVTV.COM.BR

IMAGEN 12: CRECIMIENTO DE VEGETACIÓN BAJO PANELES SOLARES EN PLANTAS FOTOVOLTAICAS.

FUENTE: ESASL.COM

IMAGEN 13,14, 15, 16, 17, 18: ANA MARÍA MUJICA, COLECCIÓN DE IMÁGENES QUE ILUSTRAN LOS MECANISMOS DE SUPERVIVENCIA, ANATOMÍA Y MORFOLOGÍA DE PLANTAS XERÓFITAS CHILENAS. MICROGRAFÍAS ELECTRÓNICAS DE BARRIDO DE HOJAS DE PLANTAS DEL DESIERTO.

FUENTE: CANCHA DESERTA

IMAGEN 19: PRODUCCIÓN DE CERVEZA ARTESANAL EN COQUIMBO MEDIANTE LA CAPTACIÓN DE AGUA DE ATRAPANIEBLAS.

FUENTE: ATRAPANIEBLA.CL

IMAGEN 20: U.DE ATACAMA INICIA ETAPA DE COMERCIALIZACIÓN PARA SISTEMA DE CULTIVO QUE UTILIZA AGUA DE ATRAPA-NIEBLA

FUENTE: UESTATALES.CL

IMAGEN 21: PRESENCIA DE CAMANCHACA EN DESIERTO DE ATACAMA – ATACAMA DESIERTO VIVO

FUENTE: EDITORIAL KACTUS

IMAGEN 22: MAPA DE RADIACIÓN DE CHILE, Y LISTA DE PRINCIPALES PAÍSES PRODUCTORES DE ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA EN BASE A INFORMACIÓN OBTENIDA EN PÁGINA WEB

IMAGEN 23: PARQUES FOTOVOLTAICOS Y RED DE TRANSMISIÓN ENERGÉTICA EN TERCERA REGIÓN DE ATACAMA

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA EN BASE A INFORMACIÓN OBTENIDA EN PÁGINA WEB O4UCHILE. EN [HTTOS://O4UCHILE.CL/MAPA-DEL-NUEVOSISTEMA-ELECTRICO-SIC-SING/](https://o4uchile.cl/mapa-del-nuevosistema-electrico-sic-sing/) Y GOOGLE MAPS

IMAGEN 24: MAPAS DE RADIACIÓN SOLAR, PROYECTOS APROBADOS, VIALIDAD, ASENTAMIENTOS Y SALARES EN LA TERCERA REGIÓN DE ATACAMA

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA EN BASE A INFORMACIÓN OBTENIDA EN PÁGINA WEB: SEIA.SEA.GOB.CL Y BIBLIOTECADIGITAL.CIREN.CL

IMAGEN 25: COMPARACIÓN ENTRE PLANTA FOTOVOLTAICA DEL DESIERTO TANGGER (CHINA), SANTIAGO DE CHILE Y PLANTAS FOTOVOLTAICAS DE CHILE.

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

IMAGEN 26-27: COMPARACIÓN ENTRE PLANTA FOTOVOLTAICA DEL DESIERTO TANGGER (CHINA), SANTIAGO DE CHILE Y PLANTAS FOTOVOLTAICAS DE CHILE.

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

IMAGEN 28: CONSUMO ENERGÉTICO VS PRODUCCIÓN ENERGÉTICA EN DIEGO DE ALMAGRO

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA EN BASE A INFORMACIÓN OBTENIDA EN PÁGINA WEB: SEIA.SEA.GOB.CL Y [FRAUNHOFER CHILE](http://FRAUNHOFER.CHILE)

IMAGEN 29: PRIMERA PLANTA DE GENERACIÓN DE ENERGÍA MEDIANTE COLECTORES PARABÓLICOS EN MAADI, EGIPTO, 1912.

FUENTE: RESEARCHGATE.NE, [FECHA DE CONSULTA 10 DE ABRIL DEL 2020]

IMAGEN 30: LA GRAN MURALLA CHINA DEL SOL": LA PLANTA SOLAR MÁS GRANDE DEL MUNDO CUBRE MÁS DE 1.200 KM² Y ESTÁ UBICADA EN EL DESIERTO DE TENGER.

FUENTE: XATAKA.COM

IMAGEN 31: DISTRIBUCIÓN DE PLANTA FOTOVOLTAICA DE ENEL EN DIEGO DE ALMAGRO Y SISTEMA DE TRANSMISIÓN, SUB ESTACIÓN ELÉCTRICA.

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA EN BASE A INFORMACIÓN OBTENIDA DE SERVICIO DE IMPACTO AMBIENTAL.

IMAGEN 32: DESPIECE DE PLANTA FOTOVOLTAICA DE ENEL EN DIEGO DE ALMAGRO Y SISTEMA DE TRANSMISIÓN, SUB ESTACIÓN ELÉCTRICA.

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA EN BASE A INFORMACIÓN OBTENIDA DE SERVICIO DE IMPACTO AMBIENTAL.

IMAGEN 33: DESPIECE DE PLANTA FOTOVOLTAICA DE ENEL EN DIEGO DE ALMAGRO Y SISTEMA DE TRANSMISIÓN, SUB ESTACIÓN ELÉCTRICA.

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA EN BASE A INFORMACIÓN OBTENIDA DE SERVICIO DE IMPACTO AMBIENTAL.

IMAGEN 34: INFRAESTRUCTURA DE FUENTES HÍDRICAS EN LA REGIÓN DE ATACAMA.

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA EN BASE A INFORMACIÓN OBTENIDA DE SERVICIO DE IMPACTO AMBIENTAL.

IMAGEN 35: DIAGRAMA DE CONSUMO DE AGUA POR PERSONA Y CANTIDAD DE AGUAS RESIDUALES PRODUCIDA EN DIEGO DE ALMAGRO.

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

IMAGEN 36: HUMEDAL FITODEPURADOR DE FLUJO SUPERFICIAL

FUENTE: AGUASRESIDUALES.INFO

IMAGEN 37: PROCESO DE FITODEPURACIÓN MEDIANTE HUMEDALES FITODEPURADORES DE FLUJO SUPERFICIAL.

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

IMAGEN 38: ESPECIES VEGETALES UTILIZADAS EN HUMEDALES FITODEPURADORES.

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

IMAGEN 39: DETALLE DE HUMEDALES FITODEPURADOR DE FLUJO SUPERFICIAL.

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

IMAGEN 40: JARDINES COLGANTES DE BABILONIA,

FUENTE: [NORTH WIND PICTURE ARCHIVES / ALAMY](http://NORTH.WIND.PICTURE.ARCHIVES/)

IMAGEN 41: SISTEMA DE CULTIVO HIDROPÓNICO SIN SUSTRATO,

FUENTE: GREENBLUEHZ.COM

IMAGEN 42: AGRICULTORES VUELVEN A COSECHAR Y RECUPERAN PRODUCCIÓN TRAS CATÁSTROFE.

FUENTE: ATACAMA NOTICIAS, EL DIARIO DE ATACAMA, FECHA: 3 OCTUBRE, 2015

IMAGEN 43: "CIUDAD HIDROPÓNICA" ALTOS LA PORTADA LE GANA TERRENO AL DESIERTO EN ANTOFAGASTA, AUTOR: PATRICIO HUERTA, FECHA: 20/12/2016

IMAGEN 44: "CIUDAD HIDROPÓNICA" ALTOS LA PORTADA LE GANA TERRENO AL DESIERTO EN ANTOFAGASTA, [CONSULTADO: 18 DE JUNIO DEL 2020] AUTOR: PATRICIO HUERTA, FECHA: 20/12/2016,

IMAGEN 45: JUAN CARLOS FLORES INNOVÓ CON LA HIDROPONÍA EN EL VALLE DE LLUTA Y PRODUCE 28 MIL LECHUGAS AL AÑO.

FUENTE: INDAP.GOB.CL/, FECHA: 20 DE NOVIEMBRE DEL 208,

IMAGEN 46: MAPA DE FRUTICULTURA DE CHILE

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

IMAGEN 47: DIAGRAMA DE FUNCIONAMIENTO SISTEMA HIDROPÓNICO NFT.

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

IMAGEN 48: ILUSTRACIÓN DE PROYECTO: IMAGINARIO DE LAS POSIBILIDADES QUE PUEDEN CONVERGER ENTRE LA ESPACIALIDAD DEL CIELO Y EL SUELO, DENTRO DE LOS PARQUES FOTOVOLTAICOS

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

IMAGEN 49: PINTURA DE GIULIO PARIGI. GALERÍA DE LOS UFFIZI, FLORENCIA. REPRESENTANDO EL INCENDIO DE UNA NAVE ROMANA UTILIZANDO UN ESPEJO USTORIO DE ARQUÍMEDES DURANTE EL SITIO DE SIRACUSA, CIRCA 214 A. C.

FUENTE: HOGARSENSE.ES

IMAGEN 50: GREAT CONSERVATORY CHATSWORTH, JOSEPH PAXTON, 1843.

FUENTE: AGI-ARCHITECTS.COM/BLOG/INVERNADERO-ARQUITECTURA-Y-DESEO/

IMAGEN 51: CRISTAL PALACE, JOSEPH PAXTON, 1851.

FUENTE: EXCELTIPS.SOSYETER.COM/

IMAGEN 52: PINTURA DE JARDÍN BOTÁNICO DE LEIDEN: UN HORTUS CATALOGI TÍPICO, OGRÓD MIŁOŚCI, CIRCA 1450.

FUENTE: HISTORIASZTUKI.COM.PL

IMAGEN 53: EL INVERNADERO: ARQUITECTURA Y DESEO, 1858.

FUENTE: AGI-ARCHITECTS.COM/BLOG/INVERNADERO-ARQUITECTURA-Y-DESEO/

IMAGEN 54: TIPOLOGÍA DE INVERNADEROS SEGÚN LOUDON, 1817 (LOUDON1817).

FUENTE: RESEARCHGATE.NET

IMAGEN 55: FRUIT WALLS, NICOLAS FATIO DE DUILIER, 1699.

FUENTE: LOWTECHMAGAZINE.COM

IMAGEN 56: EL NUEVO INVERNADERO PORTÁTIL Y ECONÓMICO HOTHOUSE POR JOSEPH PAXTO 1860.

FUENTE: AMERICANGARDENING.NET

IMAGEN 57: INTERIOR DE CASA DE SOMBRA DE MADERA DISTINTIVA EN LOS JARDINES DE LA RESIDENCIA TOOWOOMBA, ROSLYN. FAMILIA NO IDENTIFICADA, DE PIE FRENTE A CONTENEDORES DE COMPOSTAJE, 1900.

FUENTE: QUEENSLAND'S COLLECTION, EN PICTUREQLD.SLQ.QLD.GOV.AU

IMAGEN 58: CASA DE SOMBRA DE MADERA DISTINTIVA EN LOS JARDINES DE LA RESIDENCIA TOOWOOMBA, ROSLYN. FAMILIA NO IDENTIFICADA, DE PIE FRENTE A CONTENEDORES DE COMPOSTAJE, CIRCA 1900.

FUENTE: QUEENSLAND'S COLLECTION, EN PICTUREQLD.SLQ.QLD.GOV.AU

IMAGEN 59: PLANTA, SECCIÓN LONGITUDINAL, VISTA INTERIOR E ISOMÉTRICO, HOTHOUSE FOR THE MILLER, JOSEPH PAXTON, 1840.

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

IMAGEN 60: PLANTA, SECCIÓN LONGITUDINAL, VISTA INTERIOR E ISOMÉTRICO, SHADOW HOUSE RESIDENCIA TOOWOOMBA, 1900.

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

IMAGEN 61: JARDÍN BOTÁNICO DE MEISE, HOLANDA.

FUENTE: NIEUWSBLAD.BE/CNT/BLWPO_02907734

IMAGEN 62: PINTURA DE UNA ESCENA EN UNA MARQUESINA DE EXHIBICIÓN DE FLORES FIRMADA, 'A BRIGHT, 1866'. SE CREE QUE ESTA PINTURA REPRESENTA UNA

ESCENA DE LA GRAN EXPOSICIÓN INTERNACIONAL DE HORTICULTURA DE 1866.
IMAGEN DE LA BIBLIOTECA LINDLEY

FUENTE: THEGARDENSTRUST.BLOG

IMAGEN 63: GREENHOUSE HOLANDA, MODELOS DE CULTIVO HIDROPÓNICO.

FUENTE: WORLDPHOTO.ORG/SONY-WORLD-PHOTOGRAPHY-AWARDS/WINNERS-GALLERIES/2020/PROFESSIONAL/FINALIST-

IMAGEN 64: COLLAGE DE IMÁGENES QUE MUESTRAN LOS DIFERENTES PATRONES EN AGRICULTURA, AGUA Y ENERGÍA

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA EN BASE A INFORMACIÓN OBTENIDA DE LA WEB.

IMAGEN 65: FOTOGRAFÍAS DE DIEGO DE ALMAGRO.

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA EN BASE A INFORMACIÓN OBTENIDA DE GOOGLE EARTH

IMAGEN 66: ANÁLISIS DE EMPLAZAMIENTO Y FOTOMONTAJE DE PLANTAS FOTOVOLTAICAS APROBADAS EN DIEGO DE ALMAGRO.

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA EN BASE A INFORMACIÓN OBTENIDA DE LA WEB.

IMAGEN 67: VISTA AÉREA DEL SITIO DE EMPLAZAMIENTO DEL PROYECTO PUEBLO HUNDIDO.

FUENTE: GOOGLE EARTH.

IMAGEN 68: VISTA AÉREA DEL SITIO DE EMPLAZAMIENTO DEL PROYECTO PUEBLO HUNDIDO.

FUENTE: GOOGLE EARTH.

IMAGEN 69: VISTA AÉREA DEL SITIO DE EMPLAZAMIENTO DEL PROYECTO PUEBLO HUNDIDO.

FUENTE: GOOGLE EARTH.

IMAGEN 70: VISTA AÉREA DEL SITIO DE EMPLAZAMIENTO DEL PROYECTO PUEBLO HUNDIDO.

FUENTE: GOOGLE EARTH.

IMAGEN 71: ANÁLISIS DEL CRECIMIENTO DEL RIO EL SALADO EN LOS ÚLTIMOS 16 AÑOS EN DIEGO DE ALMAGRO Y ANÁLISIS DE LADERAS NORTES EN PREDIO SELECCIONADO.

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA EN BASE A INFORMACIÓN OBTENIDA DE LA WEB

IMAGEN 72: ANÁLISIS DE EMPLAZAMIENTOS HIDROPÓNICOS Y FOTOVOLTAICOS EN BASE A DIFERENTES SISTEMAS DE CULTIVO, AGRÍCOLA Y SOLAR, DENTRO DEL PREDIO DEL PROYECTO.

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

IMAGEN 73: MASTER PLAN DEL PROYECTO, RELACIÓN ENTRE PROYECTO Y DIEGO DE ALMAGRO.

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

IMAGEN 74: ZOOM MASTER PLAN, RELACIÓN ENTRE PROYECTO Y DIEGO DE ALMAGRO.

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

IMAGEN 75: ZOOM FRANJA FITODEPURATIVA

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

IMAGEN 76: DETALLE DE SECCIONES EN FRANJA FITODEPURADORA ENTRE DIEGO DE ALMAGRO Y PLANTA AGROVOLTAICA PUEBLO HUNDIDO.

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

IMAGEN 77: FRANJA FITODEPURADORA ENTRE DIEGO DE ALMAGRO Y PLANTA AGROVOLTAICA PUEBLO HUNDIDO.

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

IMAGEN 78: SECCIONES DE HUMEDALES FITODEPURADORES, SEGÚN EL PROCESO FITODEPURATIVO QUE SE REQUIERE PARA EL TRATAMIENTO DE LAS AGUAS RESIDUALES DE DIEGO DE ALMAGRO MEDIANTE EL PROCESO DE HUMEDALES FITODEPURADORES.

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

IMAGEN 79: IMAGINARIO DE ÁREA DE HUMEDALES FITODEPURADORES

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

IMAGEN 80: PLANTA DE CONJUNTO PLANTA AGROVOLTAICA PUEBLO HUNDIDO

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

IMAGEN 81: IMAGEN, FRANJA CENTRAL DE PROPUESTA AGROVOLTAICA, PUEBLO HUNDIDO.

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

IMAGEN 82: DIAGRAMA DE CIRCULACIONES PLANTA AGROVOLTAICA PUEBLO HUNDIDO

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

IMAGEN 83: DIAGRAMA DE DISTRIBUCIÓN ENERGÉTICA PLANTA AGROVOLTAICA PUEBLO HUNDIDO

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

IMAGEN 84: DIAGRAMA DE DISTRIBUCIÓN DEL AGUA PLANTA AGROVOLTAICA PUEBLO HUNDIDO

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

IMAGEN 85: CRECIDA DEL RIO EL SALADO EN PARQUE KAUKARI, EN EL ALUVIÓN 2015

FUENTE: CODEXVERDE.CL

IMAGEN 86: DAÑOS CAUSADOS EN DIEGO DE ALMAGRO, DEBIDO AL DESBORDAMIENTO DEL RIO EL SALADO POR EL ALUVIÓN EN EL 2015

FUENTE: CARTAABIERTA.CL

IMAGEN 87: EJEMPLO DE SISTEMA DE PROYECCIÓN ALEDAÑOS A BORDE DEL RIO, MEDIANTE EL USO DE ESPIGONES.

FUENTE: CITA.UTEC.EDU.PE

IMAGEN 88: VISTA AÉREA GENERAL DE LOS ESPIGONES, PLANTA AGROVOLTAICA PUEBLO HUNDIDO

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

IMAGEN 89: PLANTA DE EMPLAZAMIENTO DE SISTEMA DE PROTECCIÓN EN BASE A ESPIGONES, PLANTA AGROVOLTAICA PUEBLO HUNDIDO.

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

IMAGEN 90: VISTA AÉREA GENERAL, FRANJA PRODUCTIVA Y SHADOW HOUSE.

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

IMAGEN 91: GRABADO DE ARQUÍMEDES CON UNO DE SUS ESPEJOS USTORIOS EN LA BATALLA DE SIRACUSA, CIRCA 214 A.C

FUENTE: SOLARPEDIA FRANCIA.

IMAGEN 92: PROTOTIPO ANTIGUO DE ARTEFACTO PARA PRODUCCIÓN DE ENERGÍA SOLAR, CIRCA 1875.

FUENTE: INSENE.ES

IMAGEN 93: PROTOTIPO ANTIGUO DE ARTEFACTO PARA PRODUCCIÓN DE ENERGÍA SOLAR, CIRCA 1875.

FUENTE: INSENE.ES

IMAGEN 94: DESPIECE ESTRUCTURA BASE DE ARTIFICIOS FOTOVOLTAICOS, SE MUESTRA LA CONFIGURACIÓN DE LA EVOLUCIÓN QUE PUEDE SOPORTAR LA ESTRUCTURA, DESDE SU ESTRUCTURA SIMPLE HASTA LA DELIMITACIÓN DE LA CARA SUR PARA LA GENERACIÓN DE LAS SHADOW HOUSE.

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

IMAGEN 95: ESPACIALIDAD INTERMEDIA GENERADA EN UN PARQUE FOTOVOLTAICO, SE INTERVIENE LA IMAGEN PARA ILUSTRAR UNA POSIBILIDAD DE USO EN LA SOMBRA GENERADA Y SU ESPACIALIDAD.

FUENTE: SOLTEC.COM

IMAGEN 96: COLLAGE SUGERENTE DE LAS DIFERENTES POSIBILIDADES DE TRATAMIENTO QUE PUDE TENER LA ESPACIALIDAD GENERADA BAJO LOS ARTIFICIOS SOLARES.

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA EN BASE A IMÁGENES RECOLECTADAS DE LA WEB.

IMAGEN 97: SECCIÓN BASE DE ARTIFICIO SOLAR

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

IMAGEN 98: ANÁLISIS DE SOMBRAS PRESENTE EN EL SUELO DEL ARTIFICIO. A LARGO DEL DÍA Y EN SOLSTICIO DE INVIERNO Y VERANO.

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

IMAGEN 99: ANÁLISIS DE TRAYECTORIA SOLAR Y SOMBRA PRODUCIDA POR EL ARTIFICIO EN LAS DIFERENTES ESTACIONES DEL AÑO

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

IMAGEN 100-103: ANÁLISIS DE SOMBRAS RESPECTO A LA PERMEABILIDAD Y SEPARACIÓN ENTRE MÓDULOS FOTOVOLTAICOS

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

IMAGEN 104: PLANTA DE ARTIFICIOS RESPECTO A LA PROPUESTA DE PERMEABILIDAD ENTRE MÓDULOS FOTOVOLTAICOS.

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

IMAGEN 105: PLANTA DE ARTIFICIO SOLAR PARA EL USO HIDROPÓNICO, SE MUESTRAN LAS DIFERENTES CONFIGURACIONES QUE LA PLANTA ES CAPAZ DE ALBERGAR EN RELACIÓN A LOS DIFERENTES TIPOS DE CULTIVOS Y SISTEMAS DE CULTIVOS HIDROPÓNICOS.

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

IMAGEN 106: ESPACIALIDAD DENTRO DE LAS SHADOW HOUSE, ARTIFICIOS SOLARES.

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

IMAGEN 107: ZONAS DE CULTIVO HIDROPÓNICO.

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

IMAGEN 108: ISOMÉTRICO: TIPOS DE CULTIVO SEGÚN MÉTODOS DE COSECHA HIDROPÓNICAS DENTRO DE SHADOW HOUSES.

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

IMAGEN 109: CAPACIDAD PRODUCTIVA DENTRO DE LAS ZONAS DESTINADAS A LA HIDROPONÍA; DENTRO DE LOS ARTIFICIOS SOLARES.

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

IMAGEN 110: FOTOGRAFÍAS: TIPOS DE MESAS HIDROPÓNICAS , SE MUESTRAN COMO ES EL EMPLAZAMIENTO DE LAS DIFERENTES TIPOS DE MESAS Y ESTRUCTURAS QUE REQUIEREN PARA EL DESARROLLO DE CULTIVOS, RESPECTO A LA DISPOSICIÓN QUE PODRÍA TENER DENTRO DE LA ZONA AGRÍCOLA EN LOS ARTIFICIOS SOLARES.

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA, EN BASE A INFORMACIÓN OBTENIDA DE LA WEB

IMAGEN 111: DETALLES DE CULTIVOS HIDROPÓNICOS SEGÚN MÉTODOS DE CRECIMIENTO.

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

IMAGEN 112: DETALLES DE DIFERENTES TIPOS DE CULTIVOS QUE SE PUEDEN COSECHAR DENTRO DE LA ESPACIALIDAD DE LAS ESTRUCTURAS FOTOVOLTAICAS; EN LAS SHADOW HOUSE.

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

IMAGEN 113: POSIBILIDADES DE CULTIVOS DENTRO DE SHADOW HOUSE - SISTEMA RURA DE CULTIVOL.

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

IMAGEN 114: CULTIVO DE ARÁNDANOS EN LAS SUPERFICIES SOMBREADAS DENTRO DE LAS SHADOW HOUSE.

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

IMAGEN 115: POSIBILIDADES DE CULTIVOS DENTRO DE SHADOW HOUSE - SISTEMA RURAL DE FRAMBUESAS

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

IMAGEN 116: CULTIVOS CON SISTEMA NFT DE TOMATES, CULTIVOS CON UN MAYOR GRADO TÉCNICO DENTRO DE LA ESTRUCTURA DE LAS SHADOW HOUSE.

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

IMAGEN 117: SECCIÓN ISOMÉTRICA DE FRANJA PRODUCTIVA.

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

IMAGEN 118: VISTA AÉREA DEL PROYECTO, SECCIÓN DESDE EL BORDE DEL RIO HACIA PARQUE FOTOVOLTAICO CONVENCIONAL.

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

IMAGEN 119: VISTA FRONTAL Y VISTA POSTERIOR DE ARTIFICIOS SOLARES Y SHADOW HOUSE.

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

IMAGEN 120: POSIBILIDADES PARA EL USO TURÍSTICO DENTRO DEL ARTIFICIO, SE MUESTRAN ALGUNAS DE LAS POSIBLES CONFIGURACIONES QUE ES CAPAZ DE

ALBERGAR DENTRO DE SU ESPACIALIDAD PARA ENRIQUECER LA EXPERIENCIA DEL USUARIO DENTRO DEL RECORRIDO TURÍSTICO DEL PARQUE AGROVOLTAICO.

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

IMAGEN 121: SENDEROS PARA EL RECORRIDO TURÍSTICOS DENTRO DE LA PLANTA AGROVOLTAICA PUEBLO HUNDIDO.

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

IMAGEN 122: POSIBILIDADES DE LA ESTRUCTURA RESPECTO A SUS CONFIGURACIONES PROGRAMÁTICAS.

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

IMAGEN 123: ACCESO AL RECORRIDO PEATONAL TURÍSTICO DENTRO DE LA PLANTA AGROVOLTAICA PUEBLO HUNDIDO

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

IMAGEN 124: CULTIVO DE ÁREAS VERDES BAJO EL ARTIFICIO, GRACIAS A LA SOMBRA Y SENSACIÓN TÉRMICA EL RECINTO FAVORECE LA PROLIFERACIÓN DE ESPECIES VEGETALES DENTRO DE LAS SOMBRAS.

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

IMAGEN 123: COMPARACIÓN EN PLANTAN DE REQUERIMIENTO SUPERFICIAL ENTRE ARTIFICIO SOLAR Y DISPOSICIÓN DE PANELES FOTOVOLTAICOS EN MESAS TRADICIONALES.

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

IMAGEN 125: UNA RAMPA SE MUESTRA ADOSADA A LA ESTRUCTURA PRINCIPAL DEL ARTIFICIO, LA CUAL SE HA DISEÑADO PARA PONER EN CONTACTO AL USUARIO DESDE EL SUELO HASTA EL CIELO DEL ARTIFICIO.

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

IMAGEN 126: UNA RAMPA SE MUESTRA ADOSADA A LA ESTRUCTURA PRINCIPAL DEL ARTIFICIO, LA CUAL SE HA DISEÑADO PARA PONER EN CONTACTO AL USUARIO DESDE EL SUELO HASTA EL CIELO DEL ARTIFICIO.

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

IMAGEN 127: LA RAMPA CONECTA UNA SERIE DE ARTIFICIOS, PARA GENERAR DE ESTA MANERA UN RECORRIDO EN LA SUPERFICIE SUPERIOR DEL ARTIFICIO.

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

IMAGEN 128: LA SOMBRA GENERA UN AMBIENTE PROPICIO PARA PODER ALBERGAR LOS RESERVORIOS DE AGUA FITODEPURADA; QUE LUEGO ABASTECERÁ LOS PROCESOS HIDROPÓNICOS DENTRO DE LAS SHADOW HOUSE.

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

IMAGEN 129: COMPARACIÓN VISTA EN PLANTA Y SECCIÓN RESPECTO AL REQUERIMIENTO SUPERFICIAL ENTRE ARTIFICIOS SOLARES Y DISPOSICIÓN DE PANELES FOTOVOLTAICOS EN MESAS TRADICIONALES.

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

IMAGEN 130: COMPARACIÓN VISTA ISOMÉTRICA RESPECTO AL REQUERIMIENTO SUPERFICIAL ENTRE ARTIFICIOS SOLARES Y DISPOSICIÓN DE PANELES FOTOVOLTAICOS EN MESAS TRADICIONALES.

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

IMAGEN 131: EL ARTIFICIO COMO COLONIZADOR, DESDE LA UNIDAD DEL MÓDULO, HASTA LA COLONIZACIÓN DEL TERRITORIO EN MASA.

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

IMAGEN 132: APROXIMACIÓN A UN DESARROLLO A ESCALA URBANA EN BASE A LOS ARTIFICIOS SOLARE, TENIENDO COMO UNIDAD HABITACIONAL LA ESTRUCTURA PARA PODER DESARROLLAR LAS ACTIVIDADES NECESARIAS PARA EL DESARROLLO DE LAS COMUNIDADES DENTRO DE LA SOMBRA EN EL DESIERTO.

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

IMAGEN 133: AGRICULTURAL CITY, KISHO KUROKAWA 1960

FUENTE: ARCHEYES.COM/AGRICULTURAL-CITY-KUROKAWA-KISHO/

IMAGEN 134: BROADACRE CITY FRANK LLOYD WRIGHT

FUENTE: MEDIAARCHITECTURE, DISPONIBLE EN: .MEDIAARCHITECTURE.AT/ARCHITEKTURTHEORIE/BROADACRE_CITY/2011_BROADACRE_MODEL_EN.SHTML

IMAGEN 135: “LA CIUDAD EN EL PAISAJE”, 1944. DE LUDWIG HILBERSEIMER, THE NEW CITY

FUENTE: PLACESJOURNAL.ORG/ARTICLE/HISTORY-OF-AGRARIAN-URBANISM/?CN-RELOADED=1

IMAGEN 136: COLLAGE SUGERENTES DE POSIBLES USOS Y EMPLAZAMIENTOS RESPECTO AL ARTIFICIO

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

IMAGEN 137: REINTERPRETACIÓN DE FRANJA CENTRAL, DENTRO DE LA PLANTA AGROVOLTAICA PUEBLO HUNDIDO; LA IMAGEN BUSCA EXPRESAR LA DUALIDAD QUE EXISTE ENTRE LA ZONA ÁRIDA DEL PANEL Y LA POSIBILIDAD DE GENERACIÓN DE ZONAS QUE REVERDECEN DENTRO DE LA SOMBRA, BAJO LOS ARTIFICIOS SOLARES.

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA