



Pontificia Universidad Católica de Chile  
Facultad de Arquitectura, Diseño y Estudios Urbanos

**MARQ**

Magíster en Arquitectura

## **CATALIZADOR DE INFRAESTRUCTURAS: “Centro de Investigación Agro Fotovoltaico”**

Sinergia entre las industrias energética solar fotovoltaica y agrícola en Inca de Oro,  
desierto de Atacama.

José Ignacio Subiabre Abalos

Paisajes de la Energía- Taller de Investigación y Proyecto MAPA/MARQ - 2018  
Profesores guía: Arturo Scheidegger / Ignacio García Partarrieu / Pilar García

*a mi madre*

# INDICE

## 1. RESUMEN

- 1.1\_Abtract
- 1.2\_Preguntas, hipótesis y objetivos

## 2. INTRODUCCIÓN

- 2.1\_“Un evento afortunado”: Vegetación en los parques solares
- 2.2\_“Marte queda en otra parte”: Atacama, el lugar más arido del mundo
- 2.3\_“Cuello de botella”: Infraestructura de transmisión energética
- 2.5\_Agricultura en el desierto: Una oportunidad para la resiliencia
- 2.5\_“Circulo virtuoso”: Parque Solar Fotovoltaico
- 2.6\_El incierto futuro de los poblados mineros
- 2.7\_La infraestructura como herramienta territorial
- 2.8\_“1 + 1 = 3”: El rol de la arquitectura

## 3. LA AGRICULTURA EN EL DESIERTO

- 3.1\_Agronomía, la domesticación del desierto y la desertificación.
- 3.2\_Casos de Estudio
  - 3.2.1\_Jordania: Fe de erratas
  - 3.2.2\_Israel: El milagro tecnologico
  - 3.2.3\_China: Revitalización socio cultural
- 3.3\_Experiencias locales
  - 3.3.1\_Cultivos en Inca de Oro
  - 3.3.2\_“La Viñita”
- 3.4\_Que cultivar en el desierto
  - 3.4.1\_La quinua
  - 3.4.2\_Otros cultivos

## 4. INCA DE ORO

- 4.1\_Contexto general
- 4.2\_Infraestructuras
  - 4.2.1\_Un cruce de caminos
  - 4.2.2\_La energía solar como catalizador patrimonial
  - 4.2.3\_Habitar el desierto: Infraestructura de sombra
- 4.3\_Abastecimiento de Agua
  - 4.3.1\_Las Vegas: Un oasis en el desierto
  - 4.3.2\_Sistema Tohá: Tratado de aguas grises
  - 4.3.3\_“Ciclo ecológico”: Uso sustentable y sostenible del agua

## 5. PROYECTO

- 5.1\_Sistema Agrofotovoltaico: un nuevo modelo de industria
- 5.2\_Calce espacial
- 5.3\_Análisis para la autosustentabilidad energética de Inca de Oro
- 5.4\_Estrategias de emplazamiento para un parque solar en Inca de Oro
  - 5.4.1\_Pergola fotovoltaica
  - 5.4.2\_Sistema agro pv
  - 5.4.3\_Sistema solar fotovoltaico clásico
- 5.5\_Centro de Investigación Agrofotovoltaico

## 6. ANEXOS

- 6.1\_Glosario técnico
- 6.2\_Glosario de conceptos
- 6.3\_Glosario de sistemas tecnologicos
- 6.4\_Bibliografía

## ABSTRACT

La mayor incidencia solar del mundo se encuentra en el norte de Chile, específicamente en el desierto de Atacama y sus alrededores. Esta característica ha provocado que en los últimos años se haya empezado a desarrollar considerablemente la industria energética solar fotovoltaica (IESF) en la provincia de Chañaral, región de Atacama, lugar donde se desarrolla la siguiente investigación.

Entre los años 2013 y 2016, la capacidad generadora instalada de energía solar creció desde prácticamente 0 MW a casi 2.000 MW. Sin embargo, pese a este gran crecimiento, esta industria está generando un **excedente energético** que no puede ser almacenado, por aspectos de la tecnología actual, pero que si es posible **redirigir** al desarrollo de nuevas industrias.

Por otro lado, en la actualidad **no existe una industria agrícola en la provincia** de Chañaral, lo que la hace depender en un 100% del abastecimiento de productos agrícolas de otras comunas del país. Este problema está asociado a la escasez hídrica, el clima, la falta de tecnologías y la falta de mano de obra en la zona.

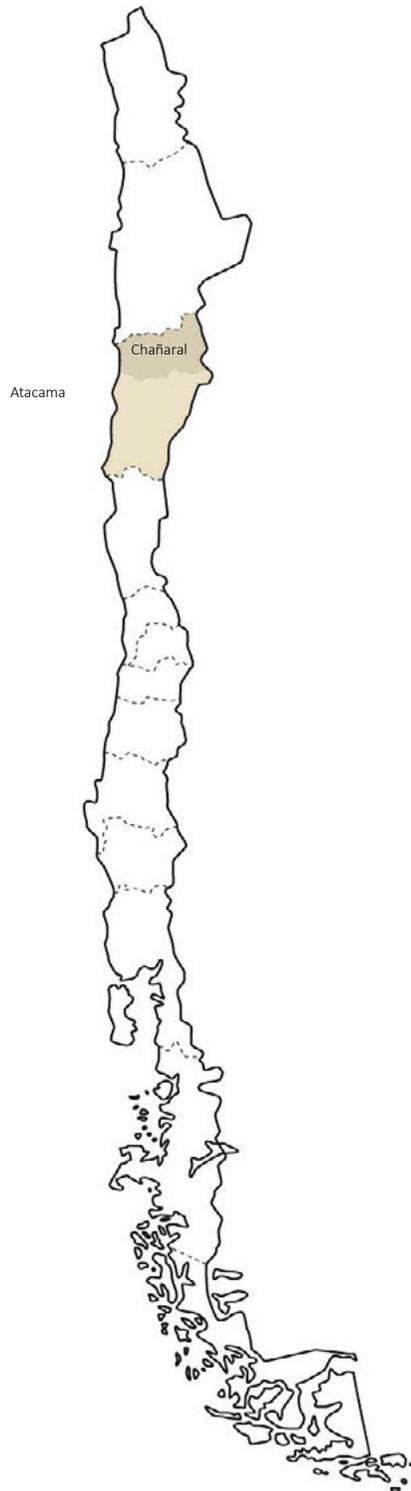
Durante la investigación de esta tesis se descubrió lo que se llamo un **“ciclo virtuoso”**. Este evento consiste en que los paneles solares pueden **captar el rocío del desierto** dada su ergonometría. El agua captada es condensada en los paneles y luego escurre por estos para luego caer debajo de ellos, donde la sombra proyectada por los paneles se encuentra. Este “ciclo virtuoso” descubierto genera un microclima que permite que crezca vegetación en el desierto bajo los paneles solares.

El proyecto busca replantear el emplazamiento de una de las cuatro subestaciones del futuro parque solar fotovoltaico Campos de Sol Centro relocalizándolo en el histórico poblado minero de Inca de Oro, él que en la actualidad se encuentra en un estado de deterioro y de abandono. Para que está operación se lleve acabo se busca arquitecturizar el llamado “ciclo virtuoso” de manera que se potencie este fenomeno y se utilice para generar agricultura en el desierto de la mano de la infraestructura solar fotovoltaica generando lo que se llamo un **“ciclo ecologico”**.

Se busca crear nuevas instancias productivas, dejando de lado la mono funcionalidad que poseen en la actualidad los parques solares, instaurando una nueva cultura agrícola, en un lugar de cultura minera. Para esto, se creará un Centro de Investigación Agro Fotovoltaico, el cual servirá como **catalizador entre las infraestructuras de la industria solar fotovoltaica y la industria agrícola**.

## PALABRAS CLAVE:

Energía solar fotovoltaica  
Infraestructura energética  
Agricultura urbana  
Revitalización urbana  
Reactivación urbana  
Ciudad Agro-Solar  
Agro-fotovoltaico  
Autosuficiencia energética  
Escasez hídrica  
Zona Arida





## Preguntas

¿De qué manera las infraestructuras de la industria energética solar fotovoltaica, dada su magnitud, pueden aportar en la configuración del paisaje y convertirse en un valor agregado a este?

¿De qué manera las nuevas infraestructuras de energía solar fotovoltaica pueden albergar dentro de sus áreas de operación nuevos programas productivos complementarios?

¿Cómo la arquitectura puede ser una herramienta articuladora entre distintas industrias y sus respectivas infraestructuras?

## Hipótesis

Se plantea que la sinergia entre la industria energética solar fotovoltaica y la industria agrícola se puede dar, en el desierto, por medio de un replanteamiento arquitectónico de la infraestructura energética, la cual obedece actualmente un orden meramente ingenieril que la tiene limitada a un carácter mono funcional negando su potencial arquitectónico espacial.

Este replanteamiento arquitectónico consiste en rediseñar las infraestructuras actuales de manera que se pueda generar un ciclo ecológico que permita que coexistan las industrias energética solar y la industria agrícola potenciándose la una con la otra.

Para esto es necesario un catalizador de estas industrias, de manera que puedan coexistir de manera positiva.

Se espera que, con esta sinergia, Inca pase a tener un rol protagónico en cuanto a la producción y distribución de alimentos de tipo hortícola en la provincia de Chañaral.

Además, se espera que esta operación se pueda volver replicable a lo largo de los distintos pueblos del norte que tienen un potencial para generar energía solar, y de esta manera se pueda “colonizar” el desierto.

## Objetivos

Escala territorial: Replantar sistema de líneas infraestructurales, que hoy funcionan como canales de distribución independientes (Sistema Interconectado Central, o de movimiento -rutas y caminos-), de tal manera de articular una red que integre sistemas productivos más complejos que aporte al desarrollo del territorio de Chañaral de manera sustentable.

Generar agricultura en el desierto por medio del “ciclo virtuoso” descubierto, potenciándolo por medio de la arquitectura. Además de articular distintas fuentes de agua para que esté proyecto se pueda llevar a cabo.

Emplazar una de las cuatro subestaciones del futuro parque solar Campos de Sol Centro en Inca de Oro, de manera que gracias al replanteamiento arquitectónico de las industrias se genere el llamado “ciclo ecológico”.



## INTRODUCCIÓN



Imagen 03. Vegetación creciendo debajo de un modulo solar, en PV Diego de Almagro.  
Fuente: Imagen de Francisca Kraushaar, parte del Taller "Energía y Territorio"

## INTRODUCCIÓN



Imagen 04. De izquierda a derecha: PSF Chañares, Diego de Almagro (pueblo) y PSF PV Diego de Almagro  
Fuente: Google Earth

### “Un evento afortunado”: Vegetación en los parques solares

En el transcurso de esta investigación se descubrió que en el desierto los paneles solares puede **captar el rocío del desierto** dada su **ergonomía**. El agua es condensada en los paneles y luego escurre por estos para luego caer debajo de ellos, donde la sombra proyectada por los paneles se encuentra. Este **“ciclo fortuito”** permite que crezca vegetación en el desierto, bajo los paneles solares.

Esto afortunado evento no solo abrió la posibilidad de pensar en arquitecturizar esta estructura para plantear un desarrollo sustentable en desierto, si no que además, se investigó que la vegetación cuando crece bajo los paneles en el desierto disminuye la limpieza de estos.

El actual sistema de la industria solar fotovoltaica está pensado como una pieza aislada de la ciudad, la que no se quiere ver y por ende se encuentra alejada de las zonas urbanas. Sin embargo, es en la ciudad que se le puede dar un rol más versátil, adquiriendo la característica de **pieza urbana**. Además, si los parques solares se emplazaran en la ciudad se obtendrían beneficios de reducir costos en mantención (por la cercanía con fuentes de agua) y se contaminaría menos el medio ambiente por los efectos de traslado de los camiones de aljibe. Es decir, existen beneficios tanto para la industria como para la ciudad solo que el sistema actual no permite que estos ocurran.

Dentro de este replanteamiento a la manera tradicional de cómo operan los parques solares, se propone la incorporación de una industria agrícola en el desierto, para responder a problemas de suministro de alimentos que afectan a la provincia de Chañaral, la que se puede desarrollar mediante una sinergia entre las dos industrias fotovoltaica y agrícola, gracias al excedente energético existente, a las cualidades ergonómicas y espaciales que posee la infraestructura de la industria fotovoltaica y a la “arquitecturización” de este ciclo fortuito que se descubrió.

No se trata de poner un par de paneles solares en paraderos de micro. Se trata de integrar la industria solar en la ciudad y en sus espacios públicos. Se trata de replantear y formatear el actual sistema de cómo los parques solares fotovoltaicos operan.



Imagen 05. Vegetación creciendo bajo modulo solar en PV Diego de Almagro  
Fuente: Barbara Maldonado, parte del Taller “Energía y Territorio”



Imagen 06. Polvo y tierra en un modulo solar fotovoltaico en PV Diego de Almagro  
Fuente: Barbara Maldonado, parte del Taller “Energía y Territorio”

## INTRODUCCIÓN

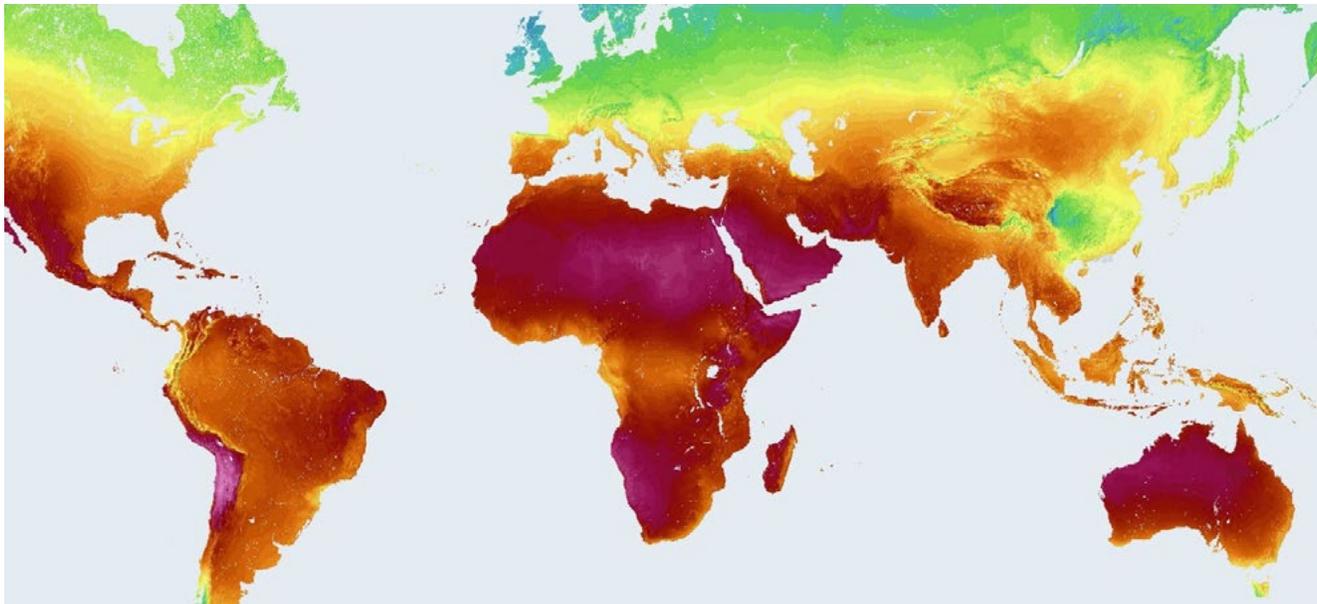


Imagen 07. Mapa de irradiación solar mundial  
Fuente: Solaris

“Marte queda en otra parte”: Atacama, el lugar más arido del mundo

**“Chile, bendecido con el extraordinario desierto de Atacama, es un líder en la cosecha del poder del sol (...) Es el mejor lugar del mundo para producir energía solar, con la mayor potencia del planeta. El sol es tan intenso y el aire tan seco que aparentemente nada sobrevive. A través de vastos y rocosos residuos de color, no hay cactus u otros signos visibles de vida. Es Marte, con mejor recepción de teléfono” [1] - The Washington Post**

La zona norte de Chile posee la mayor incidencia solar del mundo, concentrándose la principal en el desierto de Atacama y sus alrededores. Actualmente dispone de 393 Mega Watts (MW), posicionándola como la región con mayor capacidad instalada en energías renovables no convencionales (ERNC) de esta tecnología en el país y convirtiéndola en la capital de energía solar de Chile. Hoy en día existen 12 centrales solares fotovoltaicas distribuidas por toda la región, siendo la provincia de Chañaral la que alberga la mayor parte de estas con cinco centrales en funcionamiento hasta la fecha.

En el marco de la política de *Energía 2050*, Chile pretende convertirse en un líder a nivel mundial en cuanto a la materia de producción de ERNC, teniendo el principal foco de atención en la energía solar. Para el 2017 esta aportaba un 5% a la capacidad instalada en el Sistema Interconectado Central (SIC), y para febrero del mismo año, el 76% de los proyectos de generación con ERNC en construcción eran solares fotovoltaicos. Frente a este panorama nacional, la provincia de Chañaral se posiciona como una zona clave para el desarrollo de esta industria. En la actualidad, en la provincia, existen 19 proyectos aprobados (pero no construidos) para la producción energética solar fotovoltaico.

La construcción de estas plantas generó inicialmente **expectativas** en la comunidad, en cuanto a la una mayor actividad económica y nuevos empleos directos e indirectos, así como el acceso a beneficios relevantes para las personas, producto de proyectos de compensación por parte de las empresas. Sin embargo, pese a que ya hay cinco plantas en operación, la comunidad percibe que sus expectativas no se han cumplido.

**“(...) la propagación de plantas de generación eléctricas solares fotovoltaicos ha transformado el territorio provincial aumentando la cantidad de líneas de transmisión eléctrica y modificando el paisaje mediante la instalación de grandes extensiones de paneles solares.” [2]**

**“Al menos un 70% de la matriz eléctrica al 2050 debe provenir de fuentes renovables, con énfasis en energía solar y eólica (...)” [3]**

El futuro de la provincia luce prometedor, si se tiene en cuenta que entre los cinco proyectos en funcionamiento se generan 265 Mega Watts nominales (MWn) y solo el futuro proyecto Luz de Oro estima una producción de 475 MWn. Cerca de Inca de Oro, a tan solo 11 kilómetros de distancia, están aprobados dos proyectos de gran envergadura (tanto en extensión, como en generación de energía). Estos son los parques solares Campos de Sol Centro (CSC) y Campos de Sol Norte (CSN), los que estiman producir 237 MWn\* y 186 MWn respectivamente. Cada uno de estos proyectos tiene una superficie superior a las 600 hectáreas, y se han invertido US\$564.000.000 en CSC y US\$489.000.000 en CSN.

Sin embargo, pese a estas grandes inversiones de dinero, los trabajos que traerán están asociados principalmente al área de construcción de estas instalaciones, ya que en la fase de funcionamiento estas plantas necesitarán 40 operadores, por lo que en el largo plazo no significan un aporte significativo para el poblado de Inca de Oro y para la provincia de Chañaral.

Además, actualmente estas infraestructuras obedecen a un orden meramente ingenieril, lo que las tiene **limitadas a un carácter mono funcional** negando cualquier otra función. Esto resulta paradójico, ya que estas son las infraestructuras más grandes que se encuentran en el desierto, después de los yacimientos mineros, y no aportan al contexto territorial, social y ambiental.

Al igual que el planeta Marte, Chañaral tiene una irradiación solar considerablemente alta, es extramadamente arido, y se encuentra en el olvido.

[1] Revista Energía. Washington Post destaca a Chile y dice que es la Arabia Saudita de la energía solar. Recuperado de <https://www.revistaenergia.com/9465/> revisado el 14/11/2018

[2] OCUC, CORPROA. (2016). Programa de reactivación urbana y productiva sustentable de Atacama, corredor solar. Informe III, volumen 2. Santiago, Chile. PP 38- 39

[3] COMITÉ CONSULTIVO DE ENERGÍA 2050. Hoja de Ruta 2050, Hacia una energía sustentable e inclusiva para Chile. Ministerio de Energía, 2015

\* 237 MW puede abastecer aproximadamente a 33 mil viviendas

## INTRODUCCIÓN



Imagen 08. Líneas de transmisión en el desierto

Fuente: Elaboración propia

“Cuello de botella”: Infraestructura de transmisión energética

***“(…) el sistema de transmisión eléctrica de la provincia de Chañaral no es suficiente para absorber toda la electricidad que se está generando. Esto se debe a que la entrada de las plantas solares ha sido muy explosiva y no ha habido una coordinación capaz de promover proyectos de transmisión acordes con la demanda(…)” [4]***

El explosivo incremento de la potencia eléctrica instalada en la región de Atacama, debido al boom solar experimentado en el país, ha significado y demostrado la falta de infraestructura eléctrica capaz de absorber y distribuir esta nueva electricidad generada. (OCUC) Esto ha generado un **excedente energético** en la provincia, lo que genera la pregunta de ¿que se puede hacer con esta energía que “sobra”?

Actualmente el único cliente de la energía solar producida es Transelec, que es la empresa encargada del sistema de distribución. No existe ninguna otra empresa intermediaria entre la industria de generación y transmisión de energía. Además, las empresas solares todavía no hacen convenios con empresas mineras o clientes libres para poder distribuir energía directamente a las faenas sin tener que pasar por el SIC. Esto presenta una oportunidad para poder plantear nuevas infraestructuras energéticas de distribución en el territorio de Chañaral.

En el futuro deberían presentarse grandes proyectos asociados a la transmisión de energía que posibiliten la interconexión entre el SING y el SIC que eviten la actual congestión energética que presentan hoy las líneas de transmisión en esta zona, pero por el momento se está perdiendo energía y los parques solares no están operando a su máxima capacidad para no generar un mayor gasto.

Dada esta situación aparece la oportunidad de redistribuir esta energía “perdida” al desarrollo de una nueva industria que aporte al desarrollo de la provincia.

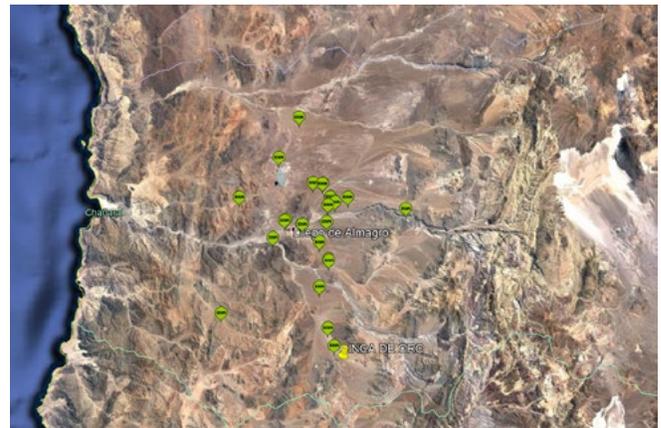
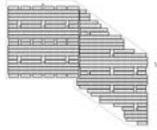


Imagen 09. Existen más de 19 proyectos aprobados actualmente en la provincia de Chañaral  
Fuente: Google Earth, con información del SEA

[4] OCUC, CORPROA. (2016). Programa de reactivación urbana y productiva sustentable de Atacama, corredor solar. Informe III, volumen 2. Santiago, Chile. PP 251



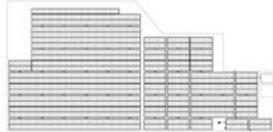
**PLANTA FOTOVOLTAICA DIEGO DE ALMAGRO SOLAR**

**Coordenadas:** 26°22'55.89" S 70°01'12.97" W  
**Ubicación:** Diego de Almagro, Chañaral  
**Año de funcionamiento:** 2013  
**Inversión:** US\$187 millones  
**Módulos:** 1.224.000  
**Superficie:** 228 hectáreas  
**Potencia:** 90 MW  
**Mano de obra en construcción:** 400 personas  
**Mano de obra en operación:** 25 personas  
**Suministra:** Desconocido



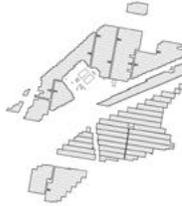
**PARQUE ESPERANZA**

**Coordenadas:** 26°17'37.82" S 69°37'36.61" O  
**Ubicación:** Diego de Almagro, Chañaral  
**Año de funcionamiento:** 2014  
**Inversión:** Desconocido  
**Módulos:** 23.350  
**Superficie:** 6 hectáreas  
**Potencia:** 2,88 MWp  
**Mano de obra en construcción:** Desconocido  
**Mano de obra en operación:** Desconocido  
**Suministra:** Desconocido (prueba de carácter industrial)



**PARQUE SOLAR JAVIERA**

**Coordenadas:** 26°18'12.85" S 70°11'12.38" W  
**Ubicación:** Diego de Almagro, Chañaral  
**Año de funcionamiento:** 2015  
**Inversión:** US\$160 millones  
**Módulos:** 228.160  
**Superficie:** 180 hectáreas  
**Potencia:** 69 MW  
**Mano de obra en construcción:** 350 personas (600 máx.)  
**Mano de obra en operación:** 20 personas (30 máx.)  
**Mano de obra abandono:** 60 personas (100 máx.)  
**Suministra:** Aproximadamente el 14% de la energía que hoy utiliza la minera Los Pelambres



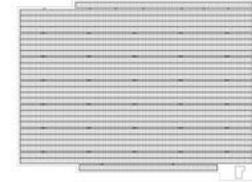
**PARQUE SOLAR PV DIEGO DE ALMAGRO**

**Coordenadas:** 26°22'55.89" S 70°01'12.97" O  
**Ubicación:** Copiapó, Copiapó  
**Año de funcionamiento:** 2013  
**Inversión:** US\$ 130 millones  
**Módulos:** 185.715  
**Superficie:** 122 hectáreas  
**Potencia:** 52 MWp  
**Mano de obra en construcción:** 400 personas  
**Mano de obra en operación:** 8 personas (25 años)  
**Suministra:** La energía será inyectada al Sistema Interconectado Central (SIC)



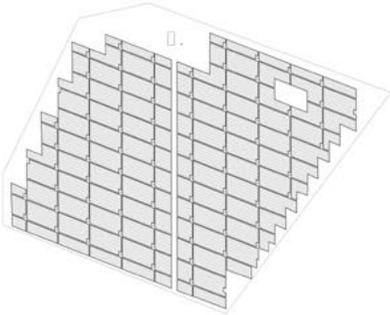
**PARQUE EL SALVADOR PV**

**Coordenadas:** 26°18'37.47" S 69°52'02.01" W  
**Ubicación:** Diego de Almagro, Chañaral  
**Año de funcionamiento:** 2013  
**Inversión:** US\$200 millones  
**Módulos:** 208.000  
**Superficie:** 240 hectáreas  
**Potencia:** 40 MW  
**Mano de obra en construcción:** 100 personas  
**Mano de obra en operación:** 4 personas  
**Suministra:** Desconocido



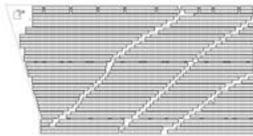
**PARQUE LLANO DE LLAMPÓS**

**Coordenadas:** 27° 6'52.50" S 70°10'34.39" O  
**Ubicación:** Copiapó, Copiapó  
**Año de funcionamiento:** Desconocido  
**Inversión:** US\$ 241 millones  
**Módulos:** 307.320  
**Superficie:** 306 hectáreas  
**Potencia:** 95 MWp  
**Mano de obra en construcción:** 250 personas (500 máx.) (1 año)  
**Mano de obra en operación:** 10 personas (25 máx.) (25 años)  
**Mano de obra abandono:** 60 personas (100 máx.)  
**Suministra:** La energía será inyectada al Sistema Interconectado Central (SIC)  
 ● Agua limpieza de paneles: 1728,59 m³/año  
 ● Agua consumo humano y sanitario: 2,5 m³/día



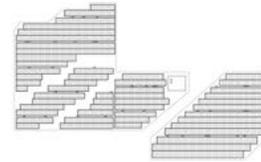
**PARQUE LUZ NORTE**

**Coordenadas:** 26°33'00.09" S 69°58'07.12" W  
**Ubicación:** Copiapó, Copiapó  
**Año de funcionamiento:** 2016  
**Inversión:** US\$370 millones  
**Módulos:** 1.710.720  
**Potencia:** 162,36 MWac  
**Superficie:** 472,8 hectáreas  
**Mano de obra en construcción:** 202 personas (500 máx.) (14 meses)  
**Mano de obra en operación:** 5 personas (10 máx.) (26 años)  
**Mano de obra abandono:** 47 personas (55 máx.) (1 año)  
**Suministra:** 174.000 viviendas



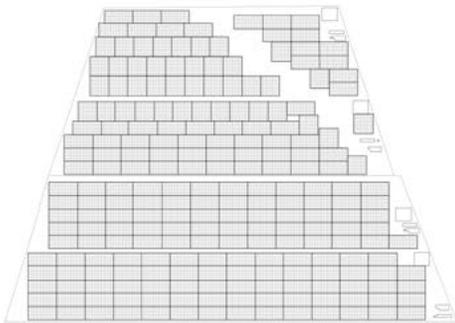
**PARQUE CARRERA PINTO I**

**Coordenadas:** 27° 0'18.40" S 69°51'58.82" O  
**Ubicación:** Copiapó, Copiapó  
**Año de funcionamiento:** 2016  
**Inversión:** US\$ 180 millones  
**Módulos:** Desconocido  
**Superficie:** 97,4 hectáreas  
**Potencia:** 97 MW  
**Mano de obra en construcción:** 64 personas (128 máx.) (14 meses)  
**Mano de obra en operación:** 5 personas (13 máx.) (26 años)  
**Mano de obra abandono:** 64 personas (128 máx.) (1 año)  
**Suministra:** 122.000 viviendas  
 ● Agua limpieza de paneles: 205,6 m³/limpieza  
 ● Agua consumo humano y sanitario: 0,5 m³/mes



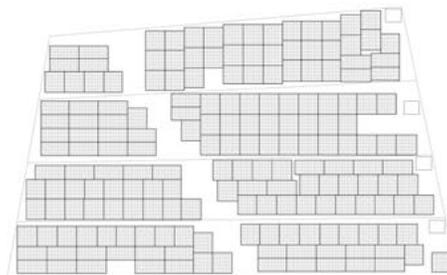
**PARQUE SOLAR SAN ANDRES**

**Coordenadas:** 27°15'14.26" S 70° 6'37.52" O  
**Ubicación:** Copiapó, Copiapó  
**Año de funcionamiento:** 2014  
**Inversión:** US\$200 millones  
**Módulos:** 166.896  
**Superficie:** 150 hectáreas  
**Potencia:** 50,6 MWp  
**Mano de obra en construcción:** Desconocido  
**Mano de obra en operación:** Desconocido  
**Suministra:** 93.000 viviendas



**PARQUE CAMPOS DE SOL CENTRO (se subdivide en 4)**

**COORDENADAS:** 26°42'34.65" S 69°55'25.95" O  
**Ubicación:** Diego de Almagro, Chañaral  
**Año de funcionamiento:** (proyecto aprobado pero no aun construido)  
**Inversión:** US\$ 564 millones  
**Módulos:** Desconocido (se estiman 1.194.000)  
**Superficie:** 685,08 hectáreas  
**Potencia:** 237 MWn  
**Mano de obra en construcción:** 640 personas (1280 máx.) (14 meses)  
**Mano de obra en operación:** 40 personas (80 máx.) (25 años)  
**Mano de obra abandono:** 220 personas (440 máx.) (1 año)  
 ● Agua limpieza de paneles: 597 m³de agua al año.  
 ● Agua consumo humano y sanitario: 4 m³/día  
**Suministra:** El objetivo del Proyecto es la generación de energía eléctrica para ser inyectada al Sistema Interconectado Central (SIC)



**PARQUE CAMPOS DE SOL NORTE (se subdivide en 4)**

**Coordenadas:** 26°39'47.70" S 69°56'35.50" O  
**Ubicación:** Diego de Almagro, Chañaral  
**Año de funcionamiento:** (proyecto aprobado pero no aun construido)  
**Inversión:** US\$ 489 millones  
**Módulos:** Desconocido (se estiman 936.000)  
**Superficie:** 612,56 hectáreas  
**Potencia:** 186 MWn  
**Mano de obra en construcción:** 600 personas (1200 máx.)  
**Mano de obra en operación:** 40 personas (80 máx.) (25 años)  
**Mano de obra abandono:** 200 personas (400 máx.) (1 año)  
 ● Agua limpieza de paneles: 468 m³ de agua al año  
 ● Agua consumo humano y sanitario: 4 m³/día  
**Suministra:** El objetivo del Proyecto es la generación de energía eléctrica para ser inyectada al Sistema Interconectado Central (SIC)



**INCA DE ORO**

**Coordenadas:** 26°45'17.28" S 69°54'13.51" O  
**Ubicación:** Diego de Almagro, Chañaral  
**Autorregulación energética:** 194,7 kWd  
**Area urbana:** 35 hectáreas  
**Población:** 420 habitantes  
**Viviendas:** 290

Imagen 10. Parques solares en la provincia de Chañaral y Copiapó  
 Fuente: Elaboración propia

## INTRODUCCIÓN



Imagen 11. Cultivos en Inca de Oro  
Fuente: Elaboración propia

Agricultura en el desierto: Una oportunidad para la resiliencia

***“Actualmente los productos agrícolas que se consumen en estas comunas (Chañaral y Diego de Almagro) provienen de las otras provincias de la región o bien de la región de Coquimbo.” [5]***

En la provincia hay una **inexistencia de una industria agrícola**. Este problema obliga a que la provincia dependa en un **100%** en el abastecimiento de productos hortícolas de otras comunas de la región, o de otras regiones.

Que no haya una industria agrícola en el desierto parece algo muy obvio, la escasez hídrica presente, el estado de erosión que tiene el suelo y la falta de mano de obra disponible en la zona son unas condicionantes que dificultan que esta industria se pueda desarrollar.

Sin embargo, como se dijo en la premisa de esta tesis, se ha descubierto que los parques solares fotovoltaicos dan la posibilidad de desarrollar agronomía en lugares de condiciones extremas, tal como lo es el desierto. Esta posibilidad no solo está ligada al actual excedente energético presente en la provincia del que ya se habló, si no que, también a la cualidad ergonométrica que poseen los módulos fotovoltaicos.

Una actividad como la agronomía podría generar nuevas y mejores condiciones socio culturales de habitabilidad en el desierto. Inca de Oro se encuentra en un estado de deterioro y abandono, y el desarrollo de un proyecto de tipo agrícola podría ayudar a mejorar la calidad de vida de las personas que viven allí. Además se presenta la opción de convertirse en un proyecto **modelo que se puede replicar** en otros pueblos del desierto.

Dentro de las metas energéticas de Chile, en el programa *Chile Energía 2050*, hay una que tiene como fin que para el año 2035 **el país se convierta en exportador de tecnología y servicios para la industria solar**. Esto es un incentivo para el desarrollo de nuevas tecnologías en zonas de producción energética solar fotovoltaica y para investigar entre la posible sinergia entre la industria solar y la industria agrícola en el desierto.

Dentro de los *“10 Mega compromisos”* de la nueva ruta energética del 2018 esta la de *“capacitar 6000 operarios, técnicos, operarios y profesionales, desarrollando competencias y habilidades en gestión y uso sostenible de la energía, en el sector eléctrico, de combustibles y de energías renovables, certificando al menos a 3000.”* Al igual que el punto anterior, esto nos indica que los recursos para una futura investigación y una capacitación técnica va a ocurrir y hay que saber aprovechar esto.

[5] OCUC, CORPROA. (2016). Programa de reactivación urbana y productiva sustentable de Atacama, corredor solar. Informe III, volumen 2. Santiago, Chile. PP 366

Noticias relacionadas

## Inauguran el primer huerto hidropónico en San Pedro de Atacama

11.05.2015 Adultos mayores de la comuna se capacitaron y hoy cuentan con cultivos de hortalizas en agua piedras y rocas volcánicas.

## Productores de cultivos hidropónicos aumentan cosechas en desierto de Atacama

"CIUDAD HIDROPÓNICA" ALTOS LA PORTADA LE GANA TERRENO AL DESIERTO EN ANTOFAGASTA

*La Asociación Agrícola Altos de La Portada es un ejemplo de asociatividad y la constatación fehaciente de que el trabajo en conjunto da frutos que perduran en el tiempo. Este es el relato de cómo un grupo de emprendedores creyeron que es posible doblarle la mano a la adversidad y transformar una pequeña parte del desierto más árido del mundo, en un oasis que nos permite soñar que existen otros lugares y alternativas para desarrollar la pequeña agricultura. Cultivan, utilizando la práctica de la agricultura hidropónica, una amplia gama de verduras y hortalizas con las que abastecen ferias libres, además de la vega central de Antofagasta, Mejillones, Tocopilla y Calama.*

## Rocío del desierto evita pérdidas energéticas a los proyectos solares

En algunas zonas del desierto de Atacama la acción del rocío puede ser suficiente para garantizar la limpieza completa de los paneles solares.

Proyectos piloto en Curacaví, Lampa y El Monte:

### Paneles fotovoltaicos y cultivos de hortalizas pueden convivir en el mismo espacio de suelo

lunes, 11 de diciembre de 2017

Un modelo que se expande por Europa y Asia podría entregar energía limpia a productores agrícolas de la zona central, generando ahorros en electricidad y menor consumo de agua.

### Pequeños agricultores reciben apoyo para tener sistemas de riego con energía solar

Se beneficiaron de un concurso de las Comisión Nacional de Riego, cuya inversión alcanzó los \$32 millones.

Imagen 12. Recortes de noticias (De arriba a abajo):

1 y 2. Soy Chile Fuente: En WEB: [www.soychile.cl](http://www.soychile.cl)

3. Chile vive sano. En WEB: [www.chilevivesano.cl](http://www.chilevivesano.cl)

4. INDAP. En WEB: [www.indap.gob.cl](http://www.indap.gob.cl)

5 y 6. Revista E.I. En WEB: <http://www.revistaei.cl>

7. El Mercurio Online. En WEB: [www.economiaynegocios.cl](http://www.economiaynegocios.cl)

## INTRODUCCIÓN

### “Círculo virtuoso”: Parque Solar Fotovoltaico

Un sistema solar fotovoltaico es un medio de generación de energía que transforma la radiación solar en energía eléctrica, a través del uso de paneles fotovoltaicos. Los paneles fotovoltaicos son los componentes principales del sistema, fabricados a partir de un conjunto de pequeñas celdas de silicio, material que, mediante una reacción fotovoltaica con la luz, permite la generación de electricidad. Las condiciones climáticas ideales para plantas solares son: una alta y constante radiación solar; baja nubosidad, baja temperatura (sobre 0°C). Temperaturas muy altas bajan la producción de los paneles solares ya que estos se sobrecalientan.

Una de las características principales de estos sistemas es que son de fácil y rápida implementación, escalables y modulares, pudiendo generar electricidad para encender desde una ampolleta hasta grandes demandas, como la energía para un poblado. Tan solo basta con añadir los paneles que sean necesarios para abastecer las necesidades de mayor consumo. Por si fuera poco, esta tecnología tiene una vida útil de a lo menos 20 años.

Sin embargo, uno de los principales problemas que tiene la IESF es la mantención de los paneles solares producto del polvo. Los paneles, al encontrarse en el desierto, se ensucian constantemente debido al levantamiento de polvo por el viento. Para la limpieza de estos se utiliza alrededor de ½ litro por panel, y el agua que es utilizada para esto es traída desde Copiapó o Tal-Tal por medio de camiones de aljibe. La limpieza de los parques puede variar entre semanas y meses (Campos de Sol Centro tiene considerado gastar 597.000 litros de agua al año en limpieza de paneles).

Se ha observado que en algunos parques solares fotovoltaicos en el desierto se da un fenómeno que permite el crecimiento de material vegetal. Este fenómeno está ligado a las cualidades ergonómicas que tienen los paneles solares junto con la estructura que los soportan, ya que, debido a la altura del panel, y su posición inclinada y horizontal (26°), tienen la consecuencia de condensar el rocío, acumulando agua de manera simple y sostenida, la que luego cae a la tierra. Esto, sumado a las largas áreas de sombra generadas producto de la posición inclinada del panel, crean un **micro clima óptimo** para el cultivo de ciertas plantas.

De esta manera a parecer un “**ciclo virtuoso**”, ya que la vegetación que crece bajo los paneles **reduce el polvo levantado**, lo que disminuye su limpieza. Tal es el caso del PSF Chañares, donde se pusieron plantas rastreras de zonas áridas bajo los módulos (creando, lo que llaman, una “alfombra verde”), de esta manera se logró impedir el levantamiento de polvo sustancialmente. Las plantas se dieron bien bajo el modulo, pero cuando fueron puestas fuera, expuestas a la intensa radiación del desierto, estas se secaron.

Actualmente ningún sistema de los módulos solares considera en su diseño la captación de aguas por lo que este “ciclo virtuoso” sigue siendo un evento fortuito y presenta la opción de ser “rediseñado” para poder potenciar este hecho.



Imagen 13. Camión de aljibe llevando agua en Chañaral  
Fuente: Elaboración propia



Imagen 14. Limpieza de paneles solares  
Fuente: Green Chile



Imagen 15. Vegetación creciendo debajo de paneles solares en Diego de Almagro  
Fuente: Francisca Kraushaar, parte del Taller “Energía y Territorio”

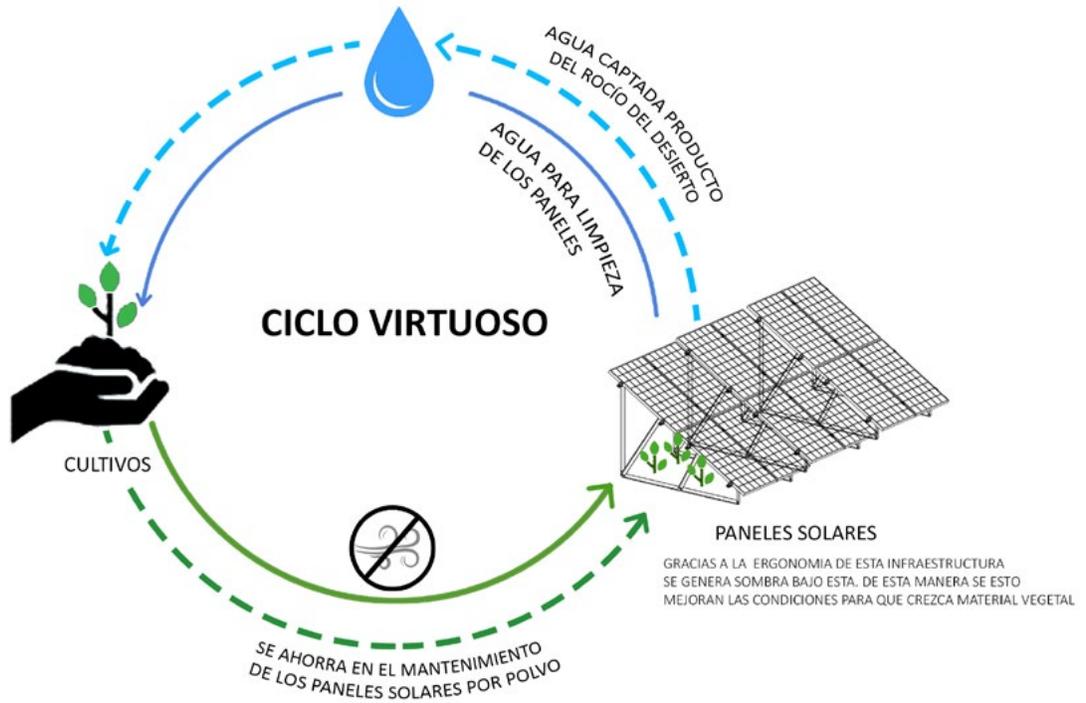
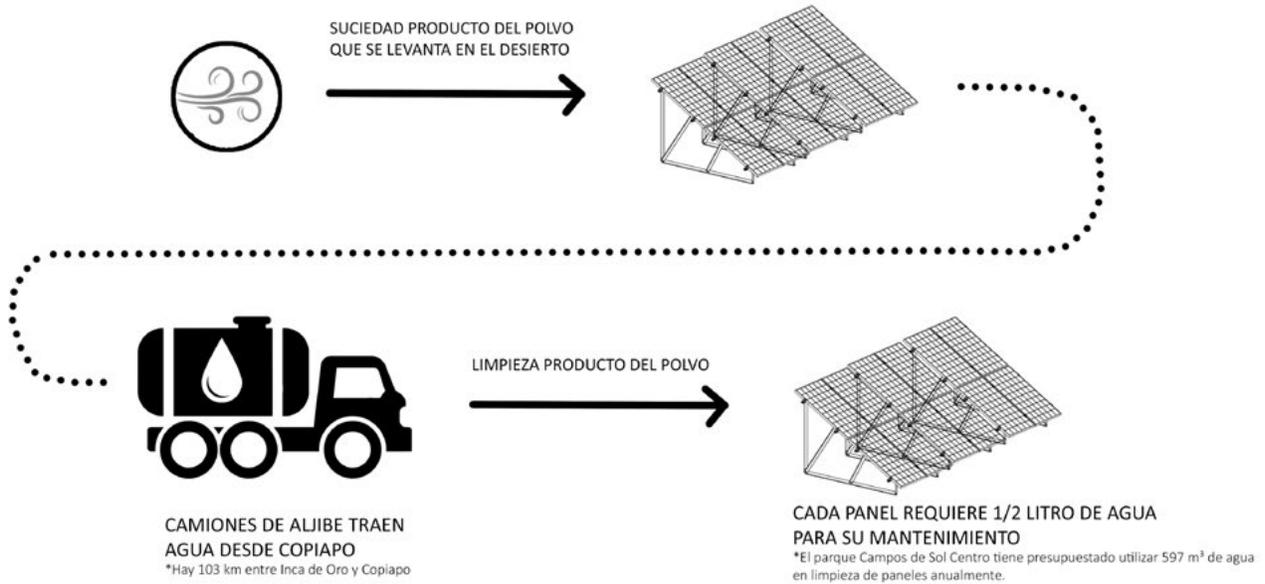


Imagen 16. Diagrama del sistema actual de mantención de paneles solares  
Fuente: Elaboración propia



Imagen 17. Vegetación creciendo debajo de un modulo solar.  
Fuente: Elaboración propia

## INTRODUCCIÓN

### El incierto futuro de los poblados mineros

Pareciera que el destino de los pueblos mineros es el de desaparecer, o al menos así está planteada la ecuación hasta el momento. Varios son los ejemplos de estos pueblos tales como Chuquicamata, donde la propia extracción de mineral y el acopio de escombros en cerros de relave, termino por comerse al pueblo. O en la misma comuna de Diego de Almagro, donde el poblado de Llanta es actualmente un pueblo fantasma debido a las inundaciones de los años 2015 y 2017. Sin embargo, resulta paradójico el hecho de que en las cercanías de este Company Town se ubique el parque solar fotovoltaico Salvador PV el cual no fue afectado por las inundaciones dada su ubicación, y da para pensar en una operación de re localización futura de Llanta bajo este parque solar al igual como se propone con la re-localización de una de las cuatro subestaciones de Campos de Sol Centro en Inca de Oro.

¿Qué ocurre una vez que se acaba el mineral?

Puede parecer algo muy lejano, pero los minerales son una materia prima limitada por lo que su explotación tiene una fecha de expiración proxima en el tiempo. Y una vez que esto suceda, ¿qué ocurrirá con los pueblos nortinos dedicados a la explotación de mineral?

Parece muy poco sustentable, e incluso poco inteligente, el abandono de todos estos pueblos y ciudades mineras. ¿Acaso queremos un norte plagado de pueblos fantasmas? Es cierto que en algunos casos esto termina siendo una carta para el turismo e incluso se vuelve algo romantico, como es el caso de Humberstone, pero no parece sensato que esta sea la única alternativa que estos pueblos deben tomar.

Solo en la provincia de Chañaral hay seis grandes proyectos mineros de cobre, de los cuales uno ya fue abandonado en el año 2000 (Potrerillos). Esto además sin tener en cuenta a los pirquineros que hay en la zona, donde Inca de Oro es uno de ellos.

EL Salado, Potrerillos, Santo Domingo, Manto Verde, El Salado (Osvaldo Martínez), Diego de Almagro, son los los grandes pueblos mineros de Chañaral, pertenecientes todos a la comuna de Diego de Almagro. Esta comuna ha presentado un decrecimiento promedio anual de 1,66% de su población entre los años 2002 y 2012, pasando de una población total de 18.227 habitantes a 16.3012. Esta tendencia, de acuerdo al INE, indico que hacia el año 2020 la población de Chañaral sera de aproximadamente 13.785 personas. [6]

A diferencia del mineral, la energía solar es virtualmente ilimitada, lo que es una ventaja y una seguridad frente a su continuidad en el tiempo. Sin embargo, como se dijo anteriormente, los trabajos con los que aporta actualmente son practicamente nulos en la fase de funcionamiento. Por lo tanto, es necesario buscar una manera de revertir esta situación y aprovechar estas grandes explanadas de producción energetica para generar otra actividad productiva que genere una nueva economía y que asegure la continuidad de estos pueblos mineros.

[6] Estrategia energética local. Informe final. Comuna Diego de Almagro 2017. Centro de Tecnologías para energía solar – Fraunhofer Chile Research. Pp 8



Imagen 18. Llanta (encerrado en el círculo) y el parque solar Salvador PV. Diego de Almagro, Atacama. Fuente: Google Earth. 26°19'58.75"S - 69°49'5.06"O



Imagen 19. María Elena (encerrado en el círculo) y el parque solar María Elena FV. Tocopilla, Antofagasta. Fuente: Google Earth. 22°20'44.81"S - 69°39'51.43"O



Imagen 20. Cultivos agrícolas y parque Valle Solar Este. Copiapo Fuente: Google Earth. 27°20'32.87"S - 70°23'26.57"O



Imagen 21. Diego de Almagro (en el centro) y los parques solares Chañares (izquierda) y PV Diego (derecha) a sus afueras. Fuente: Google Earth. 26°23'22.58"S - 70° 2'47.39"O

## INTRODUCCIÓN

La infraestructura como herramienta territorial

***“Architecture is uniquely capable of structuring the city in ways not available to practices such as literature, film, politics, installation art, or advertising. Yet because of its capacity to actualize social and cultural concepts, it can also contribute something that strictly technical disciplines such as engineering cannot.”***

Stan Allen [7]

***“Historically, mono-functional approaches to the design of infrastructures have typically segregated the basic provisions of water, waste, transport, food, and energy into separate, unrelated departments. At large regional scales, bureaucratic separation of infrastructural services is proving costly and ineffective. Over long periods of time, it can also be dangerous.”***

Pierre Belanger [8]

En la actualidad, los arquitectos han derivado los problemas de infraestructura urbana a profesiones tecnócratas, tal como la ingeniería civil. Esto ha significado que este tipo de construcciones se hayan abordado desde un punto de vista meramente funcional, lo que ha provocado la pérdida de potenciales lugares de uso público.

La infraestructura es vista tradicionalmente como una mera colección de utilidades públicas. Esta manera de comprender la infraestructura, ha generado una segregación entre los distintos actores involucrados, lo que ha derivado en mayores gastos económicos y en una pérdida del espacio público y del territorio.

Podemos entender la infraestructura, a una escala macro, con puntos y líneas que se despliegan en el territorio. Si bien estas no fueron pensadas en conjunto, si se pueden crear relaciones al superponerlas. Carreteras, calles, caminos, torres eléctricas de transmisión, estanques de agua, tuberías, alumbrado público y edificaciones son algunos de los elementos que forman parte de la infraestructura urbana y territorial. En palabras de Stan Allen la infraestructura comprende *“obras cívicas, tales como autopistas, vías de tren, suministro y control del agua, reclamación de tierra y tránsito.”*

Una infraestructura bien implementada debiera ser ordenada y regular, pero flexible y abierta al cambio al mismo tiempo, siendo capaz de construir las condiciones para eventos futuros teniendo en cuenta que pueden actuar múltiples actores. A diferencia de la rigidez que tiene un masterplan, la infraestructura debe tener cierta holgura para ir evolucionando con el tiempo y con el uso que se le da. Y por último, a pesar de ser estática, la infraestructura es capaz de organizar y manejar complejos sistemas de movimiento, flujo e intercambio.

Todas estas razones vuelven a la infraestructura como una poderosa herramienta en la intervención del territorio, del paisaje, y de la ciudad.

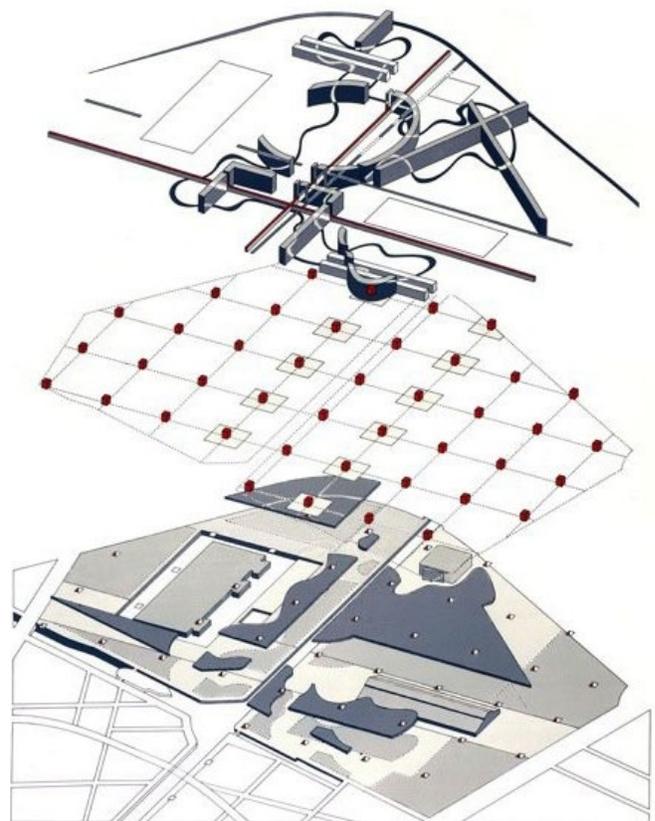


Imagen 22. Bernard Tschumi, Parc de la Villette. Un ejemplo del carácter infraestructura de la arquitectura. Axonométrica explotada

Fuente: En WEB: Plataforma Arquitectura

Descripción: El sitio se organiza espacialmente a través de una red de 35 puntos, o lo que Tschumi llama folies. La serie de folies da una calidad dimensional y organizacional al parque, sirviendo como puntos de referencia. Las líneas son las principales rutas de movimiento demarcadas en todo el parque. A diferencia de las folies, los caminos no siguen ninguna estructura organizativa; sino que se entrecruzan y dan lugar a diversos puntos de interés dentro del parque y la zona urbana circundante.

[7] ALLEN, Stan. "Infrastructural Urbanism" Points and Lines: Diagrams for the City. New York: Princeton University Press, 1999. PP 54

[8] BELANGER, Pierre. Landscape as Infrastructure: a base primer. Abingdon, Oxon: Routledge. 2017. PP 85

## INTRODUCCIÓN

“1 + 1 = 3”: El rol de la arquitectura

### Sinergia

*Del lat. cient. synergia ‘tarea coordinada’, y este del gr. συνεργία synergia ‘cooperación’.*

**1. f. Acción de dos o más causas cuyo efecto es superior a la suma de los efectos individuales. [9] - RAE**

### Holismo

*Del gr. holos ‘totalidad’.*

**“Visión global que parte del todo para captar sus componentes en contexto y sus interacciones entre estos y con el todo” [10]**

- Jan Smuts

Generalmente, en una obra, el arquitecto es el único personaje involucrado que tiene una noción “completa” de la obra. Los otros actores entienden la obra de manera fragmentada, por partes específicas, es decir, solo ejecutan lo que a ellos les incumbe. Ya sean eléctricos, ingenieros constructores o calculistas, no tienen un concepto general de la obra. Es por esta razón que el rol del arquitecto y de la arquitectura infraestructural debe ser de **carácter articulador**. El arquitecto debe ser capaz de **condensar** todas las partes de un proyecto para lograr algo más, donde la suma de todas las partes sean algo único o **no piezas separadas**. La suma de las partes es igual a un conjunto único y a la vez es mayor a la suma de los efectos individuales, es decir,  $1+1=3$ .

La arquitectura tiene una capacidad única para estructurar la ciudad de maneras que otras profesiones no pueden. Dado que el oficio del arquitecto se desenvuelve tanto en la parte humanista/social, y también en la parte científico/númerica, su visión resulta más completa que la de otras profesiones que se ven involucradas en la construcción.

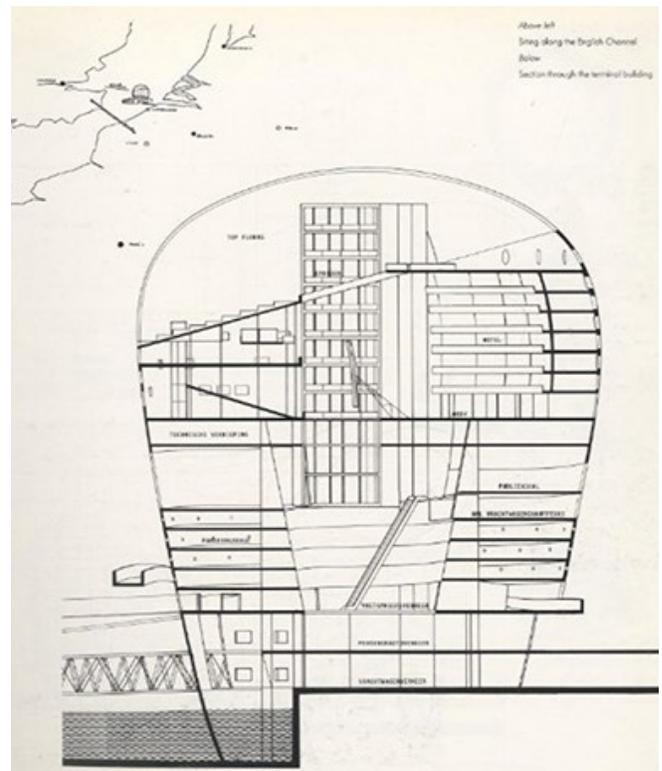


Imagen 23. Rem Koolhaas, Estación marítima de Zeebrugge, Bélgica. Sección. 1989  
Fuente: En WEB: proyectos4etsa.wordpress.com

Descripción: El proyecto “condensa” distintos programas dentro de un mismo edificio (hotel, oficinas, área de viajeros, estacionamientos y vías para autos, puerto), creando flujos en su interior como en la ciudad donde se emplaza. Este tipo de proyecto, si bien no fue construido, plantea una infraestructura holística para la ciudad.

[9] Real Academia Española. (2001). Diccionario de la lengua española (22.a ed.). Consultado en <http://www.rae.es>

[10] SMUTS, Jan. (1926) “Holismo y evolución”. Consultado en <http://www.holismo.org.ar>



## LA AGRICULTURA EN EL DESIERTO



Imagen 24. Vegetación creciendo debajo de un módulo solar.  
Fuente: Elaboración propia

## LA AGRICULTURA EN EL DESIERTO



Imagen 25. Frank Lloyd Wright, Broadacre City (1934)

Fuente: MoMA, Avery Architectural & Fine Arts Library, Columbia University, New York

### Agronomía, la domesticación del desierto y la desertificación.

La agricultura es la actividad histórica que le permitió al hombre primitivo dejar de ser un nómada cazador, y pasar a convertirse en un **sedentario** productor. Junto con esto, debido de la espera asociada a los cultivos, desarrollo actividades asociadas a la cultura como la escritura, las matemáticas, el registro del tiempo, entre otros. También fue gracias a la agricultura que el hombre primitivo comenzó a desarrollar sus primeras construcciones, ya que debía proteger sus tierras y sus bienes.

La agricultura permite un mejor manejo de recursos naturales, y además tiene la capacidad de construir redes sociales y culturales en asentamientos emergentes. Pero probablemente, una de las características más importantes que posee la agricultura, es la **capacidad de resiliencia** que tiene en el desierto. La gente que vive en el desierto, se ve en constante purga contra la naturaleza indómita del lugar, el calor, la alta irradiación solar, la falta de vegetación, la escasez del agua, y la monotonía del paisaje, por tan solo nombrar algunas, hacen que la vida en el desierto sea muy difícil de llevar.

Si se implementa una agricultura en el desierto, muchas de estas carencias y adversidades a las que se enfrenta la gente nortina en el día a día, se verán aplacadas gracias a la agronomía. No es ningún secreto, que los parques o los cultivos traen paz y salud al ser humano. La capacidad que tiene el hombre de poder **domesticar** un lugar se da gracias a la agricultura, y no es solo por su carácter productivo, sino que también, por su carácter resiliente.

A nivel mundial, existe un fenómeno denominado **desertificación**. Este consiste en la degradación de la tierra en las zonas áridas, semiáridas y subhúmedas secas. Está causada fundamentalmente por la actividad humana y las variaciones climáticas. Este fenómeno amenaza el sustento de más de 1.000 millones de personas de alrededor de 100 países y puede desencadenar la interrupción de hasta el 44% de los sistemas de cultivo mundiales.

Estudios recientes indican que las tierras secas representan más del 41,3% de la superficie terrestre y son el hogar de 2.100 millones de personas, lo que supone un tercio de la población mundial. Además, una de cada tres especies cultivadas en la actualidad tiene sus orígenes en las tierras secas. Y no sólo eso, sino que las tierras secas alimentan al 50% del ganado mundial, son hábitat de una fauna rica y representan casi la mitad de los sistemas cultivados. (U.N.)

Es por esta razón que el desarrollo de una agricultura sustentable, y sostenible en el tiempo, en el desierto debe ser abordada como un tema prioritario en el norte de Chile.



Imagen 26. "Greening the desert". Rio Colorado. Encuentro entre el desierto y cultivos agrícolas.  
Fuente: Instagram, via Natgeo. Pete McBride @pedromcbride

## LA AGRICULTURA EN EL DESIERTO

***“(…) el desarrollo de pequeños proyectos hortícolas sería un aporte significativo para la calidad de vida y resiliencia los habitantes que dependen en la actualidad 100% del abastecimiento desde otras comunas.” [11]***

Como ya se dijo antes, en la actualidad no existe un desarrollo agrícola en la zona, debido a la escasez hídrica existente, al estado de erosión que tiene el suelo y a la falta de mano de obra existente en la zona.

El desarrollo de proyectos agrarios podría mitigar algunas de las carencias que tienen las grandes industrias del lugar, tales como la promoción de una economía doméstica, la protección y revitalización de ecosistemas en peligro y la creación de nuevos paisajes productivos enfocados principalmente en la población local, la que se enfrenta constantemente a la hostilidad del desierto. Además de que esta actividad puede aportar a reconstituir el tejido social - urbano deteriorado.

Existen diversas experiencias de producción agrícola en climas desérticos a lo largo del mundo. Podemos encontrar distintos cultivos agrícolas en Medio Oriente, pasando por distintos países como Israel, Jordania, Arabia Saudita, Qatar, por nombrar algunos. También China ha promovido la agricultura en el desierto, para combatir la desertificación a nivel general, ya que tiene casi un cuarto de su territorio cubierto de desiertos y arenales que afectan la vida de más de 400 millones de personas.

Casi todos los cultivos que se encuentran en medio oriente tienen una característica en común, que son **cultivos circulares**. Este tipo de cultivos ocurre por el sistema de riego que se utiliza, el de **pivote central**.

Este sistema de riego consiste en un pivote que riega de manera circular, y tiene la ventaja de aprovechar el agua más que otros tipos de riego. En un lugar donde el agua es escasa, este tipo de tecnología que aprovecha este valioso recurso resulta muy útil en la proeza de cultivar en el desierto.

A continuación analizaremos algunos de los casos que se encuentran alrededor del mundo.



Imagen 27. Imagen aérea cultivos en Tabuk, Arabia Saudita  
Fuente: Google Earth. Latitud 28°27'21.13"N - Longitud 36°37'36.24"E



Imagen 28. Imagen aérea de cultivos cercanos a Jauf, Arabia Saudita  
Fuente: Google Earth. Latitud 30° 3'44.53"N - Longitud 38°19'57.68"E



Imagen 29. Pequeños cultivos circulares en Qatar  
Fuente: Google Earth. Latitud 24°59'50.18"N - Longitud 51°11'25.91"E

[11] Convenio específico de cooperación de investigación aplicada- Programa de reactivación urbana y productiva sustentable de Atacama, corredor solar. Informe III Volumen 2. OCUC. PP 370

## LA AGRICULTURA EN EL DESIERTO

Jordania: Fe de erratas

***“Para la humanidad, el fin del agua significa el fin de la vida. (...) Posteriormente, en lugares como Persia, allí donde se agotaba el sistema de riego de los antiguos qanat subterráneos, se acababan también los cultivos; y, por lo tanto, desaparecían las aldeas y los pueblos. Incluso en la actualidad, y a pesar de los grandes avances tecnológicos, en las zonas áridas los lugares donde no puede conseguirse agua constituyen un límite para la civilización.” [12]***

Aronson, Schlomo

En el caso de Wadi Rum se desarrolló un proyecto agrícola de 2000 hectáreas. El proyecto se emplazó estratégicamente en el desierto ya que debajo de esta zona se encuentra un gran **acuífero**, siendo este una de las pocas fuentes de agua disponibles en Jordania. El agua es extraída del acuífero y se riegan 78 hectáreas de campos circulares, mediante el sistema de riego por pivote central. Además, se utilizan tubos de plástico de polietileno para ayudar a conservar el agua y para hacer frente a las temperaturas extremas del desierto. Tal fue el éxito de este proyecto que se convirtió en una de las principales fuentes de alimentos de Jordania.

Sin embargo, el agua de los acuíferos **no es un bien ilimitado**. En la actualidad podemos ver como la explotación de este recurso en algunas partes de medio oriente (específicamente en Jordania) ha terminado por secarlos, y por lo tanto en terminar, o reducir, los cultivos.

Esta experiencia nos lleva a concluir, que para regar en el desierto no se puede confiar plenamente en solo una fuente de agua, a pesar del avance tecnológico que pueda existir. Para que esta hazaña pueda tener éxito, es necesario **diversificar** las fuentes de donde se obtiene agua.



Imagen 30. Sistema de riego por medio de pivote central. Wadi Rum, Jordania  
Fuente: En WEB: agriculturers.com



Imagen 31. Imagen aérea de cultivos en Wadi Rum el 2004  
Fuente: Google Earth. Latitud 29°32'13.98"N - Longitud 35°42'17.28"E

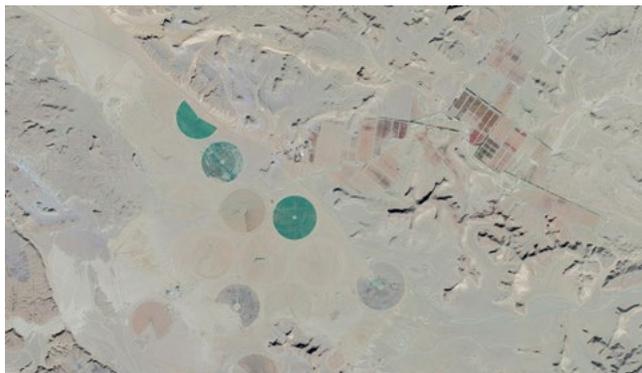


Imagen 32. Imagen aérea de cultivos en Wadi Rum el 2018  
Fuente: Google Earth. Latitud 29°32'13.98"N - Longitud 35°42'17.28"E

## LA AGRICULTURA EN EL DESIERTO

### Israel: El milagro tecnologico



Imagen 33. Vista aérea de cultivos agrícolas en Israel  
Fuente: En WEB: footage.framepool.com

El desierto de Negev, comprende dos terceras partes de todo el territorio de Israel, y es actualmente el sitio donde se desarrolla la agricultura de dicho país. Debido al factor geopolítico, Israel es una especie de isla que siempre necesitó generar sus propios recursos.

El modelo israelí combina plantas desalinizadoras, revolucionarios métodos agrícolas y tecnologías que han convertido un país sin agua en uno que proporciona a otros.

La cosecha es generada por medio de riego con agua salada (trata por medio de una planta de **Osmosis Inversa**) y es mezclada con agua dulce de los acuíferos subterráneos del lugar. Sin embargo, el agua con la que se riega en el desierto del Negev tienen 20 veces más sal que el agua potable y la desalinización es muy cara, por lo que se han desarrollado variedades de plantas que absorben el agua, pero no sal.

Las plantas son regadas directamente a sus raíces por medio de **riego por goteo**, sistema que protege al agua de evaporarse. Al irrigar directamente a las raíces, se resuelve el problema de quemar las plantas con la sal, especialmente sus hojas, también aleja las plagas que buscan plantas frescas y otras enfermedades que se juntan en los lugares donde se acumula polvo en la misma planta.

En los años recientes, el cultivo con riegos de agua salada ha alcanzado récords y permitido que Israel exporte hasta el 50% de lo que produce en las cosechas. Israel produce hoy alrededor del 95% de los cultivos necesarios para consumo interno, gran parte de los cuales son exportados.

A pesar de frecuentes sequías, lluvias escasas e inconsistentes, suelo arenoso y condiciones áridas en gran parte del país, Israel se ha convertido en la despensa del Medio Oriente gracias a ingeniosas tecnologías agrícolas que ha desarrollado, entre ellas el riego por goteo y la reutilización de aguas residuales tratadas, para los cultivos.



Imagen 34. Riego por goteo, una de las tecnologías utilizadas en Israel y en las zonas áridas.  
Fuente: En WEB: unitedwithisrael.org



Imagen 35. Planta desalinizadora en Sorek, Israel.  
Fuente: En WEB: eluniversal.com.mx

## LA AGRICULTURA EN EL DESIERTO

China: Revitalización socio cultural

En China existe el caso del desierto de Kubuqi, este tiene una superficie de 18.600 km<sup>2</sup>, convirtiéndolo en el séptimo desierto más grande de este país. Durante años las tormentas de arena eran comunes en Kubuqi, lo que ocasionó aislamiento, pobreza y hambre en el lugar. Esta situación cambio cuando la empresa Elion Resources Group, bajo la dirección de Wang Wenbiao, tuvo que construir una carretera que atravesara el desierto para mejorar la conectividad comercial de la zona. Debido a las constantes tormentas de arena el funcionamiento de esta carretera quedó inutilizable. Frente a esta situación Wang se dio cuenta de que la única manera de que esta ruta funcionara era deteniendo la desertificación, objetivo que logro por medio de la forestación del desierto.

A través de la **gestión científica**, una tercera parte de esta área desértica se ha vuelto verde, lo que ha **cambiado la vida** de los habitantes de Kubuqi. Como resultado de ello, al menos 100.000 residentes locales han logrado salir de la pobreza. Hoy en día, algunos de ellos subarriendan su terreno arenoso a empresas o se han convertido en accionistas. Otros adquieren terrenos para cultivar árboles y hierbas que se usan como forraje o en medicinas, mientras que el resto trabaja en empresas locales o incursionan en los sectores relacionados con el turismo.

Dentro de las estrategias para combatir la desertificación se encuentran operaciones anuales de siembra aérea, el desarrollo de la industria fotovoltaica ecológica, la cual combina el *“control de la arena, la generación de electricidad, el cultivo de plantas, la crianza de animales y la generación de empleos”*. Además, se han **desarrollado distintas empresas** relacionadas al proceso de agricultura en el desierto, como es el caso del Jardín Botánico de Arena de Kubuqi el cual alberga más de 500 especies de plantas de arena y xerófilas locales o introducidas de otras partes del mundo, o el Banco de Germoplasma Elion que cultiva más de 1000 tipos de semillas resistentes al frío, la sequía y la salinidad.

De los casos estudiados podemos concluir que, la agronomía en el desierto es posible, eso si, solo cuando las distintas infraestructuras interactuan entre ellas y no se encuentran aisladas las unas de las otras. Es clave **diversificar las fuentes de obtención de agua y utilizar tecnología que optimice su uso**. Además, una vez logrado este objetivo, se desencadenan distintas industrias relacionadas al agro, convirtiendo ha estos desiertos en verdaderas *agropolis*.

Estos proyectos no solo lograron solucionar un problema de carácter técnico, como lo es el cultivo en el desierto, sino que, tambien consiguieron **revitalizar zonas que se encontraban en condiciones de aislamiento y deterioro**, lo que generó una mejora en la vida de sus habitantes. De está manera se revitalizo la economía local, y fue posible darles una segunda vida a estos pueblos desérticos.



Imagen 36. Sembrado aereo en el desierto de Kubuqi  
Fuente: George Steinmetz



Imagen 37. Plantas solares con cultivos debajo de ellos en Kubuqi  
Fuente: George Steinmetz



Imagen 38. Carretera de Kubuqi  
Fuente: George Steinmetz

## LA AGRICULTURA EN EL DESIERTO

Experiencias locales: Inca de Oro



Imagen 39. Vista aerea de los cultivos en Inca de Oro 26°45'6.87"S- 69°54'22.95"O  
Fuente: Elaboración propia vía Zoom Earth



Imagen 40. Cultivos en Inca de Oro  
Fuente: Elaboración propia

En Inca de Oro existe un cultivo de la parte norte del pueblo, justo arriba de la cancha de fútbol. En este cultivo se pueden observar principalmente espinos, y el resto de los cultivos que hay (o que se han intentado cultivar), son vegetación muerta, seca o que simplemente no se dio.

¿Cual es el motivo de esto?

Aunque no se pudo contactar al dueño (o dueña) de estos cultivos, las razones parecen ser varias por lo observado en el lugar. La primera es el **tipo de cultivo** que se esta intentando plantar en el lugar, no todas las plantas pueden crecer en pleno desierto, ya sea por un tema del ph del **suelo** o de la fuerte **irradiación** solar (y la falta de sombra).

Tambien el tema del **agua** parece ser otro problema. Inca antiguamente tuvo una gran cantidad de agua debido a unos acuíferos que estan bajo ella, los que hoy se encuentran secos. Sin embargo, aunque hoy en día el pueblo tiene acceso a agua potable, gracias a las Vegas y una planta Osmosis inversa presente en el pueblo, la administración del riego en este pequeño huerto no parecia optima.

Si se quiere cultivar en el desierto, se necesita una mayor experticie, la que de la mano de la tecnología se facilita.



Imagen 41. Cultivos secos en Inca de Oro  
Fuente: Elaboración propia



Imagen 42. Cultivos secos en Inca de Oro  
Fuente: Elaboración propia

## LA AGRICULTURA EN EL DESIERTO

Experiencias locales: La Viñita



Imagen 43. Vista aerea de La Viñita

Fuente: Elaboración propia vía Zoom Earth 26°47'40.37"S- 69°41'51.92"O



Imagen 44. La Viñita

Fuente: Video en Youtube. Secrets of Inca de Oro, Atacama, Chile. Autor Roberto Morris

El otro caso es el de “La Viñita” también conocida como la “Viña del Desierto”. Este es un cultivo de dos hectáreas manejado por Eliseo Rojas, un señor de la zona de unos 80 años de edad. Ubicado en el Valle del Pirquinero, cerca de las Vegas, don Eliseo produce vino orgánico en pequeñas cantidades “entre 300 y 400 litros por año” el cual vende principalmente a turistas. Hace más de 20 años que hace este vino de manera artesanal y además tiene cultivos de damascos, membrillos, higos y algunas hortalizas.

El terreno que cuenta con una vertiente subterránea, lo adquirió en 1989 y en sus palabras “primero limpié y saqué miles de piedras, no habían ni lagartijas, luego inventé un sistema para sacar agua y empecé a plantar las primeras parras y otros arbolitos”.

El sistema de don Eliseo, depende en un 100% de la obtención de agua de los acuíferos que aun quedan en la zona. Si bien hasta ahora a él le han dado buenos resultados, este método de obtención de agua no es el ideal para una futura producción agrícola en Inca de Oro (o en el desierto). Esto se debe a que, como ya lo ha demostrado la historia, la extracción de agua en acuíferos es limitada, y abusar de esta fuente natural puede tener repercusiones drásticas en el ecosistema.



Imagen 45. La Viñita

Fuente: Video en Youtube. Secrets of Inca de Oro, Atacama, Chile. Autor Roberto Morris

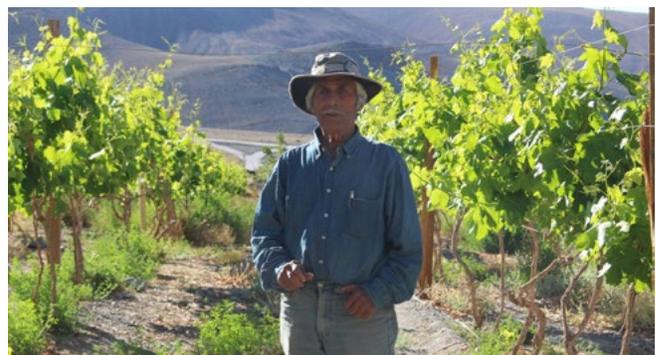


Imagen 46. Don Eliseo en la Viñita

Fuente: En WEB: [ppuc.wordpress.com/blog/](http://ppuc.wordpress.com/blog/)

## QUE CULTIVAR EN EL DESIERTO

### La quinua

***“(…) el cultivo tiene una extraordinaria adaptabilidad a diferentes pisos agroecológicos. Se adapta a climas desde el desértico hasta climas calurosos y secos, puede crecer con humedades relativas desde 40% hasta 88%, y soporta temperaturas desde -4°C hasta 38°C. Es una planta eficiente al uso de agua, es tolerante y resistente a la falta de humedad del suelo, y permite producciones aceptables con precipitaciones de 100 a 200 mm.” [13]***



Imagen 47. Cultivos de quinua en Colchane, Tarapacá  
Fuente: Tanya Baerwald

Considerando las condiciones, tanto climáticas, como geográficas, que presenta el lugar donde se desarrolla esta tesis, hay que tener en consideración que no se puede plantar cualquier tipo de cultivo como en otra parte del mundo. Es por esta razón que se investigó distintos tipos de plantas (árboles, arbustos, cereales, etc.) que se pueden dar en el desierto.

El principal cultivo que se propone es el de la quinua (*Chenopodium quinoa*). Este tipo de grano es un pseudo-cereal que fue cultivado originalmente en el territorio andino por pueblos prehipánicos. Sus características alimenticias la posicionan dentro de los alimentos más nutritivos a nivel mundial; es el único grano que posee todos los aminoácidos requeridos por el cuerpo humano (leucina, isoleucina, lisina, metionina, fenilalanina, treonina, triptofano y valina), tiene un alto contenido de proteínas y una amplia gama de minerales (fósforo, potasio, magnesio, hierro y calcio) [14]. A nivel internacional, se pretende utilizarla para combatir la desnutrición en países con escasos recursos.



Imagen 48. Distintos tipos de quinua  
Fuente: En WEB: Incaorigin.com



Imagen 49. Distintos tipos de colores en los granos de quinua  
Fuente: En WEB: Seedvilleusa.com

[13] FAO. La Quinua: Cultivo milenario para contribuir a la seguridad alimentaria mundial. 2011, presentación pp. ii

[14] BAERWALD, Tanya. Tesis Pontificia Universidad Católica de Chile. "Arquitectura de piezas y partes: Potenciamiento de la cultura agrícola Aymara de la quinua, mediante la espacialización de sus necesidades productivas. Comunidades aymara productoras de quinua de Colchane, Tarapacá." 2018. Pp 72- 74



Cultivos de quinua  
Fuente: En WEB: shutterstock.com



Cultivos de quinua  
Fuente: En WEB: shutterstock.com



El grano de la quinua  
Fuente: En WEB: shutterstock.com



Cultivos de quinua  
Fuente: En WEB: shutterstock.com



Cultivos de quinua  
Fuente: En WEB: shutterstock.com



Cultivos de quinua  
Fuente: En WEB: shutterstock.com



Armadura de la quinua  
Fuente: En WEB: Flordeplanta.com.ar



Recolección de la quinua  
Fuente: En WEB: Lanacion.cl



Almacenado de la quinua  
Fuente: Instagram, Sollenergy



Selección y separación  
Fuente: En WEB: Quinoa.pe



El grano listo para consumo  
Fuente: En WEB: shutterstock.com



El grano empaquetado  
Fuente: En WEB: jumbo.cl

## QUE CULTIVAR EN EL DESIERTO

### Otros cultivos

El proyecto no solo contempla el cultivo de quinua, si bien este se plantea como el principal foco de producción, se proponen otras especies vegetales para cultivar. Acá se puede hacer la distinción en tres tipos de cultivos:

1. Cultivos productivos aptos para exterior
  - 1.1. De semisombra
  - 1.2. De sol directo
2. Vegetación endémica ornamental
  - 2.1. De semisombra
  - 2.2. De sol directo
3. Cultivos de interior (invernadero)

Se observó que en Inca de Oro, y en la provincia de Chañaral en general, hay ciertas especies de árboles y arbustos que se dan con más frecuencia. Dentro de estas podemos encontrar al Pimiento Molle (*Schinus molle*) y a la jojoba (*Simmondsia chinensis*). También durante la investigación se “encontraron” especies que se dan de buena manera en otros desiertos del mundo tal como el olivo (*Olea europaea*) que es el principal cultivo de Arabia Saudita.

Es muy importante tener en cuenta para un proyecto de tipo agrícola en el desierto el tipo de planta que se quiere cultivar, ya que las condiciones del suelo (como el pH o la erosión) no permiten que se de cualquier tipo de planta.

Sin embargo, ya que el proyecto considera la Investigación del cruce entre la industria solar y la industria agrícola, también se proponen cultivos de interior en invernadero, donde se cultivarían plantas que no se podrían dar en las condiciones que presenta el desierto.



Imagen 51. Pimiento en Inca de Oro  
Fuente: Elaboración propia



Imagen 52. Pimiento en Inca de Oro  
Fuente: Elaboración propia



Imagen 53. Árboles Inca de Oro  
Fuente: Elaboración propia

## QUE CULTIVAR EN EL DESIERTO

### Otros cultivos

### Cultivos aptos para el exterior en el desierto



Nº	Especie	Tipología	Altura	Marco plantación	Luz/Sombra	Producto	Subproductos
1	Alcaparras	Arbusto	1m	2.5x2.5 m	Pleno sol	Alcaparras	Conservas
2	Jojoba	Arbusto	1m	1.5x4 m	Pleno sol	Cera	Aceite de jojoba
3	Olivo	Arbol	5m	6x4 m	Pleno sol	Aceitunas	Aceite de oliva
4	Quinoa	Planta	1-3m	0,25x0,35 cm	Pleno sol	Cereal	
5	Sorgo (tipo kafir)	Planta	1-3m	0,25x0,35 cm	Pleno sol	Cereal	
6	Nopal (Tuna)	Cactacea	2m	4x2 m	Pleno sol	Tunas	Confites
7	Higuera	Arbol	5m	5x5 m	Pleno sol	Higos	Mermeladas, confites
8	Granada	Arbol	2m	4x2 m	Pleno sol	Granadas	Mermeladas, jugos

### Vegetación endemica ornamental



Nº	Especie	Nombre científico	Tipología	Altura	Hoja	Agua	Luz/Sombra	Altitud
1	Pimiento/molle	Schinus molle	Arbol	6-8m	Perenne	Resistente a sequias	Pleno sol	
2	Espino	Acacia caven	Arbol	3m			Pleno sol	200 - 1700 msnm
3	Cola de zorro	Cortaderia atacamensis	Arbusto	3m	Perenne	Mucha (desconocido)	Pleno sol	
4	Paja brava	Stipa ichu	Arbusto	0,6 - 1,8 m	Perenne	Poca (desconocido)	Pleno sol	0 - 1.800 msnm
5	Anaguaya	Adesmia aphylla	Arbusto	1,5m	Desconocido	Poca 100 - 300 mm/año	Pleno sol	2200 - 2600 msnm
6	Fagonia	Fagonia chilensis	Flor	30 cm	Perenne	Poca 100 - 300 mm/año	Algo de sombra	500 - 2000 msnm
7	Cachiyuyo	Atriplex imbricata	Flor	50 cm	Perenne	Poca <100 mm/ año	Pleno sol	2200 - 3000 msnm
8	Senecio	Senecio Myriophyllus	Flor	50 cm	Perenne	Poca (desconocido)	Pleno sol	Pre - cordillera
9	Cardón	Trichocereus atacamensis	Cactacea	5 - 10 m	Perenne	Poca <100 mm/ año	Pleno sol	Altiplano
10	Sandillón	Eriosyce aurata	Cactacea	55 cm	Perenne	Poca <100 mm/ año	Pleno sol	500 - 2000 msnm



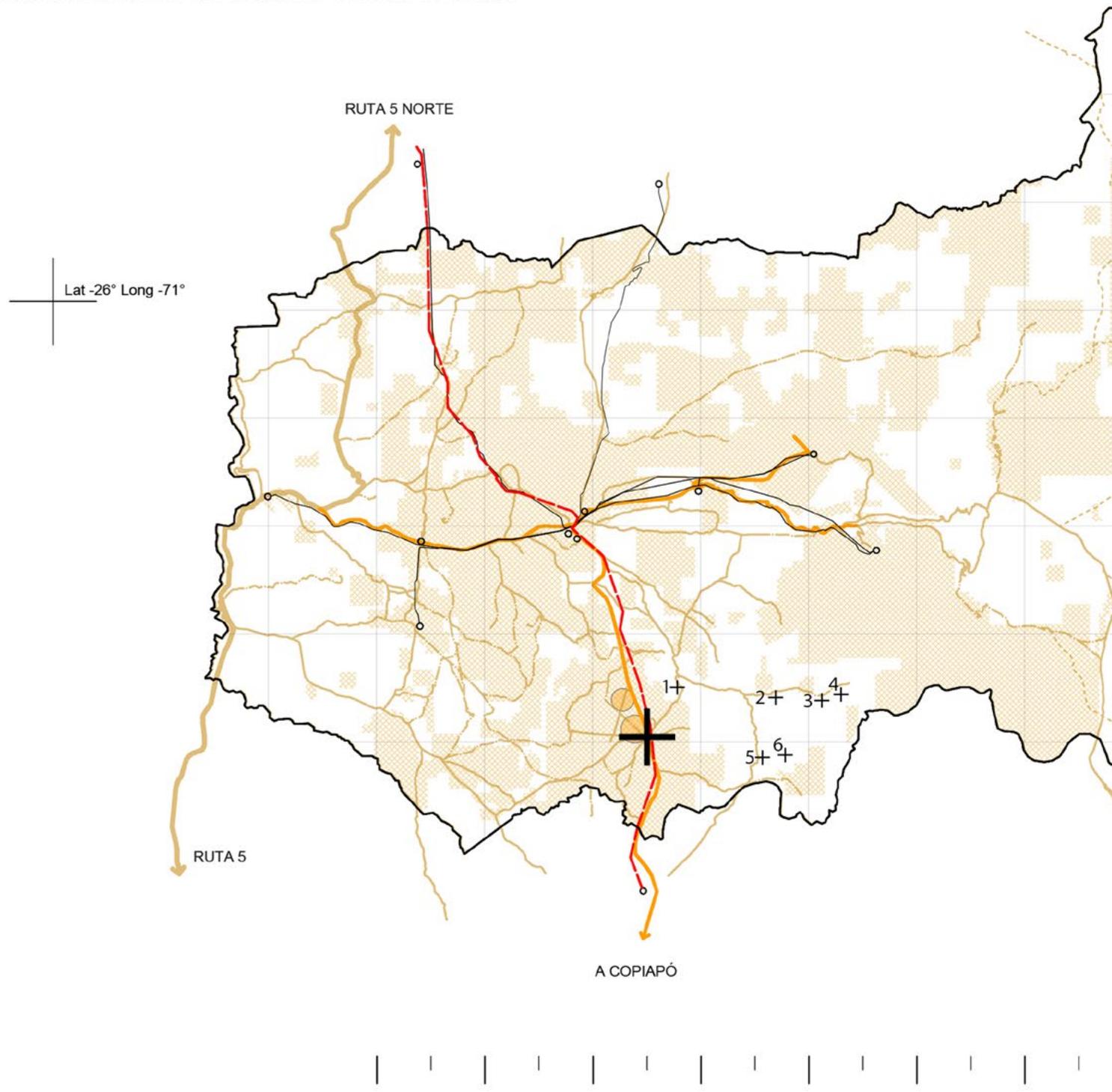
## INCA DE ORO



Imagen 55. Imagen aérea de Inca de Oro  
Fuente: PPU

INFRAESTRUCTURA PROVINCIA: PROPIEDA MINERA Y HUMEDALES + LINEA DE TRANSMISIÓN + PROYECTOS DE ENERGÍA SOLAR + VIA

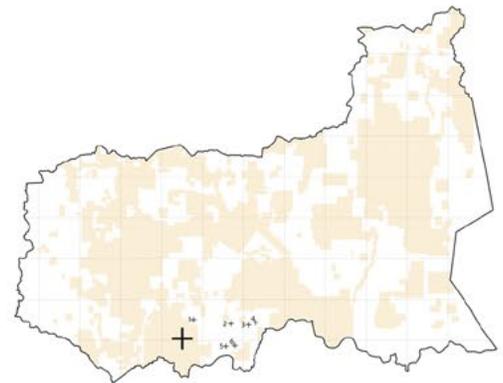
Este plano muestra los elementos que configuran a Inca de Oro como un punto estrategico en la pronvincia. Desde las fuentes de agua que no son de propiedad minera, la cercanía del poblado con la red de transmisión del Sistema Interconectado Central (SIC), los proyectos de energía solar fotovoltaica de la zona y su ubicación en la ruta C-17 que une Copiapo con Diego de Almagro.



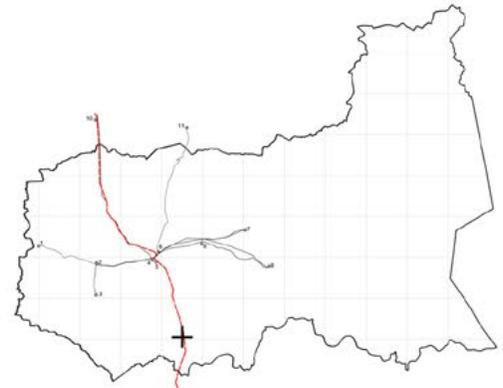
IDAD



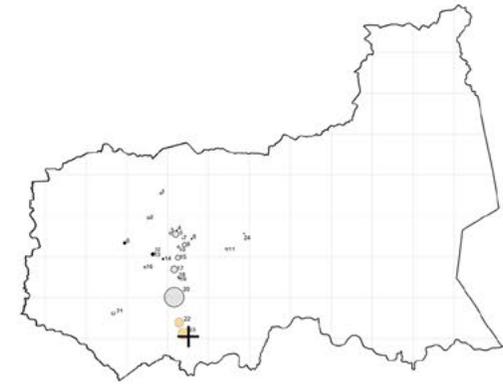
PASO INTERNACIONAL DE SAN FRANCISCO



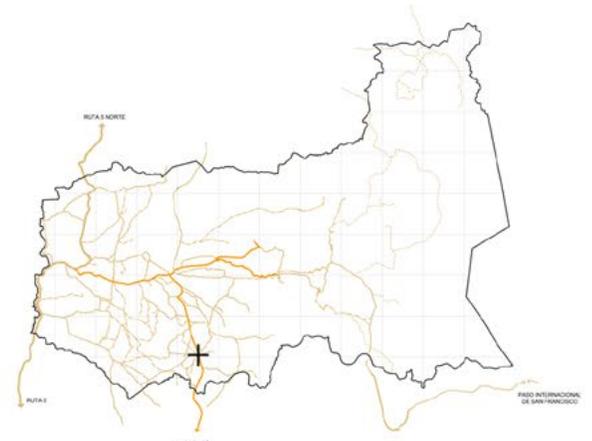
1. Propiedad minera y fuentes de agua



2. Red de transmisión de energía



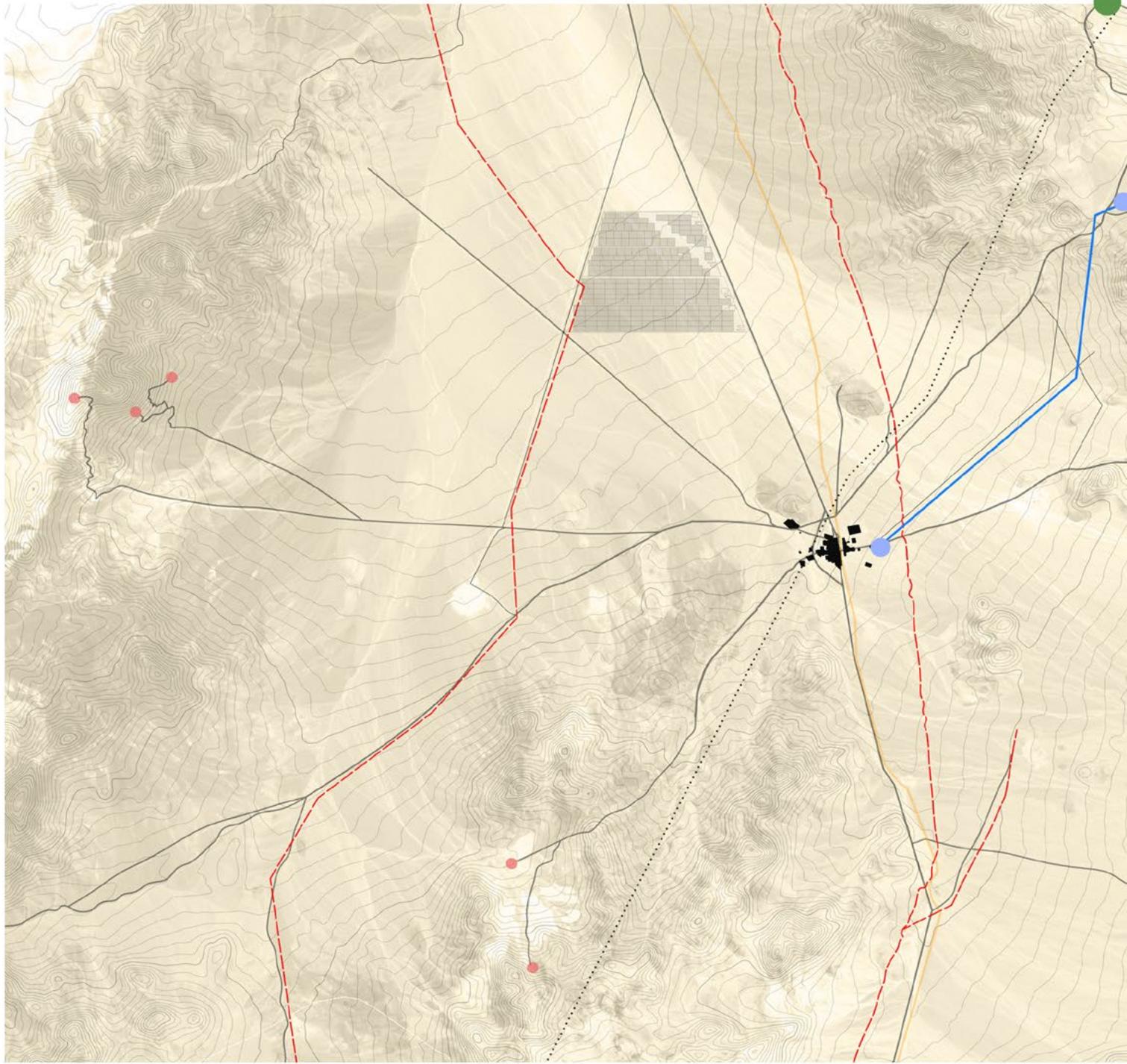
3. Proyectos de energía solar fotovoltaico



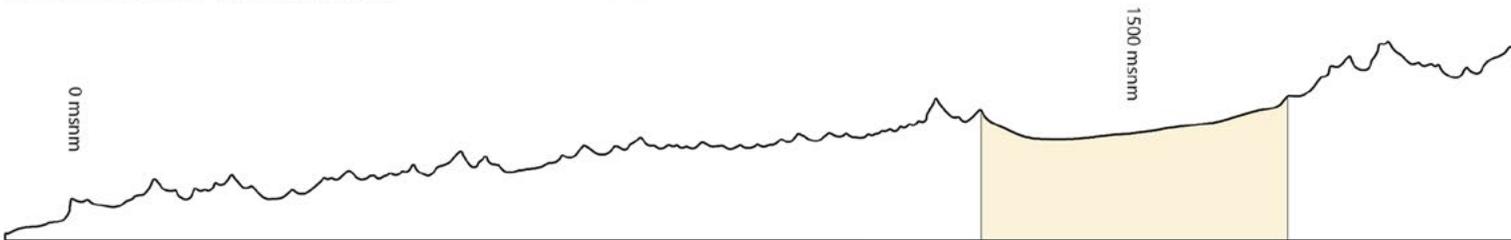
4. Vialidad



# INCA DE ORO: LUGAR ESTRATEGICO

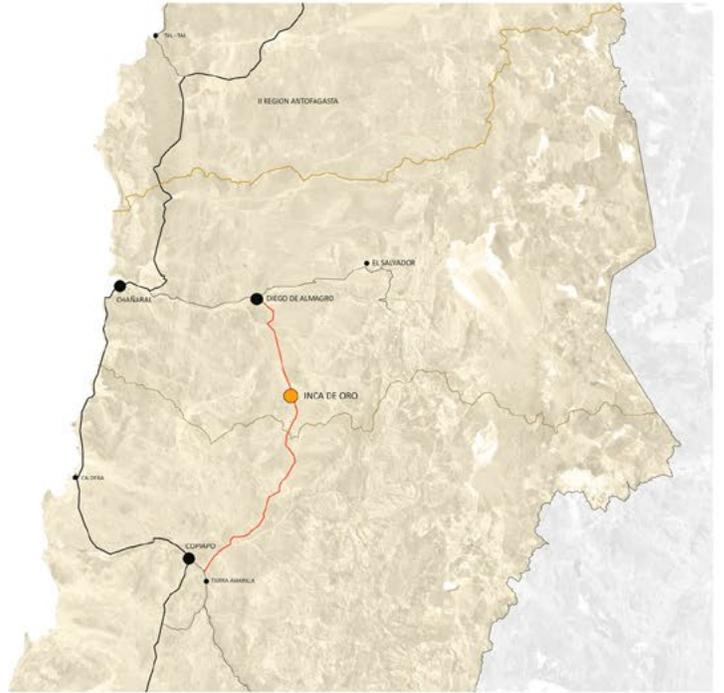


- Linea de transmisión
- Vialidad
- Antigua línea del tren
- Camino del Inca
- Acueductos
- Vegas alto andinas
- Extracción de mineral
- Campos de Sol Norte y Centro

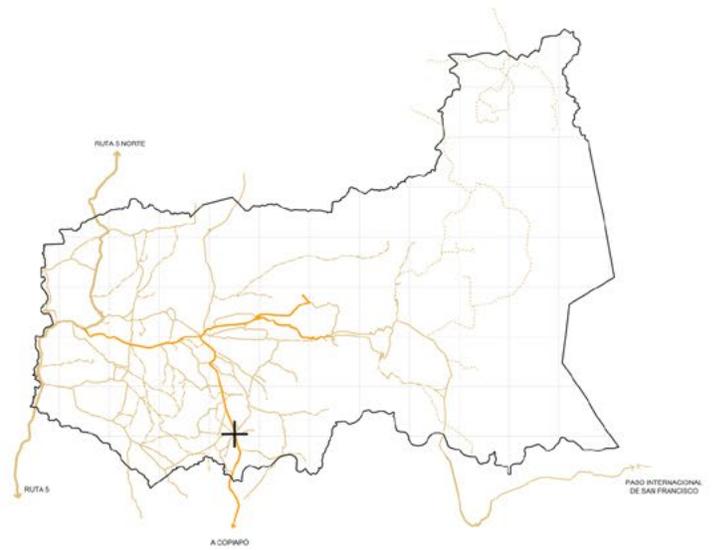


Corte territorial de la provincia

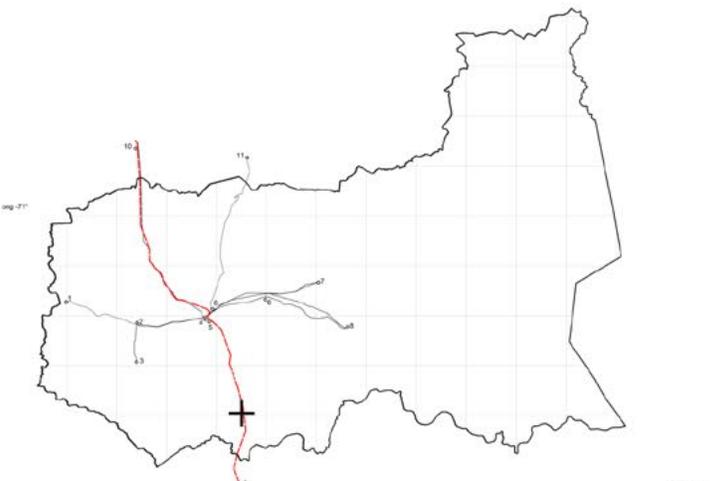
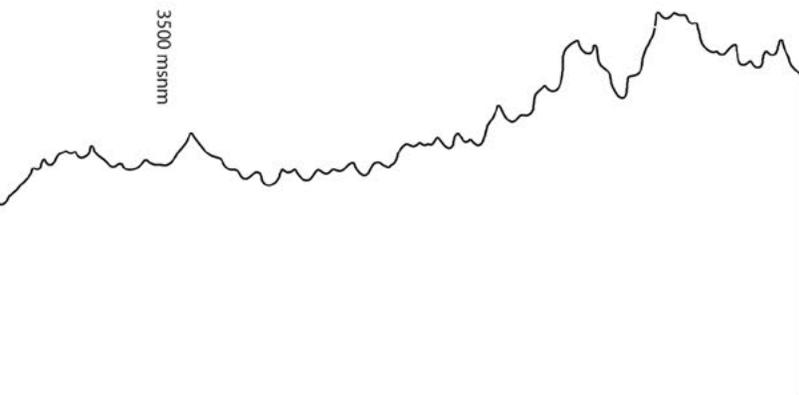
Pampa Ondulada Austral



Plano de vialidad interprovincial



Vialidad



Red de transmisión de energía



## INCA DE ORO

### Contexto general



Imagen 58. Inca de Oro, vista Norte- Sur  
Fuente: Tesis "Los sitios de significancia comunitaria y la apropiación del patrimonio, comuna Inca de Oro, III Región de Atacama Chile", María Sol Tejada

***"(...) serán los entornos rurales y periféricos los que proveerán buena parte de la energía necesaria para mantener y aumentar el crecimiento urbano-económico del centro, lugares que paradójicamente hasta ahora han estado excluidos del crecimiento que se pretende sustenten, a costa incluso de su propio patrimonio natural y paisajístico."*** [15] - Napadensky, Aaron

El estudio se sitúa en el pueblo de Inca de Oro (Latitud 26°45'17.28"S - Longitud 69°54'13.51"O), un pequeño poblado de origen minero, que tiene una ubicación neurálgica en la provincia. Esta condición está dada por las conexiones viales que posee, su cercanía con las líneas de transmisión eléctrica y con fuentes de agua (humedales alto andinos), además de su proximidad con dos futuros proyectos energía fotovoltaica de gran envergadura.

Inca pertenece a la comuna de Diego de Almagro, encontrándose al sur de ella. Geográficamente se ubica en la denominada Pampa Ondulada Austral, la cual consiste en una planicie de gran extensión que se da entre la cordillera de la costa y la cordillera de Domeyko. Esta planicie inclinada posee las condiciones propicias para la instalación de plantas solares de generación eléctrica debido a factores geomorfológicos que determinan condiciones climáticas favorables para su instalación. En primer lugar, la barrera natural de la cordillera de la Costa y la cordillera de Domeyko impiden el paso de nubosidad proveniente del océano pacífico y el altiplano respectivamente. En segundo lugar, la intensa radiación solar presente en la región de Atacama sumado al punto anterior hace que la pampa presente una mayor cantidad de días sin nubosidad. En tercer y último lugar, la gran extensión plana de la pampa otorga mayores opciones para la localización de las plantas solares, disminuyendo las dificultades técnicas para su instalación.

Actualmente Inca de Oro se encuentra en un constante despoblamiento. Es se debe principalmente por la llegada de grandes proyectos mineros a las zonas pirquineras, pero por sobre todo porque existe un cambio en la mentalidad de las nuevas generaciones las que prefieren otros trabajos menos sacrificados. Pero la diversidad de trabajos no abunda en Inca, razón por lo que los jóvenes emigran a la ciudad.

Sin embargo, si se crean las condiciones para el desarrollo de una nueva actividad economía que permita un mejor estilo de vida, como lo es la agricultura, se fomentaría la estadia en Inca e incluso su repoblamiento.

[15] NAPADENSKY, Aaron, Chile: paisajes rurales y producción energética ¿pauperización o transformación sinérgica? Revista de Desarrollo Rural y Cooperativismo Agrario, Nº 10 Departamento de Arquitectura y Diseño, Universidad de Los Lagos, Chile, 2007. PP 198



Imagen 59. Mural en la entrada de Inca de Oro  
Fuente: Elaboración propia



Imagen 60. Imagen aerea de Inca de Oro  
Fuente: Video en Youtube. Atacama Viva.



Imagen 61. Vista aerea de Inca de Oro  
Fuente: PPU

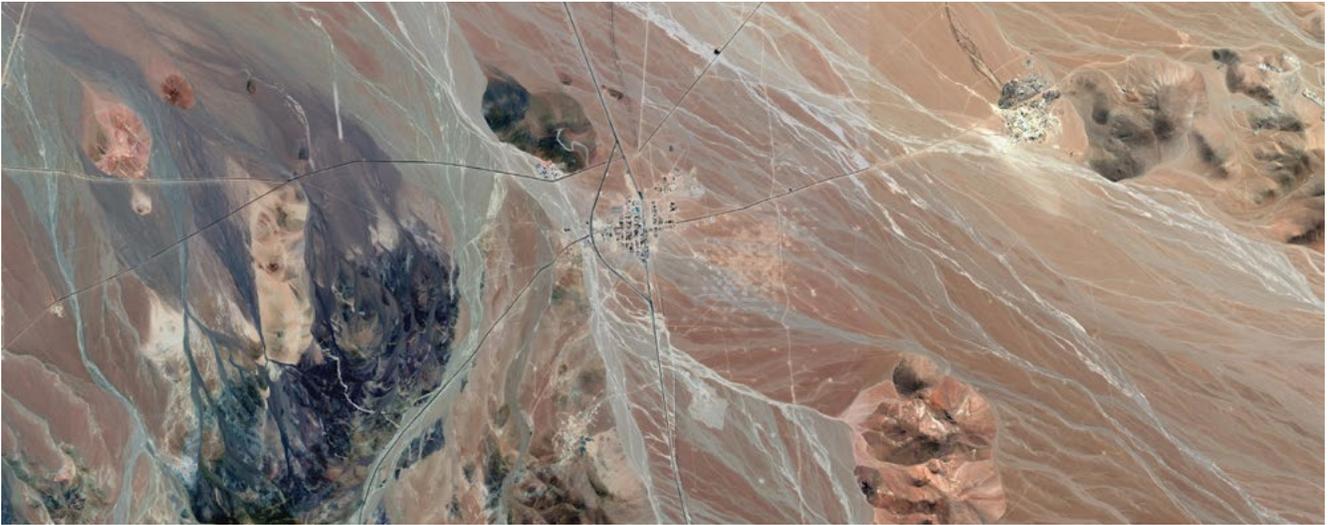


Imagen 62. Inca de Oro, vista aérea lejana  
Fuente: Google Earth. 26°45'17.28"S - 69°54'13.51"O

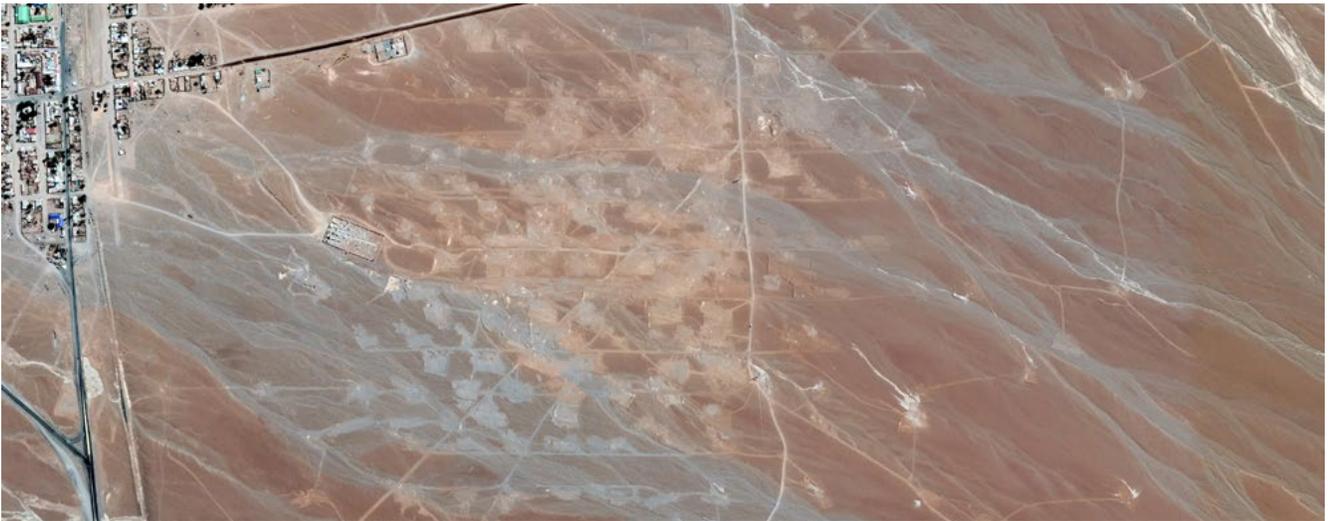


Imagen 63. Límites de Inca de Oro, prospecciones mineras. Zona sureste  
Fuente: Google Earth



Imagen 64. Límites de Inca de Oro, líneas de escurrimientos de agua. Zona oeste  
Fuente: Google Earth

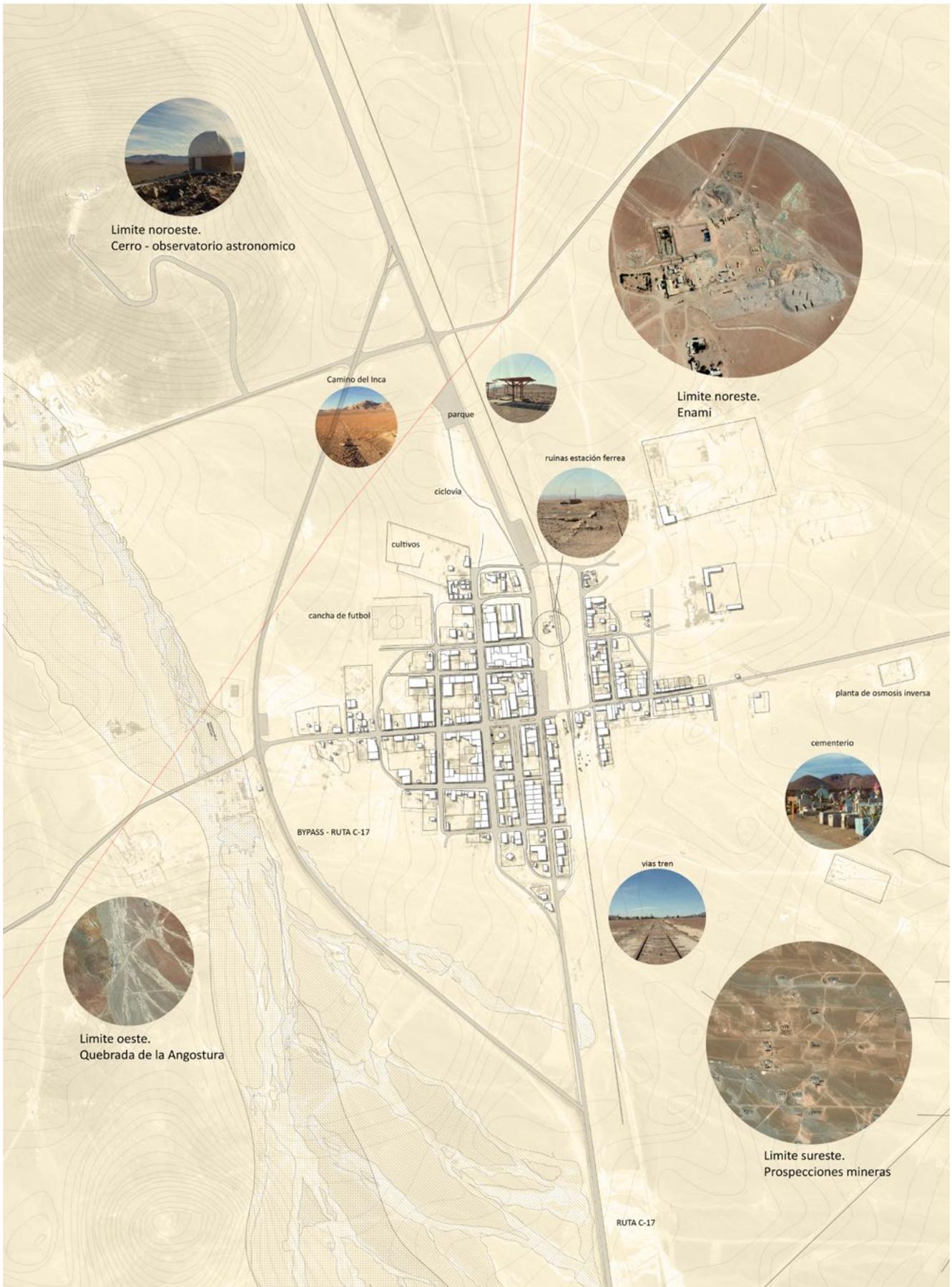


Imagen 65. Planta de Inca de Oro  
 Fuente: Elaboración propia





Imagen 66. Planos de usos y zonificación de Inca de Oro  
Fuente: Elaboración propia

INCA DE ORO  
Infraestructuras



Imagen 67. Infraestructuras en Inca de Oro  
Fuente: Elaboración propia



Imagen 68. Infraestructuras en Inca de Oro  
Fuente: Elaboración propia

# INCA DE ORO

Vivienda en Inca de Oro



Imagen 69. Viviendas en Inca de Oro  
Fuente: Elaboración en base a fotos del PPU, Google Street y fotografías propias.



Imagen 70. Viviendas en Inca de Oro  
Fuente: Elaboración en base a fotos del PPU, Google Street y fotografías propias.

## INCA DE ORO

### Un cruce de caminos

***“(…) Las carreteras ya no conducen simplemente a lugares, son lugares. Y, como siempre, desempeñan dos papeles importantes: como promotoras del crecimiento y de la dispersión, y como imanes alrededor de los cuales pueden agruparse nuevos tipos de desarrollo. Ningún otro espacio en el paisaje moderno resulta tan versátil.” [16] - John Brinckerhoff Jackson***

La historia de Inca de Oro se remonta al Imperio Inca. El primer camino que comunicó y unió las zonas desérticas, fue el Camino del Inca, que fue durante mucho tiempo el principal vínculo entre minas, pueblos y puertos de las regiones. Este camino, también conocido como Qhapaq Ñan, tiene más de 30.000 km de largo y en la actualidad atraviesa distintos puntos de interés arqueológico.

El segundo hito importante para la historia de Inca de Oro fue la llegada del tren en 1904. Antes de que llegara el tren a Inca de Oro, el paraje se encontraba aislado, pues el tren llegaba hasta la estación Chulo por el Sur y Pueblo Hundido - actual Diego de Almagro- hacia el Norte. Una vez instaurado el tren el pueblo se inserta completamente dentro del circuito de comunicación y comercio de la región. Según las estadísticas del INE, la población de Inca de Oro creció durante 30 años de manera exponencial (1907 – 1940), correspondiendo al auge de los precios de los minerales y la llegada del tren. Esto se mantuvo hasta que el ferrocarril fue suspendido, y para la década de 1980 la población disminuyó más del 50%.

Ambos, tanto el camino del Inca como la ex estación ferroviaria, son infraestructuras que tienen una importancia patrimonial excepcional para Inca de Oro y su historia. El Qhapaq Ñan se encuentra inscrito en la Lista del Patrimonio Mundial de la Unesco (2014) y su recorrido, además de estar asociado a varios sitios de interés arqueológico, conectaba varios centros de producción administrativos y ceremoniales Incas, desde el centro oeste de Argentina y Chile hasta el sur occidental de Colombia, atravesando Perú, Ecuador y Bolivia. Mientras que la ex línea férrea, recuerda el pasado glorioso minero de Inca de Oro, que se pudo dar gracias a su implementación.

En la actualidad la ruta C-17, la cual transcurre por el interior de la provincia sobre las serranías, tiene gran importancia para Inca de Oro ya que conecta las ciudades de Diego de Almagro y Copiapó pasando por este poblado. Esta ruta es de importancia estratégica no solo por conectar a el interior de la provincia de Chañaral con Copiapó, sino que también porque muchos la mayoría de los proyectos solares se ubican cercanos a este eje.

Además de estas conexiones viales, existen rutas asociadas a la minería las que son tanto informales como caminos más consolidados. Dentro de estos últimos se encuentra el recorrido histórico del mineral, camino que comienza en Inca y pasa por todas las minas históricas de los siglos XIX y XX.



Imagen 71. Caminos informales  
Fuente: María Sol Tejada



Imagen 72. Huella del camino del Inca  
Fuente: Sebastian Palacios

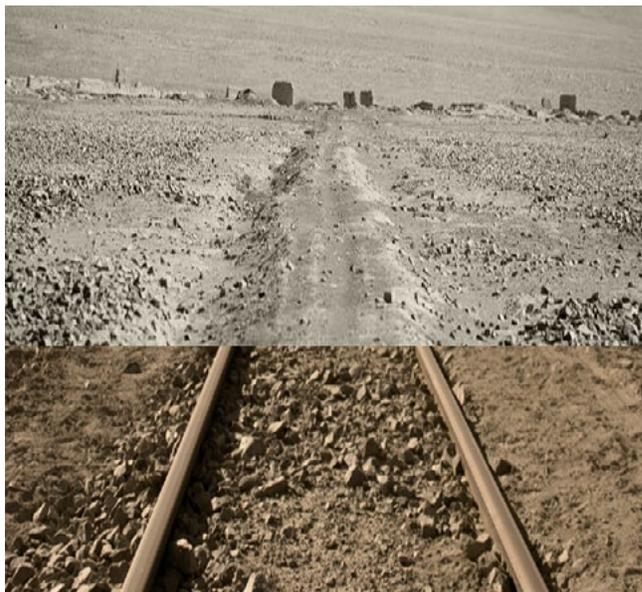


Imagen 73. Fotomontaje de la antigua huella del tren  
Elaboración en base a imágenes de María Sol Tejada y material personal

[16] JACKSON, John Brinckerhoff. “Las carreteras forman parte del paisaje”. Editorial Gustavo Gili, Barcelona.

# INCA DE ORO

Un cruce de caminos. Lamina territorial

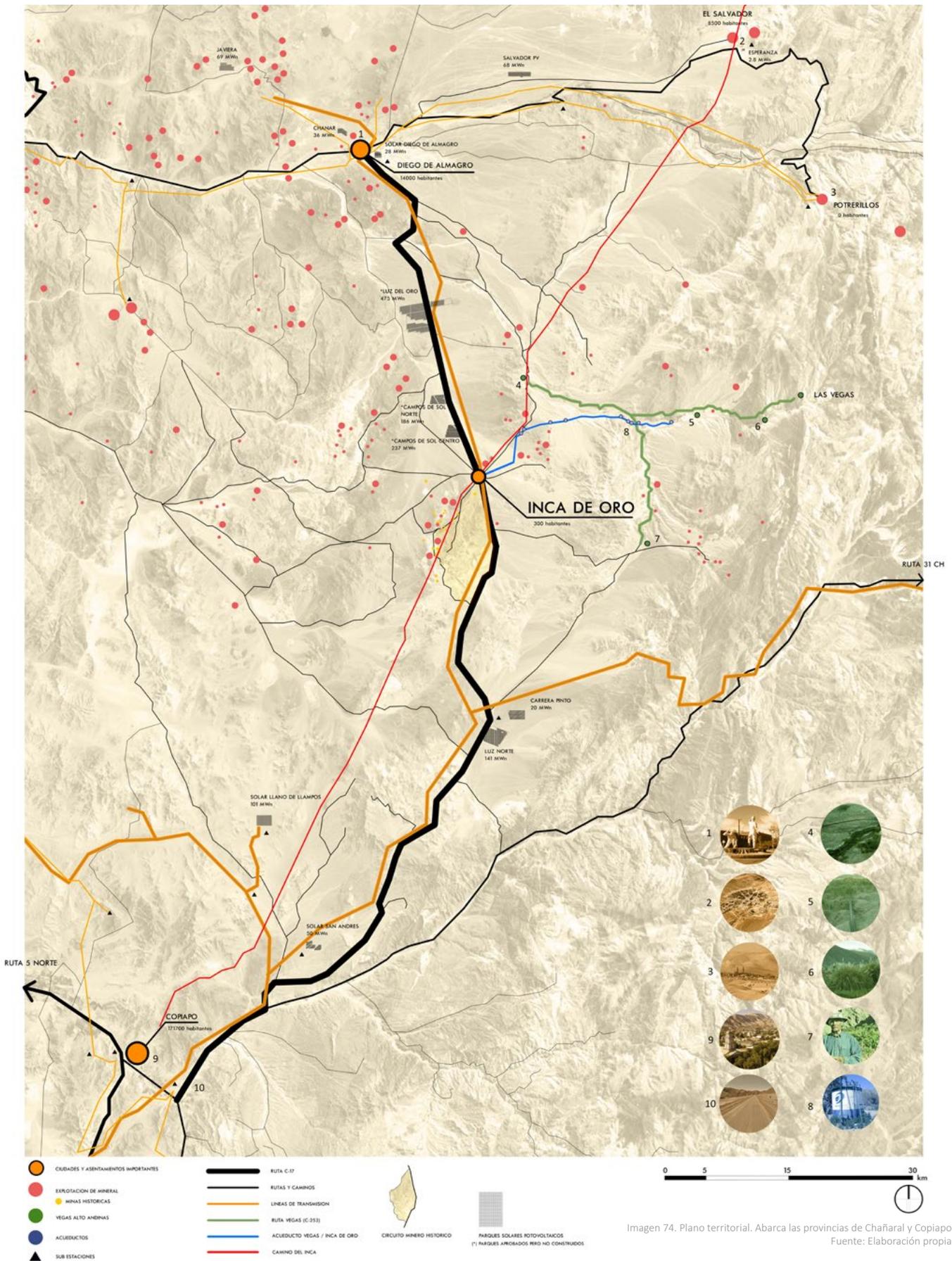


Imagen 74. Plano territorial. Abarca las provincias de Chañaral y Copiapo  
Fuente: Elaboración propia

## Inca de Oro

### La energía solar como catalizador patrimonial

**“Un monumento tradicional, como el origen de la palabra lo indica, es un objeto que debería recordarnos algo importante. Es decir, existe para hacer consciente en la gente alguna obligación que los compromete: una figura pública importante, un evento público significativo o una declaratoria pública destacada.” [17]**

John Brinckerhoff Jackson

**“Primero está la época dorada, el periodo de inicios armónicos. Luego sobreviene un periodo donde los viejos tiempos son olvidados y la era dorada cae en el olvido. Finalmente llega un periodo donde redescubrimos y buscamos restaurar el mundo que nos rodea en algo parecido a su antigua belleza.” [18]**

John Brinckerhoff Jackson

Así como en el siglo XIX la minería trajo prosperidad, no solo a la región, sino que a Chile entero, la industria energética está destinada a traer prosperidad al Chile del futuro.

El deber que evoca el pasado de la industria minera con respecto al desarrollo del país, es transmitido al presente por medio de la industria energética. Coincidentemente son industrias que se desarrollan en el mismo lugar y ambas son industrias extractivas, por lo que su rol es transmitido de una generación a otra, al igual que un corredor pasa el testigo al siguiente corredor.

Inca de Oro recuerda un pasado donde la riqueza y la prosperidad iban de la mano con la extracción del mineral. Actualmente, Inca se encuentra en un estado de **deterioro y extinción**, pero su mera existencia nos recuerda un pasado mejor. Sin embargo, dado al desarrollo tecnológico que existe hoy en día ese pasado glorioso puede volver a existir, ya no gracias a la extracción de minerales preciados, sino que, a la oportunidad de desarrollo que presenta la energía solar fotovoltaica.

El predio que albergaba la antigua estación del tren (hoy inexistente) presenta unas condiciones espaciales que lo convierten en un posible sitio para el desarrollo de un proyecto de arquitectura que rescate el valor patrimonial de Inca de Oro- se trata de un lugar céntrico que permite un desarrollo lineal, y además se encuentra contenido entre la parte oriente y poniente del pueblo- Además este sitio tiene un carácter patrimonial, ya que fue gracias a la llegada del tren que el poblado de Inca alcanzó su máximo desarrollo.

En la actualidad podemos encontrar un caso muy similar en el poblado de María Elena, donde se está buscando poner en valor el patrimonio salitrero y rescatar la vida en la pampa. Dentro de los actores involucrados se encuentran SQM, la Municipalidad de María Elena, la Corporación Museo del Salitre Pedro de Valdivia, Centro de Hijos y Centro de Damas de Pedro de Valdivia. En palabras del edil de María Elena, Jorge Godoy, **“estamos comprometidos a trabajar con la empresa en todo lo que vaya en favor de la comunidad de María Elena, para que la gente se mantenga en nuestra zona, le agrade vivir aquí. Por esto necesitamos generar nuevas alternativas de trabajo y de desarrollo, que favorezcan a la familia y la comunidad”** [19].



Imagen 75. Vista aérea de las ruinas de la ex estación ferrea, Inca de Oro  
Fuente: Video en Youtube. Atacama Viva. [https://www.youtube.com/watch?v=m5L\\_](https://www.youtube.com/watch?v=m5L_)



Imagen 76. Ruinas de la ex estación ferrea, Inca de Oro  
Fuente: Elaboración propia



Imagen 77. Antigua casa de los trabajadores del tren  
Fuente: PPU



Imagen 78. Antigua estación de acopio de minerales en Inca de Oro.  
Fuente: María Sol Tejada

[17] Y [18] JACKSON, John Brinckerhoff. “La necesidad de ruinas y otros ensayos”. ARQ ediciones. Santiago, Chile 2012 PP 103- 114

[19] SOY CHILE. (2015). Buscan poner en valor el patrimonio de María Elena y rescatar la vida en la pampa Recuperado de <https://www.soychile.cl/Antofagasta/Sociedad/2015/12/24/365796/Buscan-poner-en-valor-el-patrimonio-de-Maria-Elena-y-rescatar-la-vida-en-la-pampa.aspx> revisado el 14/11/2018

# INCA DE ORO

Ex estación ferrea

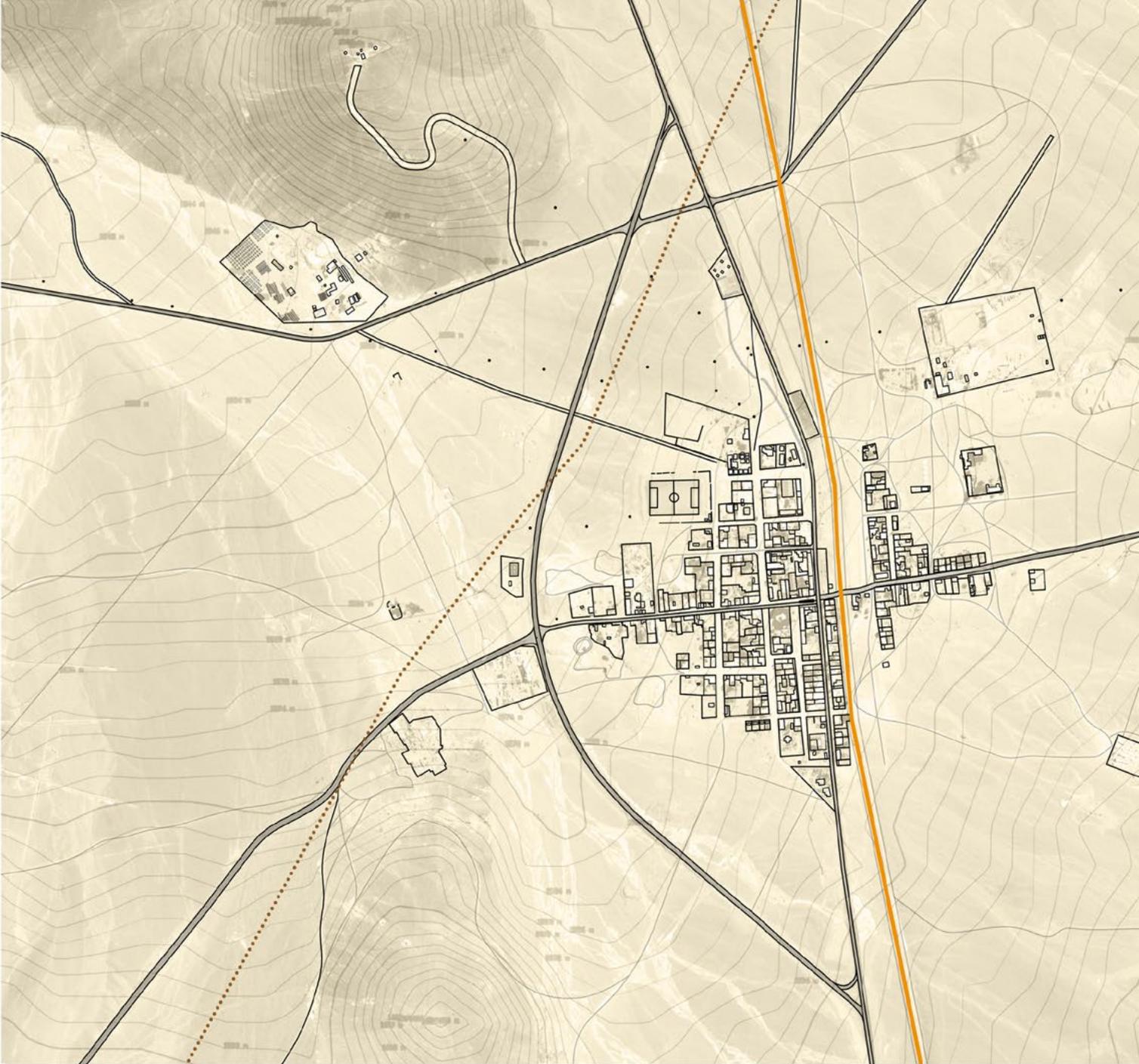


- CASA DE TRABAJADORES
- ADOPIO DE MINERALES
- ANTIGUA PLAZA
- GALPONES
- ESTACION DE FERROCARRILES

SITIOS HISTORICOS DE INCA DE ORO  
SIN ESCALA

Imagen 79. Vista aérea de la ex estación de trenes  
Fuente: Elaboración propia en base a video en Youtube. Atacama Viva.

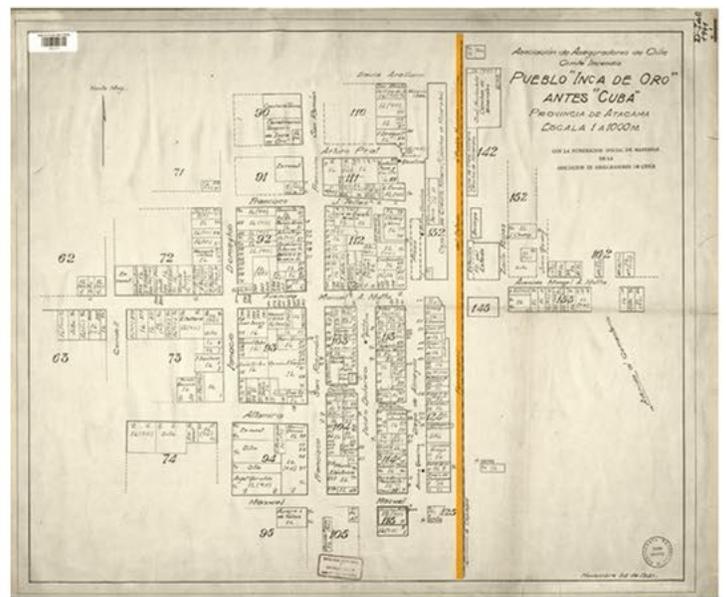
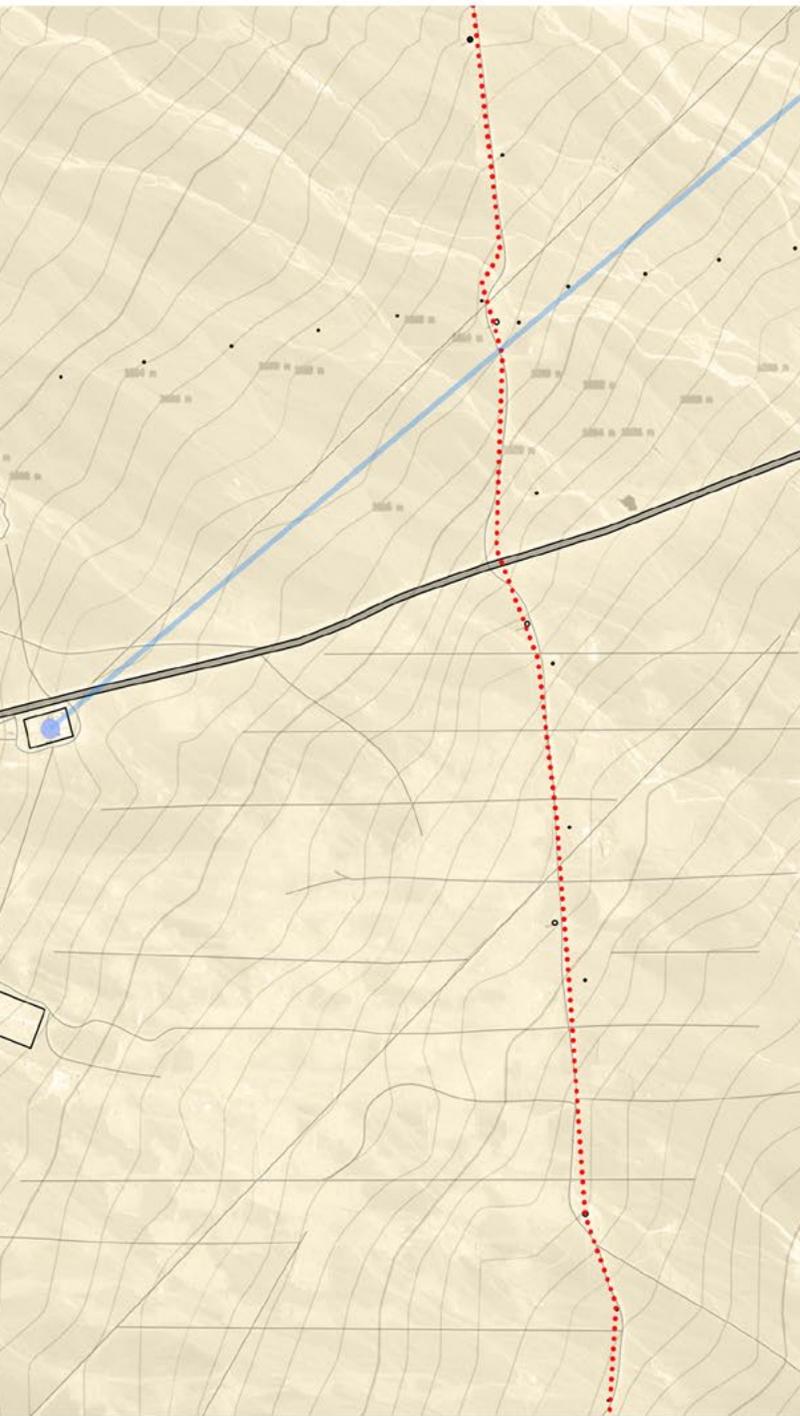
INCA DE ORO: CRUCE DE CAMINOS



- Rutas y caminos
- Antiguas vías del tren
- ..... Camino del Inca
- Acueducto
- ..... Línea de transmisión



Imagen 80. Infraestructura vial en Inca de Oro  
Fuente: Elaboración propia



Plano historico de Inca de Oro. En naranja se destaca la antigua del tren



Imagen de las líneas del tren en Inca de Oro. Foto: María Sol Tejada



La configuración de Inca de Oro como tal esta ligada a la llegada del tren a la zona. Antes de que llegara el tren a Inca de Oro, el paraje se encontraba aislado. La antigua estación de tren se presenta como una posible zona de emplazamiento del proyecto, no solo por su caracter patrimonial, si no que tambien por su espacialidad

## INCA DE ORO

### Habitar el desierto: Infraestructura de sombra



Imagen 81. Sombreadero en espacio público para hacer deporte, Inca de Oro  
Fuente: Elaboración propia



Imagen 82. Estructura de sombreadero (desmantelada) en un espacio público para juegos de niños, Inca de Oro. Fuente: Elaboración propia

Históricamente los espacios públicos de los pueblos nortinos han utilizado infraestructuras que generen sombra para que estos lugares puedan ser habitados. Varios son los ejemplos, desde el ex pueblo salitrero María Elena en el siglo XX, hasta la actual ciudad de Diego de Almagro.

Se observó, en el poblado de Inca de Oro, que gran parte de los espacios públicos utilizan estructuras para producir sombra de manera que estos lugares puedan ser ocupados por la gente que se ve constantemente enfrentada al sol. Desde pergolas que cubren maquinas para hacer ejercicio, hasta la misma entrada al cementerio del pueblo, son algunas de las tantas estructuras se encuentran para poder hacer habitable este lugar.

Pero no solo encontramos **infraestructuras de sombra** fijas en Inca. También hay infraestructuras de sombra temporales, las que funcionan en un determinado momento del día. Tal es el caso de los puestos de comida ambulante que hay en el sector, estos pueden ser trasladados de un lugar a otro pero mantienen la condición de una infraestructura de sombra.

En Diego de Almagro se pudo ver que en los espacios públicos se utilizaban paneles solares sobre las estructuras que daban sombra (ver imagen 1. de la página siguiente). Sin embargo, el panel estaba sobrepuesto a la techumbre lo que resultaba redundante, ya que bastaba con que hubiera una estructura soportante solo para los paneles y se hubiera logrado el mismo efecto de generar sombra.

Algo similar se observó, también, en Inca de Oro. En el “parque” a las afueras de Inca (imagen 72) hay unos sombreaderos y al lado de estos hay unos paneles solares puestos sobre unos postes. Se podría optimizar toda esta operación **si fueran los mismos paneles solares los sombreaderos**, en lugar de estar realizando toda esta infraestructura por separado.



Imagen 83. Sombreaderos de parque cercanos al Qhaq Nan (camino del Inca)  
Fuente: Elaboración propia



Imagen 84. Sombreadero a la entrada del cementerio de Inca de Oro  
Fuente: Elaboración propia



1.



2.

Imágenes 1, 2 y 3. Sombra en lugares públicos de Diego de Almagro.

Los espacios públicos del norte necesitan sombra para ser utilizados. Ya sea un paseo peatonal (1 y 3), o el mercado (2)

Fuente: Elaboración propia



3.



4.

Imagen 4. Estación de tren en Llanta

Fuente: Elaboración propia



5.

Imagen 5. Maquinas para hacer deporte con un sombreadero en Inca de Oro.

Fuente: Elaboración propia



6.

Imagen 6. Sombra proyectada en el parque Solar Diego de Almagro PV

Autor: Gonzalo Quevedo



7.

Imagen 85. Infraestructura de sombra en la provincia de Chañaral  
Fuente: Elaboración propia



8.

Imagen 7 y 8. Contrastes, una banca a pleno sol vs. un paradero techado con sombra. Inca de Oro

Aunque parece bastante obvio, el poder que tiene la sombra en el desierto puede cambiar la manera en que este tipo de lugares extremos es habitado.

Fuente: Elaboración propia



Imagen 86. Infraestructura temporal, vendedora de mote en Inca de Oro  
Fuente: Elaboración propia

INCA DE ORO: ABASTECIMIENTO DE AGUA



Imagen 87 y 88. Infraestructura temporal, vendedora de mote en Inca de Oro  
Fuente: Elaboración propia





La Finca.  
Latitud 26°38'35.02"S - Longitud 69°51'29.65"O



El Salto.  
Latitud 26°40'41.80"S - Longitud 69°39'57.01"O



Mostazal.  
Latitud 26°41'2.94"S - Longitud 69°34'17.89"O



La Tranquita.  
Latitud 26°40'6.78"S - Longitud 69°31'53.69"O

Imagen 93. Imagen aérea de las distintas Vegas  
Fuente: Elaboración propia en base a Google Earth

Vegetación de Las Vegas



Imagen 94. Vegetación en el sector de las Vegas, El Salto  
Fuente: Elaboración propia



Imagen 95. El autor de esta tesis en Las Vegas, El Salto.  
Fuente: Constanza Bianchini, parte del Taller "Energía y Territorio"

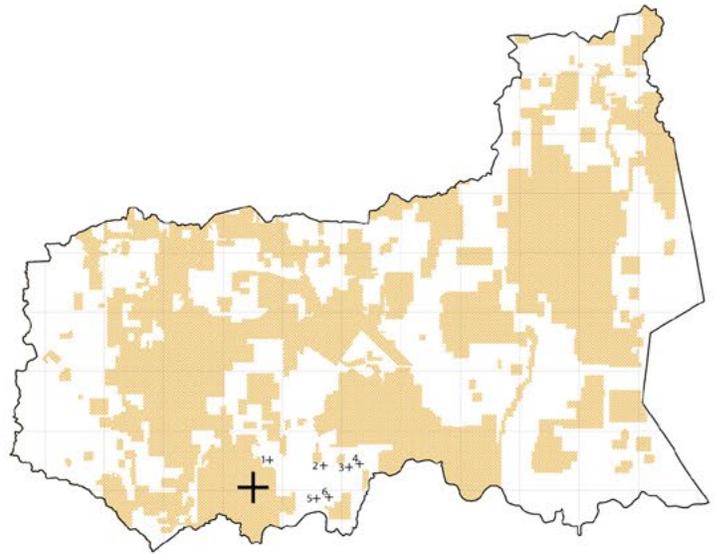
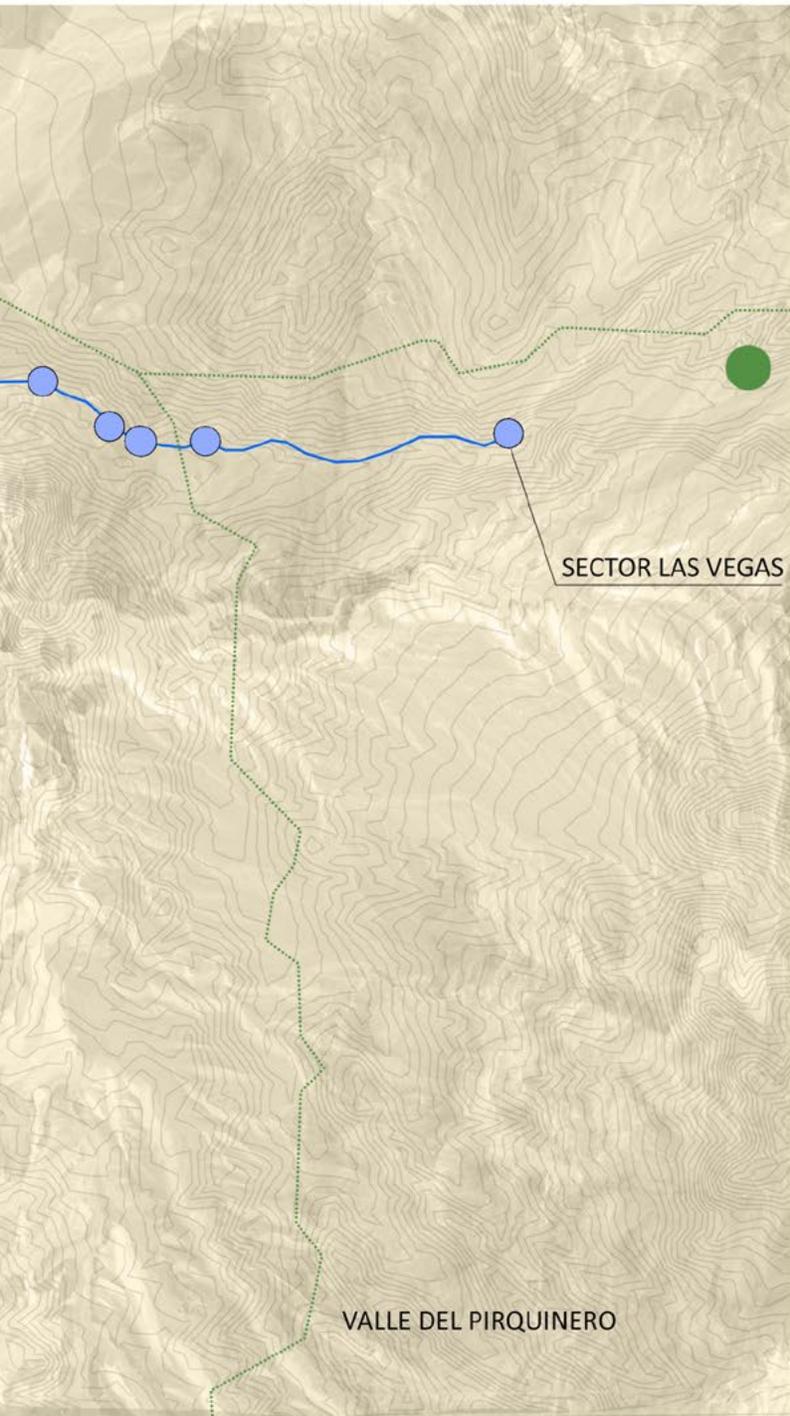
# INCA DE ORO: INFRAESTRUCTURA DEL AGUA



- Línea de Transmisión
- Vialidad
- Acueducto
- Línea tren
- ..... Vialidad Vegas
- Tanques y valvulas
- Vegas alto andinas



Imagen 96. Infraestructura del agua en Inca de Oro  
Fuente: Elaboración propia



PROPIEDAD MINERA & ZONAS DE CAPTACION DE AGUA

+ HUMEDALES ALTO ANDINOS - CULTIVOS - VEGAS

1. La Finca 26°38'35.02"S - 69°51'29.65"O
2. El Salto 26°40'41.80"S - 69°39'57.01"O
3. Mostazal 26°41'29.4"S - 69°34'17.89"O
4. La Tranquila 26°40'6.78"S - 69°31'53.69"O
5. La Vinita 26°47'38.71"S - 69°41'49.50"O
6. Desconocido 26°47'20.66"S - 69°39'12.02"O

■ Áreas de propiedad minera



Imagen de las Vegas, zona de captación de aguas. Foto: Constanza Bianchini



Inca de Oro obtiene el agua que necesita del sector de Las Vegas. Este lugar no es de propiedad minera, lo que significa una ventaja para el desarrollo de proyectos agrícolas en dicho poblado. También se encuentra próxima a la Finca de Chañaral, zona que también es una fuente de agua.

INCA DE ORO: ABASTECIMIENTO DE AGUA

Sistema Tohá: Tratado de aguas grises

**“(…) en las zonas áridas, las ciudades debieran ser un oasis y no más secas y calurosas que su entorno” [22]**

Ricardo Astaburuaga G.

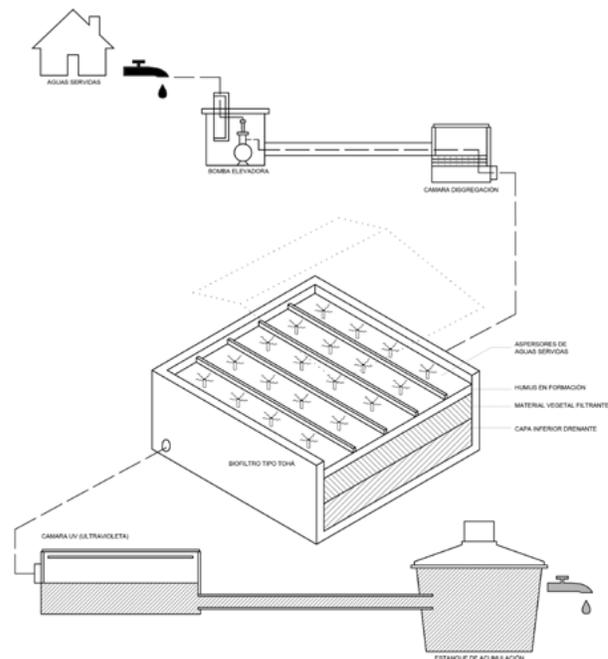


Imagen 97. Esquema del funcionamiento del sistema Tohá  
Fuente: Elaboración propia

Si se quiere llevar a cabo la agronomía en el desierto, es necesario utilizar todas las fuentes de aguas posibles (sin poner en riesgo los ecosistemas existentes). El sistema Tohá, o lombrifiltro, es un sistema de depuración y **reutilización de aguas grises**, permite reutilizar las aguas servidas domésticas y los residuos industriales líquidos orgánicos (RILES). El sistema utiliza lombrices para el filtrado del agua, dejando fertilizante como subproducto el que puede ser utilizado en la agricultura.

Este sistema es una muy buena opción para captar agua y reutilizarla de manera sustentable y sostenible en el tiempo. Mientras sigan viviendo personas en pueblo, este sistema de filtrado podrá seguir siendo utilizado. Las aguas filtradas por este proceso serán redestinadas para el cultivo agrícola exterior que se quiere lograr.

El fin último de todo esto es poder generar un ecosistema artificial, con las aguas grises tratadas, para así poder desarrollar una agronomía sustentable y sostenible en Inca de Oro.

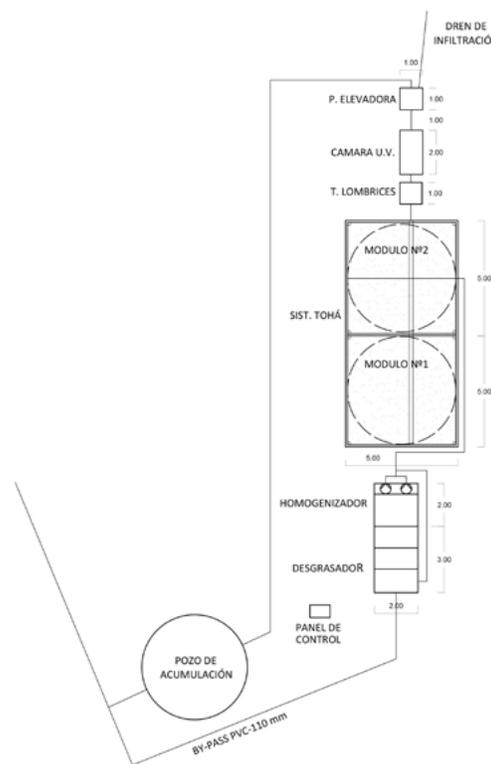
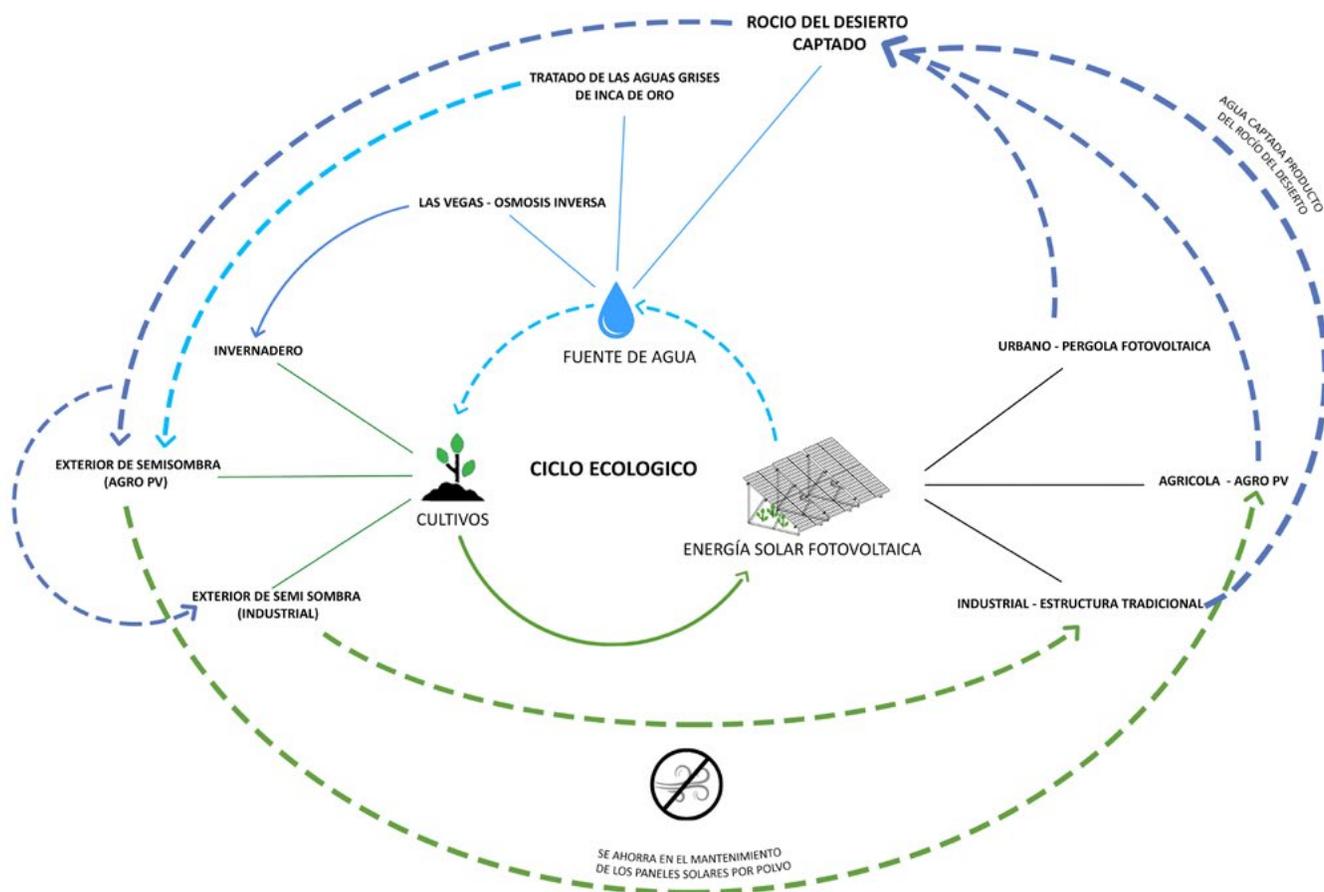


Imagen 98. Planta del sistema Tohá. Granja Sajonia, Melipilla  
Fuente: Elaboración propia

[22] Pérez de Arce, Rodrigo. Santiago Zona Árida: una arquitectura de la sombra. ARQ.57 Zonas Áridas. Santiago Chile. Pp 58

# INCA DE ORO: ABASTECIMIENTO DE AGUA

Ciclo ecológico: Uso sustentable y sostenible del agua



A partir del “ciclo virtuoso” observado en las visitas a los parques solares se busca transformar este evento afortunado en un hecho arquitectónico. Es decir, se busca poder controlar este ciclo por medio de la arquitectura y agregándole otros “inputs” tales como fuentes de agua y energía, poder generar agronomía en el desierto.

En resumen es un paso del “ciclo virtuoso” a un “**ciclo ecológico**” gracias a la arquitectura.



## PROYECTO

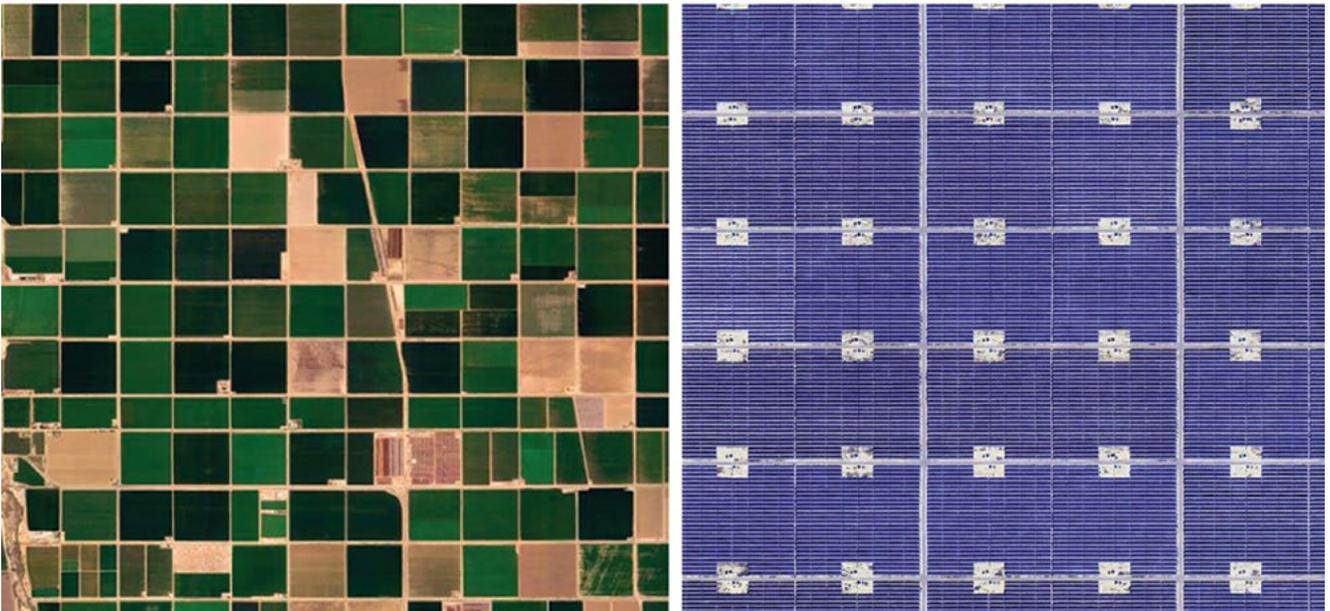


Imagen 100. Calce espacial. Cultivos agrícolas y planta solar fotovoltaica  
Fuente: Elaboración propia en base a imágenes de Anthony Quigley. Instagram @anthonyquigley



Imagen 01. Estacionamientos con cubierta fotovoltaica  
Fuente: Instagram. Sollenergy



Imagen 02. Estacionamientos con cubierta fotovoltaica  
Fuente: Instagram. Mcquadrosris



Imagen 03. Cultivos en invernadero + cubierta fotovoltaica  
Fuente: Instagram. Belugasolar



Imagen 04. Solar Sharing Power Plant, en Kamisu, Ibaraki  
Fuente: En WEB: Wikimedia Commons



Imagen 05. Proyecto Sun Agri  
Fuente: En WEB: Inra.fr



Imagen 06. Sistema Agro PV en la universidad de Montpellier  
Fuente: En WEB: Fraunhofer Research



Imagen 07. Sistema bifacial fotovoltaico  
Fuente: En WEB: instazu.com/tag/bifacial



Imagen 08. Estructura sistema Agro PV  
Fuente: Instagram. Boygues\_energy\_services



Imagen 09. Estructura parque solar incompleta  
Fuente: Instagram. Sollenergy



Imagen 10. Arboricultura con sistema Agro PV. "agrivoltaique"  
Fuente: En WEB: Latribune.fr

Imagen 101.

**Imaginario de las estructuras para de los módulos solares fotovoltaicos.** Los módulos fotovoltaicos no solo tienen una condición productiva ingenieril, también tienen una capacidad de ser una pieza arquitectónica dada su ergonomía. Además, no existe una manera única de posicionarla, puede ser utilizada como techumbre o como muro y su eficiencia de productividad energética seguirá existiendo.

## PROYECTO

### Sistema Agrofotovoltaico: un nuevo modelo de industria

***“La agricultura tiene un alto consumo de energía. La incorporación de energía solar en este sector (agrario) es una alternativa de ahorro, pero también de una mayor seguridad en el suministro y la oportunidad de reducción de la huella de carbono de los productos agrícolas” [23]*** Sergio Versalovic, seremi de Energía de la Región Metropolitana (2017)

***“Hemos visto que los paneles no tienen impacto sobre el crecimiento de los cultivos que hemos probado. Además, bajo los paneles se registra una mayor retención de humedad, lo que permitiría optimizar el uso de agua de riego” [24]***

Marnix Doorn, gerente de desarrollo de negocios del Centro de Biotecnología de Sistemas de Fraunhofer Chile Research.

***“(…) se espera que varias frutas que normalmente no crecen bien en climas secos con alta radiación solar crecerían debajo de un sistema APV. Al mismo tiempo, la electricidad generada puede usarse para operar bombas de agua o sistemas de desalinización.” [25]***

La tecnología agrofotovoltaica (APV), es una tecnología que combina la producción de electricidad solar y cultivos en el mismo terreno que comenzó en Alemania hace un par de años, y que ya se ha demostrado con éxito en proyectos piloto en varios países europeos.

En Chile existen tres prototipos hasta la fecha, desarrollados por Fraunhofer Chile. Estos se encuentran en Lampa, El Monte y Curacaví, pero su escala es acotada respondiendo solo a la producción de pequeños productores. Los tres sistemas APV en Chile son los primeros de su tipo en América Latina. Fraunhofer Chile apoya las partes científicas del proyecto, y el Centro Fraunhofer para Biotecnología de Sistemas CSB analiza los aspectos agrícolas. El Centro Fraunhofer para Tecnologías de Energía Solar CSET aborda las cuestiones técnicas y relacionadas con la energía en estrecha consulta con Fraunhofer ISE.

Sin embargo, este sistema en la actualidad no considera el potencial que tiene en el norte y su capacidad de poder generar agricultura allá. Además, los prototipos que existen en Chile solo han evaluado cultivos de tipo hortícola.

El descubrimiento realizado por el autor, de **redirigir el agua del rocío del desierto captada por los paneles solares** para ser utilizada en cultivos agrícolas en el desierto, es propuesto en el proyecto para ser incluido en la industria solar fotovoltaica, para que de esta manera se pueda llevar a cabo un **agricultura en el desierto sustentable y sostenible en el tiempo.**



Imagen 102. Sistema Agro PV



Imagen 103. Sistema Agro PV



Imagen 104. Sistema Agro PV



Imagen 105. Sistema Agro PV en Curacaví.

Fuente: Informe de prensa de Fraunhofer.

[23] En WEB: <http://www.energia.gob.cl/tema-de-interes/beneficios-de-combinar-energia> revisado 25.07.18

[24] En WEB: <http://www.revistatecnosmineros.com/2017/12/paneles-fotovoltaicos-y-cultivos-de-hortalizas-pueden-convivir-en-el-mismo-espacio-de-suelo/> revisado 25.07.18

[25] FRAUNHOFER INSTITUTE FOR SOLAR ENERGY SYSTEMS ISE. “Agrophotovoltaics Goes Global: from Chile to Vietnam”. Press release 20-06-2018. Pp 2.

Traducción del autor. Cita original “Also, it is expected that various fruits which normally do not grow well in dry climates with high solar radiation would grow underneath an APV system. At the same time, the generated electricity can be used to operate water pumps or desalination systems.”

Calce espacial

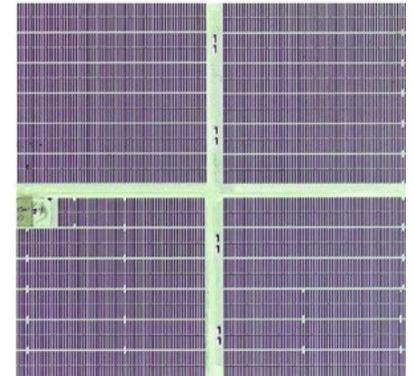
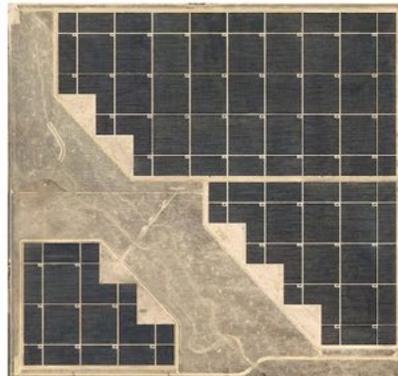
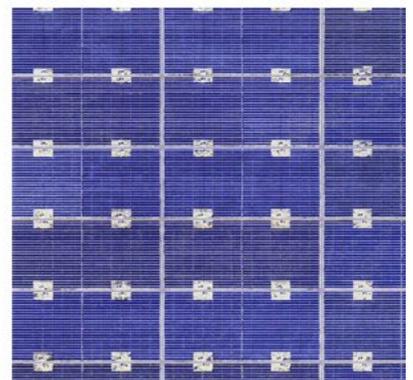
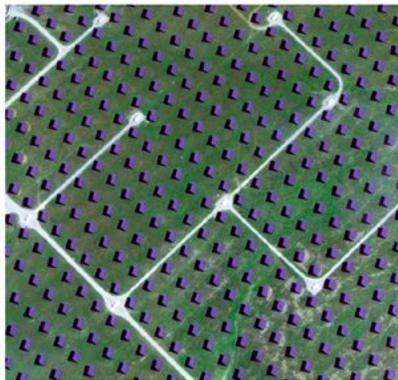
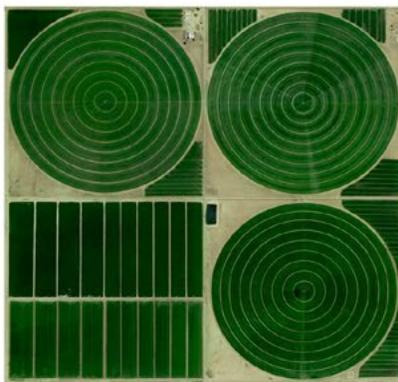
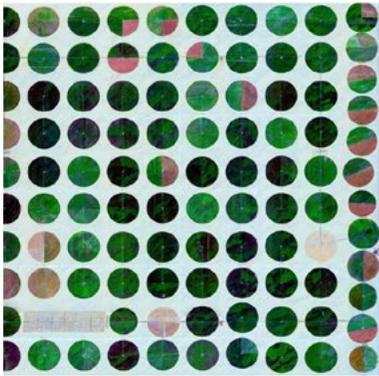


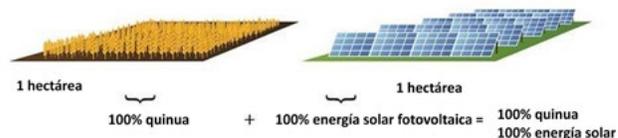
Imagen 106.

**Calce espacial.** La condición ortogonal sumado a el caracter expansivo que poseen las industrias solar y agrícola, permite poder considerar un “calce” entre ambas en el espacio físico que ocupan.  
Imágenes. Fotos áreas de espacios productivos agrícolas, solares fotovoltaicos y de tratamiento de aguas.  
Fuente: Anthony Quigley. Instagram y sitio WEB.

# PROYECTO

## Calce espacial

Uso separado en dos hectareas



Uso combinado en dos hectareas: La eficiencia aumenta en un 60%

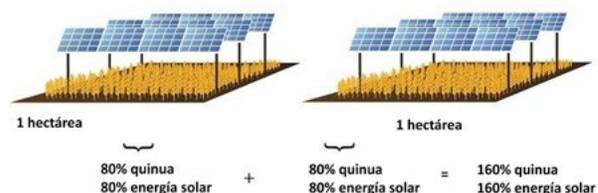


Imagen 107. En el mismo espacio se pueden desarrollar de manera más eficiente las industrias propuestas. Fuente: Fraunhofer Research Chile (traducido al español y editado a cultivos de quinua por el autor)

La condición extensiva de carácter ortogonal que poseen los parques solares fotovoltaicos, permite un calce a nivel espacial con los cultivos agrícolas, los que a su vez también siguen un orden geométrico ortogonal regular. Esto, a nivel de paisaje, resulta provechoso para replantear un diseño donde ambas industrias puedan coexistir en un mismo terreno de manera armoniosa y sin perjudicar la labor productiva del otro.

El Instituto Fraunhofer para Sistemas de Energía Solar ISE, en colaboración con el Grupo de Innovación “APV-Resola”, ha demostrado la viabilidad de la tecnología agrofotovoltaica con un sistema piloto de APV de 194 kWp realizado en una granja cerca del lago Constanza en Alemania. Los resultados del proyecto mostraron que APV **aumenta la eficiencia del uso de la tierra en un 60 por ciento**. La electricidad solar se utilizó en el proceso de producción para limpiar, empaquetar y enfriar los productos.

El proyecto, además de generar este “calce espacial” entre estas dos industrias, busca incluir estas operaciones con el poblado de Inca de Oro. Para esto se toma en consideración el trazado a modo de “grilla” que posee el pueblo, y se utiliza a favor de las operaciones a realizar.

Se espera que en la parte agraria el poblado de Inca de Oro pase a tener un rol protagonista en cuanto a la producción y distribución de alimentos de tipo vegetal. Como se dijo anteriormente, Inca de Oro se encuentra en un lugar estratégico a nivel regional, ya que conecta la ciudad de Copiapó (Capital regional) con Diego de Almagro (Capital Minera), por lo que se dan las condiciones para pensar que esto podría ocurrir.



Imagen 108. Descalce entre cultivos agrícolas y cultivos solares. Lebrija, Seville, España Fuente: En instagram @atlasofplaces. 18 de diciembre de 2018



Imagen 109. Calce espacial. Ciudad Agrícola de Kisho Kurokawa, maqueta. Fuente: Plataforma arquitectura



Parque solar fotovoltaico PV Salvador. Diego de Almagro  
Coordenadas: 26°18'37.47"S - 69°52'02.01" O



Parque solar fotovoltaico San Andrés. Copiapo  
Coordenadas: 27°15'14.26"S - 70°6'37.52" O



Parque solar fotovoltaico PFV Los Loros. Copiapo  
Coordenadas: 27°51'21.92"S - 70°10'24.36" O



Parque solar fotovoltaico Luz Norte. Copiapo  
Coordenadas: 26°33'00.09"S - 69°58'07.12" O



Parque solar fotovoltaico Javiería. Diego de Almagro  
Coordenadas: 26°18'12.85"S - 70°13'12.38" O



Parque solar fotovoltaico Diego de Almagro. Diego de Almagro  
Coordenadas: 26°22'55.89"S - 70°01'12.97" O



Parcelas agrícolas y parque solar Valle Solar Este. Copiapo  
Coordenadas: 27°20'32.87"S - 70°23'26.57" O



Reserva nacional Pampa del Tamarugal. Parque solar fotovoltaico Los Puquios. Región de Tarapacá  
Coordenadas: 20°27'9.28"S - 69°32'3.40" O



Cultivos y parque solar fotovoltaico Los Aromos Santiago Solar. Té-Til  
Coordenadas: 33°5'10.20"S - 70°51'15.32" O



Parque solar Toledo. Copiapo  
Coordenadas: 27°18'5.88"S - 70°26'37.84" O



Zoom de cultivos en la quebrada Los Toros. Ruta C-411. Copiapo  
Coordenadas: 27°36'28.64"S - 70°19'35.13" O



Cultivos en la quebrada Los Toros, con el parque solar fotovoltaico Las Terrazas. Ruta C-411  
Coordenadas: 27°36'28.64"S - 70°19'35.13" O



Cultivos en Hacienda el Hornito. Ruta C-35. Copiapo  
Coordenadas: 27°43'53.05"S - 70°11'26.02" O



Cultivos en Pabellón. Ruta C-35. Copiapo  
Coordenadas: 27°36'28.64"S - 70°13'57.65" O



Cultivos en Pabellón. Ruta C-35. Copiapo  
Coordenadas: 27°27'20.93"S - 70°15'38.26" O



Parcelas agrícolas y urbanización. Rancagua  
Coordenadas: 34°9'28.76"S - 70°41'30.12" O



Junta entre urbanización y cultivos. Linares  
Coordenadas: 35°50'37.53"S - 71°34'32.98" O



Junta entre urbanización y cultivos. Chillán Viejo.  
Coordenadas: 36°37'56.88"S - 72°8'20.47" O



Cultivos en cerros cerca de Pisco Elqui, Coquimbo.  
Coordenadas: 30°6'49.15"S - 70°29'37.78" O



Cultivos de paltos en cerros. Nueva Pulacán, Nogales.  
Coordenadas: 32°45'38.82"S - 71°15'7.54" O



Cultivos de paltos en cerros. Nueva Pulacán, Nogales.  
Coordenadas: 32°44'16.80"S - 71°15'52.82" O



Imagen 111. Parque Fotovoltaico Valle Solar Este, Copiapo  
Fuente: Google Earth. Coordenadas: 27°20'32.87"S - 70°23'26.57"O

## PROYECTO

Análisis para la autosustentabilidad energética de Inca de Oro

### CARACTERÍSTICAS DEL SISTEMA FOTOLVOLTAICO EN INCA DE ORO

Configuración	Fijo inclinado
Montaje	open rack cell glassback
Inclinación	26º
Azimut	1º
Nº celdas por panel	72
<b>Nº paneles</b>	<b>3</b>
Voltaje máxima potencia	37.2 V
Corriente máxima potencia	8.88 A
Voltaje circuito abierto	41.9 V
Coef. Temperatura voltaje [%/C]	0.41
Corriente cortocircuito	7.66 A
Coef. Temperatura corriente [%/C]	0.053
Ef. Inversor	96.0 %
Perdidas	14%

### RESULTADOS DE LA GENERACIÓN FOTOVOLTAICA

<b>Capacidad Instalada</b>	<b>0.99 kW</b>
Total Diario	6.0 kWh
<b>Total Anual</b>	<b>2.02 MWh</b>
Factor de Planta	23.0 %

Fuentes: Andres Kypreos De la Fuente. Ingeniero Civil electrico PUC  
Explorador Solar, en WEB <http://ernc.dgf.uchile.cl>

A partir de una reunión con el ingeniero civil eléctrico de la Pontificia Universidad Católica Andrés Kypreos, se determinó la canasta de consumo energético promedio del poblado de Inca de Oro. Además, se utilizó el *Explorador Solar* para poder ver la cantidad de energía que se puede generar en esa zona de Chile.

En lo que respecta a la parte energética el proyecto busca generar:

1. Autosustentabilidad energética para Inca de Oro,
2. Utilizar la energía producida en el desarrollo de la nueva industria agrícola
3. Distribuir la energía restante al SIC.

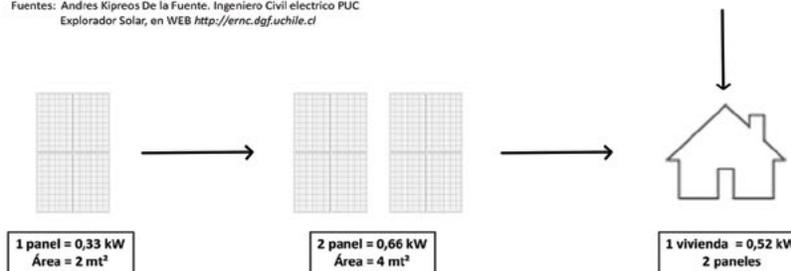
PROYECTO

Análisis para la autosustentabilidad energética de Inca de Oro

**CANASTA DE CONSUMO ELECTRICO POR VIVIENDA EN INCA DE ORO**

Aparatos	Cantidad	Consumo (W)	Horas de uso	Energía (kWh/día)
Refrigerador	1	30	24	0,72
Iluminación LED	20	5	5	0,5
Tostador	1	700	0,25	0,175
Microondas	1	1000	0,25	0,25
Lavadora	1	450	1	0,45
Hervidor	1	1800	0,1	0,18
TV	1	85	2	0,17
Enchufes	2	50	4	0,4
<b>Total kWh/día</b>				<b>2,845</b>
<b>Total kWh/año</b>				<b>1038,425</b>
<b>Prod norm</b> kWh/año/kwp				<b>2000</b>
<b>Kwp en paneles</b>				<b>0,5192125</b>

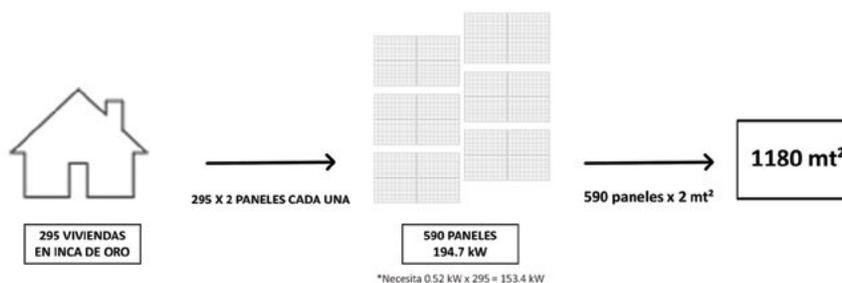
Fuentes: Andres Kipreos De la Fuente. Ingeniero Civil electrico PUC Explorador Solar, en WEB <http://ernc.dgf.uchile.cl>



PROVINCIA DE CHAÑARAL	POBLACIÓN	Nº DE VIVIENDAS
CHAÑARAL	12.219	6.153
DIEGO DE ALMAGRO	13.925	6.914
INCA DE ORO	424	295



Fuentes: INE 2007. División político administrativa y censal, Región de Atacama. Pp 64



## PROYECTO

### Estrategias de emplazamiento para un parque solar en Inca de Oro

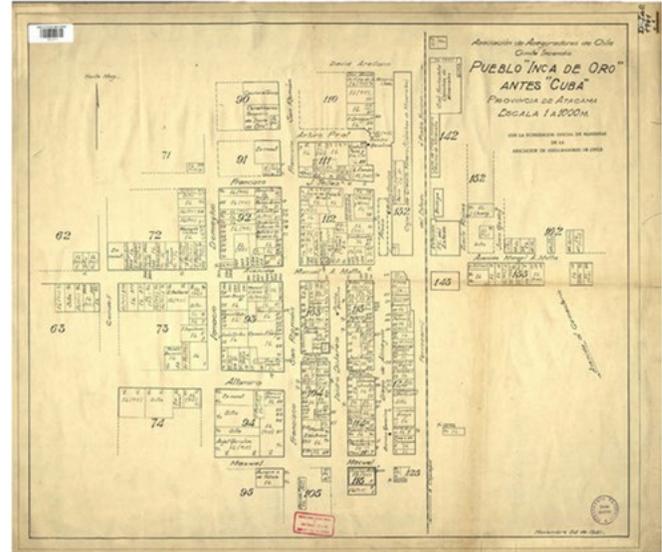


Imagen 114. Plano histórico de Inca Oro. Acá se puede ver la “grilla” que configura al poblado.  
Fuente: En WEB: geovirtual2.cl

Este proyecto tiene como fin demostrar que es posible usar las infraestructuras solares fotovoltaicas en el desierto de Chile, para algo más que una mera producción energética. Por medio del descubrimiento del “ciclo virtuoso” transformado en un “ciclo ecológico” se puede lograr el desarrollo de una agronomía en el desierto, resolviendo uno de los problemas que tienen los pueblos que se emplazan en esos lugares (la dependencia total del suministro de alimentos hortícolas de otras provincias o regiones).

Se propone relocalizar una de las cuatro subestaciones del parque solar Campos de Sol Centro (aun no construido), en Inca de Oro. Esta subestación tiene una superficie de 157 hectáreas y tiene una capacidad de producción de 54,3 MWn.

Dado que Inca tiene un trazado urbano de “grilla” se aprovechará esta condición para poder generar un calce entre el poblado, los cultivos agrícolas y la subestación.

Para que esta operación se pueda desarrollar correctamente es necesario hacer la distinción espacial entre lo urbano, lo agrícola y lo industrial. Para esto se utilizarán distintas estrategias de emplazamiento para las distintas zonas donde esto ocurrirá las que a la vez tienen distintos requerimientos, tanto espaciales, como de función (agrícola y urbana), como llegada a suelo, de materialidad y del entorno inmediato con el que se relacionan. Se definieron tres estrategias para esto:

1. Urbana- pergola fotovoltaica
2. Agrícola- sistema Agro PV
3. Industrial- sistema solar fotovoltaico tradicional

PROYECTO

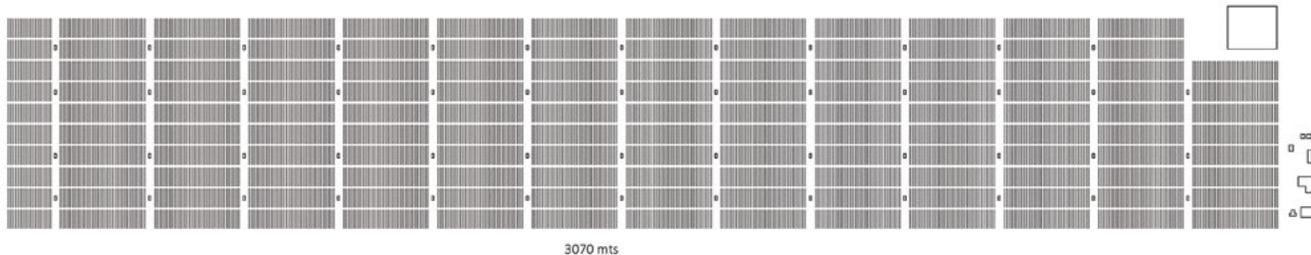
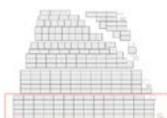
Análisis de Inca de Oro y Campos de Sol Centro

**INCA DE ORO**



**Coordenadas:** 26°45'17.28"S 69°54'13.51" O  
**Ubicación:** Diego de Almagro, Chañaral  
**Autosuficiencia energética:** 194,7 kWd  
**Area urbana:** 35 hectáreas  
**Población:** 420 habitantes  
**Viviendas:** 290

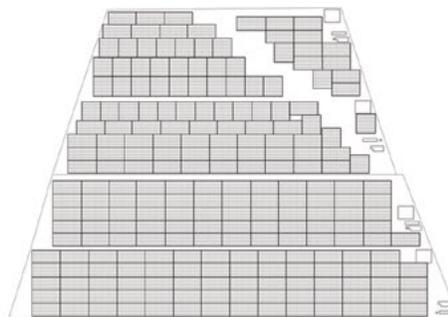
**SUBESTACIÓN DE CAMPOS DE SOL CENTRO**



Superficie: 157 Ha  
Potencia: 54,3 MWn

**PARQUE CAMPOS DE SOL CENTRO (se subdivide en 4)**

**COORDENADAS:** 26°42'34.65" S 69°55'25.95" O  
**Ubicación:** Diego de Almagro, Chañaral  
**Año de funcionamiento:** (proyecto aprobado pero no aun construido)  
**Inversión:** US\$ 564 millones  
**Módulos:** Desconocido (se estiman 1.194.000)  
**Superficie:** 685,08 hectáreas  
**Potencia:** 237 MWn  
**Mano de obra en construcción:** 640 personas (1280 máx.) (14 meses)  
**Mano de obra en operación:** 40 personas (80 máx.) (25 años)  
**Mano de obra abandono:** 220 personas (440 máx.) (1 año)  
**Agua limpieza de paneles:** 597 m3de agua al año.  
**Agua consumo humano y sanitario:** 4 m3/día  
**Suministra:** El objetivo del Proyecto es la generación de energía eléctrica para ser inyectada al Sistema Interconectado Central (SIC)



\* Fuentes:  
seia.sea.gob.cl  
infofirma.sea.gob.cl  
www.revistaei.cl  
www.emol.com

PROYECTO

1\_Pergola Fotovoltaica

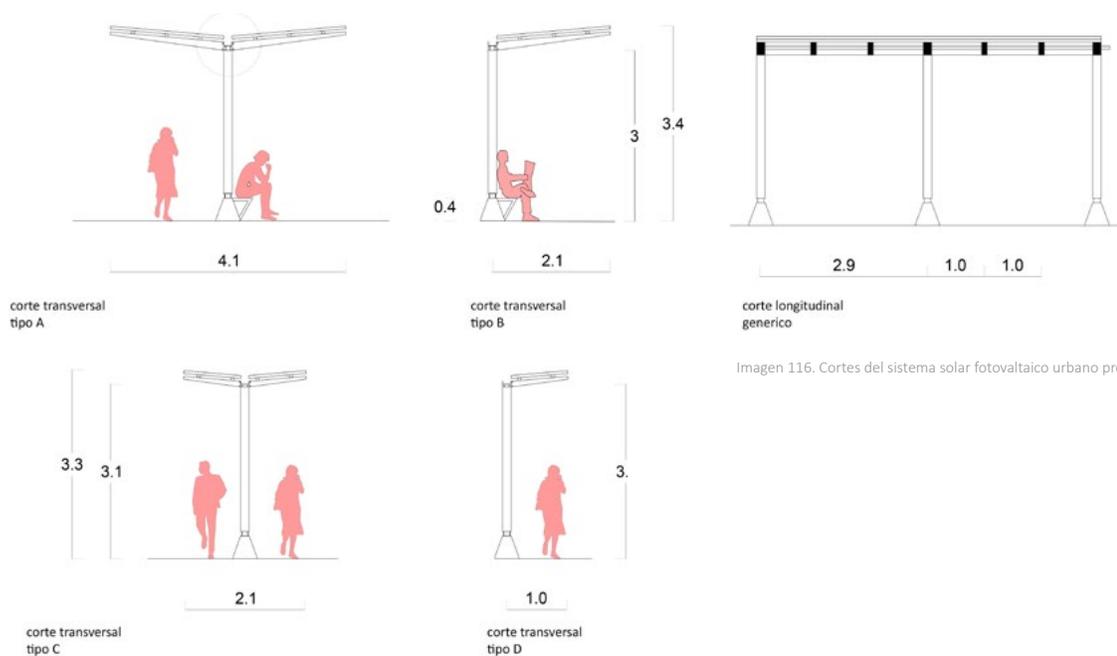


Imagen 116. Cortes del sistema solar fotovoltaico urbano propuesto

Esta estrategia obedece a un orden urbano ya que es la infraestructura que se emplazara en el poblado de Inca de Oro. Su altura respetara la altura histórica del pueblo, manteniendo las mismas dimensiones. Esta llamada “pérgola fotovoltaica”, se ubicará en las veredas y bandejones principalmente, generando sombra (y energía) en un lugar donde está es necesaria para poder habitar.

Para la estructura se utilizará pilares de madera de 2' x 4', y vigas de madera de 2' x 2'.

Como se va a “operar” dentro de un poblado minero historico, es necesario conocer las características que este tiene. Ya sea por los sitios historicos que deben ser conservados, las zonas que se encuentran en un estado de deterioro y abandono, las dimensiones de las calles y veredas, y tambien los lugares que presentan un potencial considerable en comparación con el resto del pueblo.

Se proponen cuatro estructuras para esta operación, la que se diferencia unicamente por los aleros (los que cambian dependiendo de la posición en que se coloquen los paneles solares)

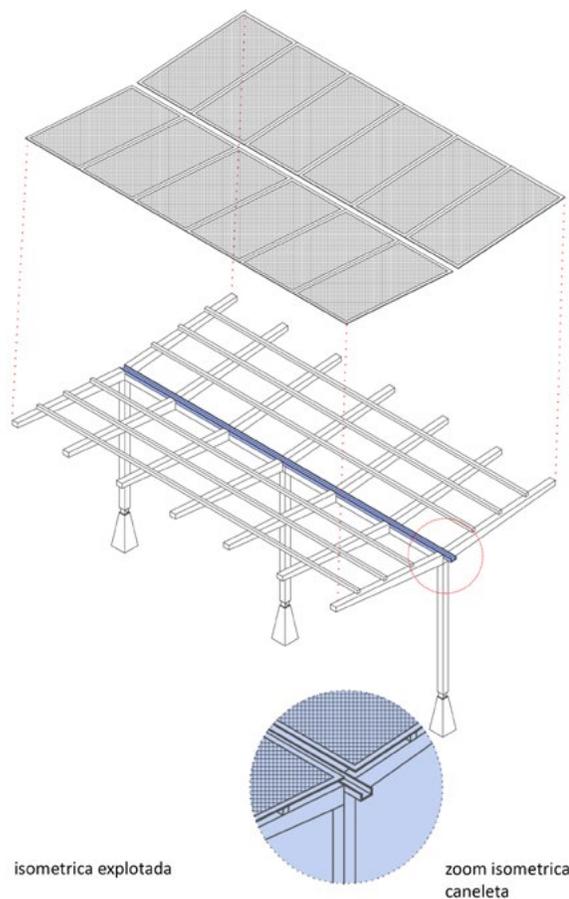


Imagen 111. Cortes del sistema solar fotovoltaico urbano propuesto  
Fuente: Elaboración propia

Imagen 117. Isometrica explotada del sistema solar fotovoltaico urbano propuesto  
Fuente: Elaboración propia

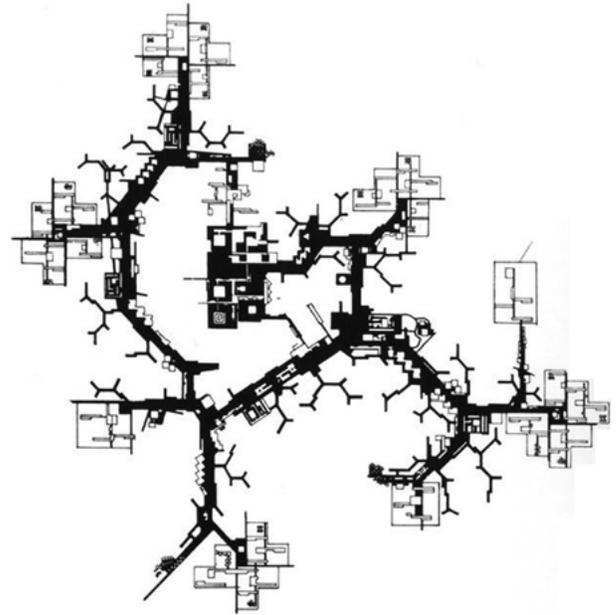


Imagen 119. Esquema del proyecto para la ampliación de Toulouse de Candilis-Josic-Woods  
Fuente: En WEB pavsargonauta.wordpress.com



**ESTADO DE CONSERVACIÓN**  
 ■ BUEN ESTADO  
 ■ ESTADO DEFICIENTE

Imagen 118. Estado de conservación. Inca de Oro  
Fuente: Elaboración propia

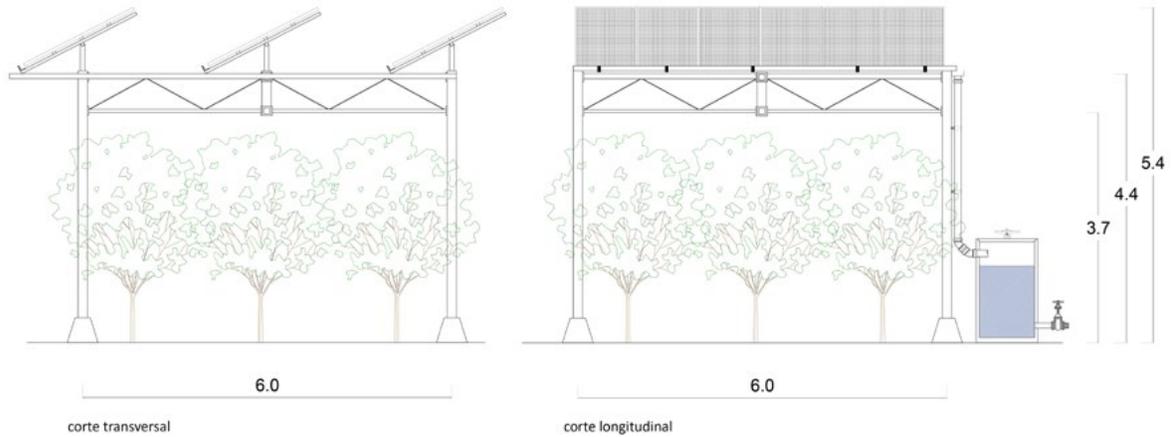


**USOS ACTUALES**  
 ■ USO PUBLICO - IGLESIA - EDUCACIÓN - SALUD - COMERCIO  
 ■ PARQUE - CULTIVO - ÁREA VERDE  
 ■ EX ESTACION FERROVIARIA  
 ■ ENAMI

Imagen 120. Plano de uso de suelos. Inca de Oro  
Fuente: Elaboración propia

## PROYECTO

### 2\_Sistema Agro PV, con captación de aguas.



Esta estrategia sigue una condición productiva fuera del pueblo. A grandes rasgos, esta parte agrícola se encuentra en la zona Este de Inca de Oro entre el “bypass” y el poblado. De esta manera se le otorga un espacio de resiliencia (dado el carácter bucólico que la agricultura posee) al pueblo, y se revive un lugar que en la actualidad es un sitio eriazos (de 39 hectareas).

La estructura que utilizada será de acero y de **carácter modular**, para poder expandirse en el tiempo si es necesario. Este sistema, se subdivide en dos sub-estrategias de cultivo

**a. Pleno sol.** Se utiliza el sistema de pivote central, el cual riega de manera circular un área determinada la que puede variar dependiendo el largo del pivote. Para esto se “encasillará” el área de cultivo circular con el sistema Agro PV, el cual se encontrará en el perímetro. El agua utilizada por el pivote central, provendrá de la captación de aguas realizada en el sistema Agro PV, y luego será utilizada por medio de riego por aspersión.

En este tipo de cultivo se plantarán especies que necesiten una alta exposición a la luz solar.

**b. Semi-sombra.** En este sistema de cultivo, se utilizará el sistema Agro PV. Acá tanto los cultivos agrícolas como los cultivos solares comparten el mismo espacio, aprovechando los mutuos beneficios que conlleva esta sinergia. El agua será captada por la condensación del rocío del desierto en los paneles solares, la que luego será llevada a estanques por medio de canaletas. Una vez almacenada, el agua será distribuida por medio de riego por goteo. En este tipo de cultivo se plantarán especies de semi-sombra.

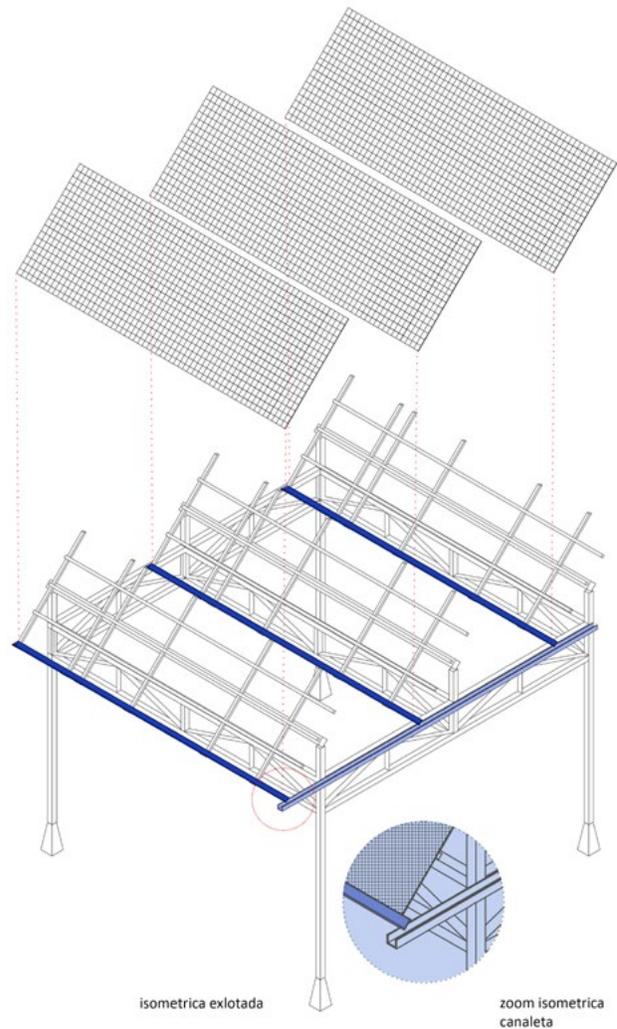


Imagen 121. Cortes del sistema solar fotovoltaico agrícola propuesto  
Fuente: Elaboración propia

Imagen 122. Isométrica explotada del sistema solar fotovoltaico agrícola propuesto  
Fuente: Elaboración propia

## PROYECTO

### 2\_Sistema Agro PV, con captación de aguas.

En esta zona se comenzará con los cultivos agrícolas, pero con el tiempo podrán expandirse hacia el Este (donde está la quebrada de la Angostura).

Dentro de este límite con forma de "riñón", pasa el camino del Inca (*Qhapaq Ñan*) que es patrimonio de la humanidad. Por lo tanto este es otro límite a considerar para ser resguardado y conservado.

Los predios agrícolas seguirán el trazado de la "grilla" de Inca de Oro, de esta manera se le otorgará un orden al emplazamiento de estos cultivos.



Imagen 123. Primera zona para el desarrollo agrícola en Inca de Oro. Elaboración propia.



Imagen 124. Inca de Oro, imagen aérea. Fuente: Google Earth.

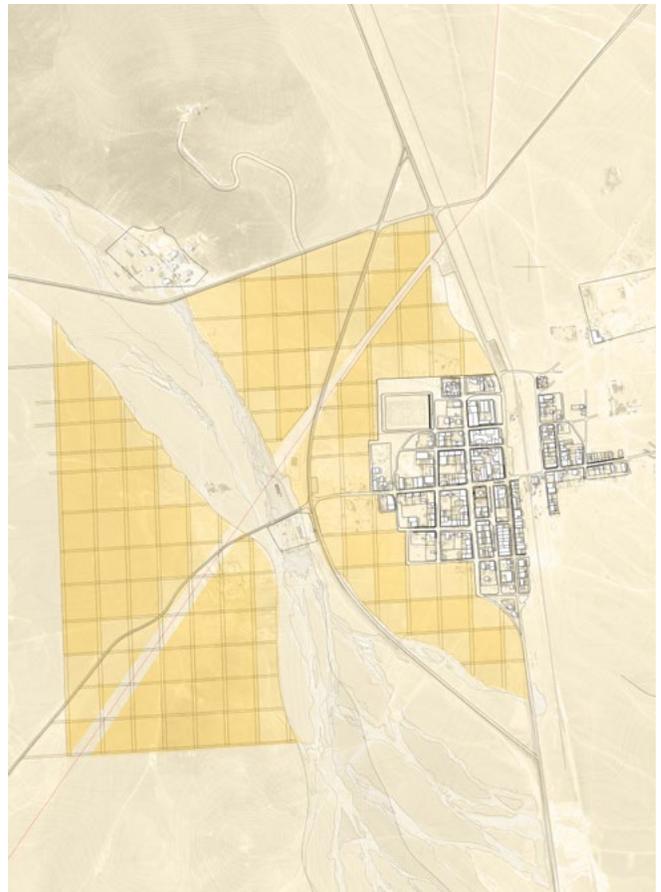
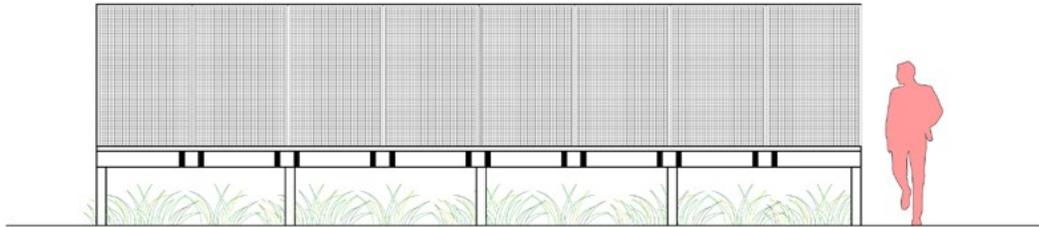


Imagen 125. Área tentativa de los cultivos agrícolas (en proceso) Elaboración propia.

## PROYECTO

### 3\_Sistema solar fotovoltaico clásico, con captación de agua



Por último, y en la parte más externa de esta operación, se encuentra la parte “industrial” del proyecto. Esta consiste en el emplazamiento del sistema solar fotovoltaico clásico, el cual se encuentra en la parte más alejada del pueblo.

Pese a ser el sistema tradicional que se usa en los parques fotovoltaicos, a este se le agrega un sistema de captación de aguas por medio de canaletas y unas válvulas de almacenamiento para el agua. Aunque esta parte no sigue estrictamente un orden productivo agrícola (lo que se planta aquí no tiene un fin de consumo), si se cultivaran especies de poca altura debajo de los módulos fotovoltaicos los que serán regados con el agua del rocío captada creando una “alfombra verde” la que ayuda a disminuir el levantamiento de polvo y por ende el mantenimiento de los paneles solares.

Las especies vegetales que se tiene en consideración son plantas rastreras de semi-sombra.

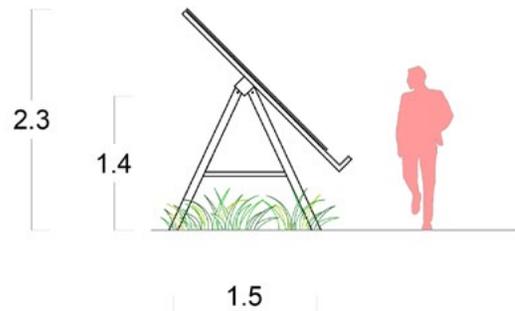
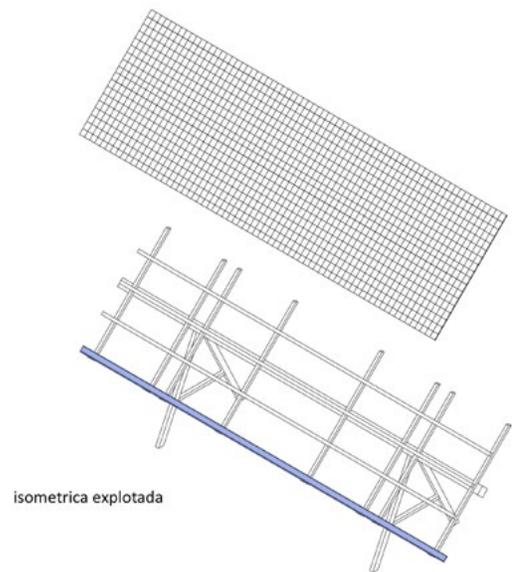


Imagen 126. Elevación del sistema solar fotovoltaico tradicional con captación de aguas.  
Fuente: Elaboración propia

Imagen 127 . Isometrica explotada del sistema solar fotovoltaico tradicional con captación de aguas.  
Fuente: Elaboración propia

Imagen 128 . Corte del sistema solar fotovoltaico tradicional con captación de aguas.  
Fuente: Elaboración propia

## PROYECTO

### 3\_Sistema solar fotovoltaico clásico, con captación de agua



Imagen 129. Inca de Oro, imagen aérea. Prospectos mineros  
Fuente: Google Earth.

La parte industrial se propone ser emplazada en la zona suroeste de Inca de Oro. En esta parte se encuentran unas excavaciones mineras para determinar si el lugar es adecuado para la explotación minera (prospectos).

Se propone el emplazamiento de este tipo de “sistema industrial” en este sitio , ya que el suelo de esta zona se encuentra “profanado” y realizar una actividad agrícola aquí sería más complejo. Por otra parte, se propone que con los módulos puestos, las plantas rastreras y otras operaciones (como la implemetación del sistema Suka Kollus ver anexo) se ayude a **recuperar** ese terreno. Teniendo en cuenta que la vida útil de un parque solar son de aproximadamente 25 años, una vez que este se “desmantele”, el suelo se habra recuperado.



Imagen 130. Inca de Oro, imagen aérea. Prospectos mineros  
Fuente: Zoom Earth



Imagen 131. Inca de Oro, imagen aérea. Prospectos mineros  
Fuente: Zoom Earth

## PROYECTO

### Centro de Investigación Agro-Fotovoltaico

El proyecto busca ser un catalizador entre distintos actores agua, energía y agronomía. Para poder velar por el correcto desarrollo de esta sinergia es necesario desarrollar un *Centro de Investigación* que sea capaz de **articular los distintos programas** asociados para que este objetivo se realice de manera correcta (investigación de plantas que se puedan desarrollar en ambientes de condición extrema, oficinas para la industria solar fotovoltaica, escuela de capacitación técnica agro fotovoltaica, distribución del agua).

Este Centro de Investigación Agro Fotovoltaico funcionará como **proyecto detonante** de todas las operaciones propuestas, siendo “la semilla” que permita el brote de una sinergia entre dos industrias productivas que se espera que revitalicen un poblado en vías de extinción y además solucione un problema de carácter alimenticio de nivel provincial otorgando a Inca de Oro un rol estratégico en cuanto a la producción y distribución de productos agrícolas a la provincia.

El lugar donde se emplazará este C.D.I. es en corazón de Inca de Oro, en la ex estación férrea de la que solo quedan ruinas. Además de que este lugar es un sitio estratégico por su condición espacial, también se busca rescatar el valor patrimonial de la estación de tren.



Imagen 132. Ex vías ferreas y ruinas de la estación de trenes en Inca de Oro  
Fuente: Elaboración propia



Imagen 133. Ex vías ferreas y ruinas de la estación de trenes en Inca de Oro  
Fuente: Elaboración propia



Imagen 134. Imaginario. Desert City, de García German arquitectos. Es un centro de exhibición, crecimiento y reproducción de plantas xerofitas de todo el mundo en España.  
Fuente: Plataforma arquitectura

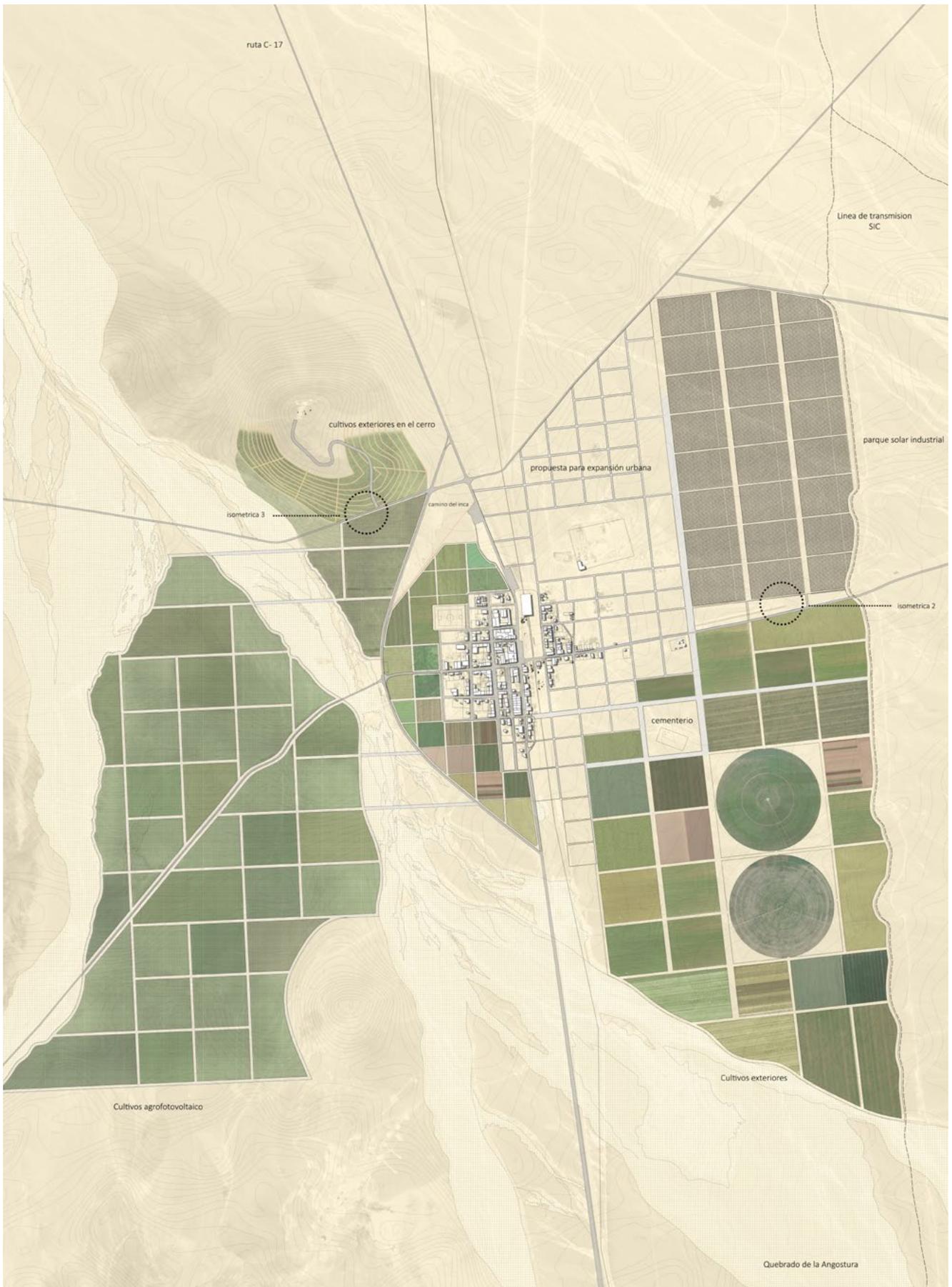


Imagen 135. Masterplan y zonificación para Inca de Oro  
Fuente: Elaboración propia

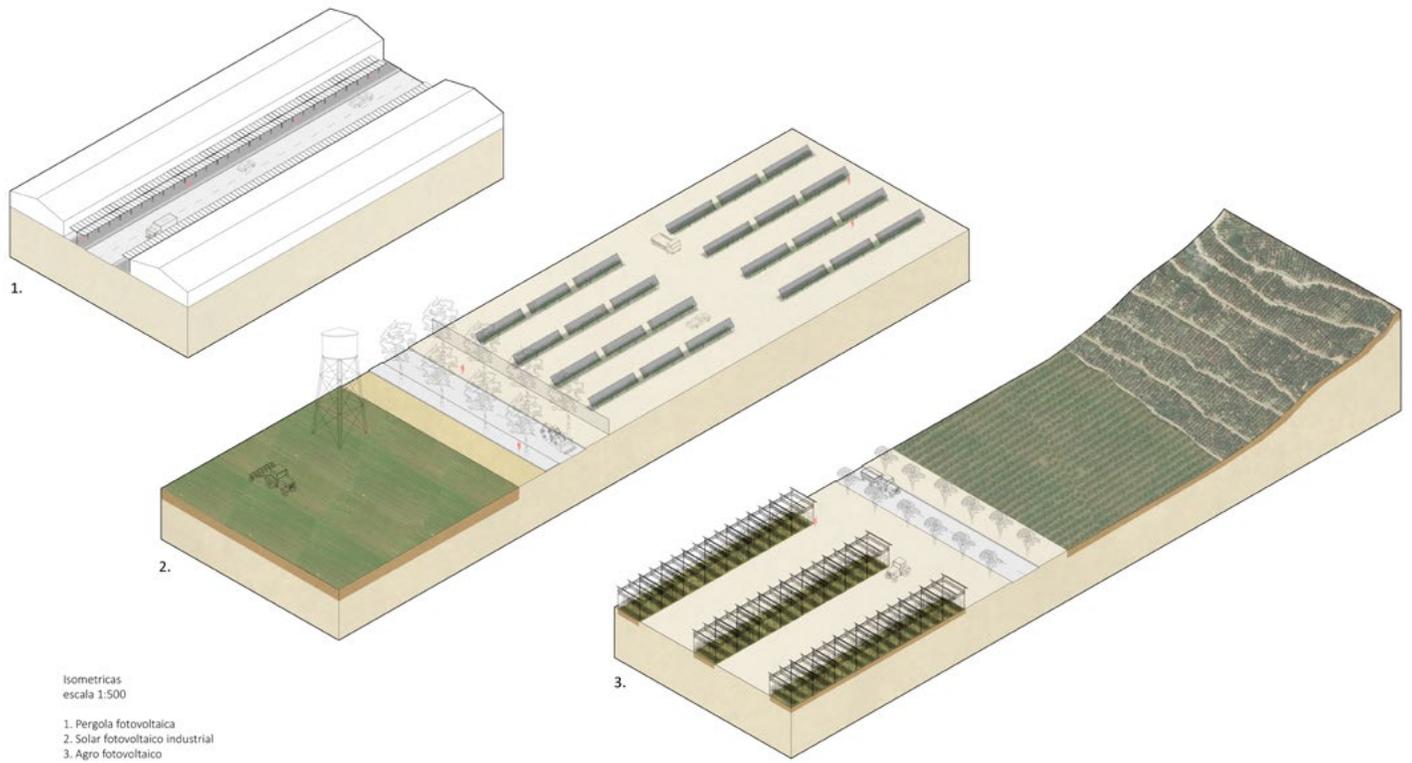


Imagen 136. Axonometricas de sitios específicos en Inca de Oro  
Fuente: Elaboración propia

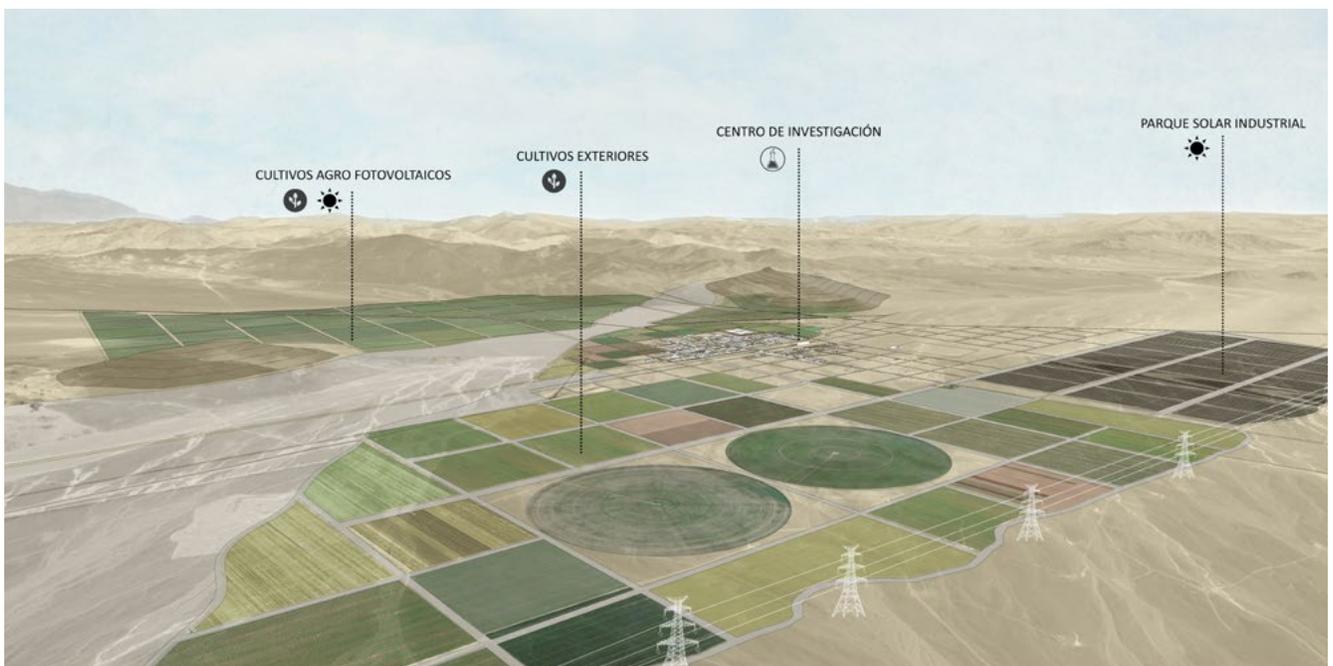
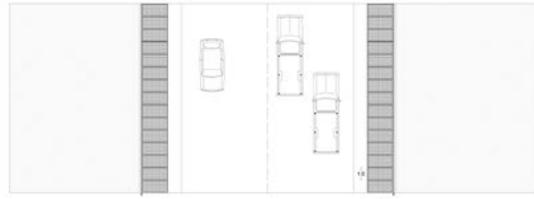


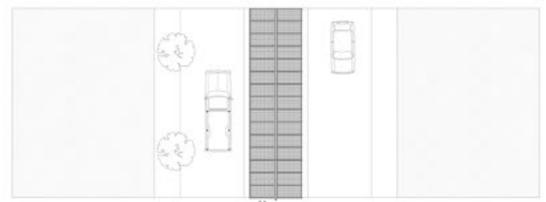
Imagen 137. Imagen aérea de la zonificación propuesta en Inca de Oro  
Fuente: Elaboración propia



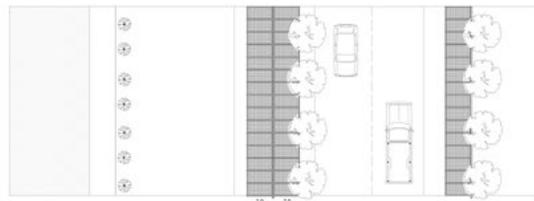
Corte urbano. 1:200  
Pergola fotovoltaica



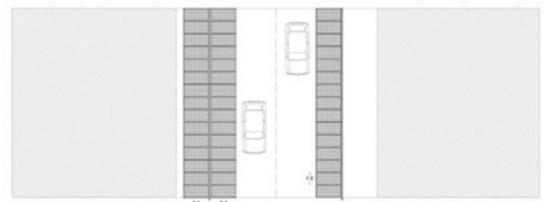
Planta urbana. 1:200  
Pergola fotovoltaica



Corte urbano. 1:200  
Pergola fotovoltaica



Planta urbana. 1:200  
Pergola fotovoltaica



Corte cultivos exteriores- urbanización.  
1:200



Corte cultivos agro-fotovoltaicos.  
1:200



Corte cultivos exteriores (riego por pivote) - parque solar industrial  
1:200

Avenida de Pinarillos

Queltrías La Angostura

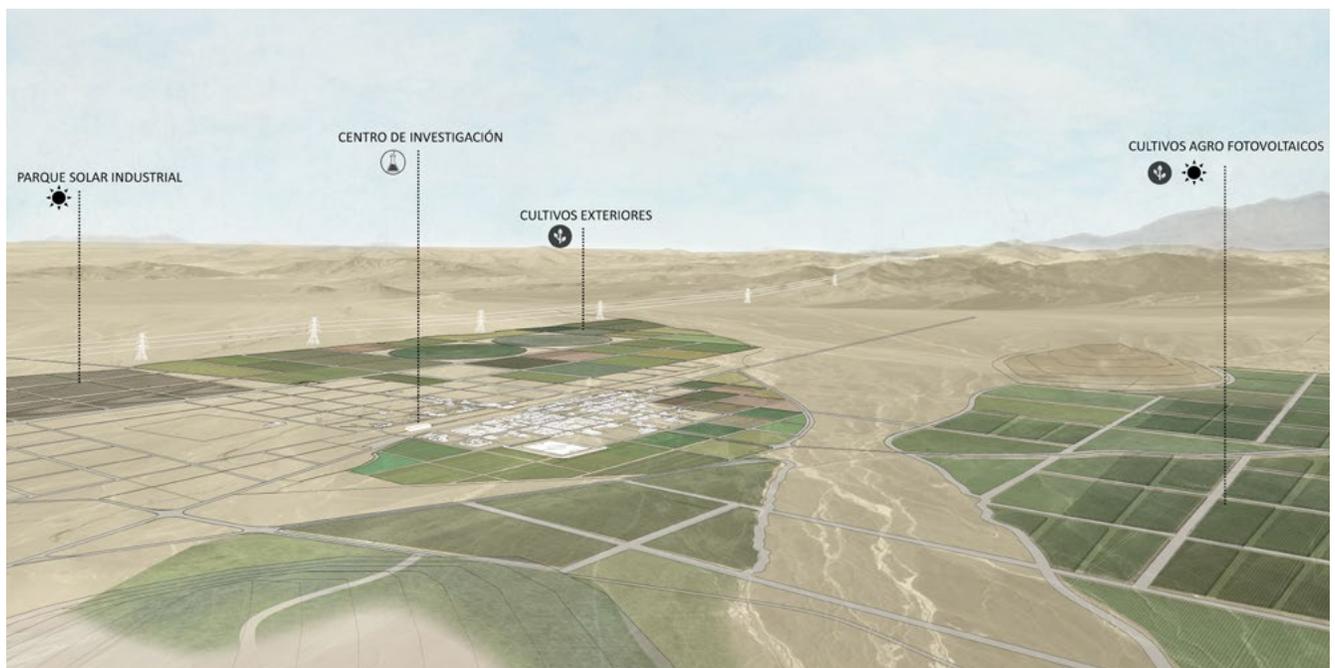


Imagen 139. (Arriba) Cortes y plantas de la propuesta  
Imagen 140. (Abajo) Imagen aérea de la zonificación propuesta en Inca de Oro  
Fuente: Elaboración propia

## PROYECTO

### Consideraciones finales

Una vez presentada esta investigación, con el objetivo de obtener mi grado de arquitecto y de magister en arquitectura, aparecieron las siguientes observaciones por parte de la comisión, los profesores guía y por mi propia parte.

Toda la investigación no desemboca en un proyecto per se, fue más bien una investigación llevada a cabalidad. Si bien se propuso un master plan, este es muy segregado entre sus partes, contrario a lo que se propuso a lo largo de la investigación.

Falta la necesaria información de cuánta agua es captada en el desierto debido al rocío y a los cambios de temperatura. Sin esta información gran parte de esta tesis no se puede aterrizar.

Esta investigación y proyecto desafía la tendencia de la especialización en la arquitectura. Se ven involucrados ámbitos de paisaje, urbanismo, patrimonio, tecnología y del mismo diseño "tradicional" de la arquitectura. Como el área de "energía y territorio" es algo que generalmente no abordamos en la profesión, veo como algo bueno poder abordar las distintas escalas en las que este tipo de proyecto se desenvuelve, y no quedarse con solo una cara de la moneda.

Pese a esto estoy convencido de que esta área de la arquitectura como la plantea Stan Allen debe ser abordada con más fuerza y entusiasmo por nosotros los arquitectos, aun queda mucho por descubrir y desarrollar en el ámbito de la energía y el territorio, más encima al año de hoy, 2019, donde la escasez hídrica y la desertificación en el mundo entero se encuentra latente.

Espero que este pequeño descubrimiento le sea útil a alguien en el futuro, y que se contagie con el entusiasmo por la investigación y la arquitectura.



Imagen 141. Cultivos en el desierto con tecnología AgroPV  
Fuente: Elaboración propia



Imagen 142. Cultivos en el desierto con tecnología AgroPV  
Fuente: Elaboración propia

Estas dos imágenes fueron desarrolladas al comienzo de esta investigación, y a pesar de no ser parte del imaginario final del proyecto, si fueron una pieza fundamental para el desarrollo de toda la investigación.



ANEXOS

## ANEXOS

### Glosario técnico

**W:** El vatio o watt es la unidad derivada coherente del Sistema Internacional de Unidades (SI) para la potencia. Su símbolo es W. El vatio, sus múltiplos y submúltiplos son unidades aplicables a cualquier potencia, sea esta mecánica, eléctrica, magnética, acústica, o de cualquier otra índole.

**kW:** El kilovatio, que equivale a mil vatios (103 W), se usa para medir la potencia de objetos de mediana envergadura. Por ejemplo, para medir el consumo energético de una casa en un día o un mes.

**MW:** El megavatio, equivale a un millón de vatios (106 W), y se emplea para medir potencias grandes. Por ejemplo, una central eléctrica.

**Wp:** Es la abreviación para Watt Peak Capacity. No es la potencia regular, sino, la máxima capacidad de un módulo bajo las condiciones óptimas.

**Wn:** Es la abreviación para Watt Nominal. La potencia nominal es la potencia máxima que demanda una máquina o aparato en condiciones de uso normales; esto quiere decir que el aparato está diseñado para soportar esa cantidad de potencia, sin embargo, debido a fluctuaciones en la corriente, al uso excesivo o continuo, o en situaciones de uso distintas a las del diseño, la potencia real puede diferir de la nominal, siendo más alta o más baja.

**Corriente alterna (CA):** Es un tipo de corriente eléctrica, en la que la dirección del flujo de electrones va y viene a intervalos regulares o en ciclos. La corriente que fluye por las líneas eléctricas y la electricidad disponible normalmente en las casas procedente de los enchufes de la pared es corriente alterna.

**Corriente continua (CC):** Es la corriente eléctrica que fluye de forma constante en una dirección, como la que fluye en una linterna o en cualquier otro aparato con baterías es corriente continua.

**Silicio:** Es un elemento químico metaloide de símbolo Si. Los paneles solares fotovoltaicos están compuestos por células fotovoltaicas de silicio. Y, a través de un proceso llamado efecto fotoeléctrico, permiten transformar la energía lumínica en energía eléctrica.

**Derechos de aguas consuntivos:** Son aquellos que “facultan a su titular para consumir totalmente las aguas en cualquier actividad” (art. 13 D.F.L. Nº 1.122)

**Derechos de agua no consuntivos:** Son aquellos que “permiten emplear el agua sin consumirla y obligan a restituirla en la forma que lo determine el acto de adquisición o de constitución del derecho” (art. 14 D.F.L. Nº 1.122)

**Acuíferos:** Es un terreno rocoso permeable dispuesto bajo la superficie, en donde se acumula y por donde circula el agua subterránea. Una zona de saturación, que es la situada encima de la capa impermeable, donde el agua rellena completamente los poros de las rocas.

**Aguas superficiales:** Son las aguas continentales que se encuentran en la superficie de la Tierra. El agua superficial proviene de las precipitaciones, no se infiltra ni regresa a la atmósfera por evaporación o es también la que proviene de manantiales o nacimientos que se originan de las aguas subterráneas.

**Aguas grises:** Son aquellas que salen por los desagües de bañeras, lavabos, pilas de la cocina, lavavajillas o lavadoras. Estas aguas, con un tratamiento sencillo, pueden ser fácilmente reutilizadas para diversidad de usos.

**Decantación:** Separación por gravedad del agua y de las materias orgánicas que ésta contiene en suspensión y que se depositan en el fondo.

**Efluente:** Vertido de agua residual procedente de las viviendas, de la industria o de las depuradoras después del tratamiento. Más o menos contaminado según su origen.

**Escurrentía:** Circulación superficial del agua sin penetrar en el subsuelo.

**Infiltración:** Penetración por gravedad (en el suelo) de sustancias contaminantes por efecto del agua circulante

**Arreísmo:** Es el estado de una zona que carece de corrientes fluviales.

**Exorreísmo:** Es el carácter de las regiones cuya red hidrográfica se halla conectado con el océano. Es decir, un curso de agua es exorreico cuando tiene la cualidad de verter sus aguas en una tercera entidad, en una desembocadura.

**Cuenca endorreica:** Es un área en la que el agua no tiene salida fluvial hacia el océano. Cualquier lluvia o precipitación que caiga en una cuenca endorreica permanece allí, abandonando el sistema únicamente por infiltración o evaporación, lo cual contribuye a la concentración de sales. En las cuencas endorreicas en las que la evaporación es mayor que la alimentación, los lagos salados han desaparecido y se forman salares. Las cuencas endorreicas también son denominados sistemas de drenaje interno.

**Bofedal:** Es un humedal de altura y se considera una pradera nativa poco extensa con permanente humedad. Los bofedales se forman en zonas como las de las mesetas andinas ubicadas sobre los 3800 metros de altura, en donde las planicies almacenan aguas provenientes de precipitaciones pluviales, deshielo de glaciares y principalmente afloramientos superficiales de aguas subterráneas

**Humedal:** Es una zona de la superficie terrestre que está temporal o permanentemente inundada, regulada por factores climáticos y en constante interrelación con los seres vivos que la habitan.

**Vega:** Terreno siempre húmedo. También se puede definir como un terreno bajo y llano que puede ser inundado ante una eventual crecida de las aguas de una corriente fluvial cercana.

## ANEXOS

### Glosario conceptos

**Sinergia:** La sinergia es la integración de elementos que da como resultado algo más grande que la simple suma de ellos. Esta palabra proviene del griego: «sin» (con) y «ergos» (trabajo). Literalmente significa «trabajo conjunto». De acuerdo con el autor Luis Eduardo Yepes

De acuerdo con Aristóteles, en su libro *Metafísica*, entiende que *“el todo es más que la suma de sus partes”*, lo que es el resultado de la sinergia.

**Solar fotovoltaico:** Un sistema solar fotovoltaico es un medio de generación de energía que transforma la radiación solar en energía eléctrica, a través del uso de paneles fotovoltaicos. Los paneles fotovoltaicos son los componentes principales del sistema, fabricados a partir de un conjunto de pequeñas celdas de silicio, material que, mediante una reacción fotovoltaica con la luz, permite la generación de electricidad.

**Autosuficiencia:** Estado o condición de quien se basta a sí mismo. Definición de acuerdo a la RAE

**Agricultura:** Conjunto de técnicas y conocimientos relativos al cultivo de la tierra. Según la RAE

#### **Carácter patrimonial:**

“Admiramos y tratamos de coleccionar cosas no tanto por su belleza o valor, sino por su asociación con una etapa de nuestro pasado; y esto es comprensible, cada generación ha hecho lo mismo.” - John Brinckerhoff Jackson.

“Es una condición que permite darle valor a algo. Hoy no puede existir ninguna definición de patrimonio que caracterice a un objeto desde sus propios atributos. Es decir, nada es patrimonio en sí mismo, sino que esta condición depende del valor que otros sujetos le dan (...) El patrimonio es un concepto relacional: de la relación entre los objetos y las personas surge el valor. Y para que eso se produzca es necesario pasar por las comunidades (...) No hay definición de patrimonio sin las comunidades.” - José De Nordenflycht

**Agro fotovoltaico:** En la actualidad existen proyectos que mezclan agronomía y energía solar fotovoltaica por medio de infraestructura. Ha este concepto de proyecto se le denomina Agro PV (por sus siglas en inglés Photovoltaic). “Agro PV aumenta la competitividad del sector hortofrutícola, ya que permite aprovechar el alto nivel de radiación solar existente en la Región Metropolitana, incorporando energías renovables en el suministro eléctrico rural, sin alterar el uso de tierra para producción agrícola ni generar pérdidas de terrenos cultivables”

(...) “El concepto Agro PV es relativamente nuevo y ya se aplica en países de Europa, Japón y fuertemente en China, como una forma de enfrentar la creciente competencia por el uso de suelo y la mayor demanda energética” - Marco Vaccarezza, gerente de desarrollo de negocios del Centro de Tecnologías para Energía Solar de Fraunhofer Chile Research

**Infraestructura:** “El sistema colectivo de trabajos públicos que soportan la economía de una nación.” De acuerdo con el autor Pierre Belanger

**Infraestructura:** Según Stan Allen, en su libro *“Points + Lines”* la infraestructura debiera tener las siguientes características:

1. Infrastructure works not so much to propose specific buildings on given sites, but to construct the site itself. Infrastructure prepare ground for future building and creates the conditions for future events. Its primary modes of operation are: the division, allocation, and construction of surfaces; the provision of services to support future programs; and the establishment of networks for movement, communication, and exchange. Infrastructure’s medium is geography.

2. Infrastructure are flexible and anticipatory. They work with time and are open to change. (...) They do not progress toward a predetermined state (as with master planning strategies), but are always evolving within a loose envelope of constraints.

3. Infrastructural work recognizes the collective nature of the city and allows for the participation of multiple authors. Infrastructures give directions to the future work in the city not by the establishment of rules or codes (top-down), but by fixing points of service, access, and structure (bottom-up). Infrastructure creates a directed field where different architects and designers can contribute, but it sets technical and instrumental limits to theirs works.

4. Infrastructure accommodate local contingency while maintaining overall continuity. (...) Nevertheless, infrastructure’s default condition is regularity

5. Although static in and of themselves, infrastructures organize and manage complex systems of flow, movement, and exchange.

6. Infrastructural systems work like artificial ecologies. They manage the flows of energy and resources on a site, and they direct the density and distribution of a habitat. They create the conditions necessary to respond to incremental adjustments in resource availability, and modify the status of inhabitation in response to changing environmental conditions

7. Infrastructure allow detailed design of typical elements or repetitive structures, facilitating an architectural approach to urbanism. (...) In infrastructure urbanism, form matters, but more for what it can do than for what it looks like.

## ANEXOS

### Glosario de sistemas tecnologicos

**Sistema Tohá:** Este sistema consiste en el “tratamiento de aguas servidas domésticas y RILES (Residuos Industriales Líquidos Orgánicos) desarrollado en la Universidad de Chile por el profesor José Tohá Castellá. (...) Consta de tres etapas: (1) Cámara de Disgregación: se retienen los sólidos que no pueden ser degradados por el biofiltro, generando un efluente homogéneo apto para la etapa siguiente. (2) Biofiltro: el agua escurre por gravedad a través de distintos estratos filtrantes, siendo la superficie una capa de lombrices. El agua escurre por el biofiltro reteniendo la materia orgánica, la cual es degradada por la flora bacteriana y las lombrices. Esto genera a su vez humus, que son los residuos que dejan las mismas lombrices. (3) Cámara UV: el efluente biofiltrado es dirigido a una cámara de radiación ultravioleta en la cual las bacterias patógenas son eliminadas en un tiempo que no supera los 60 segundos.” Dentro de sus ventajas podemos encontrar “(...) Bajos costos operacionales ya que solo se requiere energía para las bombas si es que las hubiese y la cámara UV. El humus de las lombrices es un subproducto que puede utilizarse como fertilizante para la agricultura y las lombrices mismas pueden ser utilizadas como alimento de aves o fuente de proteínas. El agua biofiltrada es el objetivo final y esta se utiliza para consumo humano indirecto: WC, riego, limpieza, etc. Es un proceso ecológico que no utiliza químicos. Ocupa poco espacio, 2 m<sup>2</sup> de biofiltro tratan las aguas servidas producidas por un grupo de 5 personas.” [26]

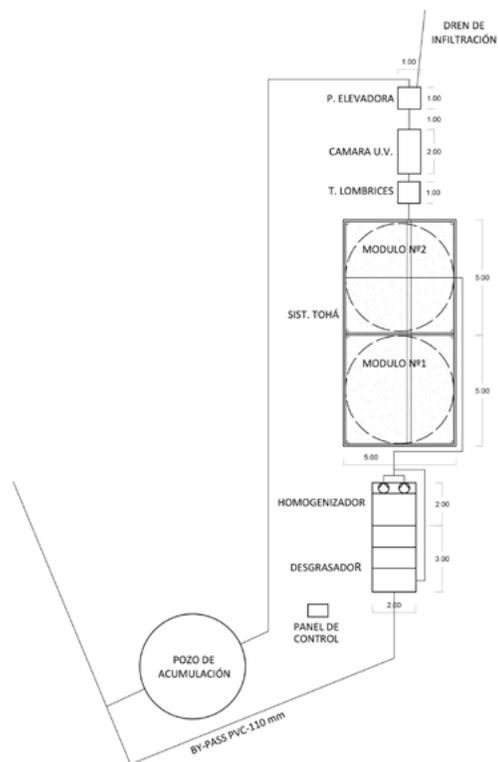
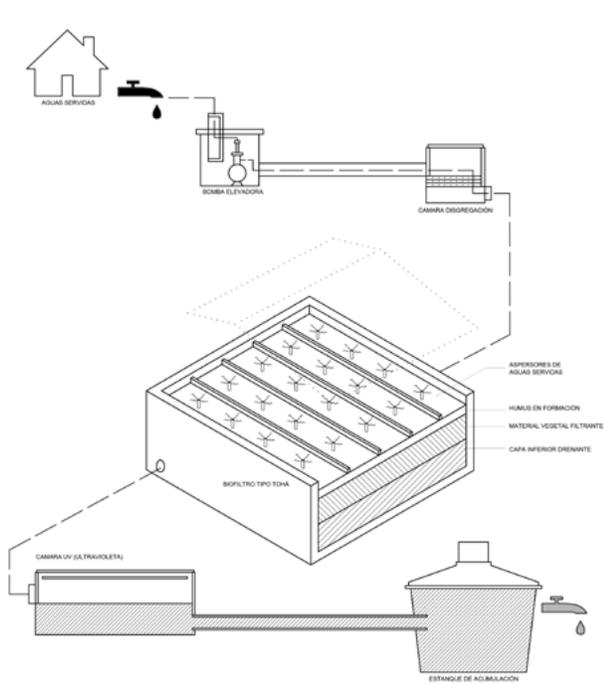


Imagen 143. Esquema del funcionamiento del sistema Tohá  
Fuente: Elaboración propia

Imagen 144. Planta del sistema Tohá. Granja Sajonia, Melipilla  
Fuente: Elaboración propia

[26] ALONSO, Pedro Ignacio. "Disrupción, un catálogo de tecnologías" Deserta. ARQ Ediciones, Santiago, Chile. 2012. PP 215

## ANEXOS

### Glosario de sistemas tecnologicos

**Riego por pivote central:** El concepto básico del pivote central consiste en llevar el agua de riego hasta los cultivos mediante una tubería metálica, generalmente de acero galvanizado o aluminio, la que es montada sobre torres de metal que se mueven sobre conjuntos de ruedas, de modo que el pivote gira en círculos manteniendo uno de sus extremos fijos en el centro del campo. A todo lo largo de la tubería cuelgan aspersores, distribuidos de acuerdo a los requerimientos, cuyas cabezas de riego pueden ser ubicadas a distancias variables del suelo.

Los sistemas de pivote central riegan superficies de grandes dimensiones de forma circular. Se emplean en sitios donde el agua es un factor fuertemente limitante. También en campos donde se desea aumentar la eficiencia del riego, aprovechando mejor el agua y aumentando fuertemente los rendimientos de los cultivos. La eficiencia en el riego por pivote es de un 85% a 90%.

Es un sistema que se adapta a las ondulaciones del terreno (este no necesita ser plano). Dependiendo del fabricante y del diseño del equipo se pueden utilizar en terrenos con hasta un 30% de pendiente. [27]

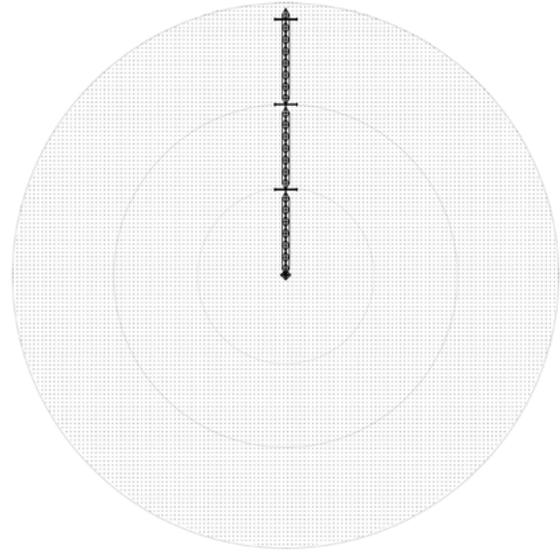


Imagen 147. Planta de cultivos por medio del sistema de riego por pivote  
Fuente: Elaboración propia

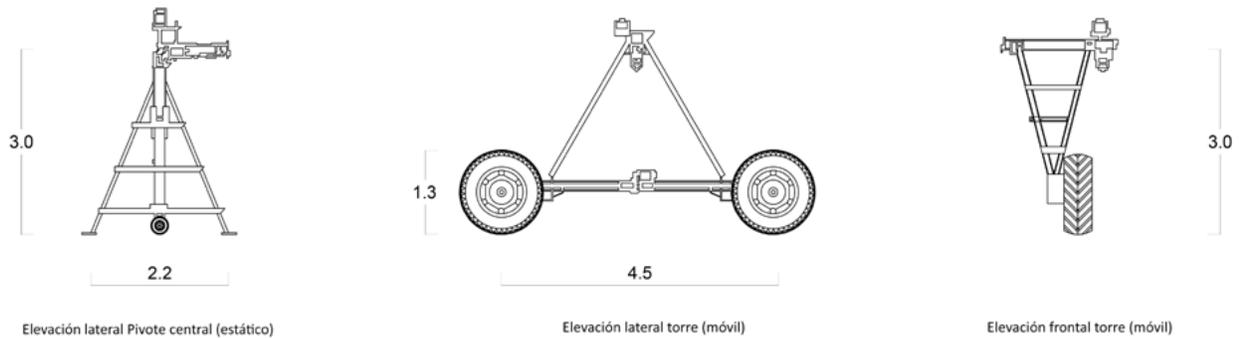


Imagen 145. Partes del sistema de riego por pivote  
Fuente: Elaboración propia

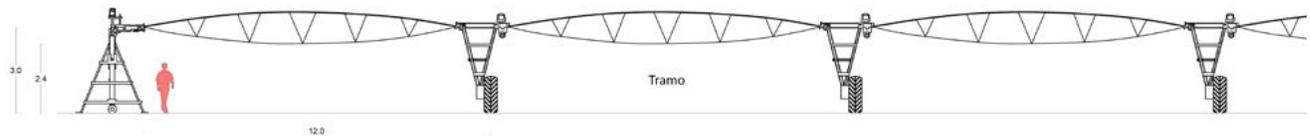


Imagen 146. Elevación del sistema de riego por pivote  
Fuente: Elaboración propia

[27] En WEB: [https://es.wikipedia.org/wiki/Dispositivos\\_m%C3%B3viles\\_de\\_riego\\_por\\_aspersi%C3%B3n](https://es.wikipedia.org/wiki/Dispositivos_m%C3%B3viles_de_riego_por_aspersi%C3%B3n)  
En WEB: <http://www.redagricola.com/cl/pivotes-la-revolucion-circular-del-riego/>

## ANEXOS

### Glosario de sistemas tecnológicos

**Riego por goteo:** El sistema de riego por goteo es un sistema de riego mecanizado a presión, que permite aplicar agua gota a gota sobre la superficie del suelo en el que se desarrolla el sistema radicular de la planta, produciendo un humedecimiento limitado y localizado. El agua se vierte en pequeños volúmenes por unidad de tiempo y a baja presión mediante emisores o goteros insertados en una tubería lateral de distribución, los cuales son absorbidos por las raíces de la planta, aprovechándose prácticamente en su totalidad.

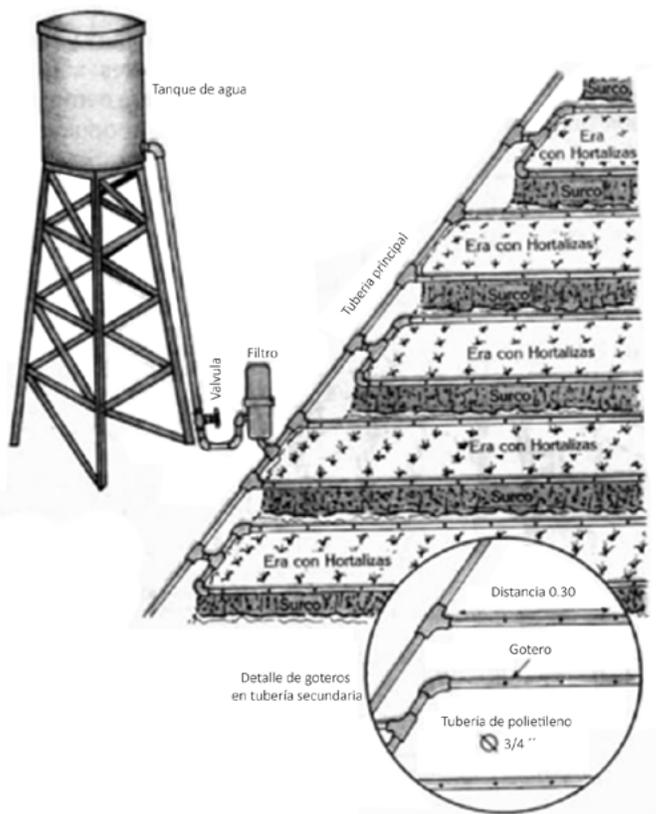
Las principales ventajas del sistema son las siguientes.

1. La eficiencia del riego por goteo es muy alta (90 a 95%), y la distribución del agua es muy uniforme.
2. Con este sistema se puede regar muy frecuentemente con pequeñas cantidades de agua, de tal manera que el suelo esté siempre húmedo, con buena relación entre agua y aire.
3. El régimen de aplicación (intervalos entre riegos y cantidad de agua), puede ajustarse exactamente de acuerdo con las condiciones del suelo y del cultivo.
4. Es posible aprovechar el agua las veinticuatro horas del día, sin necesidad de supervisión continuada del riego.
5. Con este sistema de riego a presión no se producen pérdidas de agua en los deslindes del predio y no se mojan los caminos ni las parcelas vecinas.
6. Se aplica el agua que sólo las raíces del cultivo son capaces de absorber, por lo tanto se evita mojar otras áreas de terreno, lo que significa un ahorro de agua.
7. Contribuye a facilitar el control de las malezas al humedecer el suelo en forma localizada, ya que el agua es entregada directamente al lado de las plantas y a lo largo de la línea de cultivo, quedando seca la superficie entre las líneas. Además, el agua de riego se aplica finamente filtrada y libre de semillas de malezas.
8. Este sistema presenta facilidades para manejar caudales controlados, lo cual presenta la ventaja de poder administrar, a través del riego, fertilizantes y pesticidas solubles en agua.
9. Es posible ejecutar otras actividades agrícolas en el predio, durante el riego, como fumigación y cosecha.
10. Los goteros dosifican su caudal, entregándolo gota a gota, de acuerdo a la capacidad de absorción del suelo y las necesidades del cultivo; así se minimizan las pérdidas por conducción y evaporación, como también la formación de costra superficial.
11. El goteo impide que se forme un ambiente húmedo, como ocurre en otros sistemas de riego (surcos, tendido, aspersion, etc.), disminuyendo con ésto las condiciones propicias para el desarrollo de enfermedades fungosas, tales como Botrytis en frutales. Además, el follaje no se moja.
12. Es un sistema de riego de alta eficiencia, aún en terrenos con topografía irregular, en suelos poco profundos o con problemas de infiltración o en predios en que el recurso hídrico sea escaso. Además, en la preparación del terreno para el riego por goteo no son necesarias actividades especiales.

13. Este método de riego ofrece especiales ventajas para su uso en zonas que dispongan de bajos caudales de agua, pero en forma casi continua, donde a través de un riego gota a gota es igualmente factible cubrir las necesidades de riego del cultivo.

Por lo tanto, su mayor beneficio es integrar al uso agrícola comercial áreas con problemas de riego y que presentan condiciones agroclimáticas apropiadas para rubros que respondan a la incorporación de tecnologías modernas con rentabilidad adecuada. Además, hace posible explotar cultivos sensibles a enfermedades que se desarrollan en ambiente húmedo.

Por último, cabe destacar que la alta eficiencia de este método de riego incide en forma significativa sobre los rendimientos del cultivo, donde en algunos rubros, el sólo incremento de la producción. [28]



[26] Ferreyra, Raúl; Selles, Gabriel; Pimstein, Agustín. Boletín INEA nº 35. *Diseño, manejo y mantenimiento de equipos de riego localizado de alta frecuencia*. Instituto de investigaciones agropecuarias, Gobierno de Chile.

Imagen 148. Diagrama de riego por goteo  
Fuente: En WEB: abakan-teach.ru



Cabezal de bombeo



Motobomba centrífuga del cabezal de riego.



Filtro de grava y filtro de malla



Tablero eléctrico, filtro de grava, filtro de malla y válvulas de aire



Bomba inyectora de fertilizante



inyector de fertilizante con control de pH y conductividad eléctrica



Filtro de grava con válvula de retrolavado



Estanque de fertilizante con bombas agitadoras



Válvula de retrolavado



Válvula de aire en el cabezal y manómetro



Válvula de solenoide



Válvula de aire y válvula de solenoide



Válvula de aire y cargado de pulverizadora



Riego por zoteo



Microaspersor

## ANEXOS

### Glosario de sistemas tecnológicos

**Sistema Suka Kollus:** “En la zona de Los Andes Altiplánicos en Bolivia, las culturas ancestrales desarrollaron variados métodos de cultivos orientados a optimizar el uso del suelo y de los recursos, en un contexto climático extremo. Estos sistemas se han difundido a través del intercambio cultural por los Andes centrales; muy conocidas, por ejemplo, son las terrazas de cultivo, las cuales aprovechan la pendiente para facilitar el riego y solucionar la falta de suelo plano. En este contexto, destaca un sistema de cultivo desarrollado por los agricultores Altiplánicos en los alrededores del lago Titicaca, asociados a la cultura Tiwanacu: los Suka Kollus (en lengua aymara). Consisten en plataformas elevadas o camellones rodeados por canales que aprovechan la pendiente para la circulación del agua. Sus dimensiones varían de 1 a 20 m de ancho y de 10 a 100 m de largo. Los Suka Kollus se adaptan a las condiciones geográficas, pues utilizan tierras anegadas no aptas para el cultivo, haciéndolas productivas. Además, permiten la recuperación de suelos degradados, el drenaje de la tierra y generan microclimas, ya que absorben la energía solar durante el día y la liberan en la noche, mitigando las heladas de esta zona en particular. Los Suka Kollus se perfilan como alternativa para una agricultura de subsistencia y para rehabilitar suelos degradados no aptos para cultivo, ya que tienen un potencial para generar agroecosistemas, atributos paisajísticos y manejo productivo de humedales y de bofedales de alto valor ecológico. En la actualidad se está trabajando con sistemas mixtos, en donde se adiciona un drenaje subsuperficial mediante tubos de PVC, los cuales ayudan a drenar las aguas, reduciendo el número de canales y aumentando la superficie de cultivo.” [27]

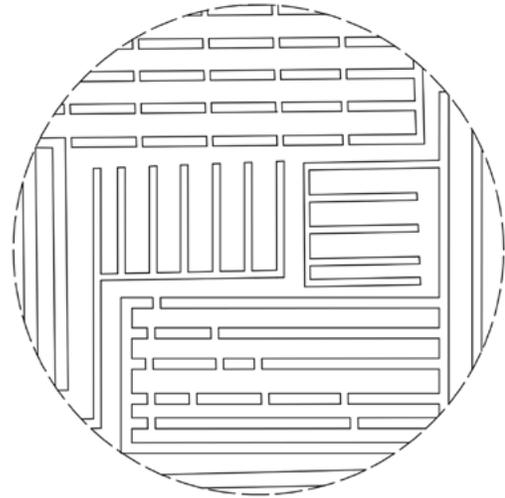


Imagen 151. Zoom planta Suka Kollus en el lago Titicaca, Bolivia.  
Fuente: Elaboración propia en base a imagen de Google Earth

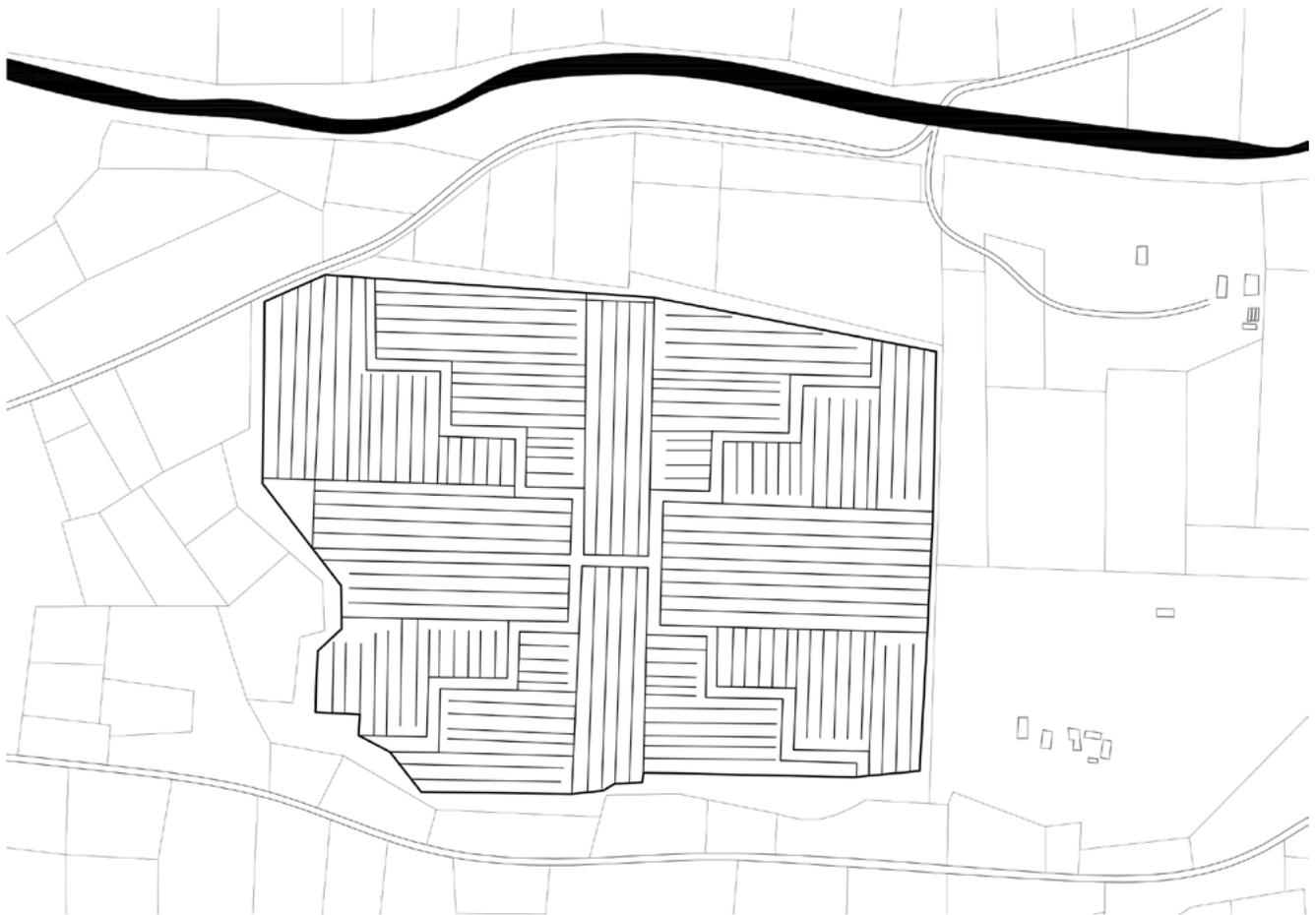


Imagen 150. Planta Suka Kollus en el lago Titicaca, Bolivia. Coordenadas 16°33'2.34"S- 68°40'19.05"O  
Fuente: Elaboración propia en base a imagen de Google Earth

[27] Alonso, Pedro Ignacio. “Disrupción, un catálogo de tecnologías” Deserta. ARQ Ediciones, Santiago, Chile. 2012. PP 222

## ANEXOS

### Glosario de sistemas tecnologicos

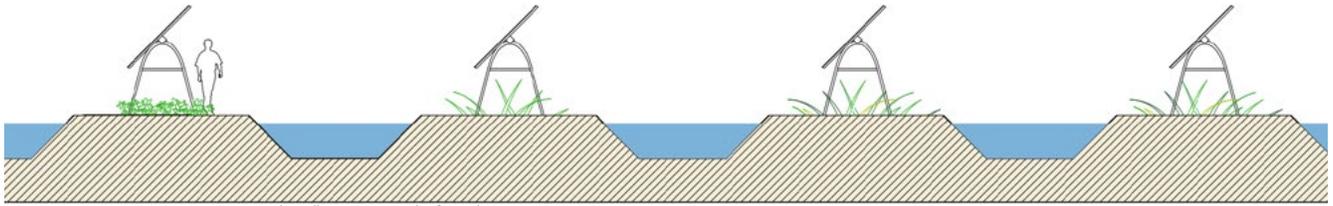


Imagen 152. Corte esquemático sistema Suka Kollu y sistema solar fotovoltaico  
Fuente: Elaboración propia

Existe la posibilidad de poder recuperar el terreno alterado de las prospecciones mineras mediante el sistema de cultivo altoandino "Suka Kollu". Este permite mejorar tierras erosionadas y muy arenosas.

De esta manera se combinaría el sistema solar fotovoltaico industrial, con este sistema de cultivo ancestral.

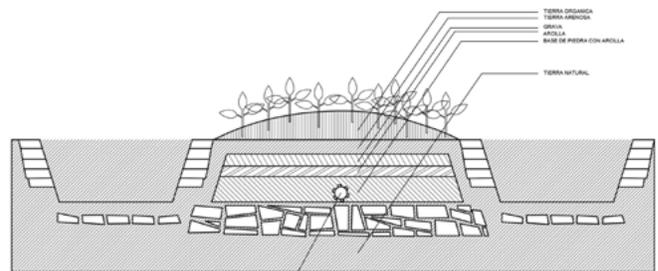


Imagen 153. Corte esquemático sistema Suka Kollu  
Fuente: Elaboración propia



Imagen 154. Suka Kollu en Bolivia  
Fuente: En WEB: [medioambientebolivia.blogspot.com/2010/11/la-vigencia-dinamica-de-los.html](http://medioambientebolivia.blogspot.com/2010/11/la-vigencia-dinamica-de-los.html)



Imagen 155. Cultivo de papas por medio del sistema Suka Kollu en Puno, Perú  
Fuente: En WEB: [minam.gob.pe/cambioclimatico/wp-content/uploads/sites/11/2015/01/resumen8.pdf](http://minam.gob.pe/cambioclimatico/wp-content/uploads/sites/11/2015/01/resumen8.pdf)

## ANEXOS

### Glosario de sistemas tecnológicos

Se han identificado tres tipos de infraestructuras para los módulos solares fotovoltaicos utilizados en Chile. Estos siguen el mismo principio de generar energía solar, pero además tienen una función alternativa. Estas infraestructuras son las siguientes:

#### 1. Sistema solar fotovoltaico industrial (sistema clásico)

Este tipo de sistema es el que se utiliza en la actualidad en los parques solares fotovoltaicos. Fue en este sistema que se descubrió el llamado "ciclo virtuoso". Dentro de este sistema pueden haber algunas variantes, tales como los módulos "tracker" que van girando su ángulo de acuerdo a la posición del sol.

#### 2. Sistema solar en lugares urbanos.

Este sistema fue visto en la ciudad de Diego de Almagro, donde los paneles solares eran puestos a modo de sombreaderos.

#### 3. Sistema Agro PV.

Sistema que mezcla la agronomía y la energía solar fotovoltaica por medio de su infraestructura. Ha este concepto de proyecto se le denomina Agro PV (por sus siglas en inglés Photovoltaic).

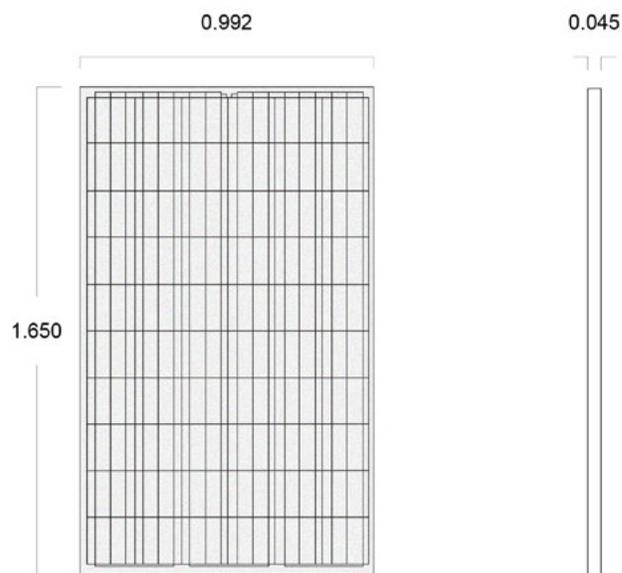


Imagen 159. Panel solar tipo. Elevación frontal y lateral  
Fuente: Elaboración propia



Imagen 156. Sistema solar fotovoltaico industrial. Elevación  
Fuente: Elaboración propia

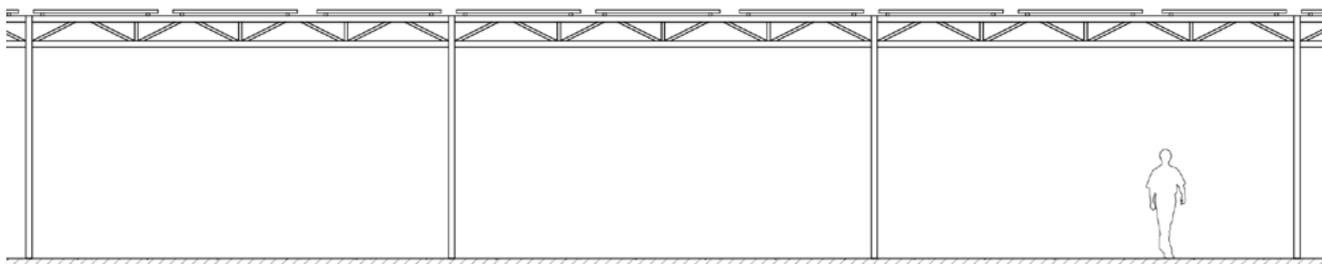


Imagen 157. Sistema solar fotovoltaico urbano. Elevación  
Fuente: Elaboración propia

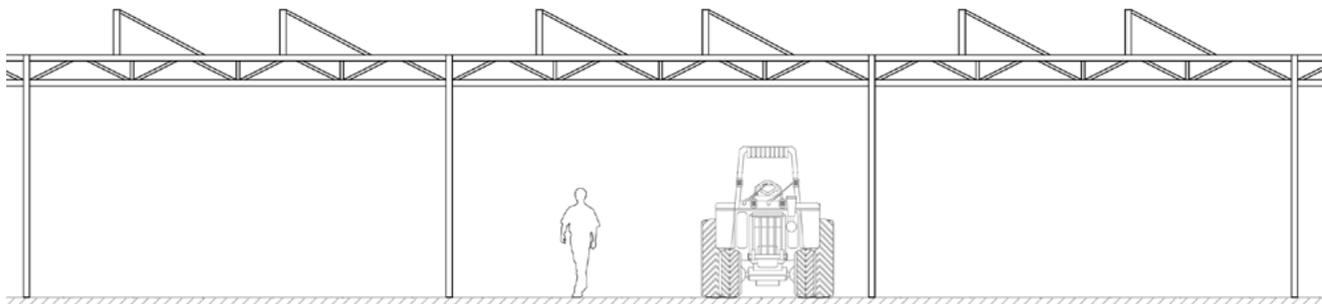


Imagen 158. Sistema solar fotovoltaico Agro-PV. Elevación  
Fuente: Elaboración propia

# ANEXOS

## Glosario de sistemas tecnológicos

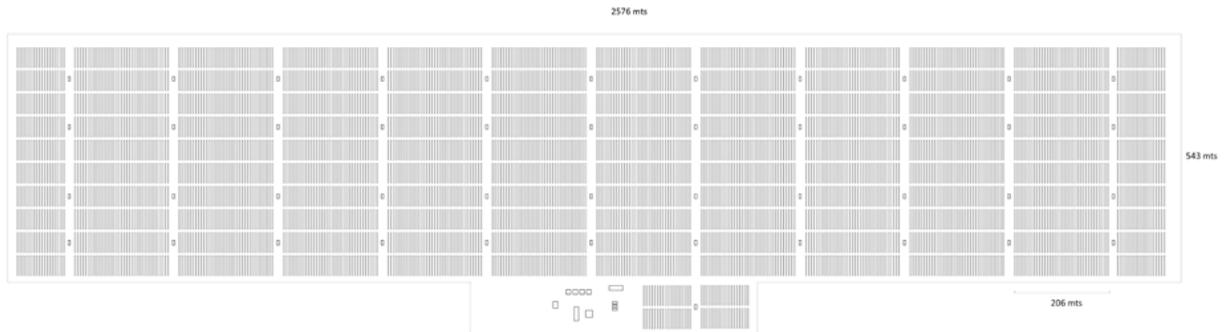


Imagen 160. Planta del parque solar fotovoltaico "Salvador PV"  
Fuente: Elaboración propia

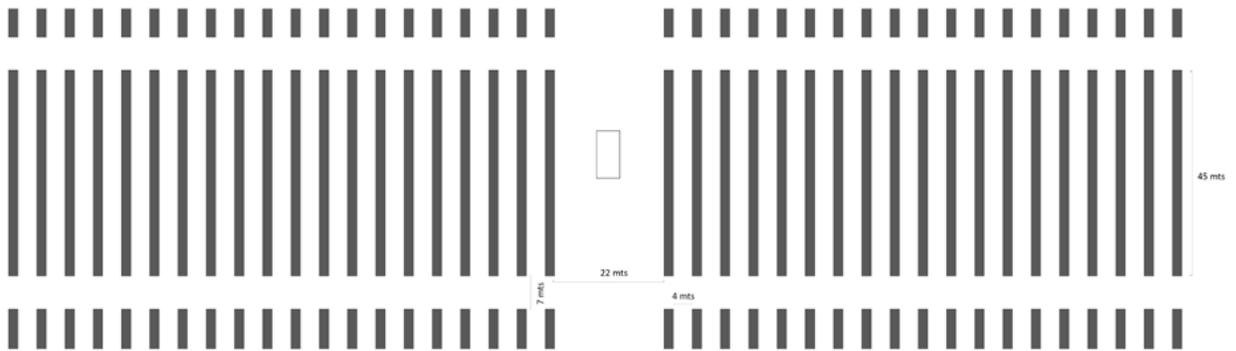


Imagen 161. Zoom planta del parque solar fotovoltaico "Salvador PV"  
Fuente: Elaboración propia



Imagen 162. Imagen aérea del parque solar fotovoltaico "Salvador PV"  
Fuente: Zoom Earth



ANEXOS

Atlas de información de la provincia de Chañaral

INFRAESTRUCTURA ENERGÉTICA: PROYECTOS DE ENERGÍA SOLAR

- 1. Planta Solar Fotovoltaica El Adelantado
- 2. Planta Fotovoltaica Almeyda
- 3. Parque Solar Fotovoltaico DAS2
- 4. Planta Solar Fotovoltaica Margarida
- 5. Planta Solar Fotovoltaica Margarida II
- 6. Proyecto Parque Solar Javiera
- 7. Central Solar Chaka
- 8. Proyecto PV Salvador
- 9. Proyecto Fotovoltaico Sol de Los Andes
- 10. Proyecto Guanaco Solar
- 11. Parque Solar Pedernales
- 12. Parque Solar Fotovoltaico DAS

- 13. Planta Fotovoltaica Diego de Almagro Solar
- 14. Parque PV Diego de Almagro
- 15. Proyecto Fotovoltaico Llanta
- 16. Proyecto Fotovoltaico Sierra Soleada
- 17. Parque Solar Diego de Almagro
- 18. Planta FV El Salado II
- 19. Planta FV El Salado I
- 20. Parque Solar Fotovoltaico Luz del Oro
- 21. Proyecto Fotovoltaico Sol de Atacama
- 22. Proyecto Campos del Sol Norte
- 23. Proyecto Campos del Sol Centro
- 24. Esperanza

-  PLANTAS EN FUNCIONAMIENTO
-  PROYECTOS APROBADOS
-  PROYECTOS APROBADOS CERCA DE INCA DE ORO

Lat -26° Long -71°

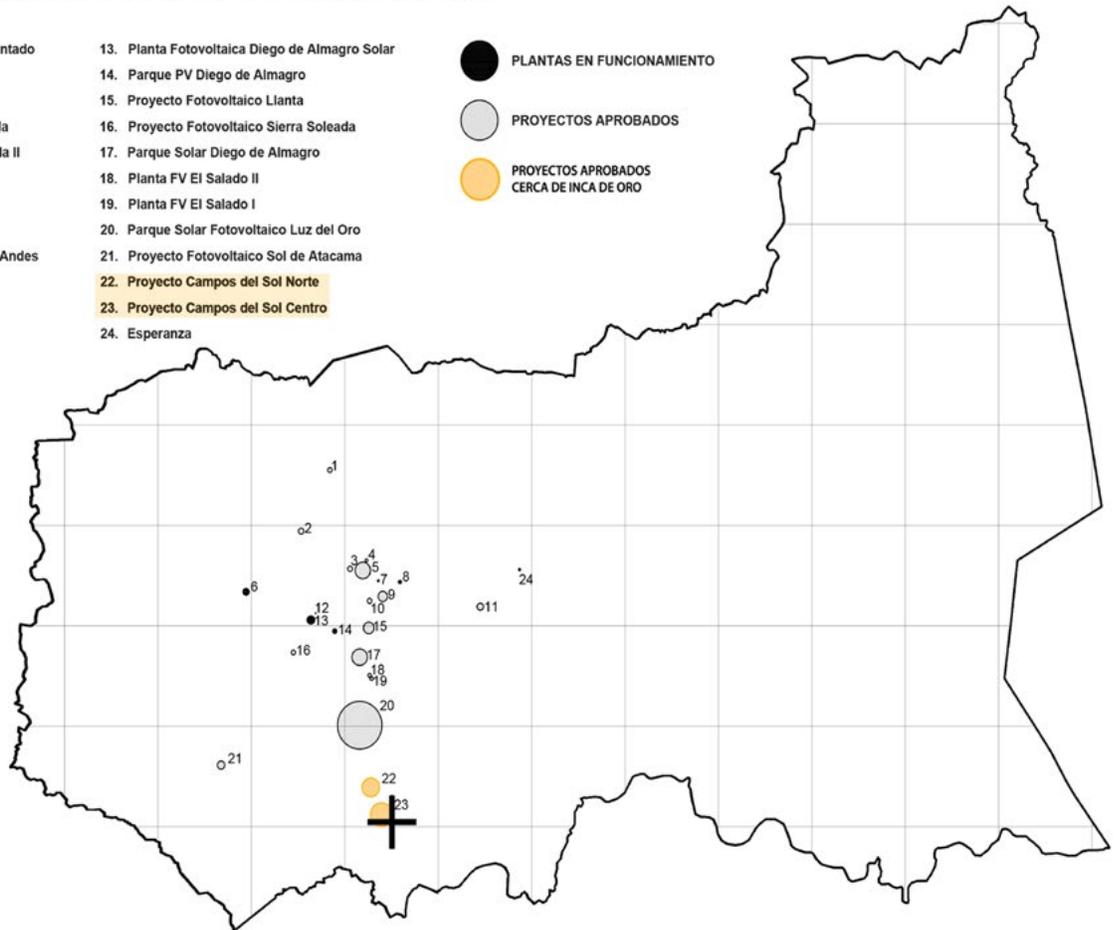
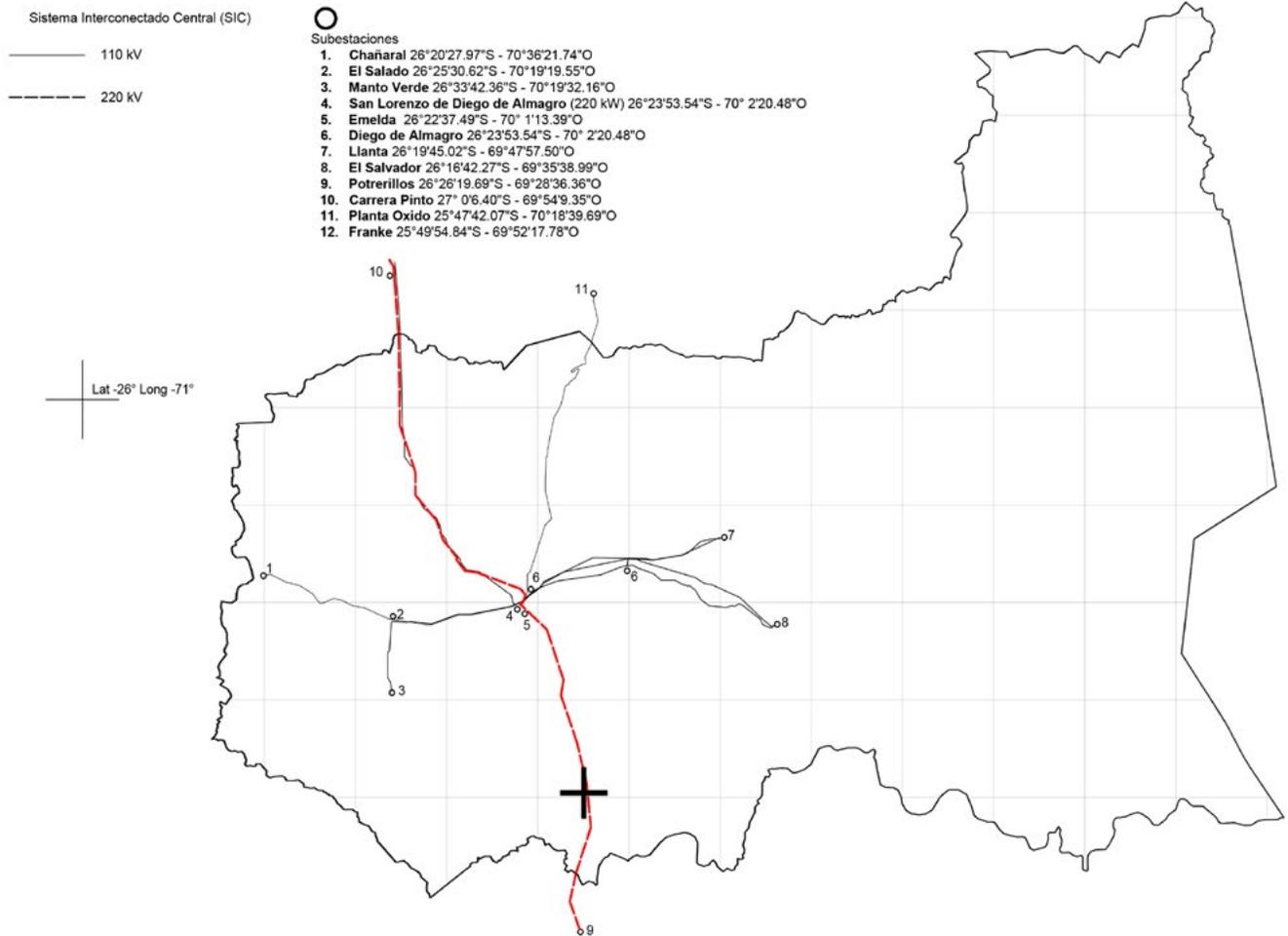


Imagen 163. Parques solares construidos y aprobados (pero no construidos) en la provincia de Chañaral. En “+” Inca de Oro  
Fuente: Elaboración en conjunto del Taller de Investigación y proyecto “Energía y Territorio”

# ANEXOS

## Atlas de información de la provincia de Chañaral

### INFRAESTRUCTURA ENERGETICA: TRANSMISIÓN

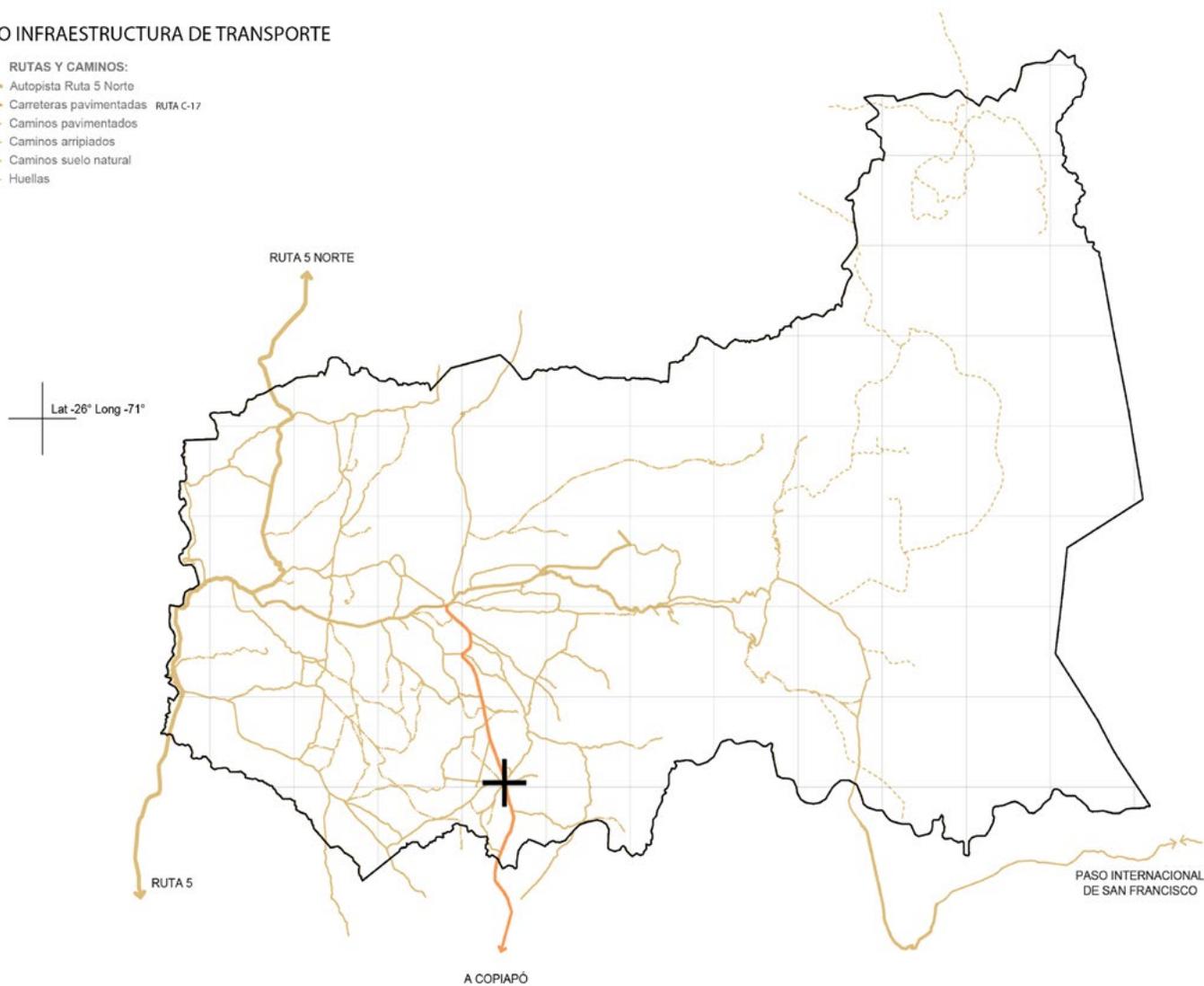


# ANEXOS

## Atlas de información de la provincia de Chañaral

### PLANO INFRAESTRUCTURA DE TRANSPORTE

- RUTAS Y CAMINOS:
- Autopista Ruta 5 Norte
  - Carreteras pavimentadas RUTA C-17
  - Caminos pavimentados
  - Caminos arripiados
  - Caminos suelo natural
  - Huellas



# ANEXOS

Atlas de información de la provincia de Chañaral

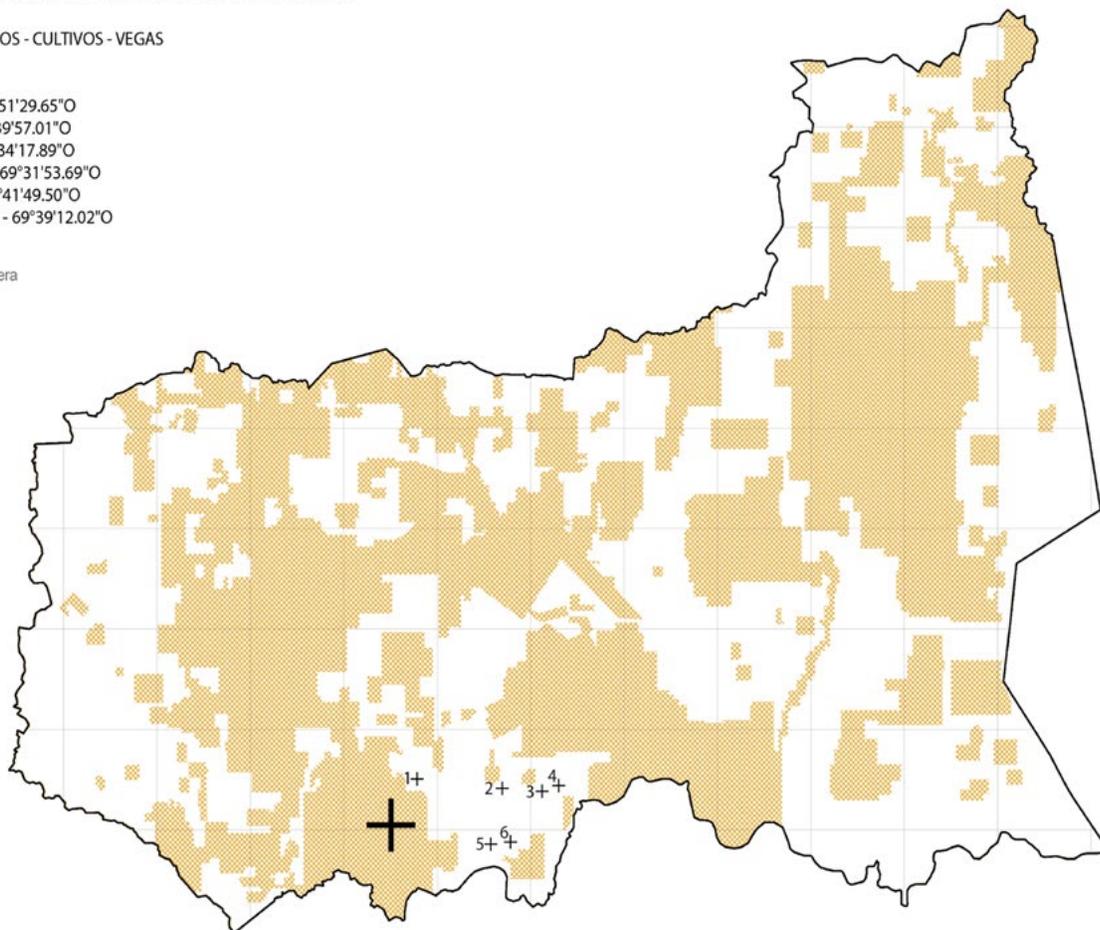
## PROPIEDAD MINERA & ZONAS DE CAPTACION DE AGUA

⊕ HUMEDALES ALTO ANDINOS - CULTIVOS - VEGAS

- 1. **La Finca** 26°38'35.02"S - 69°51'29.65"O
- 2. **El Salto** 26°40'41.80"S - 69°39'57.01"O
- 3. **Mostazal** 26°41'2.94"S - 69°34'17.89"O
- 4. **La Tranquila** 26°40'6.78"S - 69°31'53.69"O
- 5. **La Vinita** 26°47'38.71"S - 69°41'49.50"O
- 6. **Desconocido** 26°47'20.66"S - 69°39'12.02"O

■ Áreas de propiedad minera

Lat -28° Long -71°

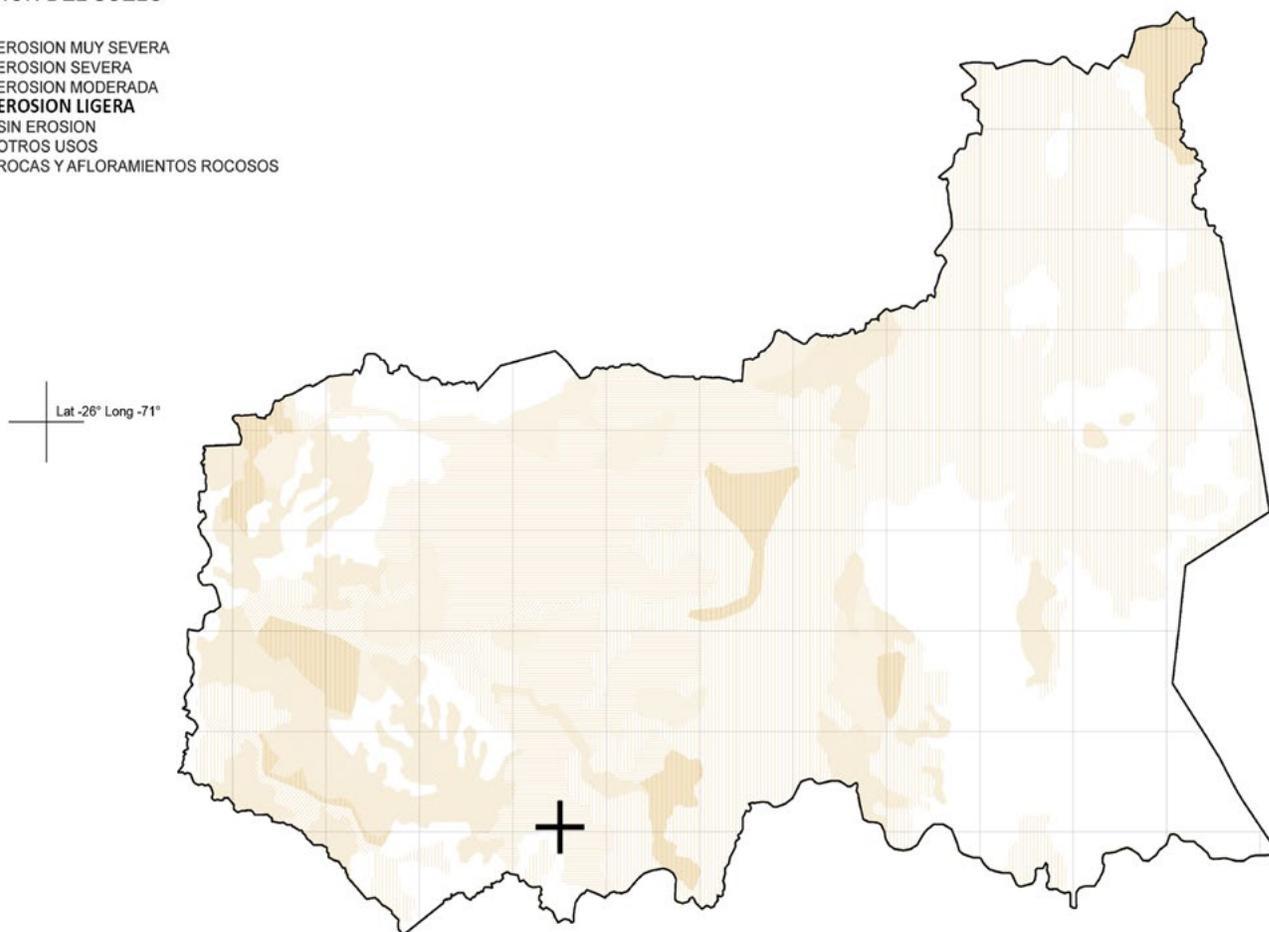


# ANEXOS

Atlas de información de la provincia de Chañaral

## EROSIÓN DEL SUELO

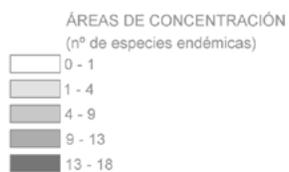
-  EROSION MUY SEVERA
-  EROSION SEVERA
-  EROSION MODERADA
-  EROSION LIGERA
-  SIN EROSION
-  OTROS USOS
-  ROCAS Y AFLORAMIENTOS ROCOSOS



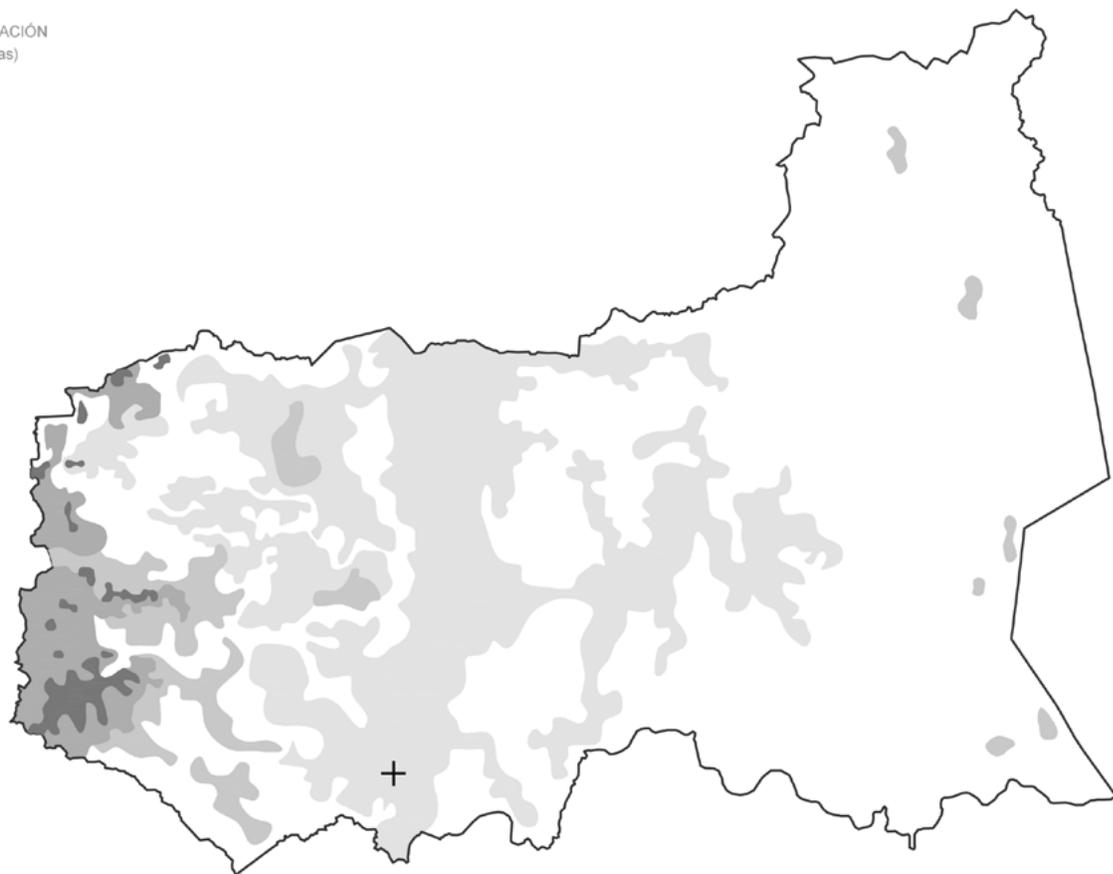
# ANEXOS

Atlas de información de la provincia de Chañaral

## ENDEMISMO VEGETACIONAL



Lat -26° Long -71°



## BIBLIOGRAFÍA

### Textos

- REVISTA ENERGÍA.** *Washington Post destaca a Chile y dice que es la Arabia Saudita de la energía solar.* Recuperado de <https://www.revistaenergia.com/9465/> revisado el 14/11/2018
- OCUC, CORPROA.** (2016). Programa de reactivación urbana y productiva sustentable de Atacama, corredor solar. Informe III, volumen 2. Santiago, Chile. PP 38- 39
- COMITÉ CONSULTIVO DE ENERGÍA 2050.** Hoja de Ruta 2050, Hacia una energía sustentable e inclusiva para Chile. Ministerio de Energía, 2015
- FRAUNHOFER CHILE.** Estrategia energética local. Informe final. Comuna Diego de Almagro 2017. Centro de Tecnologías para energía solar – Fraunhofer Chile Research. Recuperado de [https://www.fraunhofer.cl/en/cset/publicaciones/reports/jcr:content/contentPar/teaser\\_overview/teaserPar/teaser\\_1882926480/linklistParsys/downloadcomponent/file.res/C:/fakepath/INFORME%20FINAL%20EEL%20DIEGO%20DE%20ALMAGRO.pdf](https://www.fraunhofer.cl/en/cset/publicaciones/reports/jcr:content/contentPar/teaser_overview/teaserPar/teaser_1882926480/linklistParsys/downloadcomponent/file.res/C:/fakepath/INFORME%20FINAL%20EEL%20DIEGO%20DE%20ALMAGRO.pdf) Pp 8
- ALLEN, Stan.** “Infrastructural Urbanism” Points and Lines: Diagrams for the City. New York: Princeton University Press, 1999. Págs 48-57.
- BELANGER, Pierre.** Landscape as Infrastructure: a base primer. Abingdon, Oxon:Routledge. 2017.
- REAL ACADEMIA ESPAÑOLA.** (2001). Diccionario de la lengua española (22.a ed.). Consultado en <http://www.rae.es>
- SMUTS, Jan.** (1926) “Holismo y evolución”. Consultado en <http://www.holismo.org.ar>
- CANALES, Alejandro I. & CANALES CERÓN, Manuel.** (2013). “De la metropolización a las agrópolis: El nuevo poblamiento urbano en el Chile actual”. Polis (Santiago), 12(34), 31-56.
- ARONSON, Schlomo.** “Aridscapes Land&Scape”. Editorial Gustavo Gili, Barcelona. 2008.
- FAO** La Quinoa: Cultivo milenario para contribuir a la seguridad alimentaria mundial. 2011, presentación pp. ii
- BAERWALD, Tanya.** Tesis Pontificia Universidad Católica de Chile. “Arquitectura de piezas y partes: Potenciamiento de la cultura agrícola Aymara de la quinoa, mediante la espacialización de sus necesidades productivas. Comunidades aymara productoras de quinoa de Colchane, Tarapacá.” 2018. Pp 72- 74.
- NAPADENSKY, Aaron.** “Chile: paisajes rurales y producción energética ¿pauperización o transformación sinérgica?”. Revista de Desarrollo Rural y Cooperativismo Agrario, N° 10 Departamento de Arquitectura y Diseño, Universidad de Los Lagos, Chile, 2007.
- JACKSON, John Brinckerhoff.** “Las carreteras forman parte del paisaje”. Editorial Gustavo Gili, Barcelona.
- TEJADA, María Sol.** “Los sitios de significancia comunitaria y la apropiación del patrimonio, comuna Inca de Oro, III Región de Atacama Chile”. (Tesis doctoral) Departamento de Historia, Teoría y Composición Arquitectónica. Universidad de Sevilla. 2015.
- JACKSON, John Brinckerhoff.** “La necesidad de ruinas y otros ensayos”. ARQ ediciones. Santiago, Chile 2012.
- SOY CHILE.** (2015). Buscan poner en valor el patrimonio de María Elena y rescatar la vida en la pampa Recuperado de <https://www.soychile.cl/Antofagasta/Sociedad/2015/12/24/365796/Buscan-poner-en-valor-el-patrimonio-de-Maria-Elena-y-rescatar-la-vida-en-la-pampa.aspx> revisado el 14/11/2018
- DE SAINT-EXUPÉRY, Antoine.** “Le petit prince” (2012) Ed. Gallimard. Francia. Cap XXIV. PP 77. Traducción del autor. Cita original: “*ce qui embellit le désert, dit le petit prince, c’est qu’il cache un puits quelque part...*”
- SUPERINTENDENCIA DE SERVICIOS SANITARIOS.** (2017). Autoridades participan en inauguración de obras de reconstrucción del 25M en la Región de Atacama Recuperado de <https://www.siss.gob.cl/586/w3-article-16371.html> revisado 11-06-2019
- PÉREZ DE ARCE, Rodrigo.** Santiago Zona Árida: una arquitectura de la sombra. ARQ 57 Zonas Áridas. Santiago Chile. Pp 58.
- ALONSO, Pedro Ignacio.** “Disrupción, un catálogo de tecnologías” Deserta. ARQ Ediciones, Santiago, Chile. 2012