

**Agroindustria de Aceite de Jojoba**

**Diversificación productiva en la Provincia de Chañaral**

Proyecto de Título Arquitectura 2007\_ **Constanza P. Menchaca Zúñiga**\_ Prof. Guía: Eduardo Lyon\_ Prof. Asistente: Gregorio Brugnoli

Facultad de Arquitectura y Urbanismo\_ Universidad de Chile

---

<sup>1</sup> Diversificación productiva: Ampliación del perfil de producción de la región mediante la **introducción de nuevos productos y/o servicios**. La diversificación productiva es un requisito insustituible para aspirar a una economía más estable y menos dependiente de las oscilaciones de unos pocos mercados.



## Índice

	1_	Presentación	5
<b>Descripción del problema</b>	2_	Cierre División Salvador.	9
<b>Contexto del problema</b>	3_	La minería en Chañaral.	15
		3.1_ La minería, el gran polo productivo.	15
		3.2_ Consecuencias de la minería en la diversificación productiva.	21
		3.3_ Proyectos de descontaminación ambiental.	31
		3.4_ Lineamientos de alternativas productivas en la Provincia de Chañaral.	34
<b>Contexto Operacional</b>	4_	El cultivo de Jojoba en Chañaral.	37
		4.1_ Proyectos Provinciales existentes	38
		4.2_ Ventajas comparativas del cultivo de Jojoba en Chañaral	47
		4.3_ Posibilidades de comercialización	52
		4.4_ Localización	56
		4.4.1_ Desarrollo Agrícola del Desierto (DAD)	58
		4.5_ Terreno	65
<b>Requerimientos programáticos</b>	5_	Áreas y procesos de producción	72

## Definición

6_	Agroindustria de Aceite de Jojoba en Pampa Austral	77
6.1_	Modelos de Gestión	78
6.2_	Modelo de Negocios	81
6.3_	Modelo Programático	83
	6.3.1_ Area de Producción.	83
	6.3.2_ Area Industrial	85
	6.3.3_ Area I+D	88
	6.3.4_ Area administración y ventas	89
6.4_	Relaciones programáticas	93
6.5_	Modelo Espacial	98
	6.5.1_ Condiciones del lugar	98
	6.5.2_ Contexto inmediato	103
	6.5.3_ Propuesta espacial	107
7_	Bibliografía	115
	7.1_ Contactos	116
8_	Anexos	119

## Presentación

**Proceso:** Proyecto de Título de Arquitectura.

**Año:** 2007

**Proyecto<sup>2</sup>:** **Agroindustria<sup>3</sup> de Aceite de Jojoba para la diversificación productiva de Chañaral.**

**Localización:** Sector Pampa Austral, Comuna de Diego de Almagro, Provincia de Chañaral, Región de Atacama, Chile.

Este documento se podrá utilizar como un complemento para entender el Proyecto de Título de Arquitectura que se presentará al final del proceso. La estructura de este, intenta abarcar los puntos indispensables para una mejor comprensión de los resultados, decisiones y direcciones que va tomando el proyecto dentro del periodo de tiempo que fue designado para su desarrollo.

La Agroindustria de Aceite de Jojoba para la diversificación productiva de Chañaral, surge como una respuesta concreta a la pronta **ausencia de polos productivos** que habrá en la Provincia después del cierre de la división El

---

<sup>2</sup> Proyecto: "Conjunto de escritos, cálculos y dibujos que se hacen para dar idea de cómo ha de ser y lo que ha de costar una obra de arquitectura o ingeniería". Fuente: RAE.

<sup>3</sup> "Las **agroindustrias** son talleres o fabriles en las cuales se desarrollan procesos de carácter artesanal o industrial destinados a la transformación de productos provenientes de cualquier actividad agrícola o ganadera. Las transformaciones de los productos agropecuarios consisten en la modificación de sus características físicas, químicas, o biológicas, el producto resultante puede tener características muy diferentes a los insumos". Fuente: <http://es.wikipedia.org/wiki/agroindustria>

Salvador, siendo el objetivo fundamental el crear una **nueva alternativa de desarrollo provincial** potenciando iniciativas locales que sean viables.

Los objetivos específicos del proyecto son:

- Dar **valor agregado** al producto (semilla de Jojoba) por medio de una Agroindustria de Aceite de Jojoba, para lograr consolidar la iniciativa local “Desarrollo Agrícola del Desierto”.
- Crear una instancia de **control y administración** de las actividades agrícolas e industriales que se produzcan dentro de esta iniciativa.
- Iniciar la creación de un **polo de atracción productiva, educativa y turística**, con la finalidad de que la zona de Pampa Austral (lugar donde se ubicará el proyecto), se muestre como una posibilidad real de inversión y proyección provincial.

Estos objetivos son el reflejo de una búsqueda personal y de la postura inicial que se tomó antes de comenzar con el proceso de título, ya que desde un comienzo se piensa en un proyecto que de soluciones concretas a una problemática real.

Nuestro país presenta una serie de deficiencias en muchos aspectos que deben estar presentes en nuestra conciencia y no ser ignorados en nuestro actuar. Es por esta razón que la instancia de título, en una mezcla de realidad y ejercicio académico “ficticio”, se presenta como una opción para que nos convirtamos en **personajes activos** que tengan una postura clara frente a alguna problemática existente, siendo capaces de plantear una medida que logre aminorarla y/o solucionarla.

En este caso específico la noticia de que la División de El Salvador cerrará en los próximos años, es el gran detonante de la búsqueda. Se intentará, de una forma **innovativa** aportar con este proyecto a una **realidad próxima** que debe ser conocida y considerada por nosotros.

Debido a la urgencia de encontrar una solución concreta a la anunciada crisis productiva, social, económica y laboral de la provincia de Chañaral, se opta por buscar entre los proyectos e iniciativas existentes, alguna que tenga un potencial considerable que se pueda aprovechar.

El plan **Desarrollo Agrícola del Desierto (DAD)** se presenta como una iniciativa de gran envergadura, que por las características del cultivo (jojoba), las posibilidades efectivas de riego y la gran convicción que existe entre sus precursores y pobladores involucrados, se convierte en una real posibilidad de desarrollo para la Provincia de Chañaral. Es por esa razón, que se decide realizar un proyecto que apoye y potencie esta iniciativa: una **Agroindustria de Aceite de Jojoba**.

Este proyecto se ubica en la zona de Pampa Austral, utilizando parte de los terrenos del DAD. Se conforma de 4 áreas de desarrollo: **Producción** de plántulas, **industria** (proceso de aceite de Jojoba), innovación y desarrollo **(I+D)** y **administración y ventas**. Se gestiona en base a aportes de privados y fondos públicos, ya sean provinciales, municipales y/o gubernamentales, para posteriormente sustentarse con la venta de plántulas de Jojoba y con la producción y posterior venta de aceite.

Finalmente, el diseño se realiza en base a los requerimientos programáticos y sus relaciones, las condiciones climáticas de esta zona, la relación directa con el contexto inmediato y el vínculo directo con el paisaje.

### Gobierno llama a la tranquilidad ante cierre de parte de El Salvador

"Para eso tenemos otros emprendimientos de inversión, como la mina Gabry, que algunos opositores por ahí andaban reclamando", dijo el Presidente Lagos. Máximo dirigente de los trabajadores del cobre cuestionó cobertura de medios.

Viernes 29 de julio de 2005

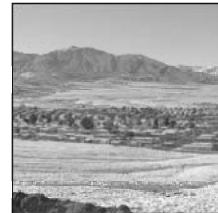


PREOCUPACIÓN EN LAS COMUNAS DE DIEGO DE ALMAGRO Y CHAÑARAL

### Los otros perjudicados por cierre de El Salvador

Además de las numerosas localidades que sobreviven gracias a la presencia del yacimiento estatal, son más de 2.500 los trabajadores subcontratistas que quedarían sin sus fuentes laborales a partir del 2003, cuando comience el cierre definitivo de la histórica y sobreexplotada mina de cobre.

Lunes 1 de agosto de 2005



La mítica ciudad del "casco romano" en el desierto tiene sus días contados.

4

### División Salvador de Codelco extiende producción hasta 2010

La corporación estatal decidió prorrogar el cierre de la faena, inicialmente previsto para el 2008, debido a mejores expectativas en la producción de óxidos.

Lunes 7 de mayo de 2007



lanacion.cl

El presidente ejecutivo de la Corporación Nacional del Cobre (Codelco), José Pablo Arellano, informó que se extenderá hasta 2010 la explotación de la línea de óxidos de la División Salvador, en la Tercera Región, postergando así el cierre de la faena previsto para el 2008.

<sup>4</sup> Diario La Nación, www.lanacion.cl; 29 de julio de 2005, 1 de Agosto de 2005 y 7 de mayo de 2007, respectivamente.



## 2. Cierre División El Salvador\_

La Región de Atacama, lugar donde se ubica la Provincia de Chañaral, tiene como principal fuente de ingresos el sector minero, siendo el responsable del **97,25%** del valor de las exportaciones regionales en el 2006 (Fig.1) y del **100%** de los recursos extranjeros invertidos en la región entre los años 2000 y 2005 (Fig.2). Dentro del PIB Regional el **44,3%** corresponde a este sector<sup>5</sup> (Fig.3).

TOTAL EXPORTACIONES DE LA REGIÓN DE ATACAMA, SEGÚN RAMA DE ACTIVIDAD ECONÓMICA Y PRODUCTO. DICIEMBRE 2005, DICIEMBRE 2006 Y VARIACIÓN PORCENTUA

RAMA DE ACTIVIDAD ECONÓMICA Y PRODUCTO	EXPORTACIONES REGIÓN DE ATACAMA TONELADAS BRUTAS		VARIACIÓN (%)
	DICIEMBRE 2005	DICIEMBRE 2006	
<b>TOTAL</b>	<b>633.000,1</b>	<b>771.416,1</b>	<b>21,9</b>
<b>AGRICULTURA Y PESCA</b>	<b>14.147,7</b>	<b>15.735,2</b>	<b>11,2</b>
Uvas	12.640,8	14.844,4	17,4
Otras frutas	27,4	259,8	848,7
Algas	1.479,5	631,0	-57,4
<b>MINERÍA</b>	<b>614.627,7</b>	<b>750.187,0</b>	<b>22,1</b>
Cobre refinado	17.427,2	7.076,4	-59,4
Concentrado de cobre	45.750,0	55.610,0	21,6
Mineral de Hierro	551.450,0	687.500,0	24,7
Oro	0,5	0,6	25,8
<b>RESTO EXPORTACIONES</b>	<b>4.224,7</b>	<b>5.493,9</b>	<b>30,0</b>
Abalón	0,1	9,0	6.366,7
Aceituna	250,6	331,3	32,2
Alcachofa (en corazón o trozos)	138,1	-	-100,0
Lapas (al natural o conservas)	14,9	3,0	-79,9
Lenguas de erizo	0,2	-	-100,0
Ostiones congelados	20,3	23,4	15,5
Otros alirmentos	244,1	-	-100,0
Rancho Navas	54,3	4.882,4	8.892,8
Ind. Básicas Metales no Fe.	3.501,3	30,1	-99,1
Otros productos	0,8	214,7	26.740,7

Fuente: Dirección Nacional de Aduanas, declaración de exportación.

Fig. 1

INVERSIÓN EXTRANJERA MATERIALIZADA DL 600, POR RAMA DE ACTIVIDAD ECONÓMICA. TOTAL REGIÓN. AÑOS 1994-2005.

AÑOS	Inversión Extranjera Materializada (MM de US\$)				
	Total	Agricultura	Electricidad Gas y Agua	Industria	Minería
1994	245,5	0,1	-	-	245,4
1995	130,6	1,6	0,2	-	128,8
1996	110,9	3,7	-	-	107,2
1997	104,5	1,8	-	-	102,7
1998	46,4	-	-	-	46,4
1999	90,6	0,3	-	-	90,3
2000	50,1	-	-	-	50,1
2001	71,7	-	-	-	71,7
2002	103,4	-	-	-	103,4
2003	17,7	-	-	-	17,7
2004	39,3	-	-	-	39,3
2005	61,6	-	-	-	61,6

Fuente: Comité de Inversión Extranjera

Fig. 2

<sup>5</sup> MIDEPLAN, Plan de gobierno Región de Atacama (2006-2010).

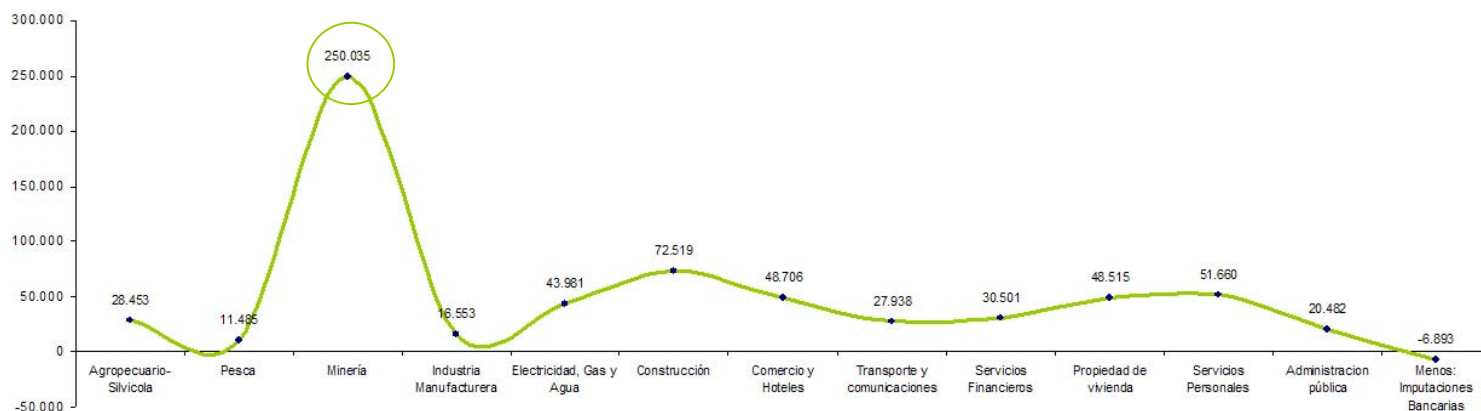


Fig. 3. PIB Regional 2002. INE (Millones de Pesos).

La dependencia económica que presenta la Región de Atacama con este tipo de recursos (no renovables), trae consigo una situación de inestabilidad regional por ser estos irremediabilmente extingibles. El agotamiento del recurso implica una **depreciación de la región**, la que alcanza más aceleración en tanto mayor es la eficiencia productiva de los grandes emprendimientos mineros, acercando cada vez, a mayor velocidad, el término irrecuperable del valor-región y con ello, el del desarrollo de su economía y su sociedad.

En el caso de la **Provincia de Chañaral**, estos índices económicos y la situación de inestabilidad se acentúan, debido a la **ausencia de focos productivos** relevantes paralelos al sector minero. Los centros de producción considerados como los más importantes en la historia de la Provincia de Chañaral son las minas de **Potrerillos y El Salvador**. La primera cerró las labores de extracción en 1959, instalando una planta fundidora de cobre, encargada de concentrar el

mineral sacado en la división El Salvador, que iniciaba actividades ese mismo año. Posteriormente, en el año 2000<sup>6</sup>, fue desalojado el pueblo de Potrerillos disminuyendo aún más el predominio de este foco a nivel provincial y regional.

Por lo tanto, en la actualidad, El Salvador representa la más importante producción en la zona, se habla de un aporte del 60%<sup>7</sup>, por lo tanto, es la representante de los mayores ingresos, fuentes de trabajo (Fig. 4 y 5) y desarrollo provincial. Sin embargo, en el año 2005 se confirmó que irremediablemente existirá un cierre parcial de la división en el año 2008 y el cierre total en el 2011 por agotamiento del recurso.

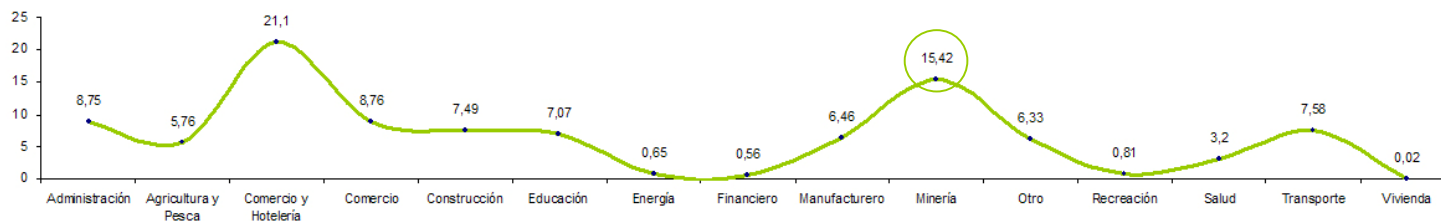


Fig. 4. Personas empleadas por rubro. Comuna de **Chañaral** (%)

<sup>6</sup> En abril de 1997 la CONAMA declaró Zona Saturada al sector de Potrerillos, debiendo desalojar a todos sus habitantes por alta contaminación por anhídrido sulfuroso, lo que amenazaba la salud de la población.

<sup>7</sup> Diario La Nación, www.lanacion.cl; 1 de agosto de 2005; Julio Palma Vergara, consejero regional de Atacama.

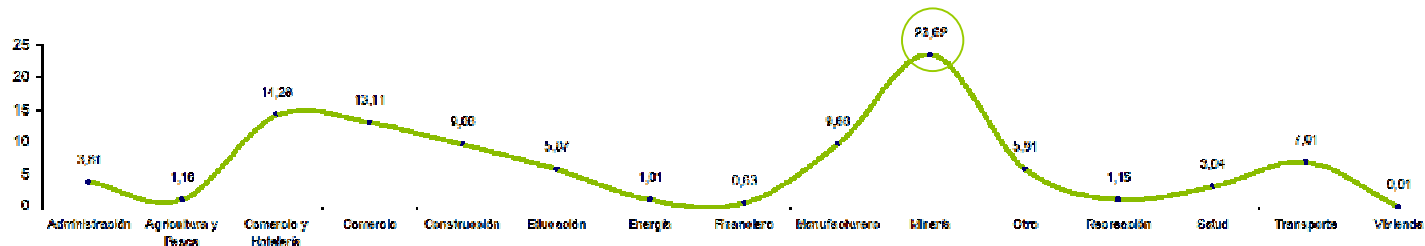


Fig.5. Personas empleadas por rubro. Comuna de **Diego de Almagro** (%) <sup>8</sup>

En mayo del 2007 se anunció que el cierre de la línea de explotación de óxido programado para el 2008 se extenderá hasta el 2010, debido a que mejoraron las expectativas en torno a la producción de este material. Este retraso, permite tener un poco mas de tiempo para la búsqueda de nuevas alternativas de producción pero, sin duda, no da una solución a la problemática fundamental.

<sup>8</sup> Datos obtenidos de [www.observatoriourbano.cl](http://www.observatoriourbano.cl); MINVU.

A pesar de que se están buscando opciones para conservar algunas faenas que mantengan El Salvador activo, el grado de influencia provincial y regional que podrían llegar a tener, serán significativamente menor a la actual, afectando por lo menos a 1800 trabajadores directos, 2500 contratistas y prestadores de servicios y cerca de mil personas más en actividades asociadas, comercio, movilización, servicios menores, etc.<sup>9</sup>, además de afectar a todo el **pueblo El Salvador** que corre un importante riesgo de ser desalojado por el cierre de la División. La inexistencia de otras fuentes de empleo o ingreso alternativas, pronostican una situación grave, que será la causa de importantes migraciones o altas tasas de desocupación en la población de la provincia de Chañaral.



10

<sup>9</sup> Diario La Nación, [www.lanacion.cl](http://www.lanacion.cl); 1 de agosto de 2005; Julio Palma Vergara, consejero regional de Atacama.

<sup>10</sup> Pobladores de El Salvador en manifestación por cierre de la División, 09 de Agosto de 2006. Fuente: [www.elsalvadorchile.cl](http://www.elsalvadorchile.cl).



### 3\_ La minería en Chañaral.

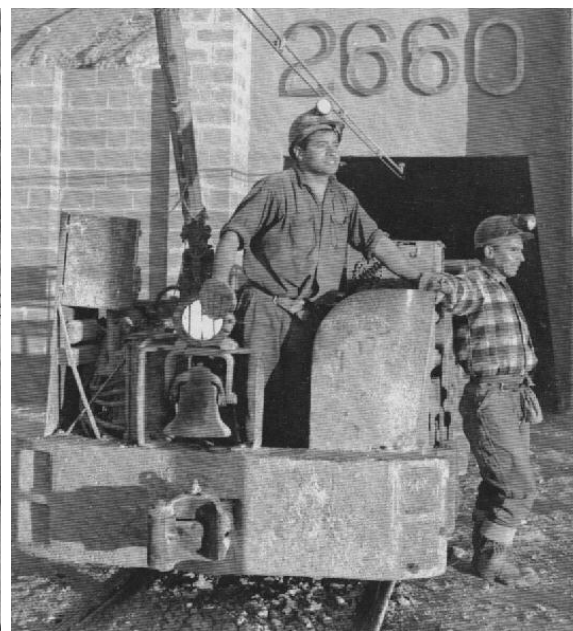
El gran impacto que produce la industria minera en la Provincia de Chañaral y la ausencia de características físicas, como ríos importantes, suelos fértiles, biodiversidad marina, sectores de atractivo turístico, entre otros, que incentiven el fácil crecimiento de otra área de desarrollo, son las causas de la falta de diversidad productiva que existe y de la preocupación generalizada por la situación actual de la minería en la zona.

#### 3.1\_ La minería, el gran polo productivo.

La explotación minera ha abastecido a la provincia desde 1920. En esa época una empresa norteamericana llamada Andes Copper comenzó con la extracción de cobre en la Mina Vieja (**Potrerillos**) y de forma paralela, para complementar las faenas, se levantan la fundición y el campamento de Potrerillos en sus cercanías (a 7km de la mina). Esta explotación se convierte en el **gran polo productivo de la provincia**, calculándose que hasta 1959 (año en que se agotó el recurso) se extrajeron 1.800.000 toneladas de cobre fino<sup>11</sup>. La crisis social y económica que se produciría por la **extinción del recurso**, fue superado por el descubrimiento de cobre en la mina Indio Muerto (rebautizada como **El Salvador**) que entró en actividad en Mayo de 1959. Desde ese momento, Potrerillos es el encargado de la refinería y fundición del material extraído de esta mina, que en esos momentos se consolidaba como el centro productivo más importante de la Región.

---

<sup>11</sup> Ruiz, C & Peebles, F, 1988; Geología, distribución y génesis de los yacimientos metalíferos chilenos; Editorial Universitaria; Santiago.



Mina El Salvador, año 1960 aprox.  
Fuente: <http://members.fortunecity.es/resmy/salvador.htm>



Además del complejo de Fundición, **El Salvador** posee una mina de óxidos y una de sulfuros que permiten que se produzcan cerca de 80.000 toneladas métricas finas de cátodos de cobre al año<sup>12</sup>. Esas dos faenas son las que se cerrarán en un corto plazo, una en el 2010 y la otra en el 2011 respectivamente (1.747 trabajadores en la actualidad)<sup>13</sup>.

Lo que ocurrió en el año 2000 con el desalojo total del pueblo de Potrerillos, 7.000 habitantes, puede volver a suceder con el cierre de las faenas de El Salvador (8.000 hab. aprox.)<sup>14</sup>. Lo que antes fue por **contaminación (zona saturada)**, ahora sería por la **ausencia de fuentes laborales** y por ende, por la imposibilidad que tendría CODELCO de hacerse cargo de la mantención del pueblo como lo hacía hasta ahora.

La **Comuna de Diego de Almagro**, que incluye el pueblo de El Salvador, cuenta con 17.674 habitantes<sup>15</sup>, y es esta la población que está relacionada de forma directa con lo que sucede en la mina. Hay que considerar que, además de la gran vinculación laboral que existe con las faenas mineras (en el 2002, el **23,62%** de las personas empleadas trabajaba en la mina<sup>16</sup>), dentro de la comuna circulan más de 700 millones de pesos mensuales correspondientes al sueldo de los trabajadores, además de 2.000 permisos de circulación anuales, más numerosas patentes mineras, comerciales y profesionales<sup>17</sup>. La economía comunal, corre un fuerte riesgo por la gran disminución de ingresos y fuentes de trabajo que se

---

<sup>12</sup> [www.codelco.com/la\\_corporacion/division\\_salvador](http://www.codelco.com/la_corporacion/division_salvador)

<sup>13</sup> Diario La Tercera, 30 de abril de 2007. "Clausura de faenas mineras afectará economía de 30 mil personas en la comuna de Diego de Almagro".

<sup>14</sup> <http://www.terram.cl> - Fundación Terram; 21 Febrero de 2007.

<sup>15</sup> Chile, ciudades, pueblos, aldeas y caseríos (basado en Censo 2002); Instituto Nacional de Estadística (INE); Santiago de Chile; Junio de 2005.

<sup>16</sup> MINVU, <http://www.observatoriourbano.cl>; Comuna de Diego de Almagro.

<sup>17</sup> La Nación; 1 de agosto de 2005; Preocupación en las comunas de Diego de Almagro y Chañaral"; Alcalde de Diego de Almagro, Isaías Zavala.

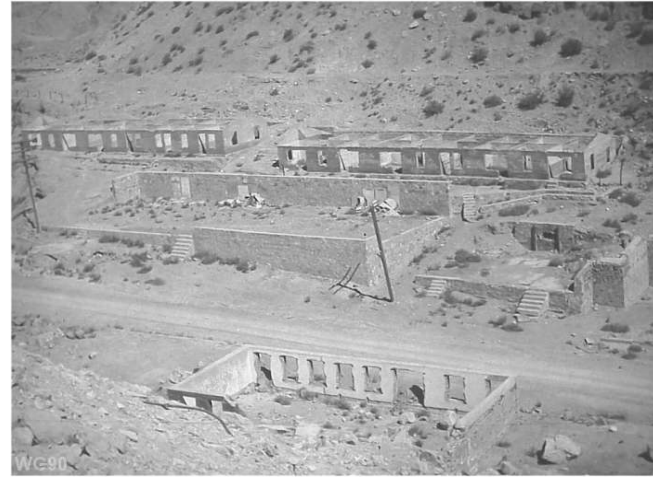
producirá, por lo que a nivel de municipalidad se comenzaron a acelerar algunas iniciativas relacionadas con la diversificación de actividades económicas de Diego de Almagro (producción de deshidratados, algunos tipos de cultivo, entre otros).

La **Comuna de Chañaral** por otro lado, con 13.180 habitantes, a pesar de ubicarse en el sector costero de la provincia, alejada de las faenas del Salvador, tiene una gran influencia por parte de estas. En el año 2002, el **15,42%** de las personas empleadas se dedicaba directamente al rubro minero<sup>18</sup> y hay que considerar que parte de los otros rubros también son influenciados por la minería en forma directa (transporte de trabajadores, transporte de minerales a nivel portuario, terrestre, etc.) e indirecta (comercio, hotelería, manufactura, entre otros).

Ambas comunas presentan un **decrecimiento de la población** si se comparan los censos de 1992 y 2002 (Fig.6), siendo la causa principal, el cierre y desalojo de Potrerillos en el año 2000. Con el cierre de Salvador, podría ocurrir algo similar, y es por esta y otras razones que es de gran importancia, promover la diversificación productiva en la zona, como una respuesta efectiva a la disminución significativa de los ingresos y ofertas de empleos que tendrá la provincia en unos años más.

---

<sup>18</sup> MINVU, <http://www.observatoriourbano.cl>; Comuna de Chañaral.



Pueblo y Refinería de Potrerillos.  
Fuente: [www.geovirtual.cl](http://www.geovirtual.cl)



Fig.6. Crecimiento intercensal de la población, en porcentaje, período 1992-2002.  
Comunas de la Región de Atacama. Fuente: INE.



19

<sup>19</sup> Pueblo El Salvador, abril de 2006. Fuente: [www.elsalvadorchile.cl](http://www.elsalvadorchile.cl).

### 3.2\_ Consecuencias de la minería en la diversificación productiva.

A pesar de todos los beneficios económicos que ha provocado la minería en el sector, también ha sido la responsable de una serie de **perjuicios en el medioambiente**, que han afectado en gran medida a la economía local, ya que han dificultado el auge de otras áreas de desarrollo que podrían aportar con los ingresos y fuentes de trabajo provinciales.

Desde que se empezó a industrializar la minería en la Provincia (1929) los relaves de cobre fueron arrojados al litoral de Chañaral sin ningún tratamiento previo que asegurara un efecto inofensivo para la zona. Se calcula que son más de 300 millones de toneladas de relave las que fueron arrojadas por casi 60 años al medio terrestre y marino de Chañaral, siendo las responsables de la contaminación y embancamiento de la bahía.

El sistema de evacuación de los relaves de Potrerillos se mantuvo hasta el cierre de esta faena (1929-1959), el que consistía en volcar los desechos al Río Salado, pasando por localidades de Llanta, Diego de Almagro y El Salado antes de desembocar en el mar, frente a Chañaral. Una vez agotado este yacimiento, El Salvador continuó con el mismo sistema de evacuación hasta el año 1975, cuando la totalidad de la arena de la bahía estaba cubierta por un barro negro y viscoso, intensificándose los reclamos y descontentos de la comunidad. Este “inconveniente” motivó a la División Salvador a trasladar el vaciado de sus desechos, 9 kilómetros al norte de Chañaral, en la Caleta Palitos, siendo el Ministerio de Obras Publicas de esa época, el que desvió el caudal del Río Salado para que desembocara mas al norte. Este traslado, fue el responsable de que **el área de mar contaminada aumentara de 5 a 20 millas**, debido a que en el sector de la Caleta Palitos, la corriente de Humboldt pasa muy cerca de la costa, esparciendo los agentes tóxicos a mar abierto.

Dando cuenta de la falta de conciencia ambiental que predominaba en la época, Miguel Nieto, abogado que representa a la Junta de Vecinos N° 14, dice: *"Lo hicieron por un mero interés empresarial y mercantil, ya que el embancamiento de la bahía estaba perjudicando el puerto mecanizado de embarque de la Minera San Fe, ubicado al sur de Chañaral, y eso generó problemas entre ambas empresas"*.

En 1990 se materializó un recurso de protección ante la Corte de Apelaciones de Copiapó presentada por un grupo de habitantes de Chañaral (1987), a la que se sumaron más de 70 representantes de organizaciones sociales y gremiales<sup>20</sup>. El recurso fue acogido por la Corte Suprema, que sentó un precedente jurídico a nivel mundial, en el que se determinó que la contaminación producida por CODELCO era resultado de un acto **"ilegal, arbitrario e injusto"**. A pesar de resultar el **fallo favorable para las comunidades**, además de la prohibición de evacuar los relaves hacia el mar sin tratamiento, no se ha materializado ninguna acción importante para remediar los daños causados por la contaminación, y son estos daños los que no permiten el desarrollo de alguna actividad productiva para la Provincia.

---

<sup>20</sup> El recurso de apelación se basaba en los graves perjuicios ocasionados por CODELCO-Chile (División El Salvador), a la que se acusaba de "incumplimiento constitucional e inobservancias de normas industriales y sanitarias". Entre otras cosas, se describía que "debido a los constantes desbordes del río Salado, el lodo y las arenas contaminadas son arrastradas a las calles de la ciudad contaminando calles y destruyendo propiedades". Después del fallo de la Corte Suprema, se le ordenó a la División Salvador que debía dejar de volcar sus desechos en el mar en el plazo de un año y construir un tranque en las inmediaciones del mineral para almacenar los relaves.

El **tipo de suelo** en la Provincia de Chañaral, y de la tercera región en general, tiene altos índices de salinidad, dificultando el desarrollo de la agricultura en la Región, sin embargo, en los valles de Copiapó y Huasco existe un importante desarrollo agrícola que aporta de forma considerable a la economía de cada provincia. En Chañaral en cambio, a los niveles de salinidad se le suman los **altos índices de mineralización del suelo**, los relaves evacuados por las mineras a través del Río Salado y los minerales presentes en el aire, han esparcido en importantes áreas de terreno distintos tipos de minerales que perjudican el desarrollo de la mayoría de los productos agrícolas que se podrían dar en la zona. A pesar de la gran cantidad de terrenos disponibles este hecho dificulta el desarrollo de la **agricultura** en la provincia.



<sup>21</sup> Canal de relaves desde Mina El Salvador anterior a tranque P. Austral, Junio 2007, (Nivel de contaminación del agua depositada en la bahía antes de 1990).

Fuente: Visita terreno.



Depósito de relaves bahía de Chañaral  
Fuente: Google Earth



Por otro lado, los perjuicios que sufrió el **mar de Chañaral** son críticos. Ya, en 1976, el Investigador Rolf Behncke, también ingeniero en minas, señaló que no se pudo encontrar ningún organismo viviente "pese a que se han utilizado mallas dobles que permiten la captura de ejemplares menores de un milímetro". A partir de estos acontecimientos, el desarrollo de la **acuicultura y pesca** en la zona fue imposible, considerando que antiguamente la bahía tenía grandes potenciales en esta área, presentando una gran biodiversidad de peces y moluscos. A nivel regional, la producción del sector pesquero en el año 2001 fue superior a 98 mil toneladas (2,1% del total nacional), de las cuales, el puerto de Caldera representa el 49%, Huasco el 48% y **Chañaral el 3% restante**. En la actualidad, la interrupción de la evacuación de relaves directamente al mar, ha provocado que algunas especies, a pesar de los altos niveles de minerales presentes en el agua, hayan comenzado a reproducirse de forma paulatina.

Algunos análisis realizados en los relaves del litoral han detectado cobre, hierro, arsénico, zinc, cianuro, plomo, aluminio, mercurio, molibdeno y otros metales pesados en concentraciones que multiplican por varios dígitos los máximos aceptados internacionalmente como normales. A causa de la brisa costera estos minerales quedan suspendidos en **el aire**, repartiéndose en todas las zonas cercanas a la costa, lo que provoca un ambiente con un polvillo tóxico constante, que además, puede generar importantes problemas a la salud. Se debe considerar además que la fundición ubicada en Potrerillos, aporta con emisiones de Arsénico, sustancia que tiene bastantes efectos negativos tanto en el ecosistema como en la salud humana. Los altos niveles en el aire se relacionan con cánceres (broncopulmonar, vesical y renal), con abortos espontáneos y malformaciones congénitas, como también con lesiones de la piel y del aparato respiratorio<sup>22</sup>.

---

<sup>22</sup> Sancha F, Ana María; Gran Minería y Medio Ambiente. Estudio de Caso: Contaminación por Arsénico en el norte de Chile y su impacto en el ecosistema y la salud humana.

En el año 1996 las emisiones de Arsénico de la Fundición de Potrerillos (aprox. 3000 Toneladas en 365 días) sobrepasaban en gran medida los niveles máximos (Fig. 7)<sup>23</sup>, sin embargo, en el año 1999 se decretó una norma, que regularía las emisiones de arsénico al aire<sup>24</sup>, responsable de que esos niveles hayan disminuido considerablemente en la actualidad.

Antecedentes de fundiciones de cobre  
en zona norte de Chile

Fundición	Chuquicamata	La Negra	Potrerillos	Paipote
Propietario	CODELCO-Chile	Refinet	CODELCO-Chile	ENAMI
Ubicación (región)	Antofagasta	Antofagasta	Atacama	Atacama
Año de Instalación	1952	1993	1927	1952
Capacidad MT/Año	1.500.000	240.000	540.000	284.000
Emisiones de As Tons/día	5.4	1.3	8.2	0.3
Poblacion expuesta				
Impacto directo	125.000	45.000	5.000	110.000
Impacto indirecto (*)	15.000	150	5.000	9.000

Fig. 7

<sup>23</sup> Ídem.

<sup>24</sup> Norma de Emisión para la regulación del contaminan arsénico emitido al aire. **D.S. N° 165/99 del Ministerio Secretaría General de la Presidencia**

Artículo 7°. Aquellas fuentes existentes, ubicadas en la Provincia de Chañaral, III Región de Atacama, cuya capacidad actual de producción sea igual o superior a 500.000 ton/año de concentrado de cobre, podrán emitir como máximo las siguientes cantidades, en los plazos que se establecen a continuación:

- a) El año 2000, 1.450 ton/año.
- b) Desde el año 2001 inclusive, 800 ton/año.
- c) Desde el año 2003 inclusive, 150 ton/año.

Si no existieren asentamientos humanos, dentro de un radio de 2,5 kilómetros medidos desde la fuente emisora, no se aplicará lo prescrito en la letra c) precedente.

A estos factores, se le suma que, la gran cantidad de relaves que fueron depositados en la costa han ido modificando **la playa de Chañaral**, cubriendo la arena original y aumentando su longitud a 2 Km. hacia el mar. Esta superficie está altamente mineralizada, por lo que por esta y las razones anteriores, la bahía no presenta las condiciones requeridas para consolidarse como una zona costera atractiva, lo que ha perjudicado fuertemente el auge de la provincia como un lugar de atractivo **turístico**.

Las consecuencias negativas que han provocado las actividades mineras en la zona, de cierta forma, se han asumido al contrapesarlas con los beneficios económicos que han traído estas a la provincia de Chañaral, y a la Región en general. Durante estos años no han existido iniciativas que demuestren algún avance importante en el tema de disminuir los altos índices de contaminación y los efectos perjudiciales que estos han traído, sin embargo, ahora, con la posibilidad del agotamiento del recurso minero y el cierre de las faenas, se están tomando medidas más drásticas a nivel provincial para superar la ausencia de opciones de crecimiento y desarrollo, sin las actividades mineras que se producen en la actualidad.



<sup>25</sup> Playa de Chañaral, Junio de 2007. Fuente: Visita a terreno.

Evolución de polos productivos provinciales.



Antes de 1929



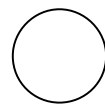
1929 -1959



1959 - 2011



2011 -

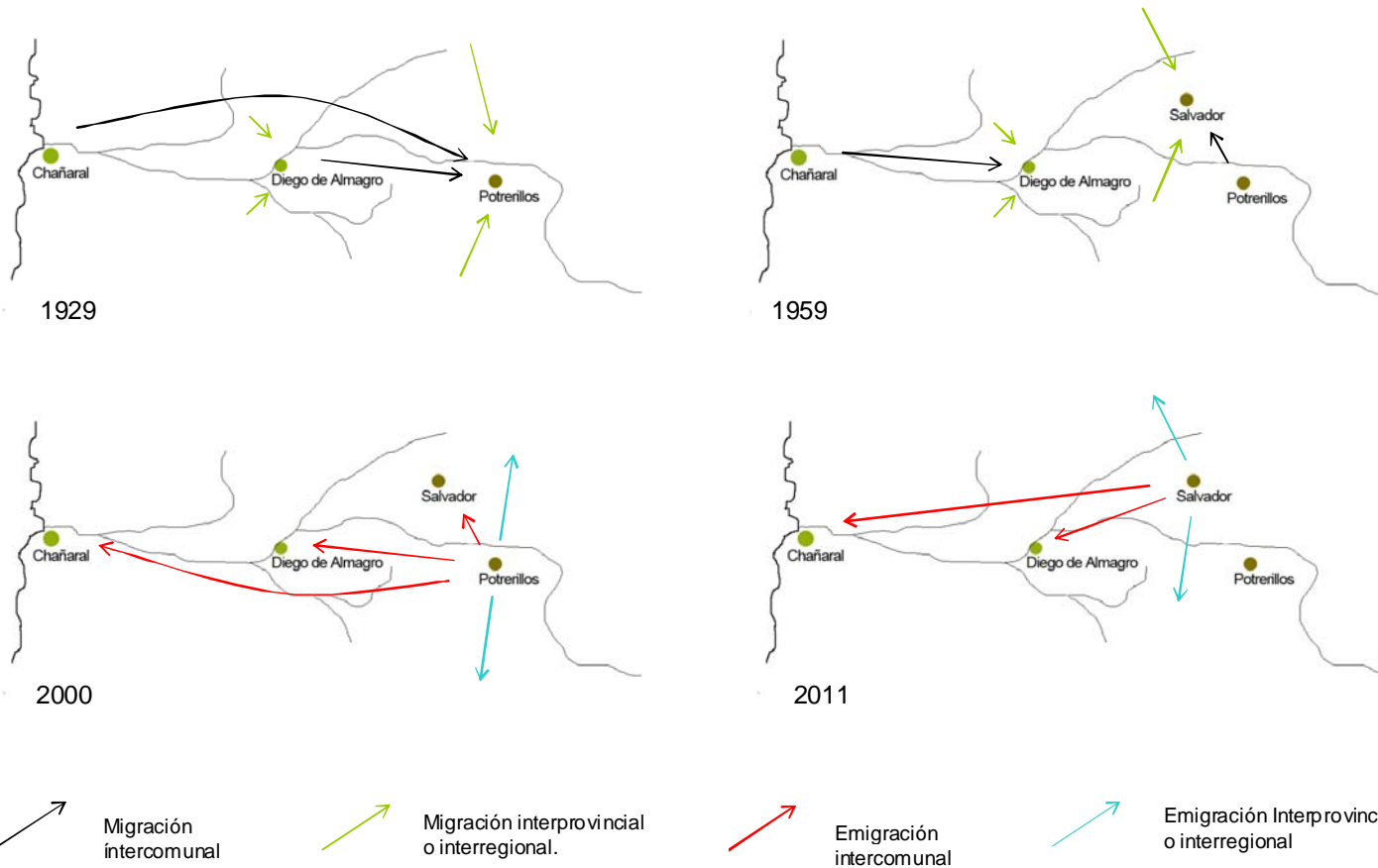


Polo Productivo



Polo productivo secundario

Migraciones de población por periodos de tiempo.



Sistema de evacuación de relaves en la provincia.



1929 - 1959




1959 - 1975





1975 - 1990





1990 -

 Evacuación relave Potrerillos por Río Salado a Chañaral.

 Evacuación relave El Salvador por Río Salado a Chañaral.

 Evacuación relave El Salvador por Río Salado a Caleta Palitos.

 Evacuación de agua tratada por Río Salado.

 Tranque almaceneador de relaves Pampa Austral.

 Depósito de Relaves.

### 3.3 Proyectos de descontaminación ambiental:

**1. Riego de la playa de Chañaral.** Sistema ubicado en el sector del ex-muelle fiscal, inaugurado a principios octubre del 2002. El objetivo es mantener la arena húmeda, para evitar que el viento eleve partículas de minerales del relave. *“El sistema consiste básicamente en captar e impulsar el agua de mar por medio de una bomba sumergida, que alimenta una red de más de 1.500 metros de tuberías, con 30 boquillas de conexión para mangueras similares a las usadas por bomberos”*<sup>26</sup>. En forma manual, cada manguera puede regar un diámetro de 140 metros. La contaminación de material particulado afecta especialmente al sector Aeropuerto, al norte de la ciudad. Codelco estuvo a cargo de la construcción y la Municipalidad de Chañaral de la puesta en marcha del sistema y de su operación.

27



<sup>26</sup> Informe sustentable, Número 24, Octubre 2002; [www.codelco.com](http://www.codelco.com).

<sup>27</sup> Playa de Chañaral. Vista desde Faro del Milenio (Codelco), Junio de 2007. Fuente: Visita a terreno.

**2. Experiencia de forestación y control de dunas de relaves en la bahía de Chañaral.** Proyecto piloto que espera crear una cubierta vegetal en las arenas de relave de la bahía que evite el avance de las dunas y la dispersión de la arena. Mantiene en trabajo a un grupo de personas que bajo la dirección de un técnico agrícola ensayan la mejor manera de forestar la zona y detener el avance del material particulado. La primera etapa de la iniciativa arrojó resultados muy positivos, por lo que en la segunda y final se abarcará un área mayor, de 12 mil metros cuadrados, en el sector sur de la playa. Este proyecto se está realizando bajo un convenio entre la División Salvador, de Codelco y la CONAF.

**3. Proyecto Bicentenario<sup>28</sup>.** El objetivo principal del proyecto es contener la polución que generan los relaves costeros, por lo que sobre ellos, en un total de 23 hectáreas, se construirán parques acuáticos, áreas verdes, centros culturales, museos y monumentos. El proyecto se divide en tres etapas: la primera de carácter cultural contempla un museo mineralógico; la segunda estará destinada a mostrar la flora y fauna local; y una tercera abarcará parques acuáticos, piscinas y áreas verdes. El costo total del proyecto es de US \$7,8 millones. Su construcción debería comenzar a inicios del 2008 y ser terminado antes del 2010<sup>29</sup>.

---

<sup>28</sup> Diario El Mercurio, 21 abril de 2007;

<sup>29</sup> A pesar de que el municipio de Chañaral tiene una concesión marítima de 30 años, la Sociedad Legal Minera C1, empresa de capitales chilenos y norteamericanos, es la propietaria del 80 por ciento de esa playa, y ha detectado miles de toneladas de mineral que pueden ser extraídos de la bahía. El cobre del relave tendría una ley de 0,3 por ciento, lo que resulta rentable tomando en cuenta el alto valor que hoy tiene este metal.



**4. Limpieza Bahía de Chañaral<sup>30</sup>.** La Sociedad Legal Minera C1, propietaria del 80% de esa playa, desarrolla un plan de extracción de cobre y molibdeno que servirá para descontaminar esa parte del litoral de la Tercera Región. La obtención del mineral será mediante el dragado de la bahía. Este mineral será conducido a una planta de tratamiento de escurrido de agua y recuperación de fino en la playa, para posteriormente el material sólido enviarlo vía correas transportadoras a la aglomeración y formación de pilas para lixiviación. El agua residual se bombea a un sector alto donde se tratarán, eliminando sus impurezas minerales y posteriormente usar una parte como agua industrial de riego y otros. Su excedente se devolverá libre de contaminación al mar. El proyecto se calcula con una vida útil de 20 años para extraer el cobre y transformarlo aproximadamente en 142.000 toneladas en forma de cátodos<sup>31</sup>.

32



<sup>30</sup> [www.conicyt.cl](http://www.conicyt.cl); Comisión Nacional de Investigación Científica y Tecnológica.

<sup>31</sup> Además de lo descrito, no se ha publicado mayor información del proyecto. Es importante aclarar que, a pesar de ser éste presentado como un medio para decontaminar la bahía, las instituciones a cargo son empresas privadas, que plantean el proyecto como un negocio. Para que esta iniciativa cumpla con lo expuesto, la conciencia ambiental debería estar por sobre los fines de lucro.

<sup>32</sup> Proyecto piscinas playa Chañaral, Junio de 2007. Fuente: Visita a terreno.

### 3.4 Lineamientos de alternativas productivas en la Provincia de Chañaral.

Al ser confirmado el cierre de las faenas del Salvador dentro de los próximos años, a nivel provincial y regional, se están generando planes de diversificación productiva para la zona, presentando medidas que tienen carácter de urgencia. Estas iniciativas se enmarcan dentro de tres objetivos:

**1\_** Buscar opciones de desarrollo provincial por medio de la **innovación**, con la creación de **nuevas áreas de producción** que, hasta el momento, no hayan sido desarrolladas de forma masiva en la provincia, como la generación de energía, la agricultura alternativa, el turismo u otros.

**2\_** Potenciar a la **pequeña minería** de la zona, a través de su diversificación productiva, dado que hoy es prácticamente mono productora de óxidos de cobre, por no disponer de una planta de proceso ni poder de compra de ENAMI que incentive la producción, por ejemplo, de sulfuros de cobre.

**3\_** Transformar a la Provincia de Chañaral en una **plataforma de servicios y negocios mineros internacionales**, en una Macro-región de integración chileno-argentina, ATACALAR. Paso fronterizo, fundición y refinería en Potrerillos y un terminal portuario en Chañaral, infraestructuras aptas para ser ocupadas en la facilitación productiva y logística de los megaproyectos mineros del Noroeste argentino.

Por los niveles de ingreso y beneficios económicos que ha provocado el sector minero a la provincia, el apoyo a este rubro sigue vigente. Los dos últimos objetivos (2; 3), son los que han tenido mayor respaldo a nivel provincial y en los cuales se están invirtiendo los mayores recursos debido al carácter de seguridad que transmite este rubro a la zona.

Sin embargo, no hay que olvidar, que la minería es la causa de los altos índices de contaminación en la zona y en consecuencia de la mono producción minera que existe en la provincia, además de ser éste, un rubro que tiene una alta dependencia con un material que es **no renovable** y que en algún momento se extinguirá. Estas dos razones determinan que es importante buscar opciones dentro del primer objetivo (1\_ Nuevas áreas de producción), aspirando a una economía más estable que sea menos dependiente de las oscilaciones de un solo mercado y que además no siga aportando con la contaminación ambiental de Chañaral.








1\_ Nuevas áreas de producción

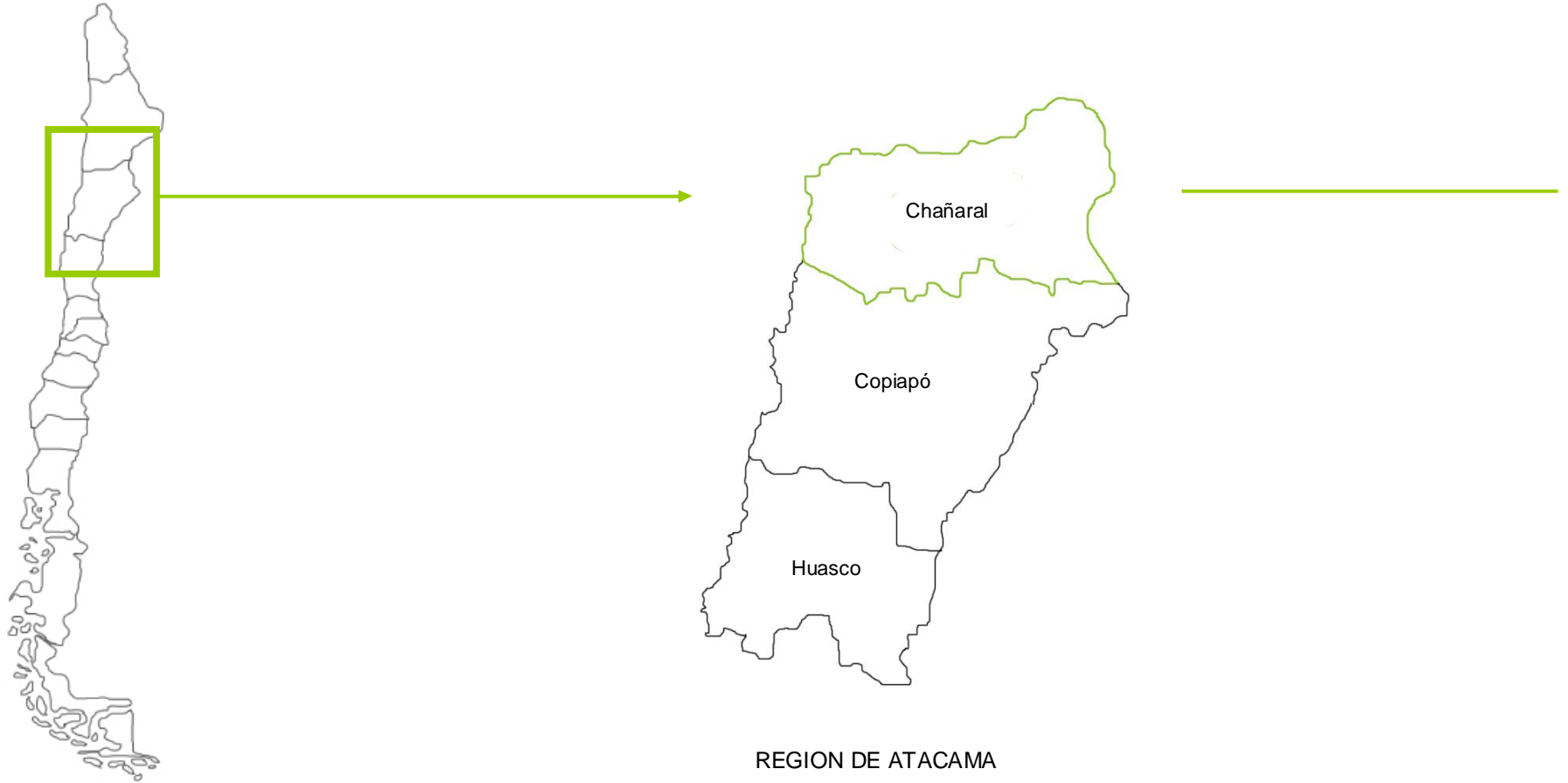


2\_ Pequeña Minería

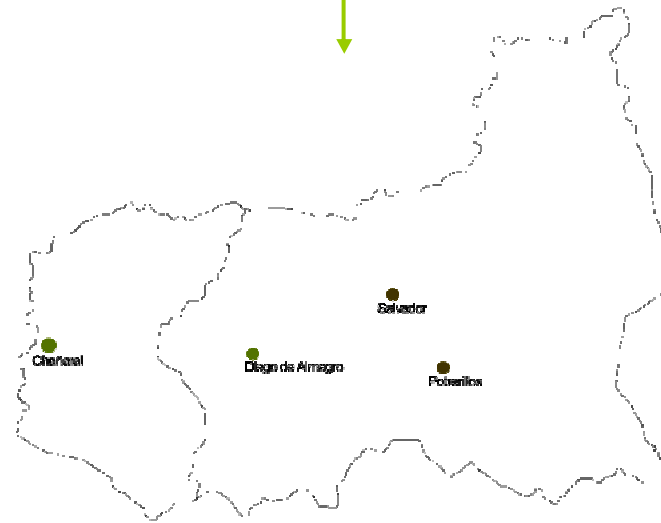


3\_ plataforma de servicios y negocios mineros internacionales

-  Polo productivo (turismo, pesca, agricultura, generación energía, etc.)
-  Planta de proceso minero
-  Paso Fronterizo
-  Fundición Potrerillos
-  Puerto Chañaral



#### 4. El cultivo de Jojoba en Chañaral.



PROVINCIA DE CHAÑARAL



#### 4.1 Proyectos Provinciales existentes

Entendiendo la diversificación productiva como la ampliación del perfil de producción, mediante la **introducción de nuevos productos y/o servicios** y respondiendo al primer objetivo planteado en el capítulo anterior, se hace necesario incluir productos, que de cierta forma independicen a la provincia del recurso minero. Los proyectos que se han realizado a nivel provincial, referidos al tema de innovar en el área productiva, no son muchos (Fig. 8) la gran mayoría son iniciativas experimentales de instituciones públicas o privadas que no involucran grandes inversiones, o simplemente, iniciativas puntuales de privados, que han tenido muy buenos resultados en al área de exportación, ya que han encontrado la forma de hacer rentable la producción agrícola.

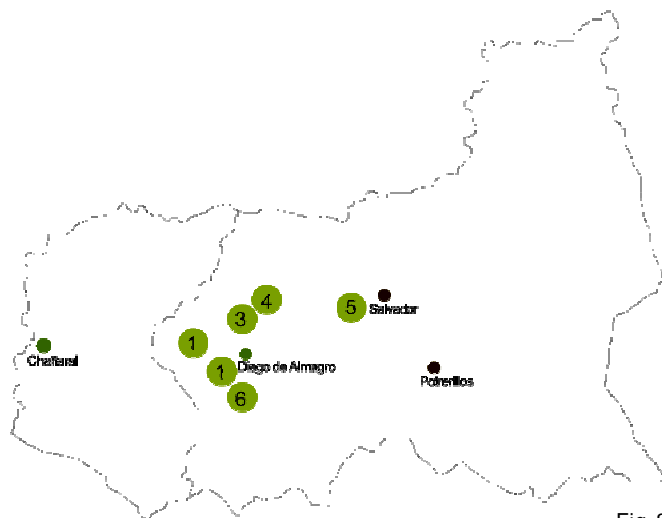


Fig. 8

**1. Producción de frutales y hortalizas** en los áridos suelos de **Inca de Oro**. Con el propósito de reducir la cesantía que afecta a la provincia de Chañaral, CONAF dentro de su programa de trabajos de emergencia, desarrolló este proyecto agrícola (abril 2002). Se están mejorando, principalmente, los sistemas de riego, con el objetivo de que una vez terminado el programa de empleo ellas continúen en forma independiente. A este proyecto se suma uno, en el sector de **Quinta los Chañares** (Diego de Almagro) donde se realiza un programa de **forestación urbana** asociado a la **capacitación en materia de cultivos agrícolas**<sup>33</sup>.

**3.** En las cercanías del **tranque Pampa Austral**, donde la División Salvador de Codelco Chile deposita sus relaves, Miguel Soto, **exportó mil claveles**, utilizando parte de los 300 litros de aguas industriales por segundo que se depositan en el cauce. Puso una planta de osmosis inversa para transformar el agua industrial en agua potable de consumo humano y también instaló una cámara de frío para la conservación de las flores hasta su despacho en camiones frigoríficos. Debido a que la iniciativa no resultó tan rentable para él, tras una investigación y un estudio de mercado, en la actualidad se dedica al **cultivo de Jojoba**, principalmente para exportación.

**4.** Proyecto **“Sembrando en el Desierto”**, granja educativa para alumnos de las escuelas básicas de **Diego de Almagro, El Salado, Chañaral, El Salvador e Inca de Oro** que viajan a trabajar en **agricultura práctica** y también en el manejo de diversos **animales domésticos**. Proyecto dirigido por Miguel Soto, privado dedicado a la agricultura en la Región.

---

<sup>33</sup> Programa de Empleos de **CONAF**. Fuente <http://www.minagri.gob.cl/noticias/detallenoticia.php?noticia=44>

## 5. "Capacidad de Generación de Energía Renovable a partir de Cultivos de Alto Rendimiento:

**Oportunidad de Diversificación Productiva para la Provincia de Chañaral".** Proyecto de apoyo a la diversificación de la matriz energética. Se planea desarrollar cultivo de tunas, en áreas aledañas al campamento minero de **El Salvador**, cuyas paletas serán las responsables de la generación de biogás. Son 40 hectáreas en las que se utilizará riego tecnificado para plantaciones de **tunas**, cuyo valor es de \$400 millones. Mario Cabezas, gerente corporativo de Reversión Productiva de Codelco, dice: *"A partir de la hoja de la tuna podemos obtener gas metano y en una cadena de valor ascendente, producir energía"*. Innova Chile, CORFO<sup>34</sup>.

35



<sup>34</sup> <http://www.chilecientifico.cl/>

<sup>35</sup> Cultivo de tuna para la producción de Biogás. Fuente: Tuna, algunos aspectos de Manejo. Manejo orientado a la producción de biomasa; CESTA, Escuela de Agronomía de la Universidad Mayor.



**6. Agroindustria en el desierto.** Proyecto privado de Fernando Alfaro Olave, es el cultivo de Jojoba en el sector quebrada Chañarcito, al sur de la comuna de **Diego de Almagro**, desde el año 2001. En la actualidad exporta semillas de **Jojoba** a Estados Unidos con 14 Ha. de cultivos y pronto comenzará con la construcción de una Agroindustria para exportar el aceite, dándole valor agregado al producto. *“En la Tercera Región se dan actualmente las mejores condiciones del país para el cultivo comercial de jojoba”<sup>36</sup>.*

La iniciativa inicial tiene una proyección de cultivo de 50 Ha, creando además un sistema de abastecimientos de materia prima (semilla de Jojoba) a través de la venta de plantas a otros agricultores, asegurándoles la compra del producto para procesarlo posteriormente.

37



<sup>36</sup> Brown, Jim; Floratech Arizona; Estados Unidos; [www.floratech.com](http://www.floratech.com).

<sup>37</sup> Cultivo de Jojoba de Fernando Alfaro, Comuna de Diego de Almagro. Fuente: [www.conicyt.cl](http://www.conicyt.cl).

La mayoría de los proyectos que se han realizado o que se están realizando en la Provincia de Chañaral en búsqueda de una nueva área de producción, tienen directa relación con el cultivo agrícola ya que, si bien el lugar no presenta las características óptimas para el desarrollo de ésta área, muestra ciertas cualidades que hacen posible el cultivo de algunas especies. Si se proponen sistemas innovativos que optimicen la adaptación de los productos al medio, se logra que las iniciativas lleguen a ser rentables. A pesar de que el proyecto numero 4 está enfocado a la generación de energía, de igual forma está optando por aprovechar los suelos de la provincia, que en su mayoría presenta importantes características desérticas y que en la actualidad no tienen ninguna función productiva para Chañaral.

En el censo agropecuario de 1997, dentro de la Región de Atacama se presenta un **alto porcentaje de zonas estériles** que no han sido utilizadas, pero que presentan ciertas cualidades que posibilitan su uso en este rubro (Fig. 8). La superficie regional es de 75.176,2 Km<sup>2</sup>, de los cuales 24.659,8 Km<sup>2</sup> pertenecen a la Provincia de Chañaral. El alto porcentaje de tierras inutilizadas en este sector, que además, van en aumento por los altos índices de **desertificación**<sup>38</sup> que existe en nuestro país, está disponible para ser analizado y trabajado, bajo las opciones que resulten factibles.

El proponer un nuevo uso de suelo, generando zonas aptas para el cultivo dentro de la Provincia, comenzaría a disminuir la gran cantidad de suelos que hasta ahora son inútiles, aprovechando un cuantioso **recurso que está disponible** para ser trabajado

---

<sup>38</sup> Por **desertificación** o aridización se entiende el proceso por el que un territorio que no posee las condiciones climáticas de los desiertos, principalmente una zona árida, semiárida ó subhúmeda seca, termina adquiriendo las características de éstos. Esto sucede como resultado de la destrucción de su cubierta vegetal, de la erosión del suelo y de la falta de agua. Fuente: <http://www.wikipedia.es>.

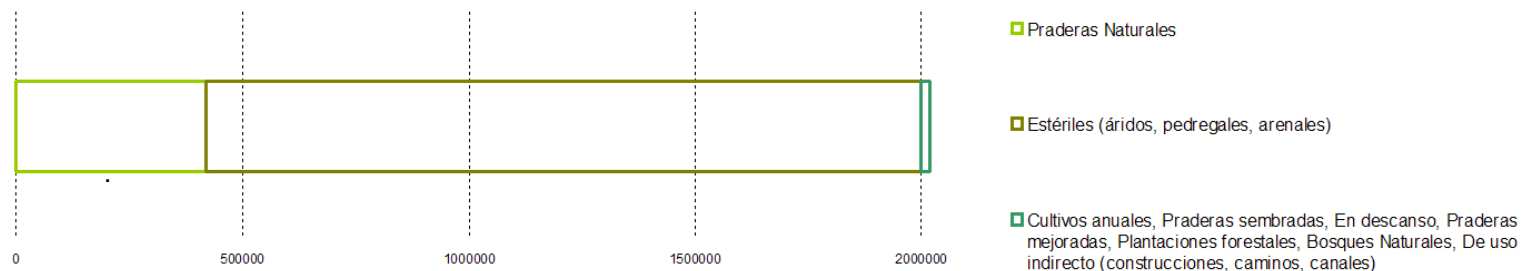


Fig. 9. Usos de suelo (Ha.)

El hecho de cultivar en zonas desérticas, implica tener bastantes consideraciones al momento de elegir el producto que se quiere desarrollar. Se deben evaluar varios factores que aseguren que, con un manejo productivo correcto, éste sea rentable. *“Desde el punto de vista estrictamente productivo, la mayor conveniencia se sitúa en el cultivo de especies vegetales que **ofrezcan perspectivas de exportación, reduzcan la necesidad de distribuir subsidios agrícolas y minimicen la erosión que ocasionan cultivos más tradicionales. Los nuevos cultivos a escala comercial deben cumplir, además, otras tres condiciones básicas: bajo requerimiento de agua, productos de alto valor comercial, y no tener competencia desde zonas de producción más húmedas.**”*<sup>39</sup>

Existen 4 especies vegetales que por su evaluación en cuanto a características productivas, capacidad de adaptación a condiciones de escasez hídrica y salinidad y posibilidades de ser procesado para darle un valor agregado a la materia prima, se consideran como productos que pueden ser cultivados en este tipo de clima y suelos. Estos son la **jojoba (Simmondsia chinensis)**, la **higuera (Ficus carica)**, el **granado (Punica ranatum)** y la **alcaparra (Capparis spinosa)**, de los cuales el primero, es el único que ya se está desarrollando en la provincia y que por el éxito que ha tenido en el área de exportaciones, promete un crecimiento significativo.

<sup>39</sup> Botti, Claudia; Ingeniero Agrónomo; www.explora.cl

El hecho de que la Jojoba sea un producto ya reconocido en la zona, y que además, sea reconocido como un arbusto muy resistente a condiciones de salinidad y sequía, susceptible a heladas y altas temperaturas y que requiere un tercio del riego que un cultivo normal, lo convierte en una especie con muchas opciones de desarrollo en la Provincia de Chañaral.

A raíz de la posibilidad de convertir nuevas especies en alternativas rentables de producción, se han realizado una serie de estudios que, por sus buenos resultados, respaldan estas afirmaciones e incentivan el cultivo responsable sobre todo en las zonas norte y central del país. Dentro de los proyectos destinados a mejorar especies de cultivos tolerantes al déficit de agua en Chile, se realizó uno en la Facultad de Agronomía de la Universidad de Chile, llamado "**Desarrollo de plantaciones mejoradas de jojoba**"<sup>40</sup>. A partir de este estudio -que duró tres años-, el país cuenta con **clones mejorados de dicha especie**, de buen rendimiento y muy tolerantes a condiciones de salinidad y déficit hídrico, lo que permite realizar plantaciones en sectores no aptos para cultivos tradicionales.

Según la investigadora Claudia Botti, *"la jojoba es una **nueva alternativa de exportación para tierras marginales**, ya que se obtuvieron excelentes resultados en la fase de experimentación (...) la **jojoba** es un arbusto oriundo del desierto de Sonora, en México, que tiene una buena adaptación a condiciones inhóspitas, tanto de suelo como de agua, ya que sobrevive hasta seis meses en condiciones de absoluta sequía"*.<sup>41</sup>

---

<sup>40</sup> Finalizó en diciembre del 2006 con un costo total de 300 millones de pesos y fue financiado casi en un 50 por ciento por el Programa de Fomento al Desarrollo Científico y Tecnológico (Fondef).

<sup>41</sup> Farren R, Isabel; Diario electrónico de COPESA; resumen del 09 al 15 de Enero de 1997.



Cultivo de Jojoba, Región de Atacama.

Fuente: Nicolás Frank, Ingeniero Agrónomo M.S., Ph.D. Universidad de Chile. Especialista en ecosistemas áridos.

La **jojoba** se cultiva para cosechar sus semillas, las que tienen un alto contenido de aceite (cerca del 50%), pudiendo llegar a producir siete kilos de frutos o 3,5 litros de aceite por especie. El **gran crecimiento en la demanda** de Jojoba a nivel mundial (65% en el año 2005)<sup>42</sup> y la gran **variedad de usos** que tiene esta semilla, son otros factores muy favorables a considerar en su producción, ya que se abren las posibilidades de otorgarle un valor agregado al producto e incorporarlo al flujo de exportaciones actuales. El aceite de Jojoba, es requerido a nivel mundial por sus altas propiedades en usos cosméticos y medicinales, sin embargo, este producto además se puede utilizar como lubricante industrial o como aditivo en la alimentación humana.

43



<sup>42</sup> [www.prochile.cl/atacama](http://www.prochile.cl/atacama)

<sup>43</sup> Semilla de Jojoba, Cultivo experimental Las Cardas, Región de Coquimbo, Junio de 2007. Fuente: Visita a terreno.

## 4.2 Ventajas comparativas del cultivo de Jojoba en Chañaral

La Jojoba es un tipo de cultivo que se adapta de muy buena manera a las condicionantes físicas del lugar y que responde de forma eficiente a la necesidad de diversificación económica en la zona, estableciendo además, una serie de ventajas que respaldan la intención de consolidar este tipo de **cultivo como un polo productivo** dentro de la región.

### Contra la desertificación:

*“(...) la desertificación avanza a pasos agigantados, a una velocidad de alrededor de 300 metros por año de norte a sur (...) de acuerdo con estudios científicos, para **el 2040 habría hiperaridez en Santiago**, es decir, la capital tendría el clima de la Cuarta Región.”<sup>44</sup>*

Las zonas áridas y semiáridas del país son altamente sensibles a la **erosión**. Al destinar los suelos de estos sectores a la producción de cultivos anuales y a la ganadería caprina, rubros tradicionales de dichas zonas, se aumenta en un alto porcentaje, el riesgo de desertificación a causa del constante laboreo del suelo y del pisoteo de los animales, sumado a la remoción de la cubierta vegetal producto de estas actividades agrícolas. La jojoba, al ser un **cultivo permanente**, disminuye los riesgos de erosión por asegurar una cobertura vegetal del suelo y no requerir de araduras, excepto para la plantación. Cabe destacar, que además de aportar con la desertificación, se están aprovechando terrenos que son “agrícolamente improductivos”, logrando diversificar el uso de otra área cuya explotación no resulta rentable con cultivos convencionales.

---

<sup>44</sup> Farren R, Isabel; Entrevista a Claudia Botti, Agrónoma U. de Chile; Diario electrónico de COPESA; resumen del 09 al 15 de Enero de 1997.

### **Cultivo de fácil manejo:**

El cultivo de jjoba requiere de un conocimiento previo que aborde todas las variables que influyen para su correcto desarrollo (ubicación, densidad, cantidad de riego, posición de las plantas, etc.), sin embargo, la plantación en sí, es de fácil manejo ya que **no requiere labores muy intensas** y es una planta **poco afectada por patógenos e insectos**. El crecimiento de malezas, por la calidad del suelo del sector, es muy escaso, mientras que la poda es muy ligera, ya que sólo consiste en eliminar las ramas que crecen cercanas a la superficie del suelo para facilitar las labores de cosecha.

### **Posibilidad de procesos agroindustriales:**

La Jjoba al ser una especie **oleaginosa**<sup>45</sup>, se constituye como una valiosa fuente de materia prima vegetal para la industria por la gran demanda de **aceite de Jjoba** que existe a nivel mundial y nacional, además de generar beneficios para la sociedad en general, las economías rurales y el medio ambiente.

*“El potencial es enorme si se considera **cultivos industriales** a aquellos que proveen materias primas vegetales para la industria. Esto implica la obtención de productos a partir de recursos renovables. Y por otro lado, significa que no son normalmente comercializados en forma directa, sino que precisan ser sometidos a un **proceso industrial antes de su uso final**. Lo cual generaría numerosas fuentes de trabajo”.*<sup>46</sup>

---

<sup>45</sup> Oleaginoso: (Del lat. *oleagĭnus*, aceitoso, de *olea*, aceituna). 1. adj. **Aceitoso**, que tiene aceite. Diccionario de la Real Academia Española; [www.rae.es](http://www.rae.es).

<sup>46</sup> Sorlino, Daniel; Ingeniero agrónomo de la cátedra de Cultivos Industriales de la FAUBA; Diario electrónico “El Clarín”; 29 de Octubre de 2005; Buenos Aires, Argentina; [www.clarin.com](http://www.clarin.com);

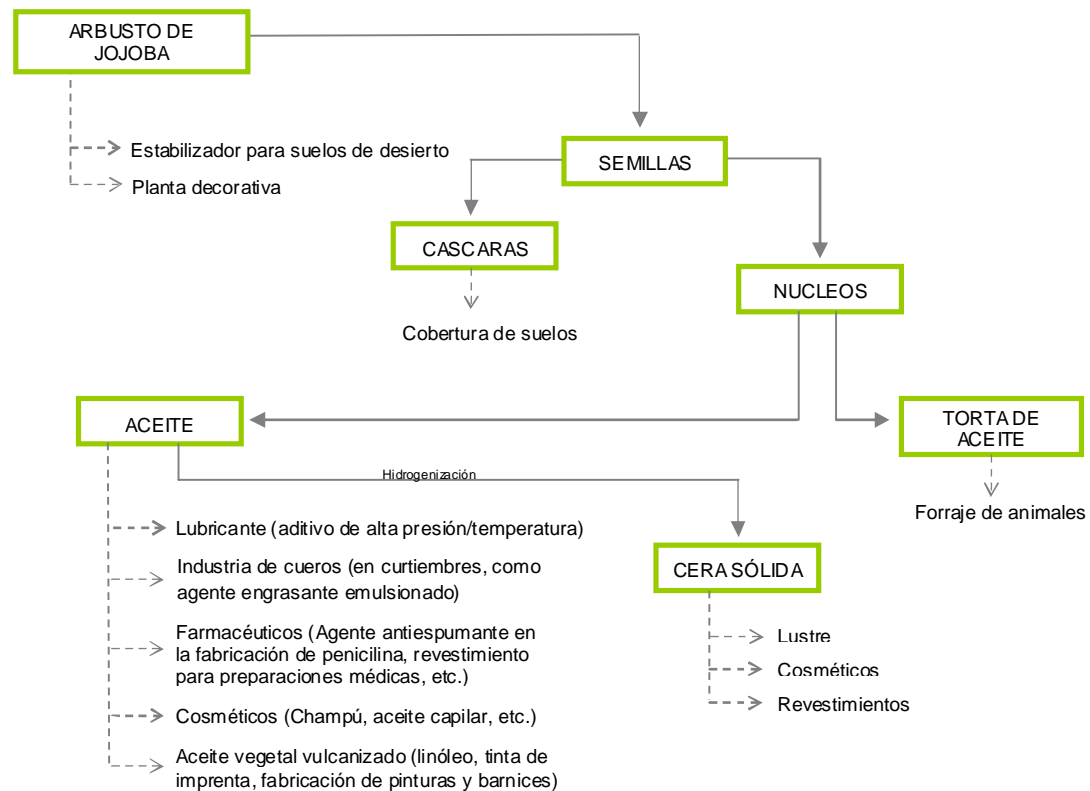




Semilla de Jojoba, Cultivo experimental Las Cardas, Región de Coquimbo, Junio de 2007.

Fuente: Visita a terreno.

Producto con variedad de usos<sup>47</sup>:



<sup>47</sup> Ayerza, Ricardo; La Jojoba; Primera Edición, 1984; Editorial Hemisferio Sur; Buenos Aires, Argentina

Debido a la relación que tienen dos de los proyectos que ya se realizan en la provincia con el análisis recién expuesto, se decide trabajar en base a este tipo de cultivo y específicamente con uno de esas iniciativas, para así, **fortalecer una propuesta real**, logrando que tome un carácter provincial capaz de responder a la necesidad de crear nuevos polos productivos.

Ambos proyectos son iniciativas de privados que se localizan en la comuna de Diego de Almagro, en las cercanías al Pueblo del mismo nombre y ninguno de los dos procesa la semilla cosechada, por lo que se propone desarrollar una **industria** que permita darle **valor agregado al producto**, por medio de la producción de **aceite de Jojoba** y que se relacione directamente con alguno de los cultivos ya existentes.



48

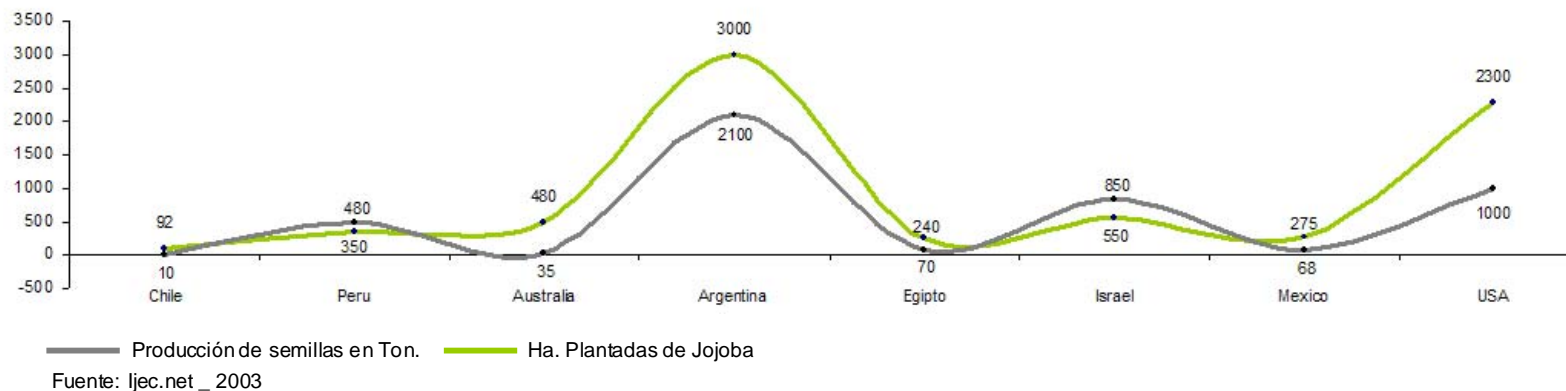
---

<sup>48</sup> Aceite de Jojoba, Producción de Maximiliano Santelices, Comuna de Huasco, Región de Atacama. Fuente: Programa Frutos del País. [www.tvn.cl/programas/frutosdelpais/2004](http://www.tvn.cl/programas/frutosdelpais/2004)

### 4.3 Posibilidades de comercialización.

Se estima que a nivel mundial la demanda por aceite de jojoba crece a una tasa de un **12% anual**<sup>49</sup> y que el comercio de la Jojoba (Aceite), alcanza a los 422 millones de dólares, de los cuales, el principal proveedor es Estados Unidos con un 30%<sup>50</sup>. Sin embargo, en la producción de semillas, Argentina se ubica en el primer lugar con el 48% de la producción seguido por Estados Unidos e Israel.

El hecho de tener la posibilidad de cultivar Jojoba con buenos resultados dentro de un territorio, debe ser aprovechado sacando el máximo de utilidad del producto, lo que en el caso de Argentina aún es deficiente. En la actualidad, en ese país, se están creando importantes proyectos Agroindustriales intentando incrementar los ingresos con el comercio de la Jojoba al dar valor agregado al producto dentro del mismo territorio, antes de su exportación.



<sup>49</sup> <http://agronomia.uchile.cl/centros/USEP/Jojoba/jojoba.htm>; Universidad de Chile Facultad de Ciencias Agronómicas, La jojoba.

<sup>50</sup> [www.prochile.cl/atacama](http://www.prochile.cl/atacama); Diario Chañarcillo; 4 de Noviembre de 2005.

Además del crecimiento progresivo, se debe considerar que el mercado internacional cada vez es más amplio, ya que se han realizado variados estudios que comprueban que la Jojoba, además de sus usos cosméticos y medicinales, tiene ciertas propiedades (resistencia a las altas temperaturas y a la presión) que permiten doblar en rendimiento a los fluidos que hoy se utilizan en la **industria automovilística y en naves espaciales**, área que recién comienza a desarrollarse.

Por otro lado, a pesar de lo poco desarrollado que está el mercado de la Jojoba en nuestro país, en el año 2001, según la ODEPA (Oficina de Estudios y Políticas Agrarias del ministerio de Agricultura) se importaron **cerca de 4400 toneladas**, en su mayoría desde Argentina, demostrando que tanto el mercado nacional e internacional presentan una gran demanda, y que Chile podría aportar con una oferta importante a ambos mercados.

ORIGEN DEL ACEITE DE JOJOBA IMPORTADA A CHILE, TEMPORADA 2001			
PAIS	<sup>51</sup> US \$ CIF	<sup>52</sup> KN	%
Argentina	4.680	40.016	95.4
EE.UU.	16	112	0.3
Italia	19	131	0.4
Suiza	190	2.422	3.9
TOTAL:	4905	42.681	

53

<sup>51</sup> CIF= (Cost, Insurance and Freight / costo, seguro y flete), cuando un artículo se tasa CIF significa que el precio de venta incluye el coste de la mercancía, el del transporte así como el seguro marítimo. CIF es un término mercantil internacional. Fuente: <http://www.wikipedia.es>.

<sup>52</sup> KN = 102 Kg Fuerza Fuente: <http://caos.eis.uva.es/conversor/idades.asp?unidad=1&pagina=0&convert=1>

<sup>53</sup> Importación Aceite de Jojoba nacional. Fuente: ODEPA (Oficina de Estudios y Políticas Agrarias), 2003.

La Unidad de Selección y Propagación para la venta de material Fotogénico (USEP) de la Universidad de Chile, estudio por 8 años las plantas de Jojoba para el desarrollo de la agricultura nacional en zonas áridas, logrando crear **clones de plantas mejoradas** de jojoba con un alto rendimiento de semilla y muy resistentes a condiciones de salinidad y de déficit hídrico. Estos clones, a nivel de producción, superan los producidos en La Rioja, Argentina y son los que se están sembrando en el territorio nacional.

A nivel nacional la producción de aceite de Jojoba está recién comenzando. Chile exporta un pequeño volumen de aceite, producido en la comuna de Vallenar con los clones de la USEP, hacia Europa, Asia y Norteamérica y los resultados que se han obtenido a nivel internacional han sido óptimos. En el año 2005 el mercado europeo calificó el aceite de jojoba chileno como **uno de los mejores del mundo**, siendo cotizado 2 veces mejor que otros, específicamente “por dos razones: se han desarrollado canales comerciales eficientes a nivel internacional que le ha permitido llegar directamente hacia el consumidor final y no ocupar una cadena de intermediarios. Y, por supuesto, la otra alternativa es que la **calidad del producto** es totalmente distinta a nivel internacional”<sup>54</sup>. A esto se le suma que expertos mundiales han encontrado **27 aromas diferentes en la jojoba nacional**, tres veces más que los productos de la competencia.

---

<sup>54</sup> El Aceite de jojoba chileno es uno de los mejores del mundo. Entrevista a Juan Noemí, director ProChile de Atacama.

Según un estudio de mercado realizado por la Universidad de Chile, existe la posibilidad de cultivar **1500 Ha. de Jojoba** en Chile sin saturar el mercado internacional, teniendo terrenos aptos que sobrepasan las **15 mil hectáreas**.<sup>55</sup>

Con los datos económicos, con la producción de clones mejorados que existe en el país y con las características favorables que tiene la zona norte de Chile para cultivar este producto, nuestro país posee grandes posibilidades de **ingresar al mercado del Aceite de Jojoba**.

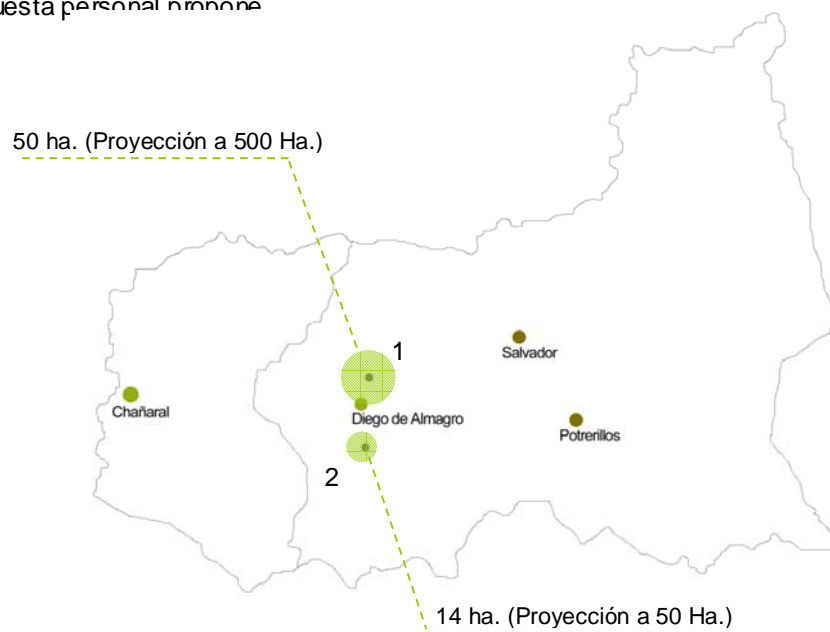


<sup>55</sup> [www.conicyt.cl/dossiercdfichasjojobacontenido.htm](http://www.conicyt.cl/dossiercdfichasjojobacontenido.htm)

<sup>56</sup> Invernaderos y sombreaderos, ubicados en el Campo Experimental Las **Cardas** (CELC) perteneciente al **Centro de Estudios de Zonas Áridas (CEZA)** de la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de Chile; Región de Coquimbo; Fuente: Visita a terreno en junio de 2007.

#### 4.4 Localización

Los dos cultivos de Jojoba que existen en la Comuna de Diego de Almagro se localizan dentro del **área posible de cultivo**<sup>57</sup>, por lo que se comprueba que técnicamente son opciones factibles de desarrollar, presentándose como reales posibilidades en el desarrollo productivo de la provincia. Ambos, presentan ciertos factores que los diferencian y que serán los que permitirán decidir en base a que cultivo se va a trabajar, de acuerdo a si estos factores responden o no a los objetivos principales que la propuesta personal propone



<sup>57</sup> Véase Anexo 1. Estudio sobre las reales posibilidades de establecer cultivos de Jojoba en la provincia de Chañaral.



La Región de Atacama, al igual que la mayoría de las regiones del Norte de Chile, tiene una **escasez importante del recurso hídrico**, el que es de vital importancia para el desarrollo de la agricultura por la cantidad de agua que se utiliza para el riego. El cultivo ubicado en el sector de Inca de Oro, al sur del Pueblo de Diego de Almagro (2), resuelve esta condicionante utilizando un sistema mecanizado de riego, que optimiza en gran medida el uso del agua, que en este caso es sacada de un pozo subterráneo encontrado en ese sector. El cultivo ubicado en la zona de Pampa Austral (1) en cambio, propone un sistema de riego por surcos (sistema mucho menos eficiente), utilizando el **agua industrial** que desechan las faenas mineras del El Salvador.

A pesar de que en el primer caso el sistema de riego está mejor resuelto en cuanto a cantidad de agua utilizada, el cultivo del Sector Pampa Austral tiene la gran virtud de estar utilizando un recurso que se estaba perdiendo y que por la importante escasez de agua que tiene la región, es muy relevante saber aprovecharlo. Esta característica, sumada a la **gran envergadura** que tiene el proyecto (**50 Ha. plantadas con proyección de 500 Ha.**), lo convierten en el **área de cultivo de Jojoba más extensa del país** (hace cuatro años la mas grande estaba ubicada en Huasco y correspondían a 40 Ha. plantadas), y en la única regada con la reutilización de agua industrial permitiendo asegurar la estabilidad del recurso hídrico por un tiempo bastante prolongado y a un bajo costo.

El gran potencial que presenta esta iniciativa, ha obligado a establecer un trabajo en conjunto entre **privados, autoridades municipales y provinciales** (principalmente la comisión de desarrollo provincial), lo que ha permitido que la iniciativa de un privado se convierta en un proyecto a escala provincial, denominado **“Desarrollo agrícola del Desierto”**, presentándose como un real foco productivo que aporta significativamente en la diversidad productiva que se esta buscando establecer en Chañaral.

#### 4.4.1 Desarrollo Agrícola del Desierto (DAD)

El DAD, dedicado completamente al cultivo de Jojoba, cuenta con 50 Ha. cultivadas y su proyección bordea las 500 Ha, como se había mencionado anteriormente. Se ubica entre el **Tranque Pampa Austral** y el **Pueblo de Diego de Almagro**, abasteciéndose de una pequeña parte del caudal del canal de “aguas claras” que restituye el recurso hídrico en la hoya hidrográfica de El Salado. El agua conducida por este canal (200 l/s) es producto de una decantación o filtrado físico de los relaves (agua + sólidos proveniente de los procesos metalúrgicos de El Salvador), la que es bombeada y controlada por una sala de bombas ubicada en uno de los bordes del tranque.

La evacuación de relaves que realiza CODELCO será efectiva hasta el 2011, con el cierre de las faenas, y a pesar de que la administración del tranque quedará a disposición de la provincia, se está tratando de llegar a acuerdo con la empresa para que la extracción que se realiza en la actualidad en la cordillera y pre-cordillera (1500 l/s) sea redestinada y quede a disposición de Chañaral para ocuparla en sustentar una nueva actividad económica, siendo la opción mas factible en estos momentos, la agricultura, debiendo



58

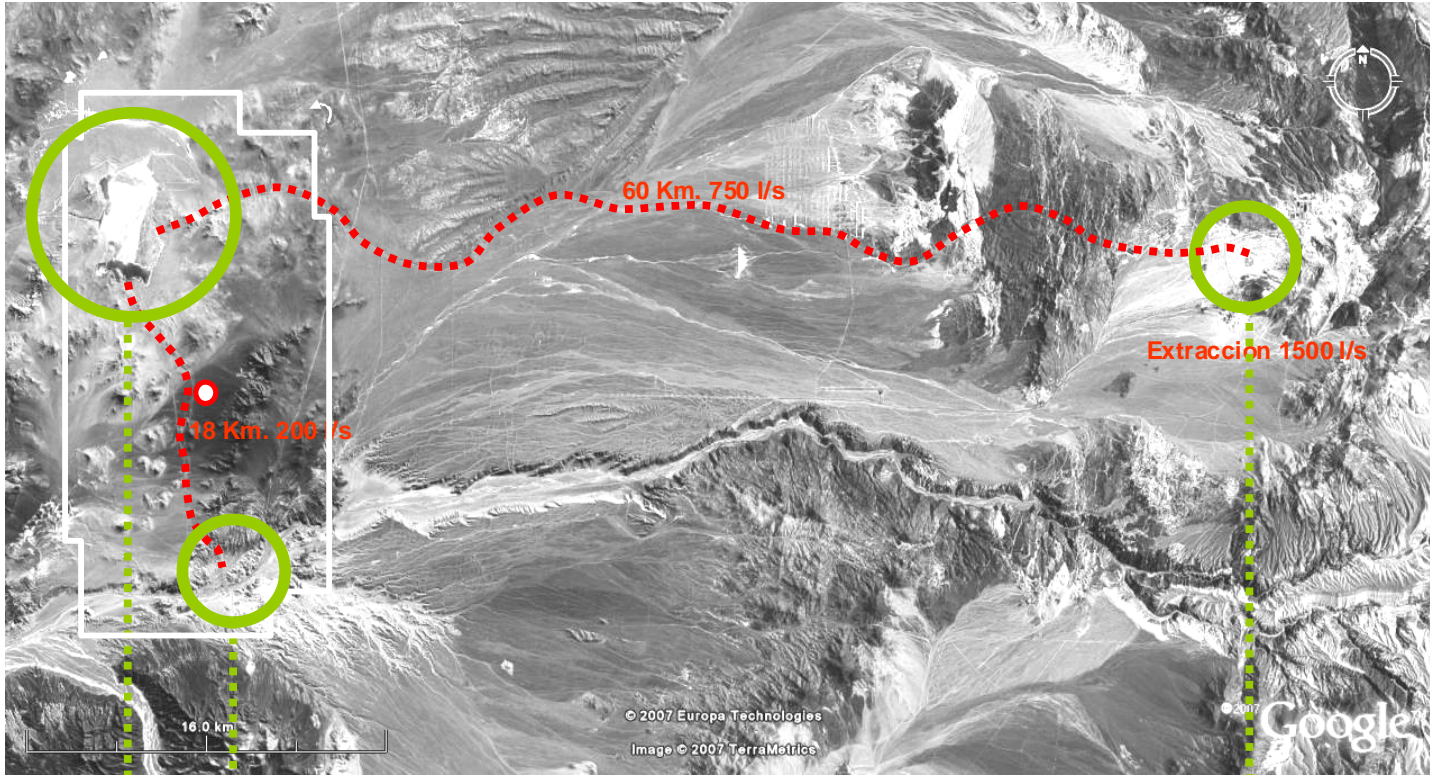
<sup>58</sup> Tranque Pampa Austral y sistema de bombeo; Junio de 2007. Fuente: Visita a terreno.

considerarse además la fortaleza que representará entonces el hecho de que esta vez se utilizarían aguas limpias en estado natural, ya que para entonces no habría una previa aplicación a los procesos metalúrgicos, por la paralización de estos.

El DAD está ubicado en un sector rural que tiene gran disponibilidad de suelo “cultivable”, por lo que además de pensar en una proyección de 500 Ha, existen más de **1500 Ha. disponibles** aprox. que alcanzarían a ser abastecidas con el mismo canal existente. La gran envergadura que tiene el DAD y las posibilidades de desarrollo agrícola que tiene todo el área de Pampa Austral permiten pensar en un área que se consolidaría como un foco productivo importante para la Provincia, considerando que la relación directa que tiene este sector con el Pueblo de Diego de Almagro por la cercanía física entre ambos (10 Km.), provocaría además comercio menor y dependencias importantes entre la comunidad existente y el proyecto.



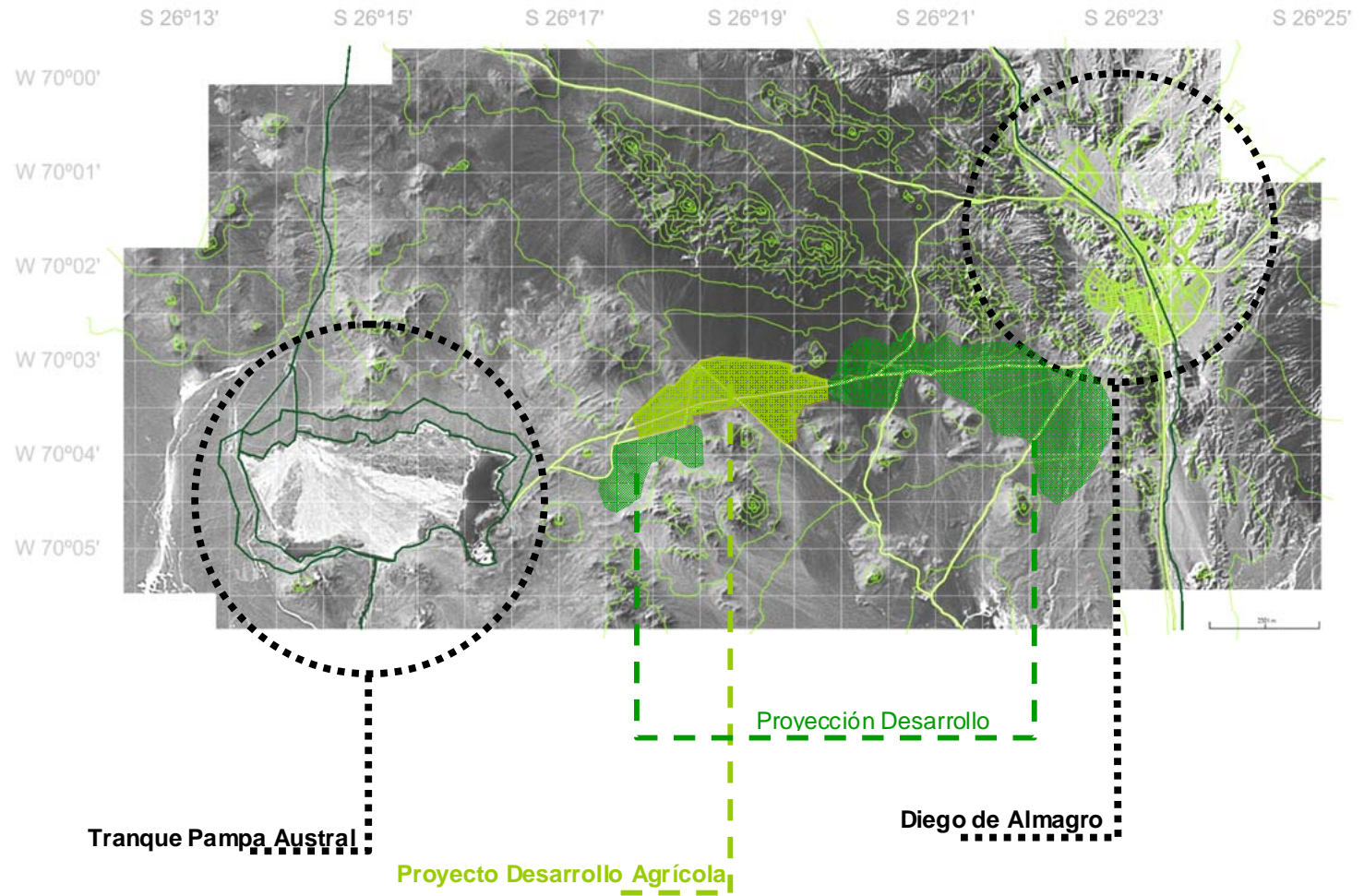
<sup>59</sup> Vista de Diego de Almagro (Pueblo Hundido) desde camino a Pampa Austral; Junio de 2007; Fuente: Visita a terreno.



Pueblo Hundido o Diego de Almagro

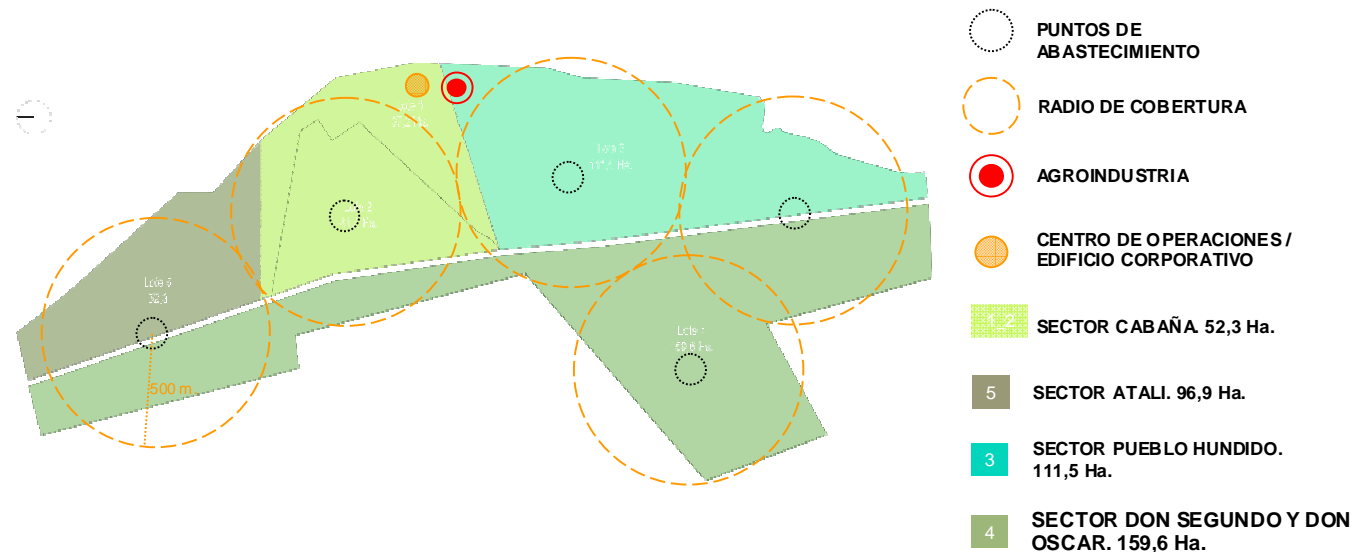
Mina El Salvador

Tranque Pampa Austral. (2000 Ha.)

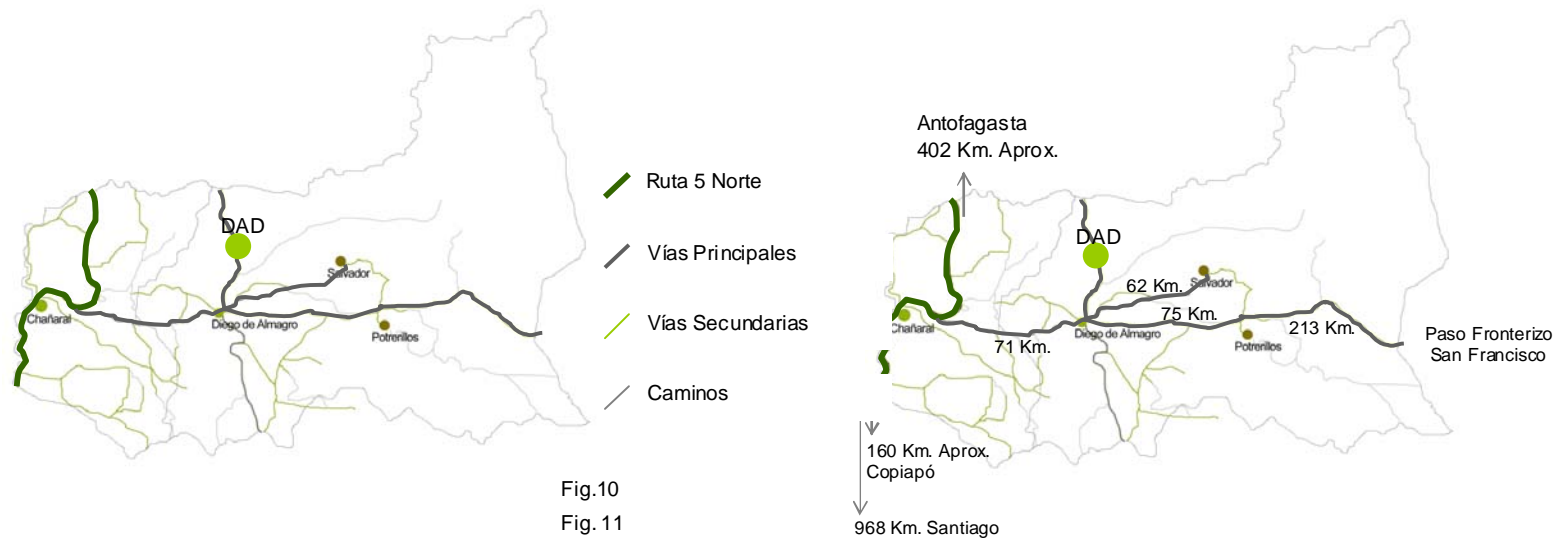


Las 500 Ha. aproximadas que pertenecen al DAD, se conforman con la suma de 5 lotes que fueron entregados por Bienes Nacionales para el desarrollo de la iniciativa. Para manejar estos lotes se presenta una estrategia que consiste en crear **puntos de abastecimiento para trabajadores y almacenaje** de semillas y máquinas cada cierta distancia, conformando radios de cobertura que abarquen toda el área.

A estos programas se le agrega la necesidad de tener un **edificio corporativo**, una **agroindustria** y todo los programas complementarios a esto, con el objetivo de crear una **imagen**, tener el **control administrativo** del DAD y **darle valor agregado al producto**, haciendo mas sustentable la iniciativa para su consolidación y el incremento de los ingresos. Esta área programática, será la que se resolverá con el proyecto de titulo que se propone.

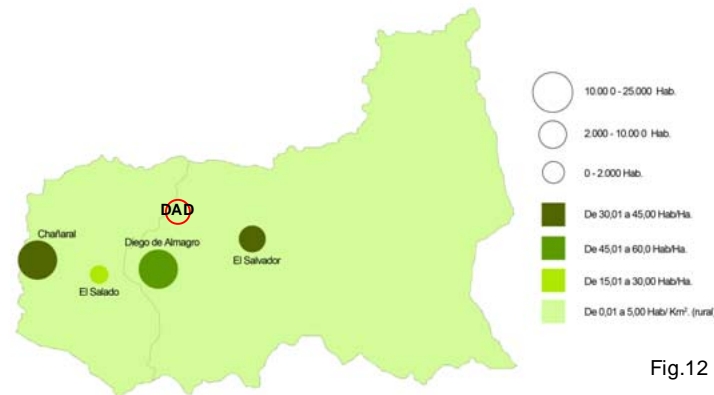


En este caso específico, la gran envergadura de los cultivos permiten que la producción de semillas abastezcan completamente la agroindustria que se esta proyectando, por lo que al ubicar a esta última en una zona cercana a la materia prima permitiría disminuir plenamente las distancias en la primera etapa de producción. Posteriormente, el traslado del producto industrial se resolvería por medio de la vía existente hasta Diego de Almagro (10 Km.), pudiéndose optar en llevar el producto hacia el paso fronterizo con Argentina (vía directa y habilitada en la actualidad) o en enviarlo hacia la costa, donde se presenta la opción del puerto (distribución marítima) o la ruta 5 Norte para una distribución terrestre (Fig.10 y 11)).



Como se intenta consolidar una iniciativa que tenga carácter provincial, se debe considerar que genere un beneficio real a las **comunidades** existentes (Fig. 12) y que estas se logren involucrar completamente con esa consolidación, por lo que la conectividad con las poblaciones provinciales es indispensable.

Debido a que la zona de Pampa Austral esta muy cerca al Pueblo de Diego de Almagro permite que la población sí sea parte del proyecto, considerando que los requerimientos de recursos humanos que tenga el DAD sean abastecidos en su mayoría por esta localidad. Además, existen una serie de actividades y repercusiones que provocará esta iniciativa, como el comercio menor, servicios de transporte, turismo, servicios portuarios, entre otros, que beneficiarán de forma indirecta a las comunidades más lejanas, cumpliendo con el objetivo de ser una opción real para la provincia en general.



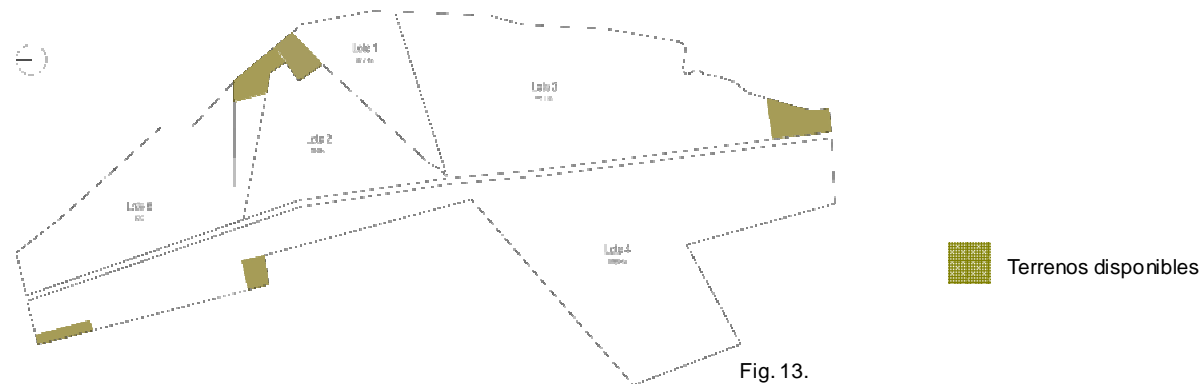
La ubicación del DAD responde favorablemente a los requerimientos programáticos del proyecto explicados en el capítulo siguiente. Por lo que ubicar la **agroindustria** en los terrenos del DAD, trae consigo un numero considerable de beneficios que parece importante aprovechar y es por esta razón que su localización se analizará dentro de estos límites y en base a los terrenos disponibles que existan.



## 4.5 Terreno.

Para establecer en que terreno se ubicará el proyecto, se comienza por hacer un **catastro de todos los terrenos disponibles** para llevar a cabo la propuesta. La elección tendrá relación con los requerimientos mencionados anteriormente, llevándolos ahora a la escala del DAD.

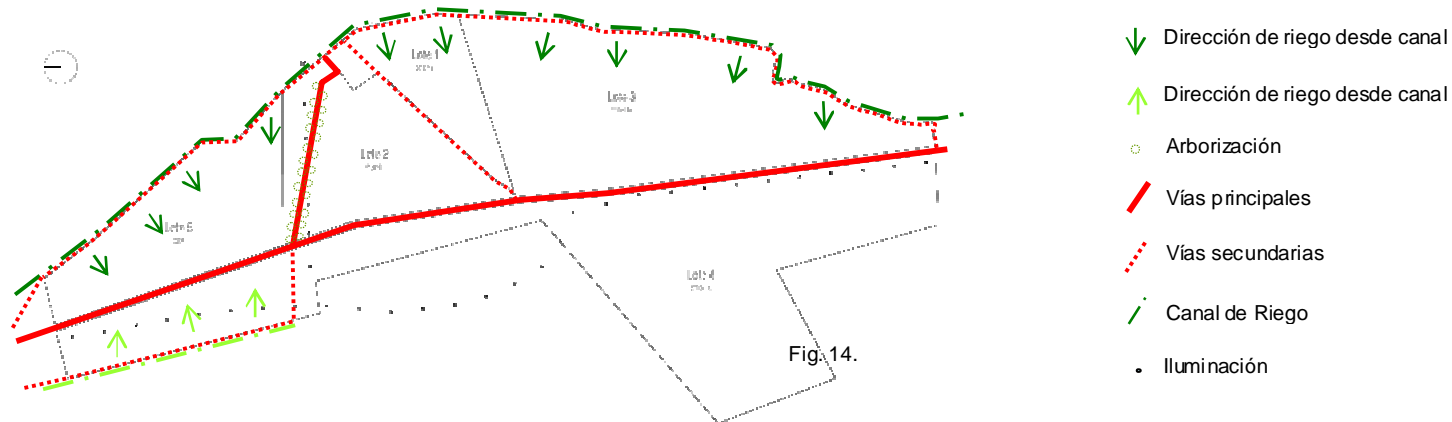
En cuanto a la normativa vigente y que hace referencia a esta zona rural<sup>60</sup>, **todos los terrenos disponibles catastrados** (Fig. 13) **pueden ser utilizados**, ya que según el artículo 55 de la Ley General de Urbanismo y Construcción: “Fuera de los límites urbanos establecidos en los Planes Reguladores no será permitido abrir calles, subdividir para formar poblaciones, ni levantar construcciones, salvo aquéllas que fueren necesarias para la explotación agrícola del inmueble, o para las viviendas del propietario del mismo y sus trabajadores.”



<sup>60</sup> Según la ordenanza local de Diego de Almagro el proyecto correspondería a una “Agroindustria Grande e Inofensiva”, definición incluida dentro del Capítulo Áreas Industriales. Al no pertenecer estos terrenos al plano regulador por ser ésta una zona rural, se hace referencia a la ordenanza general (OGUC) que dice al respecto: Para la localización de estos establecimientos en el área rural, se estará a lo previsto en el artículo 55 de la Ley General de Urbanismo y Construcciones. (Artículo 4.14.5.)

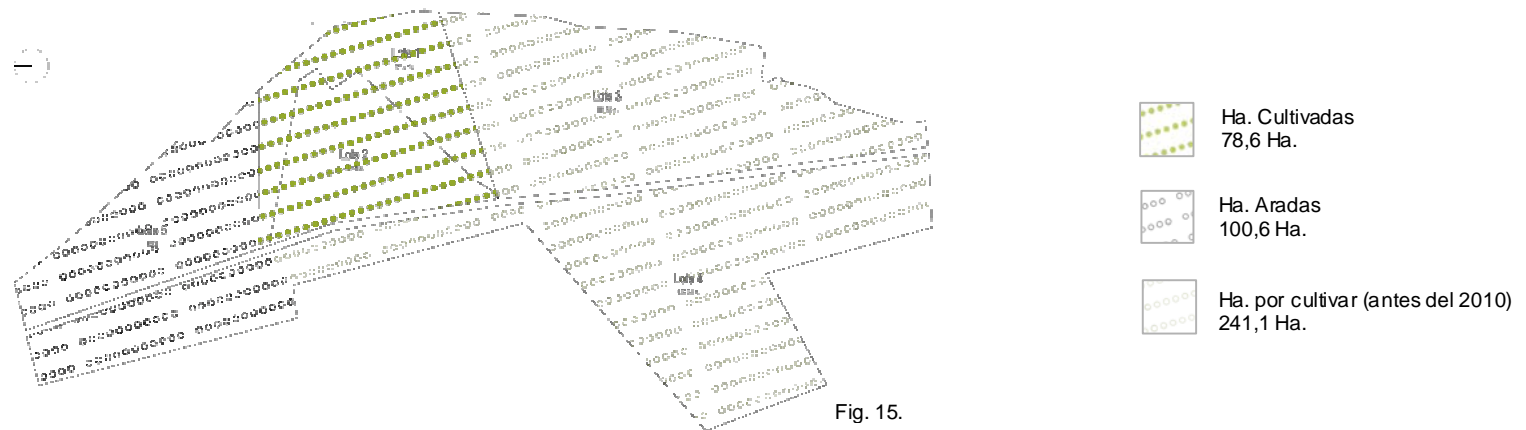
A pesar de que nos encontramos en una zona rural, en el área de Pampa Austral existe cierta **infraestructura** (Fig. 14) que deberá ser considerada y/o aprovechada para el proyecto. Esta infraestructura fue creada en un comienzo por CODELCO para resolver la accesibilidad del tranque, de la sala de bomba (ubicados a 18 Km. del pueblo) y la evacuación del agua clara bombeada desde el tranque. Luego esta infraestructura se fue complementando a medida que se iban resolviendo ciertas necesidades y apoyando las ideas iniciales del DAD.

En primer lugar, es importante tener presente los **caminos** que existen, para así crear un sistema de transporte que los utilice de la forma más óptima, siempre pensando en simplificar los recorridos internos y externos al proyecto y las relaciones entre ellos. Se deben considerar además la **infraestructura eléctrica**, la **arborización** y los **canales superficiales**, ya que estos últimos podrían ser utilizados para resolver la necesidad de instalaciones hidráulicas en el proyecto.



Las distintas **etapas de cultivo** (Fig. 15) son otro factor a considerar, ya que si bien son 500 Ha. las que se proyectan, sólo 50 de ellas pertenecen a la primera etapa de siembra. El resto de los terrenos están en la etapa previa, donde sólo se plantan los machos, o aún son solo terrenos arados esperando ser sembrados.

La superposición de estos 3 factores (terrenos disponibles, infraestructura existente y etapas de cultivo) (Fig. 16), permitirán distinguir cual de los terrenos utilizables **presenta las mejores condiciones para instalar el proyecto.**





Terrenos arados (2ª Etapa de cultivo), Desarrollo Agrícola del Desierto (DAD). Pampa Austral, Comuna Diego de Almagro, Región de Atacama. Fuente: Visita a terreno, Junio 2007.

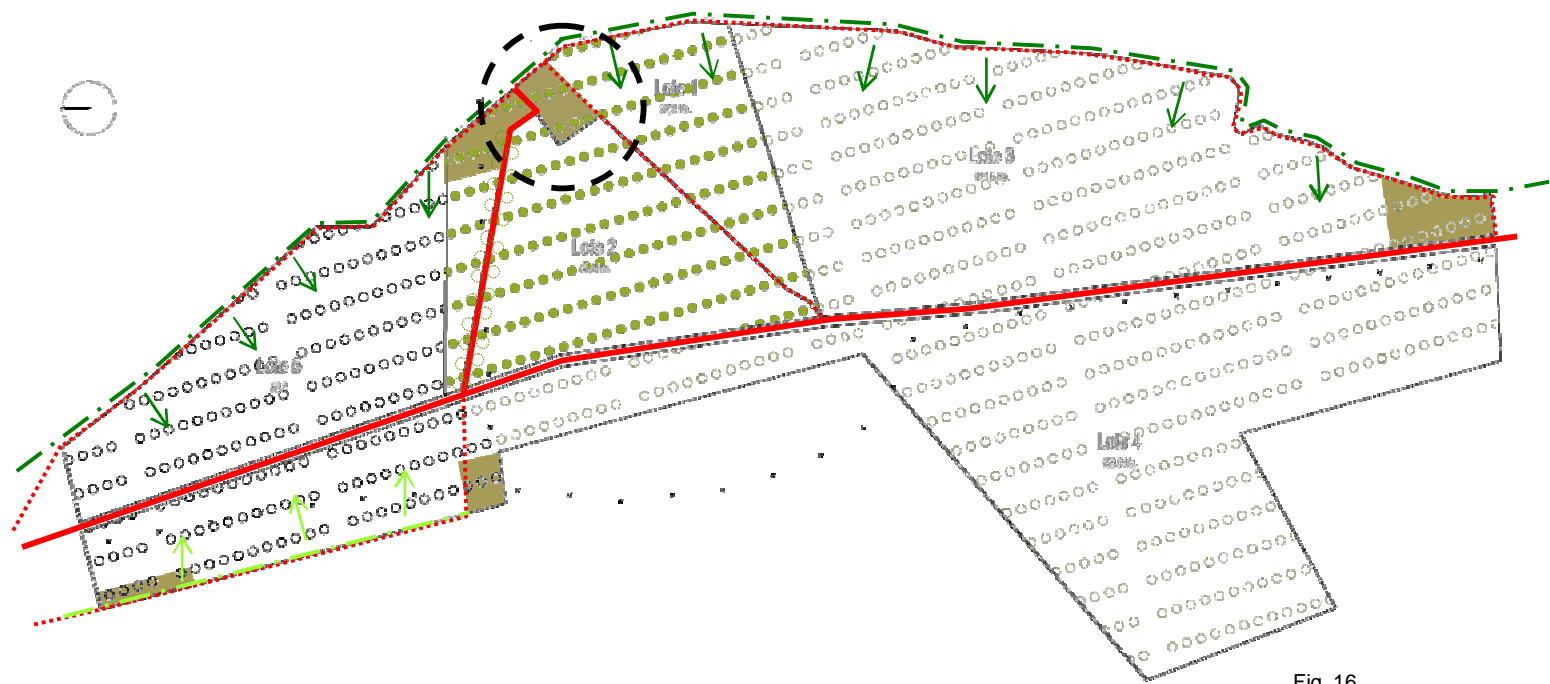


Fig. 16



3 VIAS DE CONEXION

REMATE VISUAL DEL AREA DE CULTIVO MÁS CONSOLIDADA Y VISION TOTAL DESDE VÍA PRINCIPAL DE ACCESO.

DISTANCIAS CONTENIDAS POR LIMITES

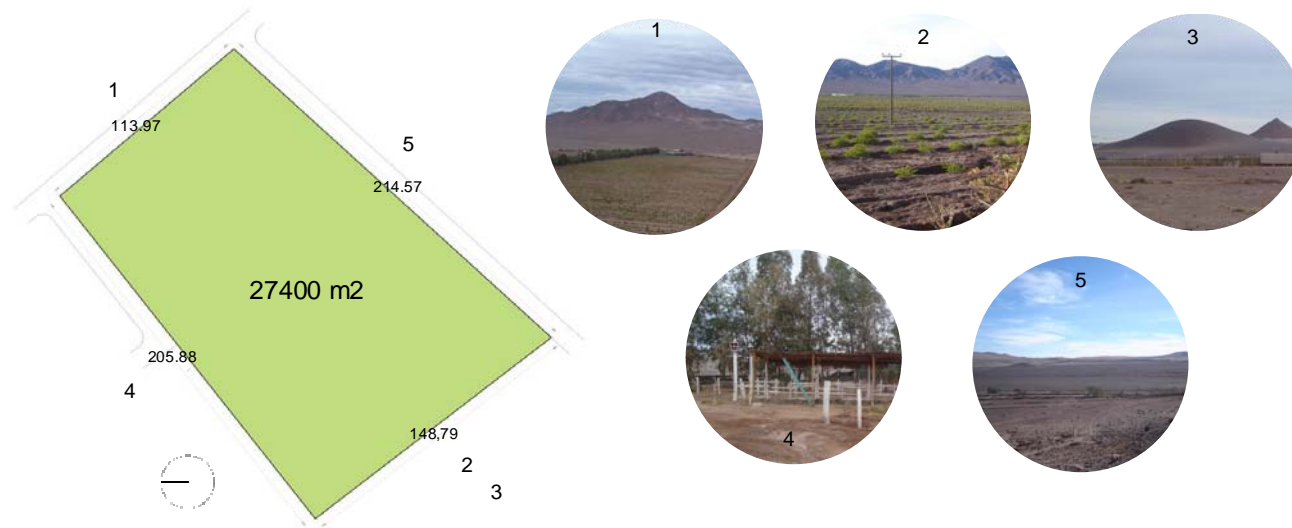
El terreno escogido posee **27400 m2 aprox.** y está limitado por **3 caminos existentes**. Se ubica en el límite oriente del terreno del DAD **dentro del área mas consolidada en cuanto a etapas de cultivo**. Esta posición permite que el proyecto sea visto por un tiempo prolongado desde la vía principal, conformándose como un remate visual de los cultivos de Jojoba del DAD.

El hecho de encontrarse entre 3 vías de conexión da la posibilidad de aprovechar estos caminos para planificar y ordenar el sistema de transporte que requiere el proyecto. Dentro de la propuesta se distinguen 3 áreas de transporte que se deberán organizar, los automóviles de trabajadores y visitas, los camiones que transportarán el producto industrial y las maquinarias internas (tractores, camionetas, etc.) que resolverán todos los traslados dentro de las horas de trabajo.



<sup>61</sup> Vista general del DAD, primera etapa de siembra. Fuente: Visita a terreno.

Por otro lado, la naturaleza que existe en este sector tiene un **carácter desértico**, conformado por grandes planicies con escasos elementos (cerros) que sobresalen en puntos específicos, provocando que las distancias y la escala humana se pierdan por la ausencia de referentes. En el caso específico del terreno, la sierra Diego de Almagro que se ubica en la parte posterior a este y la corrida de árboles que se encuentran en el costado norte, provocan que las distancias se acorten y **el terreno sea contenido por estos elementos que aparecen en la naturaleza.**



### 5. Áreas y procesos de producción.

En base a los requerimientos planteados en el DAD y a lo que se considera necesario agregar para cumplir con los objetivos planteados en un comienzo, se establecen cuatro áreas de trabajo, que definirán ciertos procesos y nociones de la infraestructura necesaria para el funcionamiento del proyecto (Fig.17).

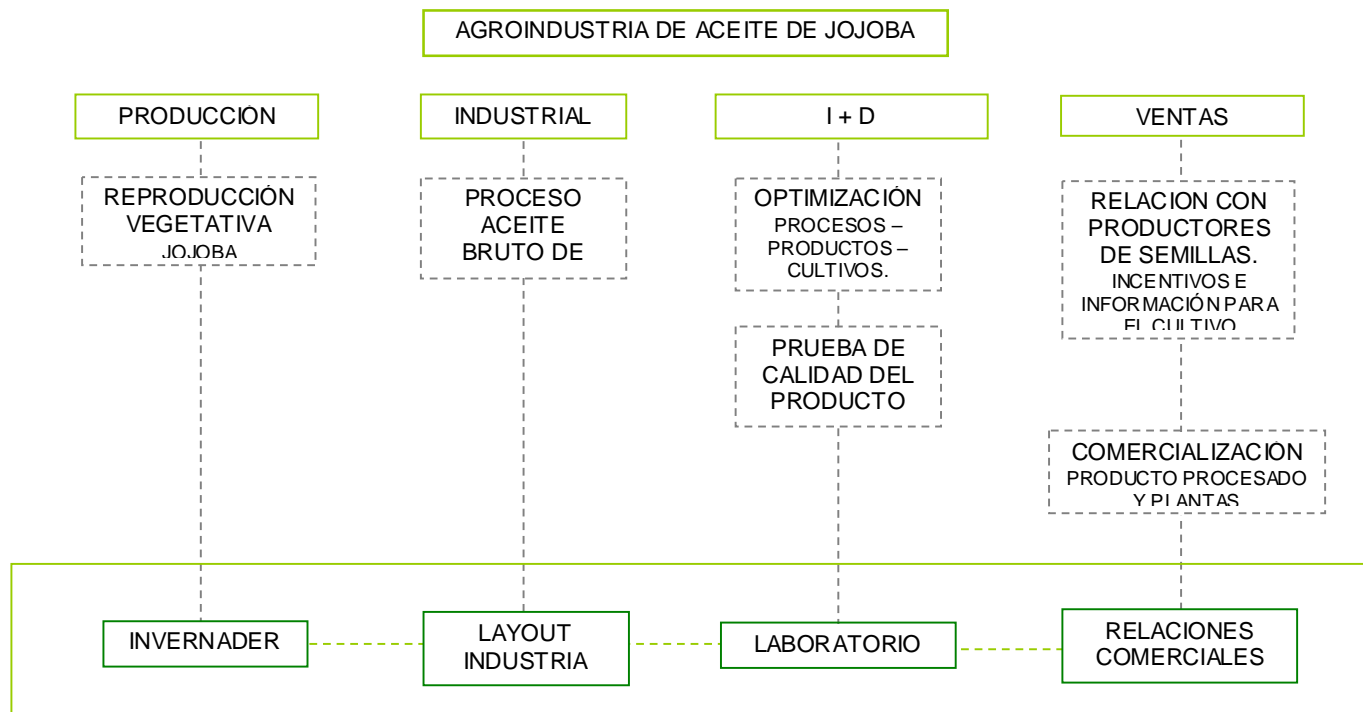


Fig. 17



En primer lugar, el área de **producción** contempla 3 actividades (clonación, crecimiento y estabilización) y es la encargada de, por medio de la clonación por estacas, producir plántulas de Jojoba para abastecer las zonas sin cultivar del DAD o para venderlas a otros productores de semilla.

Al ser la jojoba una planta dioica, se recomienda que **la propagación se realice a partir de clones seleccionados y propagados vegetativamente**, ya que una plantación por semilla presenta grandes dificultades al no saber cuales de ellas son plantas hembra, dato necesario al momento de la siembra, para establecer la posición correcta de las plantas que no producen semillas (plantas macho, 7-10% del total). El proceso de producción comienza con la clonación de las plantas, para luego ser llevadas a un invernadero en macetas de 7 cm. de diámetro durante 4 meses, donde son regadas con un sistema mecanizado y mantenidas a una temperatura controlada constantemente. Finalmente son traspasadas por 6 meses a un sombreadero (en macetas de 15 cm. de diámetro), con la finalidad que las plantas se fortalezcan y enraícen lo necesario antes ser plantadas en el terreno dispuesto.



<sup>62</sup> Invernadero con plántulas de Jojoba, ubicado en el Campo Experimental Las **Cardas** (CELC) perteneciente al **Centro de Estudios de Zonas Áridas (CEZA)** de la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de Chile; Región de Coquimbo; Fuente: Visita a terreno en junio de 2007.

Si las plantas son cultivadas en una zona cercana al proceso de producción, el traslado de estas, se simplifica y se convierte en un traslado expedito que aporta en el buen funcionamiento del proyecto, pero si no es así y el destino de estas, es lejano al lugar de crecimiento, debiese existir un buen sistema vial, que permitiese un transporte fluido.

En este caso, al ubicarse dentro del DAD, se estaría resolviendo el traslado de las plantas a las zonas de cultivo, necesitando de un sistema de transportes interno, compuesto básicamente de tractores con coloso encargados de repartir las plantas desde los sombreaderos hasta las hectáreas a cultivar, y en el caso de que un numero de plantas se vendiera, el sistema de transporte estaría resuelto de la misma forma en que se trasladará el aceite de Jojoba.

La segunda área corresponde al proceso **industrial**, en que al igual que la anterior, se compone de 3 actividades, el almacenaje de semillas, el ciclo continuo de la producción de aceite de Jojoba (Fig. 18) y la decantación del aceite en silos. Después del almacenaje y secado, el producto es procesado con un sistema de prensado frío, que permite mantener todas las propiedades físicas y químicas del aceite contenido en cada semilla, obteniendo al final del ciclo, aceite puro de jojoba. Posteriormente a este proceso, el aceite es almacenado en silos de decantación, para luego ser envasada en tambores que son almacenados hasta su venta.

Una industria es “el conjunto de procesos y actividades que tienen como finalidad transformar las materias primas en productos elaborados. Existen diferentes tipos de industrias, según sean los productos que fabrican. Para su funcionamiento, necesita **materias primas** y **fuentes de energía** para transformarlas. Al mismo tiempo es necesaria la creación de una **red de transporte** que facilite el traslado de los recursos naturales a las fábricas y la distribución de los productos ya elaborados”<sup>63</sup>.

---

<sup>63</sup> <http://es.wikipedia.org/wiki/industria>

Bajo esta definición, la materia prima, que en este caso sería la semilla de Jojoba, cumple un rol protagónico al momento de analizar la localización del proyecto, ya que debe existir una relación clara y directa, entre los cultivos y el lugar del proceso. En el proyecto, el traslado de las semillas al lugar del proceso, se resuelve de la misma forma que con las plantas, requiriéndose de un sistema interno de circulación de tractores, además de aprovechar los caminos existentes y la cercanía de los puntos de distribución, para crear una conexión fluida entre el producto industrial y las vías y lugares de comercialización.

Por otro lado se debe tener en cuenta que esta zona, a pesar de estar en el sector rural de la comuna, tiene conexión con el sistema eléctrico de la región, resolviendo fácilmente los requerimientos de fuentes energéticas que se necesitarían.

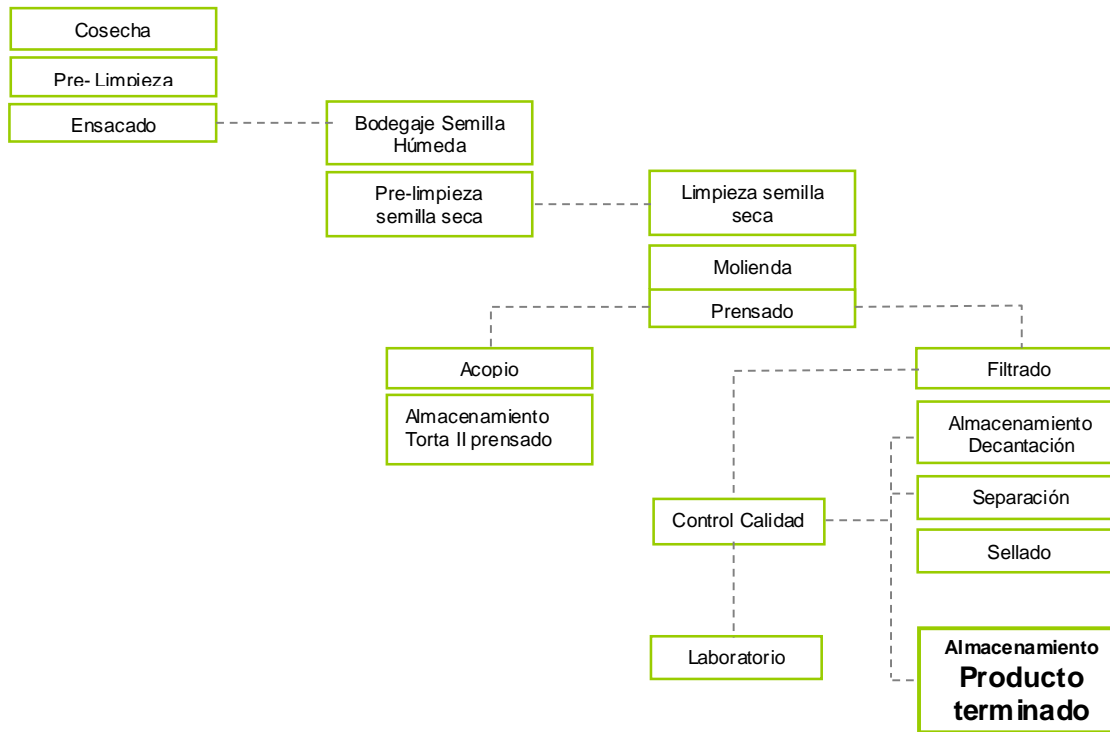


Fig. 18. Proceso producción aceite

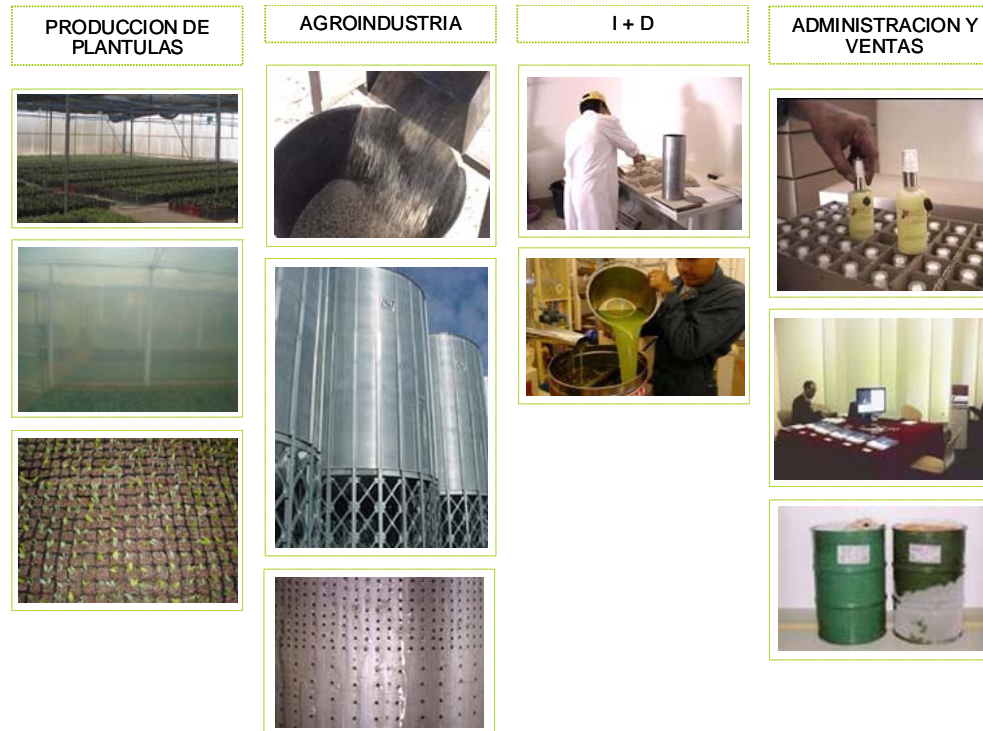
Por otro lado, el departamento de **investigación y desarrollo (I+D)**, se compone principalmente por dos actividades, el control de calidad y la optimización de los procesos. El primero, relacionado directamente con el área industrial, tiene la finalidad de ir comprobando que el aceite producido vaya cumpliendo con los niveles requeridos, mientras que el segundo, es un actividad encargada de investigar las diferentes posibilidades de mejorar cualquier proceso realizado en el proyecto, con el objetivo de disminuir costos, mejorar la calidad del producto, disminuir tiempos de producción, entre otros, relacionándose con el área industrial y el de producción.

El área de **administración y ventas**, es el núcleo programático encargado de la gestión del proyecto, donde se reúnen básicamente las oficinas de los administrativos, los recintos de ventas y los servicios de los trabajadores. Debe estar relacionado funcionalmente con todos los recintos del proyecto y físicamente con las vías de acceso, siendo este el que recibirá a trabajadores y clientes.

Al estar ubicado en la zona de Pampa Austral, el ingreso de clientes y/o visitas es bastante controlado, ya que a pesar de la cercanía al Pueblo de Diego de Almagro (10 Km. a la vía principal.), el camino que llega al proyecto es sólo para acceder a esta zona (llega específicamente a las instalaciones del tranque), por lo que el tránsito es casi nulo. Esta condición, señala que el diseño deberá responder a un flujo peatonal bastante intermitente y casi siempre programado.

De esta forma, el proyecto **está compuesto por varias áreas de trabajo**, y éstas son las que condicionaron la ubicación específica y el dimensionamiento de la propuesta. Los requerimientos programáticos expuestos en este capítulo y la explicación más específica que se muestra en el próximo capítulo, **fueron considerados en su totalidad, al momento de determinar cual sería la localización más óptima para el proyecto.**

## 6. Agroindustria de Aceite de Jojoba en Pampa Austral



## 6.1 Modelo de Gestión

El proyecto de la Agroindustria nace a partir de la necesidad de darle **valor agregado al producto** que se produce en el **D.A.D.** Por lo que este capítulo se referirá al modelo de gestión de este último, entendiéndose la **relación directa y la dependencia económica que ambos tienen.**

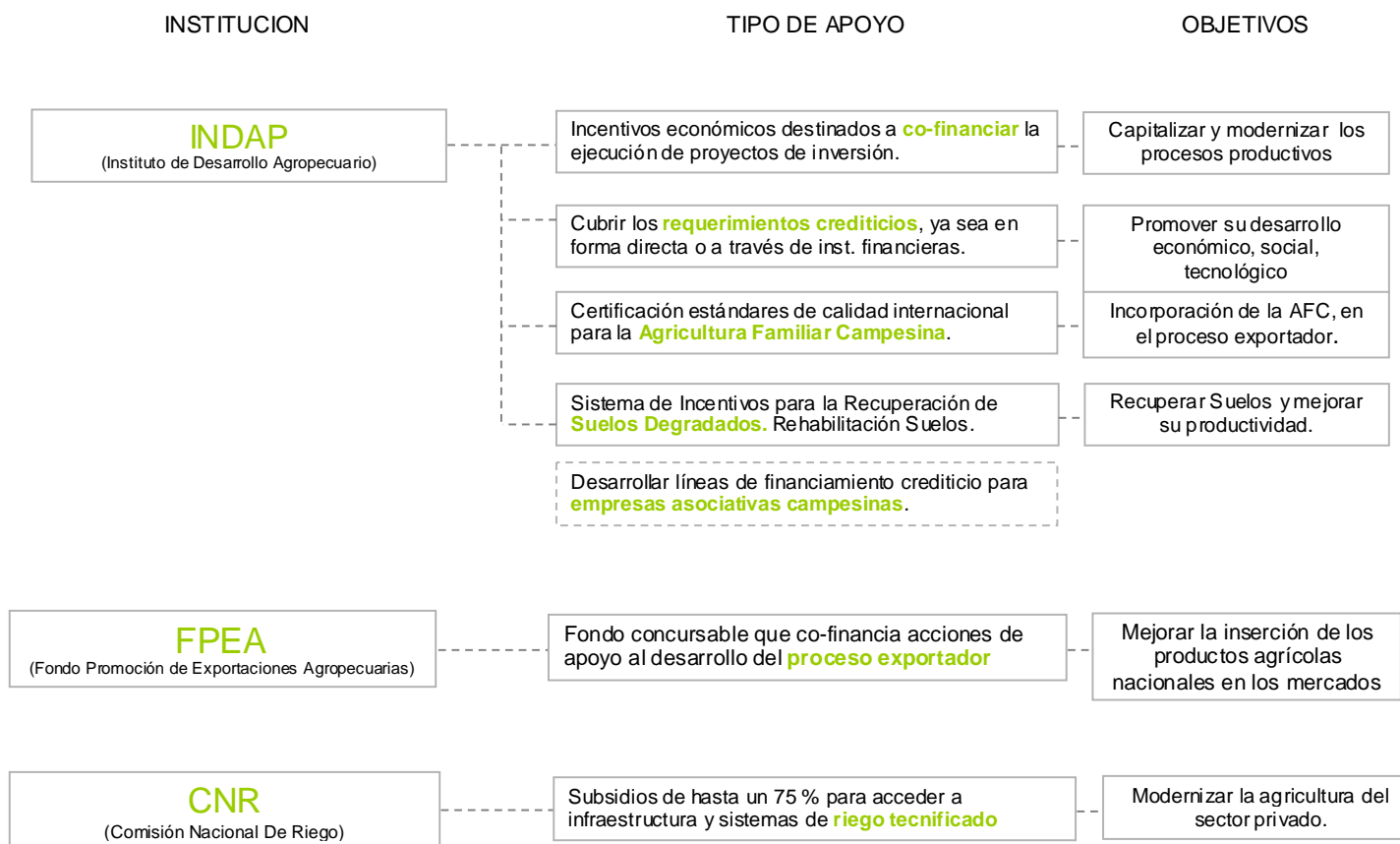
El D.A.D. es una iniciativa privada que, por su envergadura e importancia para la provincia, posteriormente fue apoyada por instituciones provinciales y comunales, por lo que la gestión del proyecto se basa principalmente en **aportes de privados y fondos públicos, ya sean provinciales, municipales y/o gubernamentales.**

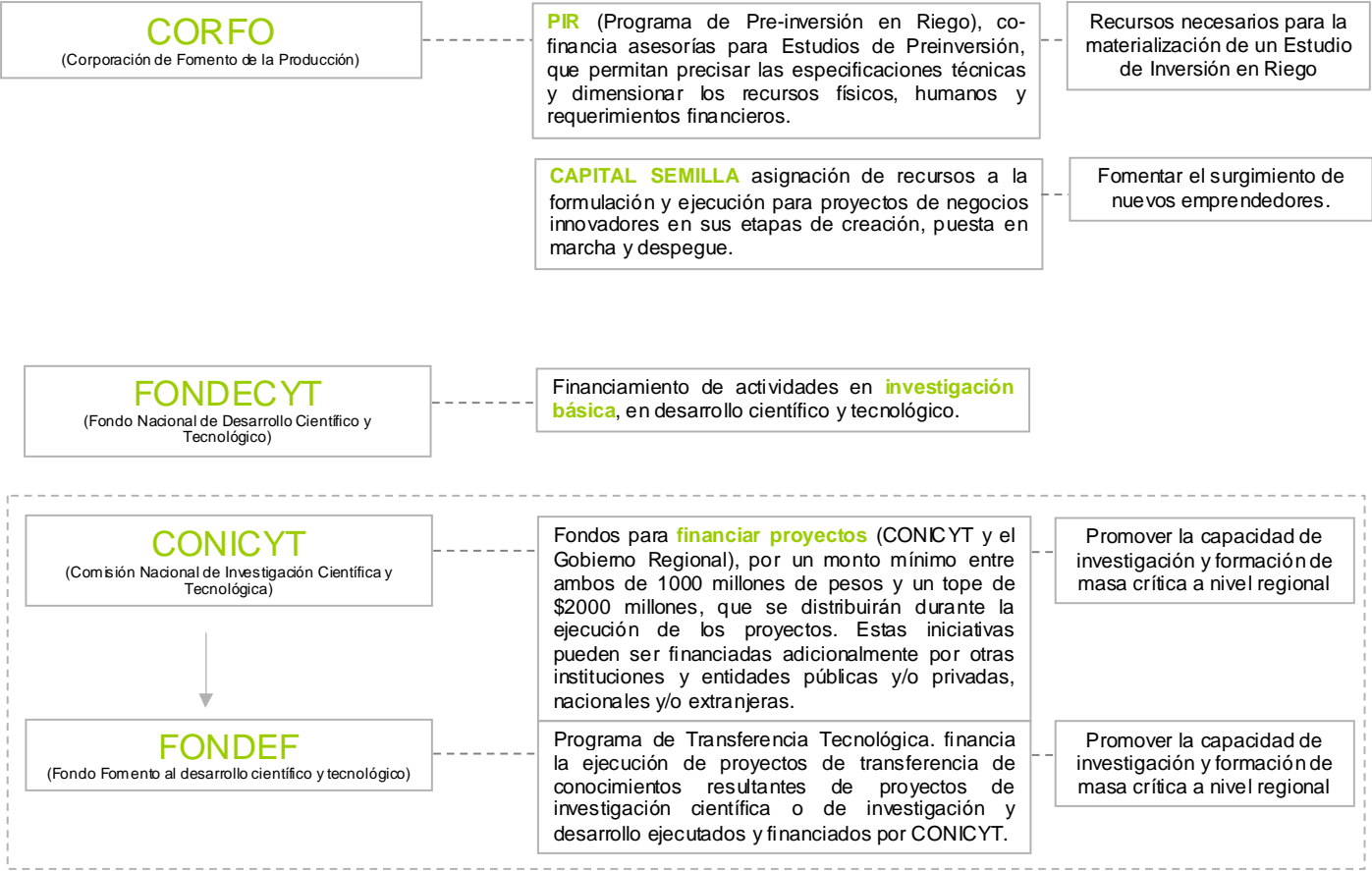
La inversión de privados básicamente consiste en la **compra de terrenos del D.A.D.**, para formar parte de una cooperativa<sup>64</sup> que, posteriormente con la venta del producto procesado, reparta las ganancias entre los socios. Estas posibilidades están enfocadas principalmente a gente que habita en la zona, con la intención de que además de generar un ingreso importante a cada uno de ellos, esta iniciativa se convierta en un incentivo para los habitantes de la provincia de chañaral para seguir invirtiendo y trabajando en esta área productiva.

Para realizar estas inversiones y para obtener los fondos y recursos necesarios para comenzar con el D.A.D y posteriormente con la agroindustria, existen una serie de apoyos gubernamentales que podrían resolver en parte, las necesidades en las distintas áreas de gestión.

---

<sup>64</sup> Una **cooperativa** es una asociación autónoma de personas que se han unido voluntariamente para hacer frente a sus necesidades y aspiraciones económicas, sociales y culturales comunes por medio de una empresa de propiedad conjunta y democráticamente controlada. Fuente: [www.wikipedia.com](http://www.wikipedia.com).







## 6.2 Modelo de Negocios

Una vez gestionado el D.A.D. y con esto también el proyecto de Agroindustria, se presentan diferentes opciones para sustentar la iniciativa, siendo la más importante, **la venta del producto procesado** (aceite bruto de Jojoba). Esta venta, esta enfocada principalmente a la exportación para su uso ya sea en utilidades cosméticas o como lubricantes especializados.

La producción y venta de aceite se calcula con la **producción de semillas (materia prima) de las 500 Ha. del D.A.D.**, la que corresponde a la producción de **1 Toneladas de semillas por hora**, obteniendo 4 Toneladas aprox. de aceite al día (8 horas de trabajo). El hecho de convertir la semilla en aceite, implica un aumento importante de las ganancias que tendría esta iniciativa si no existiera este proceso (Fig. 19), dejando en evidencia la relevancia que tiene esta Agroindustria para el D.A.D.

Semilla = US \$ 3 /Kg. <b>US\$ 12.000 /Ha.</b>	-	Aceite = US \$ 12,5 /Kg. <b>US\$ 20.000 /Ha.</b>
---	---	---

Fig. 19<sup>65</sup>

Dentro del área de almacenaje existirán **2 tipos de envasado**, el primero, en **tambores de 200 l** que responde al área de ventas para exportación o grandes inversionistas nacionales y un segundo tipo, en **baldes de 20 l**, enfocado a los pequeños inversionistas y productores locales interesados en realizar algún producto secundario. Esto con el objetivo de fomentar el comercio a pequeña escala del producto y sus derivados dentro de la provincia.

---

<sup>65</sup> Dato obtenido de la Tesis profesional: "Evaluación técnico económica de una planta procesadora de aceite de jojoba para exportación" realizado por Francisco Sánchez, Ingeniero civil Industrial, Universidad de Chile.

Además de la venta de aceite, dentro del proyecto existe un área de **producción de plántulas de Jojoba con clones seleccionados**, que responde directamente a la necesidad de abastecer las hectáreas sin plantar del D.A.D.. La producción es de 10.000 plántulas al mes, por lo que se calcula que dentro de 4 años de producción se terminarían de cultivar la totalidad de las Ha. proyectadas. Después de este periodo todas las plántulas que se produzcan en el proyecto serán vendidas a personas interesadas en la compra para crear sus propios cultivos, **incentivando** también de esta forma, **al desarrollo del área agrícola dentro de la provincia.**

Estas dos fuentes de ingreso permiten que el proyecto funcione, soportando la creación de un número considerable de puestos de trabajo directos, creando la posibilidad de investigación para mejoramientos de procesos, aportando en la creación de nuevas posibilidades de trabajo de forma indirecta en la zona y con todo esto, creando una nueva posibilidad de desarrollo para la provincia de Chañaral.



<sup>66</sup> Hectáreas del D.A.D. en distintas etapas de cultivo (zonas cultivadas y por cultivar), Pampa Austral, Provincia de Chañaral. Fuente: Visita a terreno en junio de 2007.

### 6.3 Modelo Programático

Los requerimientos programáticos expuestos anteriormente, deben ser definidos de un forma mas especifica para lograr por medio de estos, establecer el dimensionamiento, la cantidad de recintos y las requerimientos técnicos y espaciales de cada área del proyecto, enfocándolos directamente a las necesidades de la propuesta.

Se analizarán de la misma forma que el capítulo anterior (por áreas), sin embargo, se agrega el área de transporte y servicios que no fue considerada anteriormente.

#### 6.3.1 Area de Producción.

##### 1. SALA DE CLONACION



$$3 \times 16 \text{ m}^2 = 48 \text{ m}^2$$

REQUERIMIENTOS ESPACIALES  
Puestos de trabajo\_ Climatización\_  
Iluminación dirigida\_

REQUERIMIENTOS TECNICOS  
Mesones para macetas

##### 2. BODEGA (sacos de sustrato)



$$15 \text{ m}^2$$

REQUERIMIENTOS ESPACIALES  
Ventilación natural controlada\_

REQUERIMIENTOS TECNICOS  
Estructura de separación para  
circulación de aire, entre sacos y suelo\_

##### 3. INVERNADERO



x 4

$$4 \times 120 \text{ m}^2 = 480 \text{ m}^2$$

REQUERIMIENTOS ESPACIALES  
Ventilación Natural Controlada\_ Iluminación Natural\_  
Color blanco de preferencia\_ estructura mínima

REQUERIMIENTOS TECNICOS  
Losa radiante\_ Sistema de Riego Mecanizado a 2m.  
de las macetas\_ Protección contra rayos U.V.\_  
Protección anti-goteo y anti-condensación.

##### 4. SOMBREADERO



x 6

$$6 \times 415 \text{ m}^2 = 2500 \text{ m}^2$$

REQUERIMIENTOS ESPACIALES  
Cubierta\_ Ventilación Natural Constante\_

REQUERIMIENTOS TECNICOS  
Suelo con buen drenaje\_


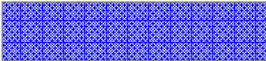
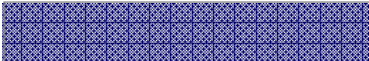
	RECURSOS HUMANOS	RECURSOS TECNICOS	CANTIDAD	RECINTOS
<b>CLONACION</b>	1 PERSONA C/ 5000 PLANTAS	CESTA 60 CM. DIAM._ 1c/ 5000 SACO DE SUSTRATO_ 1c/250 MACETAS	2 (10000 c/ MES) 40 (10000 c/MES)	1_ SALA DE CLONACION 2_ BODEGA
<b>CRECIMIENTO</b>	1 PERSONA POR INVERNADERO	MACETAS 7 CM. DE DIAM._ 1c/ PLANTA	10000 c/ MES	3 INVERNADERO
<b>ESTABILIZACION</b>	1 PERSONA C/ 20000 PLANTAS	MACETAS 15 CM. DE DIAM.	10000 c/ MES	4 SOMBREADERO

El dimensionamiento de estos recintos se define a partir de la necesidad de producción del D.A.D., ya que el primer objetivo de esta área es abastecer de plantas las zonas de las 500 Ha. que aún no han sido cultivadas.

Produciendo **10.000 plántulas mensuales**, hipotéticamente se podrían cultivar 6,5 hectáreas en un mes, por lo que en **un periodo de 4 años (48 meses) se terminarían de cultivar las 500 Ha. del D.A.D.** La cantidad de tiempo fue determinada por la planificación de los cultivos que se nos presentó, considerando además que un porcentaje menor de esas plantas, podrían ser vendidas a distintos interesados durante los primeros años. **Después de completar el área de cultivo del D.A.D., la producción de plantas será destinada a la venta o para satisfacer una posible ampliación de las áreas de cultivo de este mismo.**

### 6.3.2 Área Industrial.

	RECURSOS HUMANOS	RECURSOS TECNICOS	CANTIDAD	RECINTOS
	<b>ALMACENAJE SEMILLAS</b>	1 PERSONA /BODEGA SACOS DE 35x 70 CM (50 KG)_ 80 c/ Ha.	800 (100 Ha.)	5_ BODEGA SEMILLAS
C I C L O  C O N T I N U O	<b>SECADO</b>	TUNEL DE SECADO_ CAP. 1000	1	6_ SALA DE MAQUINAS
	<b>2ª LIMPIEZA</b>	MAQUINA SEPARADORA Y LIMPIADORA_ CAP. 1000 Kg/hr.	1	
	<b>MOLIENDA</b>	MOLINO DE MARTILLO_ CAP. 1000 Kg/hr.	1	
	<b>PRESADO</b>	4 OPERARIOS /PROCESO PRENSA HIDRAULICA_ CAP. 1000	1	
	<b>FILTRADO</b>	FILTRO_ CAP. 1000	1	
	<b>DECANTACION ALMACENAJE</b>	SILOS DE ALMACENAJE Y DECANTACION_ CAP. 100 TON.	6 (600 TON.)	
	<b>ENVASADO ACEITE</b>	1 PERSONA / BODEGA 1 OPERARIO / GRUA TAMBORES DE ACEITE_ CAP. 205 Lt._ 60 cm. DE DIAM x 90 cm. DE ALTO. GRUA HORQUILLA_ ACOPIO DE TAMBORES (1000 A 10000 KG. CAP.)	1250 (300 TON.) 1	7_ BODEGA DE ACEITE

5. BODEGA (semillas)	6. SALA DE MAQUINAS	7. BODEGA (aceite)
		
120 m <sup>2</sup>	200 m <sup>2</sup> + 250 m <sup>2</sup> = 450 m <sup>2</sup>	630 m <sup>2</sup>
REQUERIMIENTOS ESPACIALES Ventilación Natural_	REQUERIMIENTOS ESPACIALES Aislación térmica y acústica_	REQUERIMIENTOS ESPACIALES Piso liso e impermeable_
REQUERIMIENTOS TECNICOS Estructura de separación para circulación de aire entre sacos y suelo_	REQUERIMIENTOS TECNICOS Sistema de Climatización_ Iluminación artificial dirigida	REQUERIMIENTOS TECNICOS Estructura de separación para circulación de aire entre tambores y suelo_

Por las características que presenta el proyecto, se debe considerar dentro de la definición de **Agroindustria**<sup>67</sup>, que en este caso responde directamente a la transformación de las semillas de Jojoba en aceite.

La dimensión de los recintos se calculó en base a la producción de semillas proyectada en el DAD (500 Ha.), considerando que se producen 4 Ton. de semillas por Ha. en los años de mayor producción (fig. 20).

En un año, se producirán cerca de **2000 Ton. de semillas**, por lo que con esta cantidad se decidirá la capacidad de las máquinas y de las zonas de almacenaje. Esta suma, al dividirla por los días hábiles (240) y a su vez por las horas de trabajo

<sup>67</sup> “Las **agroindustrias** son talleres o fabriles en las cuales se desarrollan procesos de carácter artesanal o industrial destinados a la transformación de productos provenientes de cualquier actividad agrícola o ganadera. Las transformaciones de los productos agropecuarios consisten en la modificación de sus características físicas, químicas, o biológicas, el producto resultante puede tener características muy diferentes a los insumos”. Fuente: <http://es.wikipedia.org/wiki/agroindustria>

(8), da como resultado que produciendo en base a una capacidad máxima, **la agroindustria debería trabajar con cerca de 1 tonelada por hora.**

**El 40% del volumen de la semilla es de aceite**, por lo que con esta producción se estarían originando 0,4 Ton. de aceite por hora o 3,2 Ton. de aceite al día, cantidad que será almacenada en 6 silos con una capacidad de 58 toneladas (en total 348 Ton.). Este volumen de almacenaje permite mantener el aceite en proceso de **decantación por más de 3 meses**, periodo suficiente para que quede lista para el proceso de envasado. Este último se lleva a cabo, en la bodega de tambores, cuya capacidad responde de forma directa a la producción de aceite que tendrá la agroindustria y a la frecuencia en que llegarán los camiones a buscar el producto terminado.

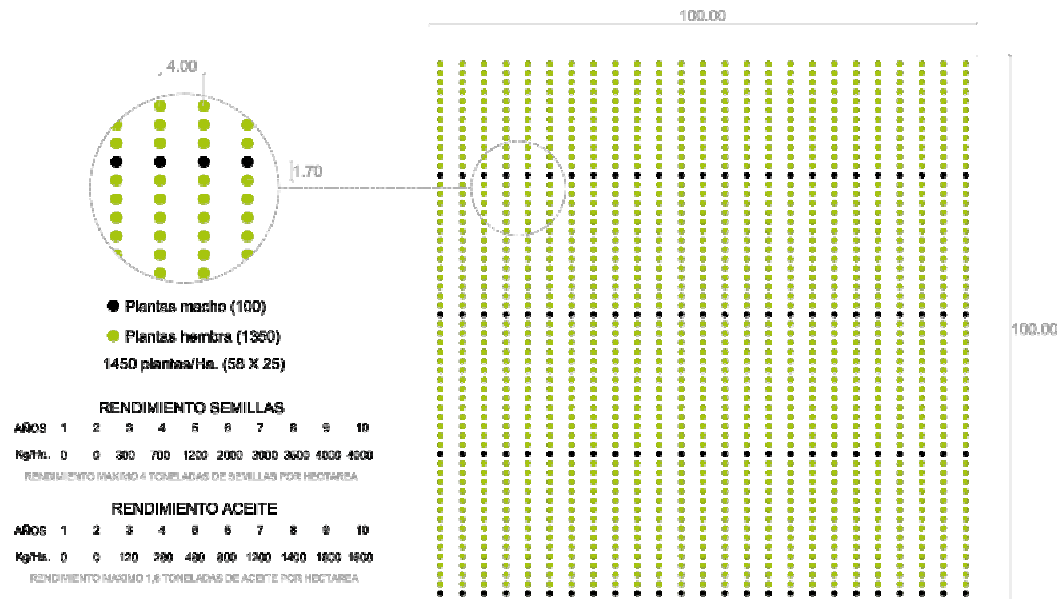


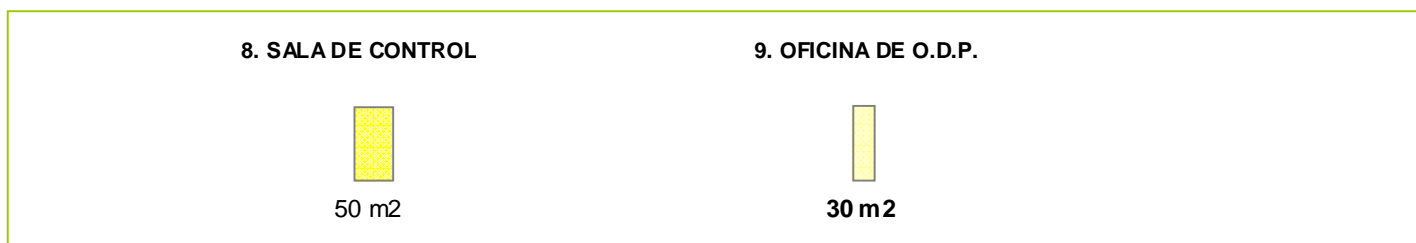
Fig.20. Producción de semillas por hectárea.

### 6.3.3 Área I + D.

En este caso el **Área de Innovación y Desarrollo (I+D)**, por un lado consiste en mantener un control constante del producto en sus diferentes etapas del proceso para asegurar la calidad del producto final, para lo cual se desarrollarán controles en la zona del bodegaje de las semillas, posteriormente en el proceso del aceite, para finalmente, controlar el producto terminado y su correcto embalaje.

Por otro lado esta área esta cargo de realizar un trabajo investigativo continuo, para buscar posibles soluciones más óptimas que las que se estén utilizando en cualquier área del proyecto en esos momentos.

	RECURSOS HUMANOS	RECURSOS TECNICOS	CANTIDAD	RECINTOS
<b>CONTROL DE CALIDAD</b>	1 PERSONA c/ 20 TON. DE ACEITEPRODUCIDO	HERRAMIENTAS DE LABORATORIO MAQUINA DE PRUEBAS		8_ SALA DE CONTROL
<b>OPTIMIZACION DE PROCESOS</b>	1 PERSONA c/ PROYECTO	MEDIOS DIGITALES Y HERRAMIENTAS SEGÚN PROYECTO		9_ OFICINA DE O.D.P.





### 6.3.4 Área de administración y ventas

El dimensionamiento de esta parte del proyecto, responde básicamente a la cantidad de personas que trabajarán en esta área, y eso a su vez, responde al organigrama que se propone (Fig. 21) basado en los requerimientos programáticos.

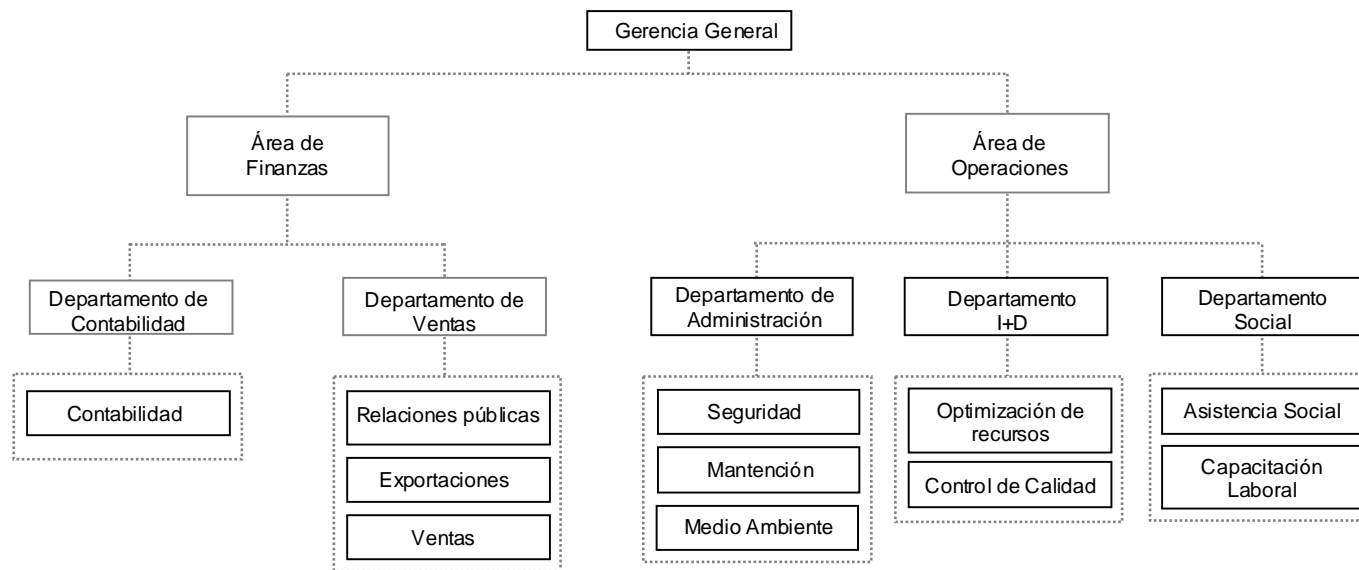
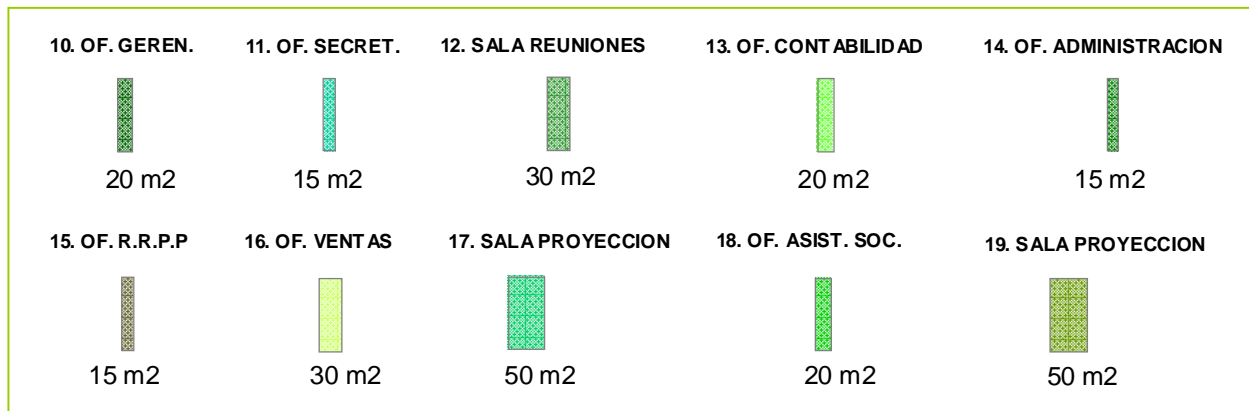


Fig. 21

El programa se relaciona directamente con el área de procesos y ventas, ya que es la instancia de control y manejo del DAD en su totalidad. Al estar ubicado en la zona de Pampa Austral, se presenta un factor naturaleza y paisaje de gran importancia, que deberán ser considerados para lograr que esta área, junto al proyecto en su totalidad, adquiera una imagen y un carácter simbólico, que muestra la creación de un nuevo polo productivo para la provincia.

	RECURSOS HUMANOS	RECINTOS		RECURSOS HUMANOS	RECINTOS
<b>GERENCIA GRAL.</b>	2	10_ OF. GERENCIA	<b>RELACIONES PÚBLICA</b>	1	15_ OF. DE R.R.P.P
		11_ OF. SECRETARIA			16_ OF. VENTAS
		12_ SALA DE REUNIONES			17_ SALA DE EXPOSICIONES
<b>CONTABILIDAD</b>	1	13_ OF. CONTABILIDAD	<b>DEPARTAMENTO SOCIAL</b>	1	18_ OF. ASISTENTE SOCIAL
<b>ADMINISTRACION</b>	1	14_ OF. ADMINISTRACION			19_ SALA DE EXPOSICIONES



Finalmente, se agrega un área no incluida en el esquema inicial, la de **Transporte y Servicios**. Estos requerimientos programáticos estarán relacionados física y funcionalmente con algunos de los programas ya mencionados que necesiten de su complementación.

	RECURSOS HUMANOS	RECURSOS TECNICOS	CANTIDAD	RECINTOS
<b>TRANSPORTE PERSONAL</b>	1 OPERARIO / MINIBUS	MINIBUS_ 1 c/ 25 PERSONAS	1	30_ ESTACIONAMIENTO A
	1 OPERARIO / CAMIONETA	CAMIONETA_ 1 C/ 250 Ha.	2 (500 Ha.)	30_ ESTACIONAMIENTO A
<b>TRANSPORTE DE SEMILLAS</b>	1 OPERARIO / TRACTOR	TRACTOR_ 1 c/ 100 Ha.	1 (100 Ha.)	31_ BODEGA DE MAQUINAS
		COLOSO 4m.x1,20 m._ 1 c/ 100 Ha.	1 (100 Ha.)	31_ BODEGA DE MAQUINAS
<b>ALIMENTACION</b>	35 TRABAJADORES PLANTA	IMPLEMENTOS DE COCINA MOBILIARIO POR USUARIO	35	32_ CAFETERIA
<b>ESTACIONAMIENTO</b>		ESTACIONAMIENTOS_ 2,5 x 5 m.	10	33_ ESTACIONAMIENTO B
		EST. DISCAPACITADOS_ 3,8 x 5 m.	1	
<b>SERVICIO TRABAJADORES</b>	35 TRABAJADORES PLANTA	S.S.H.H. (Excusado/lavatorio)	3/3	34_ S.S.H.H.
		MOBILIARIO DE CAMARINES (Duchas)	2	35_ ESTAR
		MOBILIARIO DE ESTAR	3/3	

20\_ ESTACIONAMIENTO A 21\_ BODEGA DE MAQUINAS 22\_ CAFETERIA 23\_ ESTACIONAMIENTO B 24\_ S.S.H.H. 25\_ ESTAR



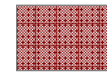
20 m2 + 25 m2 = 45 m2



20 m2



100 m2



150 m2



20 m2



30 m2

Las 5 áreas programáticas que se definen para el proyecto, permiten dimensionar las partes y tener la cantidad de superficie requerida como soporte para continuar con el desarrollo de este. El total que se define en este capítulo (Fig. 22), servirá de referencia, pudiendo ser modificado según las necesidades que vayan apareciendo en el proceso de diseño.

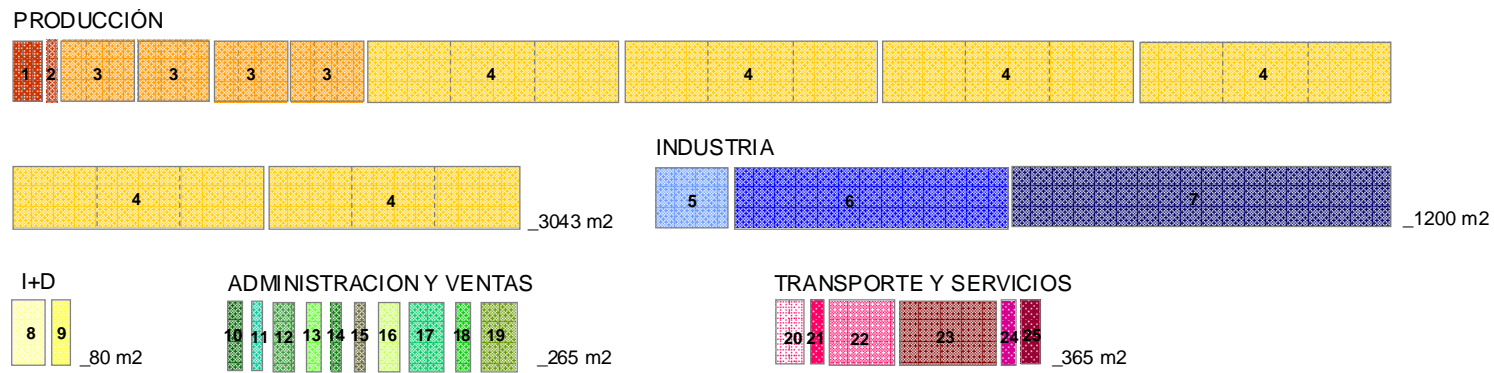


Fig. 22. Sumatoria de m2 de los recintos por área.

## 6.4 Relaciones programáticas

Al obtener el desglose de los recintos necesarios se realiza un análisis de las relaciones que debe haber entre ellos. En este caso se realiza un análisis de relaciones funcionales, de soleamiento y de circulaciones.

En primer lugar el esquema de **relaciones funcionales** entre recintos (Fig. 23) permite establecer cuales espacios tienen dependencia de otros para que el proyecto funcione correctamente. Estas relaciones tendrán repercusiones en las circulaciones y ubicación de los recintos.

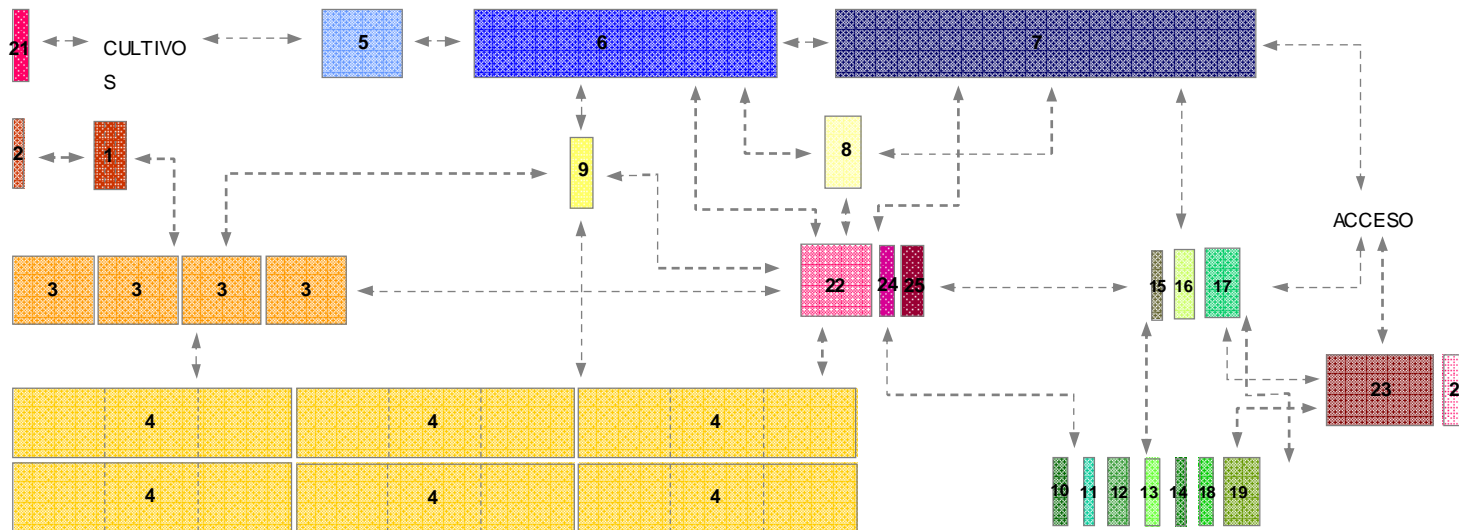


Fig.23. Esquema de relaciones funcionales necesarias entre recintos.

Teniendo en cuenta este esquema inicial, se decide agregar un análisis relacionado con la posición que deben tener estos programas con respecto al **soleamiento** dentro del terreno asignado. Como se estableció dentro de este capítulo existen recintos que exigen ciertos requerimientos técnicos y condiciones de habitabilidad que se relacionan directamente con la **cantidad de radiación solar que incide sobre ellos**. El sistema de trabajo, se basa en el análisis de distintas posiciones que responden a los requerimientos funcionales (8 casos, Fig. 24) entre los cuales, se definirá cuales están respondiendo de mejor manera al soleamiento que se necesita (se eligen las mejores dos opciones).

Posteriormente, se realiza un análisis con el mismo sistema anterior, pero de relaciones de recintos de acuerdo a las **circulaciones** que existirán en la propuesta (8 casos, Fig. 25). Se seleccionan los dos casos que responden mejor a los 3 tipos de circulaciones que existen (T= Transporte interno, V= vehículos de trabajadores y visitas, C= camiones).

Con estos tres análisis y con los cuatro casos elegidos, **se establece cual es la posición que servirá para guiar el proceso de diseño** (Fig. 26), estableciéndose como una posición que esta respondiendo bien a las relaciones funcionales entre recintos, que simplifica el sistema de circulaciones y que trabaja correctamente en la protección y exposición de la radiación solar dentro del terreno.

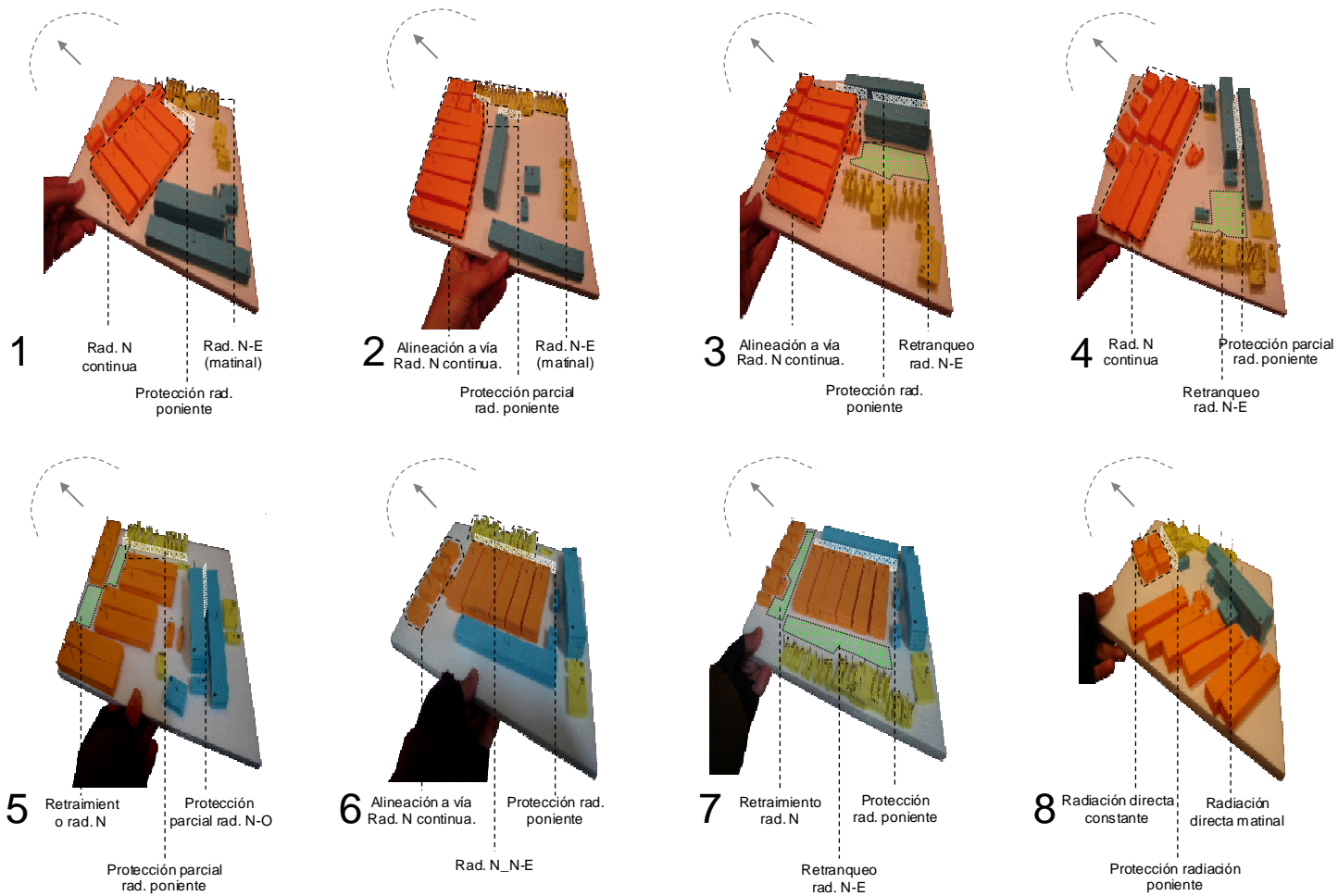


Fig. 24. Soleamiento.

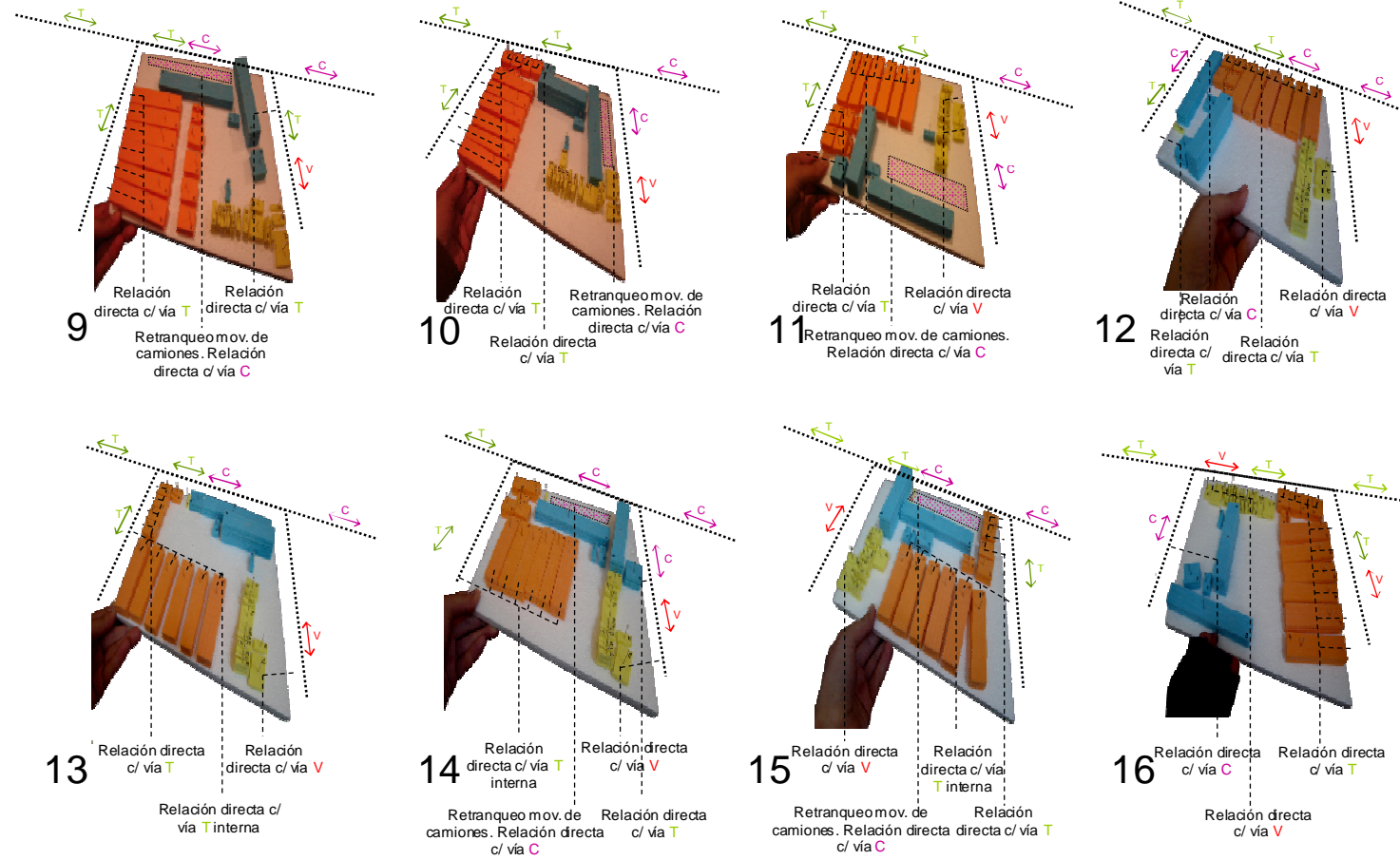


Fig. 25. Circulaciones.



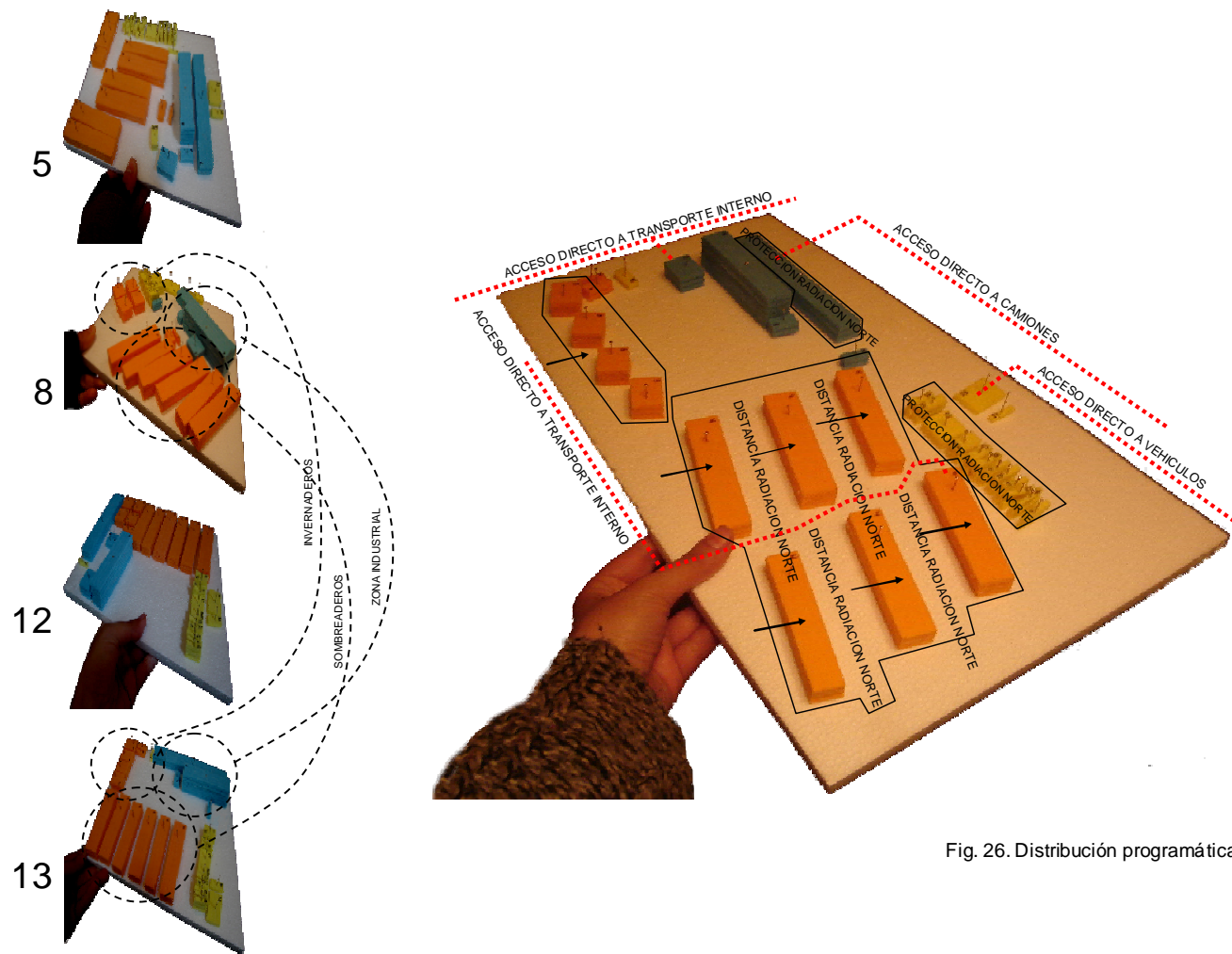


Fig. 26. Distribución programática en el terreno.

## 6.5 Modelo Espacial

Una vez definido el programa y las relaciones de este, se hace necesario establecer como se vincularán estos requerimientos con el espacio. En primer lugar, se deberá tener presente las condiciones del lugar que en este caso, son bastante extremas en cuanto al clima, y proponer soluciones espaciales y técnicas que respondan a estas. Posteriormente se debe reconocer la particularidad del contexto inmediato (cultivos de Jojoba) y como va a afectar esto en la propuesta, para finalmente, en base a estas dos situaciones, definir como los espacios del proyecto conformarán la propuesta final.

### 6.5.1 Condiciones del lugar

El hecho de que el proyecto esté ubicado en una zona con clima desértico, obliga a establecer una postura frente a estas condicionantes, por lo que se buscaron distintos ejemplos de arquitectura en el desierto que sirvieran de referencia para tomar ciertas decisiones en el diseño.

En primer lugar se analiza la **forma urbana**, donde se visualiza la tendencia de establecer urbanizaciones compactas (Fig. 27 y 28), que permitan generar un micro clima o “isla fresca”, moderando la temperatura con respecto al clima exterior. Además, relacionado con esto, se opta por trabajar la distancia entre edificios, dejando calles angostas entre las construcciones para permitir que se cree un bloqueo de la radiación solar directa pero a su vez el traspaso de la radiación invernal, que además se creen sombras profundas hacia la calle y se obtenga una luminosidad filtrada y tenue (Fig. 29 y 30). Estas relaciones entre construcciones intentan a su vez habitar la exterioridad, crear espacios al aire libre. Se debe trabajar una protección a la radiación solar, condición de sombra permanente y orientación del espacio hacia la dirección del viento (Fig. 31 y 32).



Fig. 27



Fig. 28

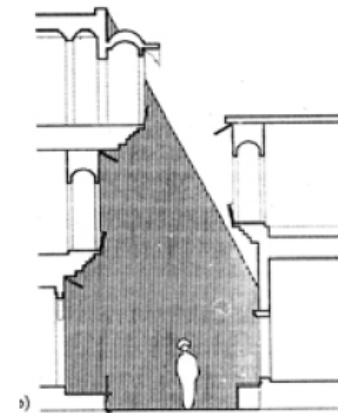


Fig. 29



Fig. 30



Fig. 31

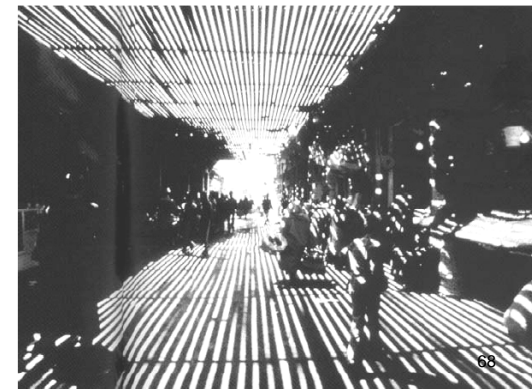


Fig. 32.

<sup>68</sup> Fig. 27 Pueblo Bonito, Nuevo México; Fig. 28 Ciudad de Shibán, Yemen. Fig. 29 Corte Típico calle en Jaisalmer India, Desierto de Thar; Fig.30 Callejón interior en María Elena, Desierto de Atacama; Fig. 31 Paraguas de sombra en mezquita, Arabia Saudita; Fig. 32 Control lumínico en espacio público, Ciudades de Desierto koolhaas 2001, Colours, Berlín. Fuente: "Habitar el desierto: Transición Energética y Transformación del Proyecto Habitacional Colectivo en la Ecología del desierto de Atacama, Chile."

Posteriormente aparecen una serie de elementos y sistemas constructivos que se relacionan con la **forma del edificio**. Por ejemplo, se trabaja con la envolvente y la aparición de dobles pieles para permitir el paso de luz filtrada y generar ventilación cruzada (Fig. 33). Se utiliza mucho el espacio intermedio para disminuir las oscilaciones de temperaturas del interior del edificio y se trabajan con elementos que den sombra a la fachada (Fig. 34 y 35).



Fig. 33

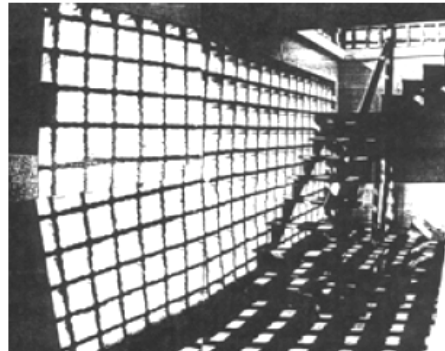


Fig. 34

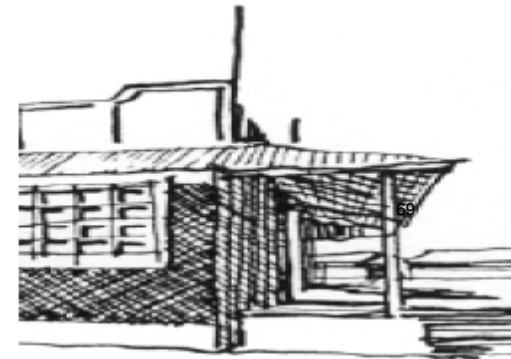


Fig. 35

La ventilación del edificio es un componente que toma mucha importancia bajo estas condiciones climáticas, ya que permite bajar las temperaturas e impedir las concentraciones de masas de calor. Una de las formas en que se responde a esta condición, es por medio del diseño, permitiendo la ventilación del tejado y del suelo del edificio (Fig. 36, 37 y 38).

---

<sup>69</sup> Fig. 33 Protección solar en edificio. La Barcelonesa; Fig. 34 Protección solar casa Antofagasta; Fig. 35 Casa con corredor, cobertizo Maria Elena. Fuente: "Habitar el desierto: Transición Energética y Transformación del Proyecto Habitacional Colectivo en la Ecología del desierto de Atacama, Chile."



Fig. 36



Fig. 37



Fig. 38

70

Otro factor importante es el color del revestimiento, un tejado de color oscuro puede tener oscilaciones de hasta 30° C, en cambio los tejados blancos permiten diferencias entre 2° C y 3° C entre la temperatura máxima exterior y la de la superficie (Fig. 39).

Cuando se trata de viviendas, se busca además utilizar materiales sólidos, como la piedra, que permitan por medio de la capacidad de almacenamiento térmico estabilizar las fluctuaciones de temperaturas diarias. (Fig. 40 y 41). La inercia térmica del material permite controlar las bajas temperaturas nocturnas a medida que va cediendo su calor almacenado que, en el caso del proyecto, no debiera tener mayor importancia por los horarios en que se habita. En este caso específico, se deberán buscar materiales aislantes para mantener controlada la temperatura exterior de una forma constante.

---

<sup>70</sup> Fig. 36 Casa con doble techo, Chacabuco; Fig. 37 Cubierta ventilada, corredor y distancia entresuelo y terreno, Mejillones; Fig.38 Casa doble techo y lucernario, Iquique. Fuente: "Habitar el desierto: Transición Energética y Transformación del Proyecto Habitacional Colectivo en la Ecología del desierto de Atacama, Chile."

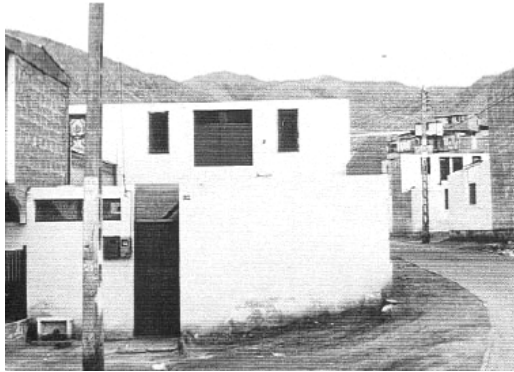


Fig. 39



Fig. 40

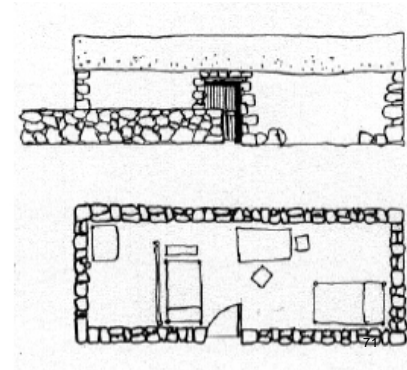


Fig. 41

Todas estas características servirán como referente al momento de diseñar, intentando incluir este tipo de soluciones y elementos en le proyecto para lograr, por medio de la arquitectura, trabajar con el entorno. Sin embargo, se debe tener presente, que la propuesta se presenta con un programa industrial, por lo que la mayoría de estas soluciones deberán ser adaptadas a esta realidad, para que cumplan con los requerimientos técnicos de los espacios y el confort térmico de los trabajadores dentro de la industria.

---

<sup>71</sup> Fig. 39 Población solar del Carmen, Antofagasta; Fig. 40 Aldea Tulo (300 a. C – 400 d. C) Base de tierra con perforaciones circulares que sostienen la estructura; Fig. 41 Casa de Piedra. Socaire- Atacama, Pre-altiplano. Fuente: "Habitar el desierto: Transición Energética y Transformación del Proyecto Habitacional Colectivo en la Ecología del desierto de Atacama, Chile."

### 6.5.2 Contexto inmediato.

El contexto del proyecto, caracterizado por sus cualidades desérticas, presenta una serie de particularidades que se escapan de esta visión general de desierto inicial y que provocan ciertos quiebres en el entorno (Fig. 42). Elementos como algunos cerros particulares, el tranque Pampa Austral, la sierra y el pueblo de Diego de Almagro rompen con esta homogenización del panorama a la que estamos acostumbrados en un entorno desértico. En este caso, dentro de estos “elementos” también se encuentra el DAD (Desarrollo Agrícola del Desierto), con 500 Hectárea cultivadas, que se conformarán como un gran hito verde en el lugar. Este paisaje, es el encargado de acoger la propuesta de forma directa, por lo que se convierte en el **contexto inmediato** del proyecto (Fig.43).



<sup>72</sup> Desarrollo Agrícola del Desierto (DAD), Hectárea aradas y de fondo, primera etapa de cultivo. Pampa Austral, Provincia de Chañaral.

Fuente: Visita a terreno Junio de 2007.

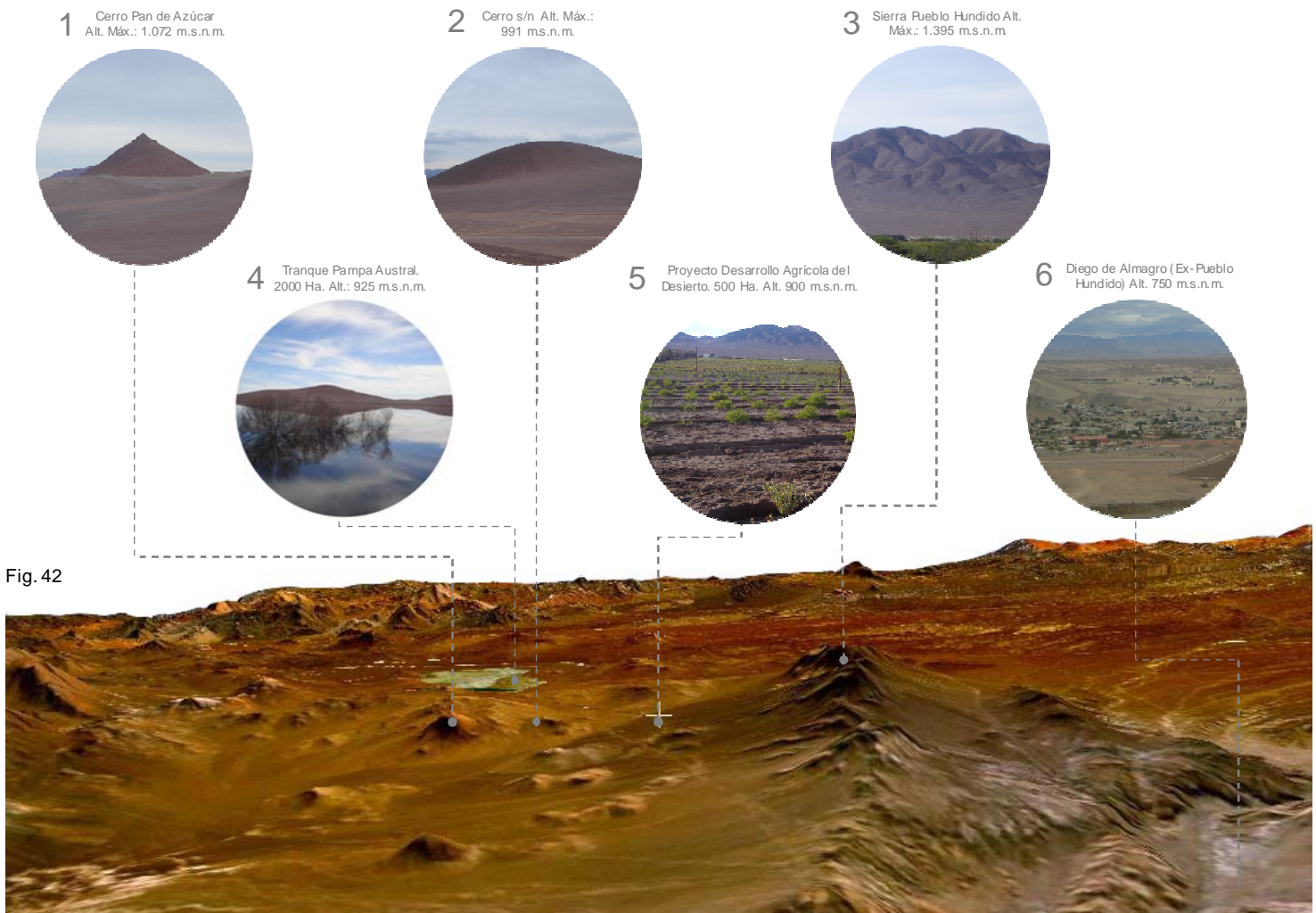




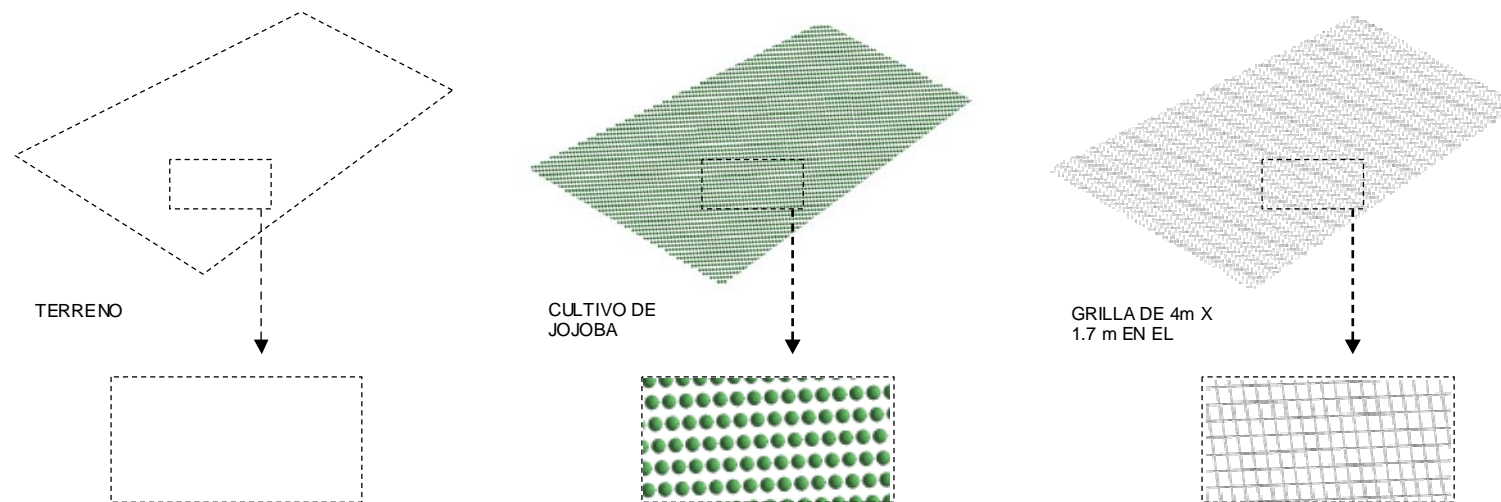


Fig. 43



El contexto del proyecto se convierte entonces, en un **extenso cultivo de arbustos verdes de 1,50m de alto**, con un distanciamiento homogéneo entre ellos, característico de las plantaciones de Jojoba. Este paisaje, con algunos cerros de fondo, es el que **deberá dialogar directamente con la propuesta**, y es por esta razón, que se decide trabajar con los cultivos de Jojoba en el terreno destinado para la agroindustria.

La manera de llevar a cabo esta operación, se basa en el distanciamiento que existe entre plantas (4m x 1,7m). Estas medidas conforman una **grilla** que se introduce en los límites del terreno para provocar un orden artificial, que establezca la posición de los espacios del proyecto para que estos se relacionen de una **forma fluida y coherente con el paisaje**.



### 6.5.3 Propuesta espacial.

Teniendo en cuenta las condiciones que nos da el lugar, la forma en como nos insertaremos en el contexto y las relaciones programáticas que necesitamos para desarrollar el proyecto, se puede comenzar a definir el diseño de la propuesta.

Se toma la decisión de crear distintas capas de trabajo. En primer lugar, los **núcleos programáticos** (Fig. 44), que albergan todos los recintos relacionados con el área administrativa, industrial y parte de la producción, mientras que la otra parte de esta, pertenece a la capa **sombreaderos** (Fig. 45) que por su envergadura y características espaciales se separa de la capa anterior.

Luego se crean 2 capas más, por un lado las **circulaciones interiores** (Fig. 46) que responden al recorrido de los tractores para el transporte de semillas y plántulas entre cultivos, bodega, invernadero y sombreaderos y por otro lado las **circulaciones cubiertas** (Fig. 47) que albergan los recorridos peatonales entre núcleos programáticos y sombreaderos.

Todas estas capas son organizadas en base a los factores expuestos anteriormente creando un desfase de cintas programáticas y de cultivo, que demuestran la conexión directa que se quiere lograr entre ambos. Dentro de esos parámetros establecidos, el proyecto se irá adaptando y modificando para optimizar su funcionamiento.

Sin duda, el **extenso cultivo de Jojoba** ubicado en esta zona desértica, es el componente más importante dentro del proyecto, por lo que el diseño se enfoca principalmente en **potenciar, admirar y no invadir esta realidad**. El proyecto se posa de una **forma sutil** en su contexto, intentando **ser parte de este paisaje**.

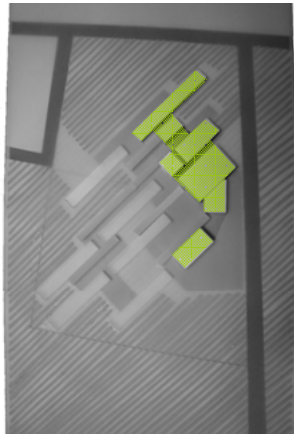


Fig. 44 Núcleos programáticos

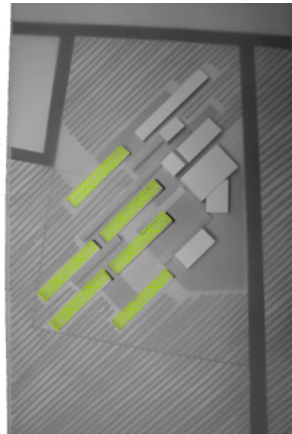


Fig. 45 Sombreaderos

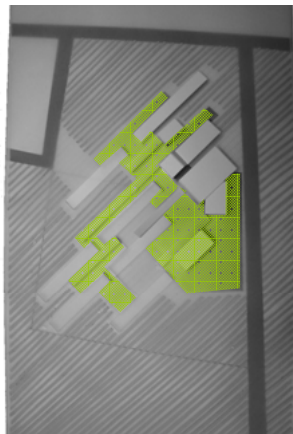


Fig. 46 Circulaciones interiores

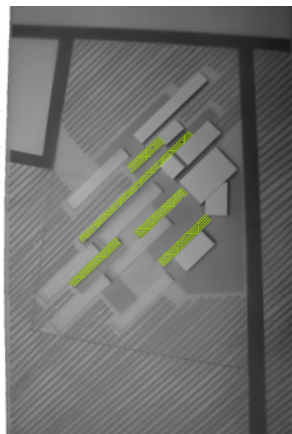
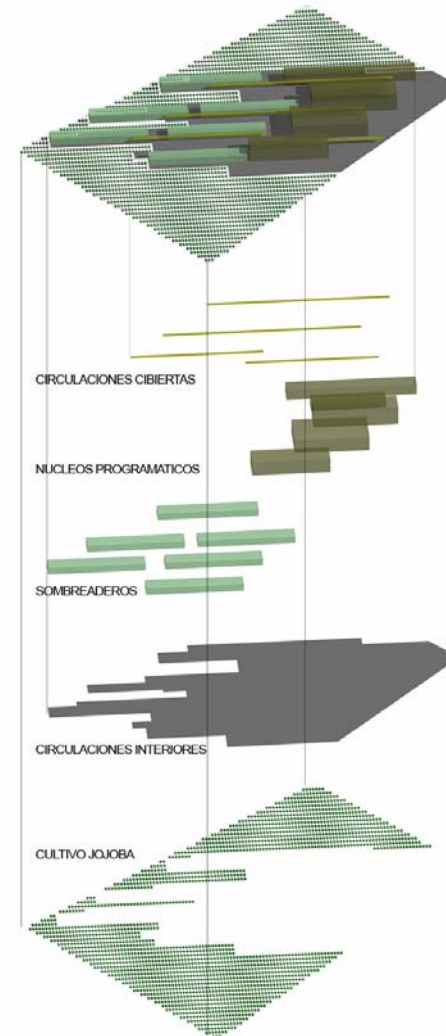


Fig. 47 Circulaciones cubiertas



La distribución programática del proyecto realizada anteriormente **se debe adecuar a la grilla que actualmente ordena el terreno**, la que sigue respondiendo a la dirección poniente-oriente (dirección de las filas de cultivo y de la captación de la radiación norte), sin embargo, las medidas de **los distanciamientos responden al módulo de 4 m. (N-S) o de 1,7 m. (E-O)** (Fig. 48).

Los accesos del **transporte interno** (camionetas y tractores) se resuelven por las **vías norte y oriente del proyecto**, mientras que los accesos de los **camiones y autos de visitas y administrativos**, se maneja por la **vía sur** (Fig. 49). Esta última se consolida como el acceso principal del proyecto y se deja de uso exclusivo para este tipo de transporte.

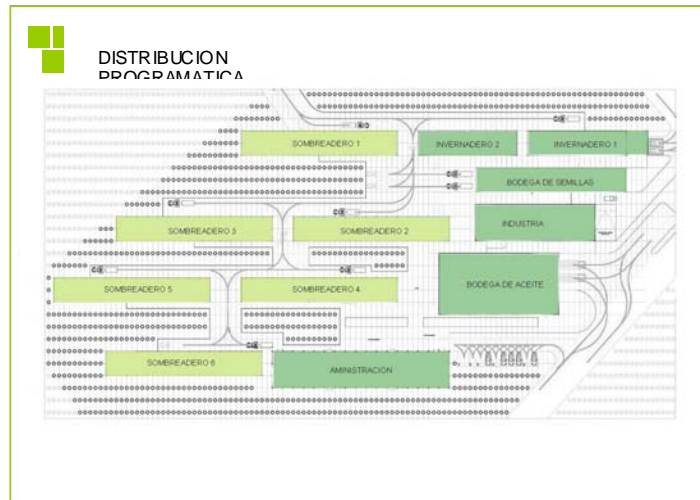


Fig. 48

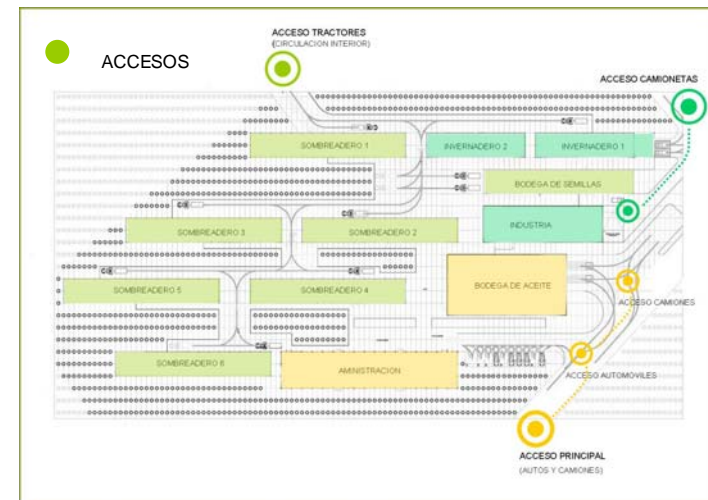


Fig. 49

El distanciamiento entre recintos esta definido en primer lugar por la **necesidad de circulación de tractores entre los sombreaderos**. El recorrido, calculado con un radio de giro de 7 metros, será el que delimite las distancias mínimas de separación y será trabajado con bischofita<sup>73</sup> al igual que las vías principales. Por otro lado las circulaciones de los camiones y de los automóviles llegan directamente al edificio de bodega de aceite y al edificio administrativo respectivamente, realizando el recorrido de regreso por la misma vía de ingreso.

La **circulación peatonal** se concentra **entre núcleos programáticos y sombreaderos**, distribuyéndose desde este eje hacia los diferentes recintos. La circulación hacia los sombreaderos, se realiza por el costado sur de estos, las cuales protegerán al usuario de la radiación solar por medio de cubiertas tipo sombreaderos.

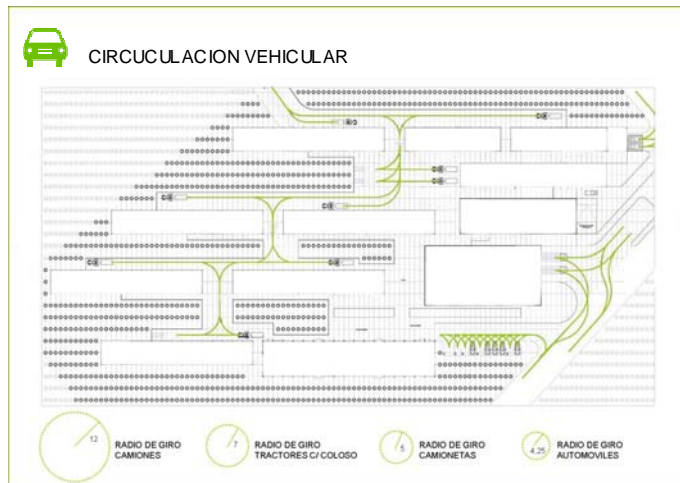


Fig. 49

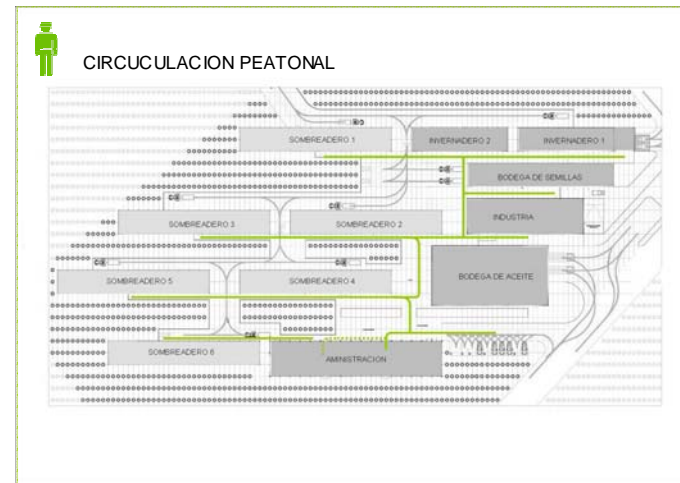
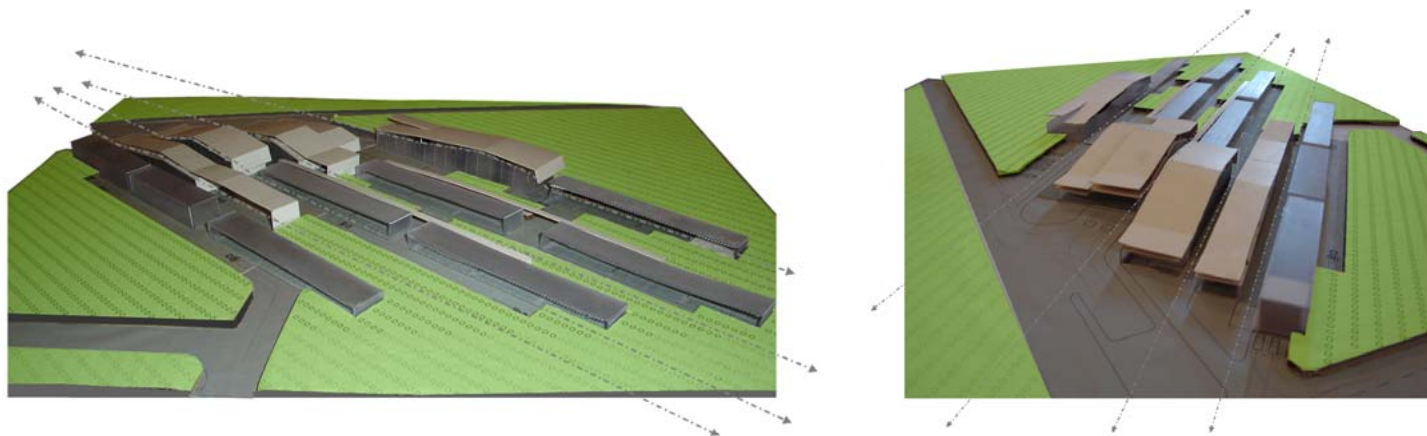


Fig. 50

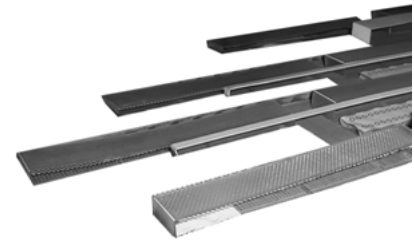
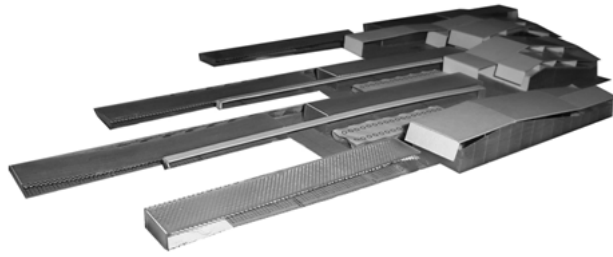
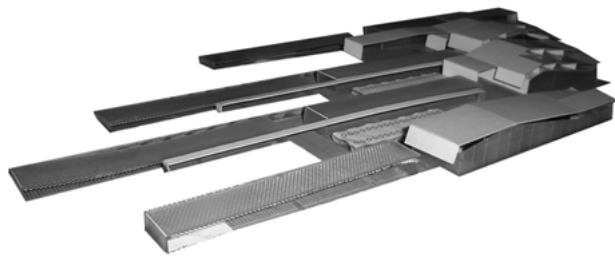
<sup>73</sup> Bischofita: nombre comercial, Roadmag. Elemento utilizado en la actualidad en la zona norte del país, para estabilizar y eliminar la polución de las rutas no pavimentadas.

La posición y distancia entre volúmenes, permite que **se creen pasillos de circulación**, que además de estar protegidos por la sombra que se dan entre los recintos, **potencian la circulación del aire, manteniendo estos espacios ventilados**. Esta característica permite disminuir la sensación de calor, creando espacios exteriores de temperaturas más agradables.

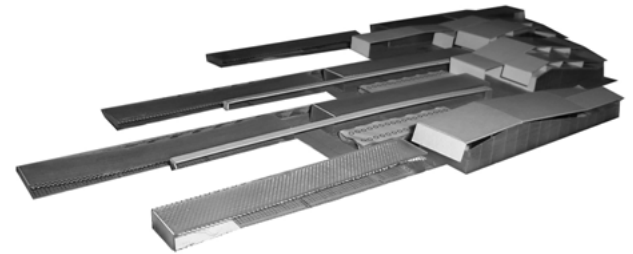
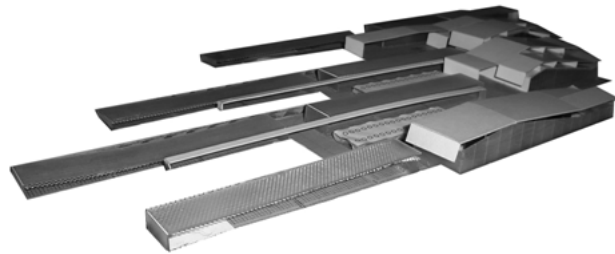
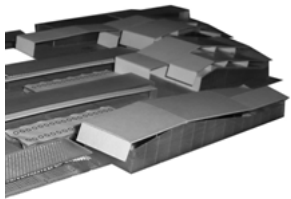
**La circulación de aire** también es potenciada por el trabajo de **dobles piel** que se realiza en los edificios del proyecto. Este sistema, aplicado en techos y muros, permite mantener un movimiento de aire constante **enfriando el ambiente** y actuando además como **aislante térmico**.



La propuesta, finalmente, intenta **dialogar con el paisaje y su entorno**, teniendo en cuenta las inclemencias del clima, potenciando las vistas e imágenes del paisaje y resolviendo de una forma óptima los requerimientos técnicos y funcionales de la Agroindustria de Aceite de Jojoba.









## 7. Bibliografía

**MIDEPLAN;** “Plan de gobierno Región de Atacama (2006-2010)”;

**Acevedo H, Edmundo;** La Jojoba, Fisiología y Cultivo; Publicación Técnica N°10; Fundación Chile – Universidad de Chile; Santiago, 1984.

**Ayerza, Ricardo;** La Jojoba; Primera Edición, 1984; Editorial Hemisferio Sur; Buenos Aires, Argentina.

**Hepner G. Christian;** Primer informe de evaluación proyectos “Introducción de Jojoba” y “Técnicas de plantación en zonas áridas” en la III Región; Copiapó; Enero, 1985.

**CONAF;** “Plantación experimental de Jojoba (*Simmondsia chinensis*) utilizando captadores de camanchaca”

**Botti G., Claudia;** “La Jojoba (*Simmondsia chinensis* (Link.) Sechneider)”; Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Agronómicas; Santiago, 2001.

**Sánchez A., Francisco;** Tesis Título Profesional Ingeniero civil Industrial, “Evaluación técnico económica de una planta procesadora de aceite de jojoba para exportación”; Universidad de Chile; Santiago, 2006.

**Correa C, Héctor;** Tesis Título Profesional Ingeniero Forestal “Caracterización y Evaluación del Fenómeno de la Camanchaca en la III Región de Atacama”; Universidad de Chile; Santiago, 1990.

**Ayala, Cabrera y Asociados;** “Exploración fuentes agua potable Provincia de Chañaral”; EMSSAT S.A.; Noviembre, 1997.

**Sancha F, Ana María;** Gran Minería y Medio Ambiente. Estudio de Caso: Contaminación por Arsénico en el norte de Chile y su impacto en el ecosistema y la salud humana.

**González, Eduardo; Hinz, Elke; De Oteiza, Pilar; Quirós, Carlos;** “Proyecto clima y arquitectura”; Facultad de Arquitectura, Universidad de Zulia, Maracaibo; Ediciones G. Gili; México, 1986.

**Guerra Ramírez, José Norberto;** Tesis Doctoral: “Habitar el desierto: Transición Energética y Transformación del Proyecto Habitacional Colectivo en la Ecología del desierto de Atacama, Chile.”; Universidad Politécnica de Cataluña; Marzo, 2003.

### Principales páginas de Internet consultadas:

— <http://agronomia.uchile.cl/centros/USEP/Jojoba/jojoba.htm> \_ Unidad de Selección, Propagación y Venta de Material Fitogenético  
— [http://www.cestamayor.cl/006home\\_01.htm](http://www.cestamayor.cl/006home_01.htm) \_ Centro de Estudios Tecnológicos para la Agricultura  
— <http://www.munichanaral.cl/> \_ Municipalidad de Chañaral  
— <http://municipalidaddiegodealmagro.cl/>  
— <http://www.odepa.gob.cl/> \_ Oficina de Estudios y Políticas Agrarias.  
— <http://www.observatoriorurbano.cl> \_ MINVU  
— <http://www.elsalvadorchile.cl>  
— <http://www.conama.cl>  
— <http://www.mideplan.cl>  
— [http://www.codelco.com/la\\_corporacion/division\\_salvador](http://www.codelco.com/la_corporacion/division_salvador)  
— <http://www.geovirtual.cl>  
— <http://www.conicyt.cl>  
— <http://www.minagri.gob.cl>  
— <http://www.chilecientifico.cl>  
— <http://www.floratech.cl>  
— <http://www.explora.cl>  
— <http://www.prochile.cl/atacama>  
— <http://www.tvn.cl/programas/frutosdelpais/2004>  
— <http://www.fondef.cl/jojoba>  
— <http://www.fao.org/inpho/content/documents/vlibrary/AE620s/Pfrescos/JOJOB.A.HTM>  
— <http://www.guiadelemprendedor.com.ar/Jojoba.htm>  
— <http://www.crilar-conicet.com.ar/jojoba/generalidades.htm>  
— <http://www.agro.uba.ar/index.shtml> \_ Facultad de Agronomía Universidad de Buenos Aires  
— <http://www.distribuidoraceres.com.ar/index.htm>

## 7.1 Profesionales consultados

**Loreto Canaves;** Ingeniero Agrónomo \_ Master - University of Arizona (EE.UU.); Áreas de interés: Fruticultura.

**Frank, Nicolás;** Ingeniero Agrónomo\_ M.S., Ph.D. Universidad de Chile. Especialista en ecosistemas áridos.

**Soto, Miguel;** Topógrafo Universidad de Chile; Precursor del Proyecto Desarrollo Agrícola del Desierto

**Pavez, Germán;** Ingeniero Civil Industrial; Universidad Católica de Chile. Especialista en procesos.

**Cortés Rojas, Sergio;** Arquitecto; Director de obras, Municipalidad de Diego de Almagro.

**Rodríguez, Carlos;** SECPLA, Municipalidad de Chañaral.

**Gustabino, Wilson;** Fomento productivo, Municipalidad Diego de Almagro.

**Ojeda, Claudia;** Arquitecto Calculista.

**Pfenniger, Francis;** Arquitecto, Docencia Universidad de Chile, Construcción prefabricada.

**Huenchuñir, Marcelo;** Arquitecto, Docencia Universidad de Chile, Arquitectura Bioclimática.



## 8. Anexos

## 1. Estudio “Posibilidades de establecer cultivos de Jojoba en la provincia de Chañaral”.

La **jojoba** (*Simmondsia chinensis*), es una especie de la familia Buxaceae<sup>74</sup> que necesita condiciones particulares para su desarrollo, por lo que es necesario conocer las características del contexto donde se ubicará para demostrar la factibilidad técnica que existe para su posible cultivo.

La **Provincia de Chañaral** se ubica al norte de la Región de Atacama, sin embargo, el clima se asemeja al de la Región de Antofagasta y no al del resto de la Región donde se ubica, ya que continúa la existencia de un clima desértico costero, desértico normal y en altura, dependiendo de la altitud que presente. Esto, a diferencia de la Provincia de Copiapó por ejemplo, donde comienza a actuar un clima desértico marginal, en que las características son menos extremas en cuanto a temperaturas, humedad y precipitaciones.

El proyecto se ubica en la Comuna de Diego de Almagro, específicamente en la zona de Pampa Austral (900 m.s.n.m), donde el clima corresponde al tipo **desértico normal**<sup>75</sup>. Se caracteriza por una gran sequedad atmosférica (baja humedad relativa), donde la influencia marítima no alcanza a manifestarse. Además presenta una carencia absoluta de precipitaciones y la existencia de fuertes oscilaciones térmicas diarias. En ese sector el viento predominante viene desde el poniente.

En cuanto a la hidrografía de la Provincia sólo existe la quebrada de El Salado, cuenca que antes se utilizaba para la evacuación continua de los residuos minerales desembocando en la playa de Chañaral, sin embargo, en la actualidad, la mayor parte del tiempo, se mantiene seca. En el desierto, la flora es escasa, se reduce a musgos, líquenes, cactus y algunos

---

<sup>74</sup> Familia Buxaceae: Pequeña familia de arbustos o arbolitos siempre verdes (hoja perenne), monoicos o dioicos, con hojas alternas u opuestas, simples, de consistencia coriácea (hojas duras), sin estipulas (espinas, glándulas, pelos, escamas); <http://www.arbolesornamentales.com/Buxaceae.htm>

<sup>75</sup> Según Estadísticas de Medio Ambiente 2000-2004 (INE), 30 de Septiembre de 2005, Santiago de Chile.



arbustos xerófilos, adaptados a la aridez. En las quebradas crecen especies como chañar, el algarrobo y el tamarugo, que es el más abundante.

En primer lugar, la **Jojoba** se acomoda a las condiciones climáticas de la I hasta la V región del país<sup>76</sup>, ya que debe ser cultivada en un terreno que no presente heladas, que tenga buen drenaje, buena luminosidad y altas temperaturas estivales, pudiendo adaptarse a sequías importantes. Para desarrollarse con mayor rapidez requiere de una temperatura entre 24 a 35°C, pero puede llegar a soportar temperaturas entre los -5°C y los 45°C<sup>77</sup>, considerando que ambos extremos, principalmente las heladas, disminuyen la producción de frutos, considerablemente (Fig. 1). Debido a estas características los terrenos casi nunca superara los 2000 metros de altura (s.n.m) (Fig.2).

En cuanto a texturas de suelos, la jojoba se adapta a una amplia gama de ellas, siempre y cuando el suelo presente una adecuada aireación. Tampoco son problema para el cultivo de esta especie, los suelos pedregosos, sin embargo, la principal limitante que puede presentar un suelo para el cultivo de la jojoba es un mal drenaje, ya que las raíces de esta especie son muy susceptibles a la asfixia radicular.<sup>78</sup>

En el plan de desarrollo provincial, publicado en Noviembre del 2006, establece *“la aplicación de una política de venta de suelos fiscales a mínimo precio, de rápida resolución y contra-proyectos agrícolas y agroindustriales, tanto en la comuna de Diego de Almagro como de Chañaral, privilegiando en primer término a inversores de la propia provincia, entendiendo como rentabilidad del Estado el crecimiento, desarrollo y sustentabilidad de la sociedad y no el valor inicial del suelo”*<sup>79</sup>.

---

<sup>76</sup> [www.conicyt.cl/dossiercd/fichas/jojobacontenido.htm](http://www.conicyt.cl/dossiercd/fichas/jojobacontenido.htm)

<sup>77</sup> Servicio de Información Técnico Comercial, INDAP; Boletín Informativo SITEC IV Región; [www.sitec.cl](http://www.sitec.cl)

<sup>78</sup> Acevedo H, Edmundo; La Jojoba, Fisiología y Cultivo; Publicación Técnica N°10; Fundación Chile – Universidad de Chile; Santiago, 1984.

<sup>79</sup> Gobernación Provincial de Chañaral; “Plan provincial Chañaral para la diversificación y el desarrollo”; Noviembre, 2006.

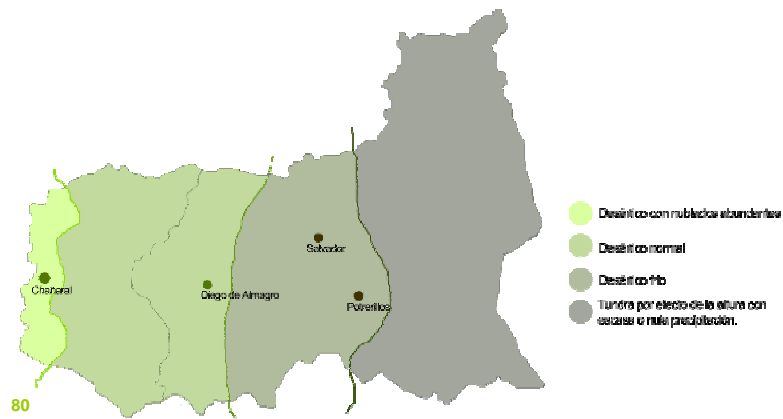


Fig. 1.

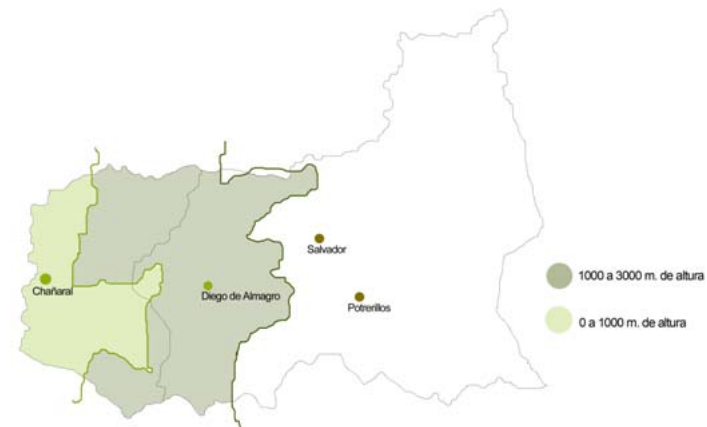


Fig.2.

Otra característica a considerar es el viento, que se presenta como un factor positivo al facilitar la polinización de las flores, ya que esta especie es del tipo dioica<sup>81</sup>, por lo requiere de una polinización de carácter anemófila<sup>82</sup>. Esta particularidad, hace imprescindible que en la zona donde se quiera cultivar, el viento este presente y además, que la dirección de los vientos predominantes sea perpendicular a la posición de la fila de las plantas masculinas. Bajo las condiciones chilenas, la floración

<sup>80</sup> INE, Instituto Nacional de Estadística; Estadísticas del Medio Ambiente 2000-2004; 30 de septiembre de 2005; Santiago, Chile.

<sup>81</sup> Dioica: adj. *Bot.* Dicho de una planta: Que tiene las flores de cada sexo en pie separado. Fuente: RAE.

<sup>82</sup> Polinización anemófila: Polinización mediante polen portado por el viento; [www.infojardin.net/glosario/podado/polinizacion-anemofila](http://www.infojardin.net/glosario/podado/polinizacion-anemofila).

se produce entre los meses de mayo y septiembre<sup>83</sup>, meses en que los vientos predominantes en el norte del país tienen dirección nor-poniente (Fig. 3).

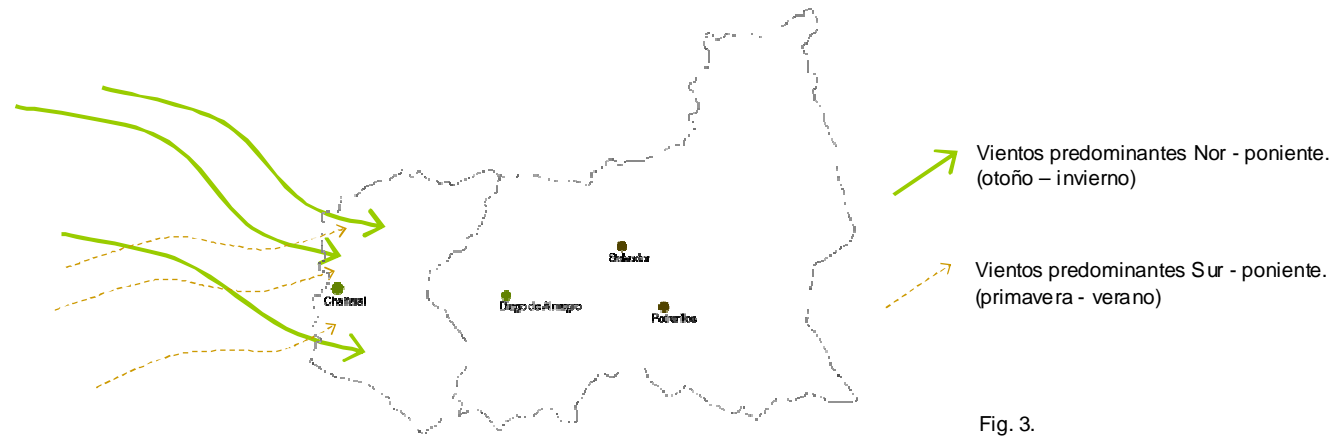


Fig. 3.

Finalmente, otro punto de vital importancia que se debe analizar, en cualquier tipo de cultivo, es el recurso hídrico. En la Región de Atacama, específicamente en la Provincia de Chañaral, este recurso es extremadamente escaso, existiendo algunas quebradas, como El Salado por ejemplo, pero que no son consideradas de importancia ya que presentan caudales muy pequeños o nulos en ciertos periodos de tiempo. Sin embargo, hay que considerar, que una de las principales razones por las que esta especie, es seleccionada para ser plantada en zonas desérticas, es por su alta resistencia al déficit hídrico.

<sup>83</sup> [http://www.uchile.cl/facultades/cs\\_agronomicas/USEP/Jojoba/jojoba.htm](http://www.uchile.cl/facultades/cs_agronomicas/USEP/Jojoba/jojoba.htm).

La jojoba puede sobrevivir por varios años a sequías extremas, pero para lograr producciones rentables no se la debe someter a estrés hídrico muy prolongado. En zonas áridas, donde la principal limitante es la disponibilidad de agua se recomienda utilizar sistemas de riego de alta eficiencia, en que el más adecuado es el riego por goteo<sup>84</sup>.

En un estudio realizado en Israel se determinó que un cultivo adulto de jojoba necesita un poco más de 4000 m<sup>3</sup> por hectárea al año (Fig. 9), sin embargo, los estudios y proyecciones que ha realizado la Facultad de Agronomía de la Universidad de Chile, en base a los clones producidos dentro del país (más tolerantes al déficit hídrico que los extranjeros), indican que el requerimiento hídrico de una plantación adulta es de 3.000 a 4.000 m<sup>3</sup>/Ha año, lo que corresponde a un tercio de lo que requiere un cultivo tradicional. Para una plantación adulta, esto equivale, aproximadamente, a 32 L/planta por semana en promedio (un riego por semana en verano y cada 2 semanas en invierno), para el caso del riego por goteo (Fig.10).

Año	L/pl al año	m <sup>3</sup> /ha al año
0 a 1	580	870
1 a 2	1.440	2.160
2 a 3	1.920	2.880
3 a 4	2.760	4.140
Más de 4	2.760	4.140

Fig. 9

$$\begin{array}{l}
 \boxed{32 \text{ Lt. x Planta x Semana}} \times \boxed{1.450 \text{ Plantas x Ha.}} = \boxed{46.400 \text{ Lt. x Ha. x Semana}} \\
 \boxed{46.400 \text{ Lt. / 7 días}} = \boxed{6.628,57 \text{ Lt. x Ha. x Día}} \\
 \boxed{6.628,57 \text{ Lt. / 86.400 seg.}} = \boxed{0,076 \text{ Lt. x Ha. x Seg.}}
 \end{array}$$

Fig. 10

A pesar de ser muy bajo el requerimiento hídrico que tienen estos tipos de cultivos, la necesidad de este recurso es patente, por lo que a continuación se presentan una serie de alternativas de extracción de agua que permitirían el desarrollo de la Jojoba en la zona sin mayores inconvenientes con el riego.

<sup>84</sup> (...) riego localizado de alta frecuencia (...) Al tratarse de un sistema en que el agua es conducida por tuberías hasta las plantas y que a éstas les es entregada por medio de goteros, evitando las pérdidas por escurrimiento superficial, es posible llegar a niveles de eficiencia cercanos o superiores al 90%. Fuente: Botti G, Claudia; La Jojoba.

**1. El Plan de desarrollo Provincial<sup>85</sup>**, creado con el fin de potenciar la diversificación productiva ha establecido algunos puntos que hacen referencia al tema del recurso hídrico para los cultivos de la zona:

a. Instauración de una decisión política presidencial que establezca que los recursos hídricos que liberará el cierre de la mina El Salvador serán destinados exclusivamente y en su totalidad al desarrollo de la Agricultura en la comuna de Diego de Almagro, mediante asignación de contraproyectos. (En la actualidad CODELCO extrae en la cordillera y pre-cordillera un volumen cercano a los 1.500 lts/seg., la mayor parte del cual se utiliza en el tratamiento metalúrgico del cobre).

b. Complemento de la decisión anterior estableciendo que serán de cargo de CODELCO durante 5 años, los costos de bombeo y conducción de las aguas desde sus captaciones de origen hasta la zona de Pampa Austral, lo que se entenderá como una compensación basada en la responsabilidad social de la empresa estatal a la sociedad de entorno, por los impactos del cierre.

c. Elaboración y posterior financiamiento mediante recursos F.N.D.R de un Plan de Exploración de aguas subterráneas útiles a usos agrícolas en la provincia.

---

<sup>85</sup> Gobernación Provincial de Chañaral; "Plan provincial Chañaral para la diversificación y el desarrollo"; Noviembre, 2006.

d. Generación de un proyecto financiado con recursos F.N.D.R. que tenga como unidad ejecutoras a la SEREMI de Minería y a la Dirección de Aguas del MOP, para recuperar la información existente en empresas mineras del estado y privadas, que permita identificar recursos hídricos descubiertos producto de sondajes de prospección minera.

**2. Proyecto Planta desalinizadora.** Con la intención de resolver los problemas hídricos de la zona, se ha propuesto, a nivel regional y provincial, la construcción de una planta desalinizadora que se ubicaría en la comuna de Chañaral.

Aunque esta iniciativa se encuentra aún a nivel de proyecto, principalmente debido a los altos costos que esta tiene, el gobierno a comienzos de este año, defendió y apoyó la construcción de la planta presentándola como una opción factible y necesaria, que debería ser absorbida por inversiones tanto privadas como públicas.

**3. Extracción por pozo.** A partir de la necesidad de buscar nuevas alternativas para obtener el recurso hídrico en la Provincia, la Empresa de Agua Potable EMSATT, encargó un estudio a una empresa de ingeniería, que se encargó de analizar durante el año 1997 la disponibilidad de recurso en la zona. El estudio incluía cuencas abiertas y cerradas que estaban disponibles para extraer agua en la zona<sup>86</sup>.

---

<sup>86</sup> Ayala, Cabrera y Asoc. AC ingenieros Consultores Ltda., Empresas de Servicios Sanitarios EMSSAT S.A.; Informe Final: Exploración Fuentes Agua Potable Provincia de Chañaral; Dirección General de Aguas; Noviembre de 1997.

El resultado expone 14 cuencas en total (Fig.11), ubicados dentro de la provincia de Chañaral, que presentan un potencial estimado total de 1239,5 litros/segundo, los que por medio de proyectos de extracción podrían satisfacer de forma total la demanda hídrica de la zona. Estas iniciativas implican inversiones importantes, que aún no han sido aprobadas, sin embargo, este estudio demuestra que, con una gestión e inversión adecuada, si se podría obtener agua del mismo territorio provincial.

DISPONIBILIDAD DE RECURSOS

	POTENCIAL ESTIMADO (Vs)	DERECHO CONSTITUIDOS (Vs)	DISPONIBILIDAD (Vs)
<b>CUENCAS ABIERTAS</b>			
Q. de Puquios	96	38,1	57,9
Las Vegas	16	6	10
La Finca	14,4	10,2	4,2
Chañarcito	18,2	-	18,2
Q. de Asientos	48	10	38
Q. Agua dulce	6,7	-	6,7
Q. Pajote	3,8	-	3,8
Q. San Andrés	3,4	-	3,4
<b>CUENCAS CERRADAS</b>			
Rio La Ola	300	100	200
Rio Juncalito	200	-	200
Rio Leoncito	20	-	20
C. Ciénaga Redonda	400	200	200
Rio Lamas	100	-	100
Q. Caballo muerto	13	-	13
<b>TOTAL:</b>	<b>1239,5</b>		

Fig. 11

En los sectores cercanos a las comunidades, se pueden distinguir 3 cuencas importantes (Finca Chañaral Alto, Río Juncalito, Q. Agua Dulce), que en total, si fueran ejecutados con la intención de potenciar el cultivo de Jojoba en la zona, aportarían con 222,7 litros/segundo para los sistemas de riego (Fig. 12), lo que se traduciría en el abastecimiento hídrico en mas de 3000 Ha. de jojoba en Chañaral.

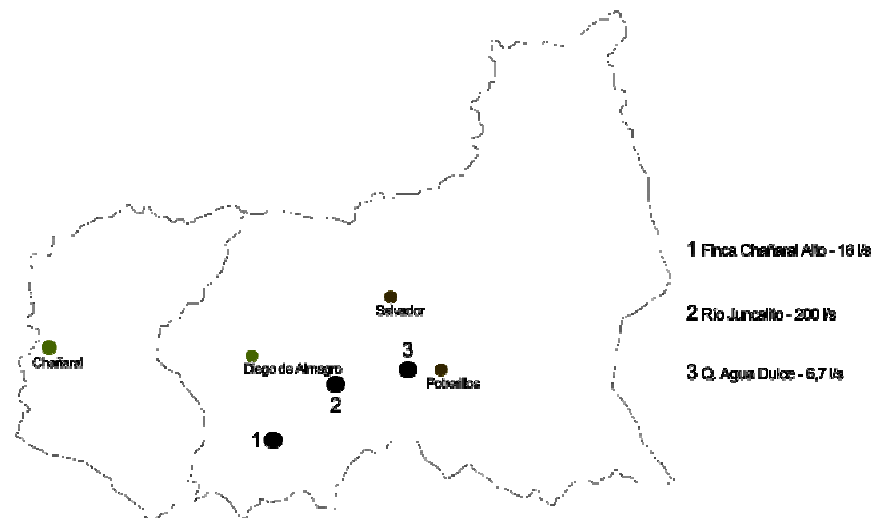


Fig. 12

4. **Atrapa-niebla (Camanchaca).** Otra opción de obtener agua, a menor escala, es aprovechando la niebla que se hace presente periódicamente en la zona de Chañaral. En 1990 se realizó un estudio<sup>87</sup>, que estableció cuales eran las características necesarias para la captación de niebla en la Provincia y las zonas en que era factible realizar este proceso. Dentro de las conclusiones se estableció que los lugares adecuados debían estar ubicado sobre los 500 m.s.n.m, con una captación en dirección NO-SE y a una distancia media de 5 km. a la línea de costa, aunque se estableció además, que existían lugares que se escapaban de estas descripciones y que, por otros motivos, igual hacían posible, la captación de niebla en la Provincia.

<sup>87</sup> Correa C, Héctor; Memoria para optar a Título Profesional de Ingeniero Forestal: "Caracterización y evaluación del fenómeno de la camanchaca en la III Región de Atacama; Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales; Santiago, 1990.



Estos lugares se dividen en 3 tipos de áreas (áreas costeras, áreas interiores y cauces naturales)<sup>88</sup> y fueron analizados y denominados como “Áreas Potenciales para la Captación de Camanchaca” (Fig.13). Dentro de estas zonificaciones se realizaron mediciones a una altura de 530 m.s.n.m, donde la captación media por día es de 2,3 l x m2. A su vez, en la actualidad, existe una agrupación llamada “Atrapa-nieblas” que, por medio de captadores ubicados en el Sector de Falda Verde (Comuna de Chañaral), satisfacen el sistema de riego necesario para unos cultivos experimentales de tomates, que ellos mismos implementaron en ese sector. La captación se realiza a 600m.s.n.m aprox. y logran obtener 1,14 litros/m<sup>2</sup> al día. Estos datos, demuestran que la cantidad de agua que se puede almacenar con este sistema no resolvería la demanda necesaria para los cultivos, sin embargo, se considerarán dentro de la localización del proyecto, debido a que de todas formas se puede presentar como un importante complemento para los sistemas de riego.



<sup>88</sup> 1. Serranías costeras: corresponden a aquellas que se encuentran a menos de 5 km. de la línea de costa y cuyas alturas sobrepasan o son iguales a 500 m.s.n.m.

2. Cauces Naturales de la camanchaca: se denomina así a aquellas serranías que aún cuando no cuentan con alturas apropiadas y/o a su lejanía a la costa, su disposición y dirección las transforman en cauces naturales para las masas de aire saturadas de humedad provenientes del mar, permitiendo que su efecto sea al interior de la Región.

3. Áreas interiores: se analizan aquellos sectores alejados de la costa, donde las condiciones morfológicas y las observaciones de campo indiquen la formación y/o captación de camanchaca.

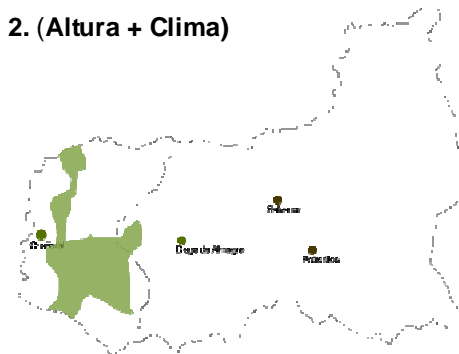
Ídem.

En este análisis se mencionaron 4 conceptos (Altura, Clima, Viento, Camanchaca) que, mediante la superposición, se definen **cuatro zonas** para el cultivo de Jojoba, dos áreas que se consideran **óptimas** y otras 2 zonas donde es **posible** el cultivo dentro de la Provincia de Chañaral.

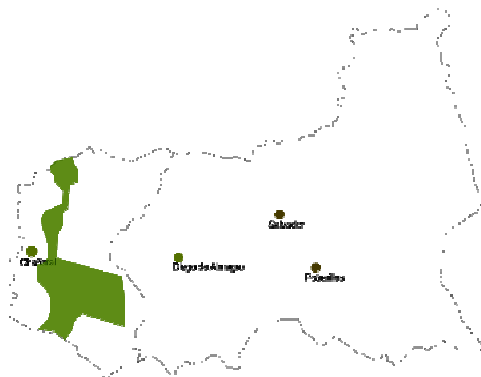
1. Área posible de cultivo



2. (Altura + Clima)



3. Optima (Altura – Clima – Viento)



4. Optima + Captación de Camanchaca

