



**UNIVERSITAT POLITÈCNICA
DE CATALUNYA
BARCELONATECH**

**LA INGENIERÍA Y EL DESCARTE ARTEFACTUAL DE LA
DESALACIÓN SOLAR DE AGUA.**

LAS INDUSTRIAS DE LAS SALINAS, SIERRA GORDA Y OFICINA DOMEYKO (1872-1907).

Por

Nelson Arellano-Escudero

Director

Dr. Antoni Roca-Rosell

Programa de Doctorado en Sostenibilidad, Tecnología y Humanismo
Cátedra UNESCO de Sostenibilidad.

Barcelona, Abril 2015

Tesis presentada para optar al grado de Doctor por la Universidad Politécnica de Cataluña.

“... es largo y sinuoso, empedrado de citas y alusiones,
abundante en desviaciones y cláusulas subordinadas,
pero la concordancia casi nunca se rompe y
el lector llega sano y salvo al final, aunque un poco mareado.”

Octavio Paz, *Sor Juana Inés de la Cruz o las trampas de la fe*, 1999.

DEDICATORIA

A la memoria de los abuelos Lupercio,
tornero de ruedas de carretas, y
Juan Ramón, gáster hojalatero.
Para conjurar el extravío de las historias irrecuperables
que compartimos con Debora, Simona y Samuel.

AGRADECIMIENTOS

Esta obra, como toda labor, ha sido posible sólo gracias a las múltiples y variadas contribuciones de muchas personas, comenzando por Debora, Simona y Samuel, por razones que se exponen al final de estos agradecimientos.

La educación pública resguardada por la Junta de Andalucía y la Generalitat de Catalunya merecen un lugar de reconocimiento, porque bajo su alero es posible aventurarse a cruzar fronteras. En Chile, el doctorado de Historia de la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso ha sido el lugar donde este espíritu también ejerce.

Gracias a esas circunstancias las primeras informaciones de la historia que aquí se expone prosperaron. Esos datos fueron suministrados por el Ingeniero Luis Valenzuela Godoy, en un taller de carpintería y metales en el puerto chileno de Valparaíso. Su generoso gesto de compartir un patrimonio tan peculiar ha permitido visitar episodios olvidados y omitidos.

Pero no obstante ese gesto, los brotes no hubiesen sido posibles sin la contribución del Dr. Antoni Roca-Rosell, quien fuera el primer investigador con voluntad de reconocer la valía y significancia de un proyecto que otros desestimaron. Por la misma razón, al Dr. Jordi Morató se le debe una mención tanto como al ecologista Jordi Miralles, quienes de manera intuitiva y sincrónica condujeron este proyecto hacia el lugar donde podría ser desarrollado.

En ese mismo sentido, también deben ser agradecidos los aportes de: Dr. Eduardo Cavieres Figueroa, Dr. Juan José Saldaña González, Dr. Sergio González Miranda, Dr. José Antonio González Pizarro, Dr. Claudio Llanos Reyes, Dr. Jaime Vito Paredes, Dr. Jaume Valentines Álvarez y, la Dra. Margarita Alvarado Pérez. Cada quien ha brindado en su momento no sólo un aporte significativo a esta investigación, sino también una palabra de aliento o de reconocimiento en el momento oportuno. Una vez elaborado este documento las revisiones del Dr. Ángel Calvo Calvo y la Dra. Maria Paula Pires dos Santos Diogo permitieron mejorar aspectos de forma y contenido.

En otro ámbito también se reconoce el aporte generoso del Dr. h.c. Carlos Espinosa Arancibia, la Dra. Emmy Delyannis, el meteorólogo Roberto Sota, el ingeniero Rafael Bolocco y el técnico Francisco Vargas, gracias a quienes fue posible apostar por un tiempo recobrado, en tanto testigos-protagonistas de los acontecimientos que merecen un lugar en la memoria.

En buena medida los hallazgos realizados ocurrieron en virtud de la complicidad y colaboración de Montserrat Tornés, Monserrat Ramón y Jordi Cuesta, archivistas del Fondo Histórico de la Escuela Técnica Superior de Ingeniería Industrial de Barcelona de la Universidad politécnica de Cataluña. También se contó con el apoyo de Rebecca Johnson Melvin, Archivo Delaware, Michelle Baidon de MIT Libraries, Fernando Vergara Benítez del Fondo Enrique Budge de la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso y Pablo Muñoz Acosta en el Archivo Nacional de Chile.

Hacia el final del proceso de investigación una conversación imprevista con Roberto Espejo Leupin le abrió la puerta al contacto con Patricio Espejo Leupin, coleccionista e investigador independiente, fundamental para la ampliación de información de los casos del fenómeno estudiado. La generosidad de estos hermanos enriqueció y fortaleció la base documental requerida y le abrió nuevas perspectivas al estudio que aquí se presenta.

Pero todos los aportes anteriores no hubiesen tenido los brotes obtenidos de no haber sido por el trabajo de los y las docentes del Máster de Investigación Social aplicada al Medio Ambiente de la Universidad Pablo de Olavide, Sevilla, cuyo efecto más inmediato y palpable fue el cambio en la mirada del observador.

Y, con todo lo anterior, muchos de los logros alcanzados tuvieron su punto de partida en Sevilla, en el ágora del carril bici y las inmediaciones de la gran plaza, en los sitios, lugares y viviendas de los/as compañeros y compañeras del Máster de Investigación Social Aplicada al Medio Ambiente (MISAMA) de la Universidad Pablo de Olavide y los tantos amigos de los amigos.

En la dimensión material, los esfuerzos sostenidos no hubiesen contado con la vitalidad que les fue posible de no haber sido por el apoyo, la ayuda y la incondicionalidad del Geógrafo Daniel Álvarez Pardo, quien -lejos de encontrar obstáculos para la dualidad estudiante/trabajador- constantemente entregó su aliciente a la continuación y término de esta tarea quijotesca.

La larga trayectoria de este episodio vital se acunó en casa de mi madre Rosa, con mi hermano Mauricio en donde se me infundió el sabor de la perseverancia y el goce por el saber cuando me despertaron el apetito por la curiosidad.

Sin embargo, ni con todas las ayudas ni colaboraciones o incentivos que hubo, nada de estas páginas podría ver la luz sin la protección, el cuidado, la paciencia y el cariño que Debora, Simona y Samuel me han dado y todo aquel tiempo que me han donado incondicional y amorosamente a lo largo de estos años. Nadie mejor que ellos merecen el descanso de ver cumplida esta tarea.

Por supuesto, muchas otras personas han entregado su contribución a esta historia peculiar y espero tener oportunidad de agradecerles personalmente llegado el tiempo y la oportunidad.

RESUMEN

En el siglo XIX en el desierto de Atacama ocurría un fenómeno de competencia entre diferentes técnicas industriales de desalación de agua, una de las cuales tuvo excelentes resultados y una larga duración utilizando energía solar.

Es un hecho relevante que esta tecnología haya sido difundida y utilizada en otros puntos del mismo desierto, publicándose contemporáneamente su existencia y/o resultados en Londres, Nueva York, Madrid y Santiago de Chile, a pesar de lo cual su difusión en otros lugares del mundo tuvo lugar recién a mediados del siglo XX.

Interesa conocer aquí cómo el proceso pendular de Continuidad e Innovación que afecta a la evolución de la tecnología era intervenido por las fuerzas histórico-culturales de la selección técnica. La historia de la desalación del agua en el siglo XIX en el desierto de Atacama aporta un caso ejemplar para el análisis de los fenómenos de descarte artefactual y la duración intermitente de los objetos.

Este estudio propone una descripción densa del fenómeno a partir de la producción de datos obtenida de la revisión sistemática de archivos físicos y electrónicos de revistas de ingeniería del siglo XIX y del siglo XX, de entrevistas a investigadores/as relevantes del área de la desalación solar, además del examen de archivos locales, con lo cual es posible establecer el acaecer en la historia de las desaladoras solares de Las Salinas, Sierra Gorda y Oficina Domeyko que, construidas entre 1872 y 1907 en el desierto de Atacama, fueron las primeras desaladoras solares de escala industrial del mundo. Con esto se espera contribuir a la comprensión del proceso general de evolución de la tecnología y su incidencia en el problema de la sustentabilidad.

Índice

PRÓLOGO: AMANECE, QUE NO ES POCO.	13
INTRODUCCIÓN. ¿POR DÓNDE SALDRÁ EL SOL?	19
1 COMPRENDIENDO EL DESCARTE ARTEFACTUAL	31
1.1 La Ingeniería del siglo XIX y el problema de la energía	31
1.2 Técnica y ambiente.....	33
1.3 La Ingeniería imperial y las alternativas energéticas	43
1.3.1 El Imperio Británico y la República de Chile.....	43
1.3.2 Ingeniería: partes y piezas de la cultura imperial.....	50
1.3.3 Institution of Civil Engineers (ICE) y Chile.....	51
1.3.4 <i>Engineering</i> : ideología, tecnología y mercados.....	57
1.4 La desalación solar de agua como alternativa tecnológica.....	68
1.5 Objetivos de Investigación.....	79
1.5.1 Objetivo General.....	79
1.5.2 Objetivos específicos	79
1.6 Restituir la memoria de una técnica descartada.....	80
1.6.1 La aproximación cultural.....	82
1.6.2 El enfoque historiográfico	84
1.6.3 El estudio de caso como método.....	86
1.6.4 La historia de los ingenieros, la historia de la ingeniería y la historia de la técnica.....	88
1.6.5 Prosopografía y genealogía de las ideas.....	91
1.6.6 Tecnologías apropiadas	92
1.6.7 Imaginario visual y fotografía industrial.....	93
1.6.8 Referenciación geográfica del caso de estudio.....	95
1.6.9 Técnicas y fuentes	96
1.7 Un Prisma para ver la energía solar y la desalación	100
1.7.1 La Evolución de la Tecnología: Continuidad, Novedad y Selección.....	113
1.7.2 Cultura ingenieril. El modo en que se organizan las ideas	119
1.8 Conclusiones del Capítulo 1	121
2 LAS EXPERIENCIAS PIONERAS DE LA DESALACIÓN SOLAR.....	125
2.1 Plantas industriales de desalación solar	125
2.2 La Planta de Las Salinas.....	138
2.2.1 La Planta de destilación de Las Salinas y su testigo principal.....	138
2.2.2 La subsidencia en la memoria y el redescubrimiento del ingenio.....	143
2.2.3 Versiones de los hechos.....	150
2.2.4 El sistema de desalación solar y la memoria contemporánea.....	153

2.3	Agua en el desierto de Atacama: evaporación, radiación solar y salinidad.....	163
2.4	Líneas técnicas para la desalación de agua	169
2.4.1	Máquinas desaladoras a carbón.	175
2.4.2	La invención de los destiladores solares.	184
2.5	Desalación de agua en medio del desierto	189
2.5.1	Las Salinas y la oficina de la Compañía de Salitres y FCAB.....	195
2.5.2	Las Salinas, el Ferrocarril y el agua.....	198
2.6	El Debate de la energía solar para la desalación de agua: Harding, Johnson y Wilson	207
2.6.1	Josiah Harding y la Energía Solar en el siglo XIX.....	208
2.6.2	Reacciones: Johnson y Mr. Probyn (Dixon Provand).....	210
2.6.3	Precisiones: Charles Wilson y su testimonio.	213
2.7	Los testigos de Las Salinas	219
2.8	Conclusiones del Capítulo 2	221
3	ENERGÍA SOLAR: 100 AÑOS DE INVESTIGACIÓN.....	227
3.1	La Energía Solar en la Historia de la tecnología	227
3.2	El rescate de la memoria perdida: Maria Telkes y Julio Hirschmann.	229
3.2.1	Maria Telkes: de Budapest a Boston.....	230
3.2.2	Julio Hirschmann: para bien de la humanidad.	235
3.3	Energía solar e ingeniería en Chile	246
3.4	Investigadores e inventores del siglo XIX.	248
3.5	Conclusiones del Capítulo 3	255
4	DESCARTE ARTEFACTUAL Y DURACIÓN INTERMITENTE DE LA DESALACIÓN SOLAR	259
4.1	Descarte artefactual y sustentabilidad.....	261
4.2	Descarte y duración intermitente.	264
5	CONCLUSIONES.....	267
6	REFERENCIAS	281
6.1	Comunicaciones y entrevistas	281
6.2	Archivos consultados	281
6.3	Archivos personales	282
6.4	Diarios, periódicos y revistas	282
6.5	Bibliografía y fuentes.....	284
7	ANEXOS.....	303

ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS Y FIGURAS

Ilustración 1. Diagrama del destilador de Charles Wilson según Josiah Harding.....	34
Ilustración 2. Buque de guerra “Blanco Encalada”	66
Ilustración 3. Publicidad de máquinas destiladoras en revista <i>Engineering</i>	74
Ilustración 4. Detalle del Mapa Político Administrativo actual de Chile.	75
Ilustración 5. Diagrama de representación del encuadre historiográfico.....	85
Ilustración 6. Modelo de Evolución de la Tecnología de George Basalla.	114
Ilustración 7. Familia de destiladores solares.	126
Ilustración 8. Planta desaladora solar de la isla de Patmos, Grecia.....	127
Ilustración 9. Destiladores en la Universidad de Glasgow.....	128
Ilustración 10. Imagen de Of. Domeyko difundida como desaladora solar de Las Salinas.	130
Ilustración 11. Imagen parcial la página publicada en Londres (1908) de Of. Domeyko.	132
Ilustración 12. Imagen de Of. Domeyko publicada en Oklahoma City 1908.....	133
Ilustración 13. Fotografía de la desaladora solar of. Domeyko publicada en Chile.	137
Ilustración 14. Actual vivienda de la Familia Harding en Waipukurau, Nueva Zelandia	139
Ilustración 15. María Telkes.	145
Ilustración 16. Cementerio ubicado en las proximidades de Ex Estación Las Salinas.	157
Ilustración 17. Imagen general del área de la Planta de Las Salinas.....	158
Ilustración 18. Área de Las Salinas.	159
Ilustración 19. Fotografía del área que se atribuyó a la ubicación de la Planta Las Salinas.	160
Ilustración 20. Área atribuida a la ubicación de la Planta Las Salinas década de 1960.	162
Ilustración 21. Situación actual del área atribuida a la ubicación de la Planta Las Salinas.....	163
Ilustración 22. Aviso comercial de Normandy publicado en <i>Engineering</i>	176
Ilustración 23. Publicación de patente de un destilador a carbón.....	178
Ilustración 24. Imagen y esquemas del destilador a carbón de Morison.	179
Ilustración 25. El Aguador y las mulas aguadoras en Antofagasta, 1910.....	183
Ilustración 26. Planta resacadora de agua de mar ubicada en Antofagasta, 1917.	184
Ilustración 27. Diagramas de 9 tipos de destiladores solares.....	186
Ilustración 28. Mapa del Desierto de Atacama según Josiah Harding, publicado en 1877.....	190
Ilustración 29. Plano de ubicación de Compañía Huanchaca.	192
Ilustración 30. Destiladores portátiles diseñados por Maria Telkes	231
Ilustración 31. Destilador solar diseñado por Maria Telkes	233
Ilustración 32. Maria Telkes premiada por The Society of Women Engineers	234
Ilustración 33. Maria Telkes, Julio Hirschmann y otros investigadores.....	234
Ilustración 34. Julio Hirschmann y otros investigadores en Australia.	237
Ilustración 35. Visitas en el Laboratorio de Energía Solar UTFSM, Chile.....	244
Ilustración 36. Hirschmann en conferencia de zonas áridas, 1963, Argentina.	246

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Frecuencia de noticias relacionadas con Chile en <i>Engineering</i> (1886-1914)	64
Gráfico 2. Noticias sobre Chile según temática en <i>Engineering</i> (1886-1914)	65
Gráfico 3. Frecuencia de publicaciones que mencionan Las Salinas (1883-2009).	154

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Ficha de datos acerca de la Planta de Las Salinas en la literatura.....	152
--	-----

Prólogo: Amanece, que no es poco.

“Comprendo que muy pocos entre mis contemporáneos tengan curiosidad de transitar entre estos artificiosos laberintos verbales; es lástima: el paseo vale la pena.”

Octavio Paz, *Sor Juana Inés de la Cruz o las trampas de la fe*, 1999.

Todo comenzó con el apetito de leer la historia de aquella planta solar del siglo XIX. Por entonces, el siglo XIX tenía un aspecto sepia, lejano y mohoso. Un tiempo atrasado, equivocado, irremediabilmente perdido y meramente atrapado en libros de historia.

Pero en marzo de 2009 tuve la oportunidad de asistir a la Escuela de Energía y Cambio Climático organizada por la Universidad Menéndez-Pelayo en Sevilla, España, donde se trató el tema “La seguridad del suministro energético. Una política energética preventiva”. En ese momento se me hizo evidente que la existencia de la destiladora solar del siglo XIX no era conocida para los actuales expertos, técnicos y políticos europeos implicados en la industria de la cosecha de la energía del sol.

Detrás de la fotografía de la planta desaladora y una breve alusión en un artículo de 1968 se mostraron el vacío y el silencio: la amnesia.

Y era que los libros de historia habían descuidado un evento importante y no había un estudio monográfico que contara la historia de la planta solar de Las Salinas ni la sospecha de la existencia de otras desaladoras similares de aquel tiempo. Por estas circunstancias fue que comenzó una búsqueda voluntariosa e inocente de informantes e informaciones y una aún más compleja tarea de ordenamiento de la fragmentación de datos.

Transcurrido casi un año, en febrero de 2010, luego de una sugerencia del ecologista Jordi Miralles de Fundación Terra y, otra, del Dr. Jordi Morató, fue el Dr. Antoni Roca-Rosell el primero en valorar las inquietudes y extravíos que se acumulaban, brindándome la posibilidad de que la idea general se convirtiera en un proyecto de investigación, acogiéndolo en el Centre de Recerca per a la Història de la Tècnica (CRHT) de la Universitat Politècnica de Catalunya (UPC) a través del doctorado de Sostenibilidad de la misma universidad.

Se comenzaron a condensar así los escarceos de una formación sino errática, salpicada de saberes parciales e introductorios de disciplinas sociales y una visión culturalista acerca del quehacer técnico e ingenieril.

En ello, la mirada transdisciplinar tributa de la formación de post grado sellada por el Máster oficial de la Universidad Pablo de Olavide “Investigación Social aplicada al Medio Ambiente”, que rondaba una aproximación a la complejidad de la dicotomía naturaleza-cultura, que constituye un eje fundamental para comprender el proyecto modernizador y las distintas reacciones y efectos que ha desatado.

Esta ruta de conocimiento, formal e institucional, contrasta con la vía de educación informal por la que los elementos técnicos, digamos, las herramientas, máquinas y artefactos fueron cobrando un cariz social, desnudando sus historias e ideologías y adquiriendo un desenfadado lugar de cultura material, que denunciaba el fetichismo del que se les recubre en esas prácticas animistas, que terminan por ocultar a las personas y las relaciones que entre ellas se produce para inventar y hacer circular un objeto.

En este último ámbito no había acreditación posible porque era el tallado de un estilo de trabajo de artes y oficio que se producía en un remoto taller de carpintería y tecnologías apropiadas de Valparaíso, donde se atesoraba la revista *Scientia* de la Universidad Técnica Federico Santa María, de la misma ciudad puerto, en donde figuraba impresa una pixelada fotografía de una desaladora que se suponía mundialmente famosa.

Ambas vías, en apariencia imposibles de conjugar, se encontraron en Barcelona, donde el tiempo y las circunstancias produjeron la ventana de orden que ocurre en todo proceso caótico.

La sinergia, puramente dependiente de la voluntad y el esfuerzo personal se fue abriendo paso, también merced a una larga lista de eventos cuya condición esotérica les vuelve impropios de un proceso de investigación. Los encuentros de sujetos con sus sitios y los sitios con sus historias y las historias con los sujetos y estos sujetos con sus ancestros fueron la tónica de los hallazgos en los archivos, en las entrevistas y en otras investigaciones, como un guión que se prestaría para un rodaje de José Luis Cuerda. La historia de la desalación solar tiene un nuevo amanecer, lo que no es poco.

Seguramente habrá muchos y muchas que compartan la experiencia de un proceso de investigación que parece carecer de racionalidad lógica o de secuencias mecánicas que estructuren la acomodación y asimilación de los datos. En ese sentido este trabajo no es una excepción, pero en ciertos momentos ha parecido adquirir un modo exagerado o superlativo de producción de datos singulares incapaces de integrarse a una serie y que más bien parecía improbable que pudieran escapar del fantaseo, la especulación y la conjetura.

En parte este aspecto real maravilloso, según lo proclamaba Alejo Carpentier y recogió en la literatura la generación del boom latinoamericano de la década de 1960, se debe al sorprendente imaginario que se pudo pesquisar en el mundo de la ingeniería anglosajona de fines del siglo XIX e inicios del XX. Una concepción casi completamente escindida de los sujetos locales, autoreforzante en su visión centralista y con una no tan velada propuesta de superioridad que se puede percibir con fuerza justamente cuando se está del lado sur de las relaciones.

Pero el vínculo de subordinación no puede ser elaborado si no se cuenta con un subordinado que acepte el trato y las condiciones que se le quieren imponer, por lo que la subjetividad del sur también se manifiesta en su silencio, aceptación y desmemoria, lo que supone otras dificultades para su lectura, lo que no impide que se le pueda interpretar.

Así es que este estudio le hace frente a poderosas fuerzas ideológicas pues le podría cercar el chauvinismo nacionalista, al que se le debe responder: no, la planta solar de Las Salinas no fue construida en Chile, porque aquel era territorio boliviano, aunque su principal identidad era la de un territorio concesionado a empresas multinacionales del siglo XIX, por lo que más bien se trataba de un área de desarrollo privado. Es por ello que se opta en la gran mayoría de las ocasiones usar insistentemente la toponimia del lugar antes que las divisiones político-administrativas.

Tampoco fueron los estados sudamericanos quienes se encargaron de desarrollar la técnica, pero tampoco los del hemisferio norte, pues a iniciativa de un ingeniero sueco, registrada por uno británico de Nueva Zelanda, rescatada del olvido por una científica húngara y divulgada por un ingeniero chileno-alemán –y probablemente también boliviano- sólo hace posible concebir que la historia de desalación solar en Las Salinas se pudo conocer gracias a una cadena de intereses y esfuerzos individuales en el mundo occidental. Un acto cosmopolita que también tocó a Sierra Gorda y Oficina Domeyko.

En esta historia tampoco es plausible aludir a la lógica emancipadora o el pensamiento de la liberación latinoamericana cultivada a lo largo de la era republicana en la mayor parte del continente sudamericano. La tierra donde se implementó no hizo que la técnica haya sido apropiada (integrada) por parte de las culturas locales, tanto como no fue inmediatamente exportada a otras colonias o áreas con necesidad de desalación de agua. Aunque alguna información dispersa podría indicar lo contrario, pero es un asunto que aún está por estudiar.

En este sentido la desalación solar a escala industrial bien podría ser considerada un acto fallido producto de una autorización inoportuna para la existencia de un artefacto que por sus características podía llegar a ser una amenaza para una parte relevante del modo de vida que se impulsaba desde las metrópolis.

Cabe aclarar entonces que el alcance de este estudio, dadas las condiciones en las que se pudo desarrollar, implica un nivel descriptivo-interpretativo que no llega a tocar el tema de la autonomía energética y, por lo tanto, la independencia económico-cultural, aunque estos elementos fluyan subyacentes en cada episodio retratado.

En el ámbito de la historia de la tecnología la historia de las desaladoras solares de Las Salinas, Sierra Gorda y Oficina Domeyko, todas en el desierto de Atacama, aunque parezca exagerado, son un equivalente al Mecanismo de Antikythera en la evolución de los mecanismos de rueda dentada¹. Fueron artefactos únicos en su época, antecedentes de todos los demás intentos posteriores, con o sin información respecto a su existencia, pero del que en vez de quedar los restos materiales sólo les sobrevivió la evidencia de los testimonios.

En términos teóricos el estudio intenta comprender cómo se produce el fenómeno de descarte de un artefacto útil que cumple con una gama de criterios de calidad más amplia que el resto de las técnicas disponibles. Pero la intriga habría de llevar la duda más allá de esos límites y adentrarse en el problema de la omisión y la desafección por el patrimonio ganado y la falta de cultivo en el interés por la diversidad de la creatividad.

La desalación solar a escala industrial en el siglo XIX interpela directamente las decisiones técnicas que se toman en el siglo XXI y desafía nada más y nada menos que al modelo de desarrollo no sólo por los límites físicos del crecimiento y de las escalas de productividad que pretende alcanzar, sino también por su velocidad.

Por ello, la invitación es a mirar esta historia de la tecnología también como una contribución a la historia ambiental de un planeta en el que la especie humana, una vez que cobró conciencia del control de su desarrollo protésico, le cambió el destino al curso de la evolución y fusionó la cultura con la naturaleza. Esta es la verdadera pérdida de la inocencia.

¹ Dentro de la abundante bibliografía al respecto, ver por ejemplo: FREETH, T., JONES, A., STEELE, J. M., & BITSAKIS, Y. (2008) "Calendars with Olympiad display and eclipse prediction on the Antikythera Mechanism", *Nature*, 454(7204), 614-617. doi:10.1038/nature07130.

Introducción. ¿Por dónde saldrá el sol?

Detectado el caso de una industria para la desalación de agua que operaba gracias a la energía solar y que fue construida en el siglo XIX resultaba tan oportuno conocer el grado de difusión de esta tecnología como encontrar una explicación razonable para su desaparición. A poco andar la investigación fue inscrita en el dominio de la historia de la tecnología proponiéndose tres columnas de soporte: descripción, interpretación y comprensión.

Primeramente, describir el caso fue y sigue siendo, con toda probabilidad, el desafío de mayor envergadura de esta investigación, pues se ha debido recurrir a fuentes documentales precisas pero dispersas, situadas en Chile, Grecia, Estados Unidos, España, Inglaterra y Nueva Zelandia; estos territorios hoy en día están al alcance del trabajo académico gracias a las tecnologías de la información y, especialmente, a internet.

De todas maneras, no bastando la dispersión de la información los datos disponibles son escasos por lo que la estrategia investigativa circuló en torno al contexto y al conocimiento del ambiente histórico-cultural que acunó la aparición de la solución solar para la desalación de agua tanto como su desaparición y olvido.

Ahora, en un plano general más amplio, la reconstitución total y detallada de la situación de la industria solar para la desalación en el siglo XIX requerirá un tiempo y energías que sobrepasan el alcance de esta investigación, la que sin dudas aporta a la historia de la tecnología la descripción de un hecho relevante que merece la atención que se le adeuda desde hace casi un siglo y medio.

El hallazgo cuasi-genealógico de este objeto, ahora inmaterial y del que sólo han quedado testimonios, exige análisis y respuestas que expliquen su existencia, pero con mayor ahínco reclama una explicación del por qué de su desaparición.

El tránsito y la navegación desde la desinformación hacia la producción de una narrativa se ha realizado de un modo en que las trayectorias resultan laberínticas y a veces reversibles, donde es posible que el futuro sea el que escruta al pasado, asumiendo que las generaciones por venir se lleguen a preguntar por qué los bisabuelos y tatarabuelos prefirieron convertir el carbón y el petróleo en agua, cuando bastaba dejar que el sol actuara. La respuesta, por supuesto, no es sencilla, si acaso se logra establecer sólo una.

En segundo lugar, la ruta también es laberíntica porque, ante el asombro de descubrir que una técnica sustentable era descartada a inicios del siglo XX, no hay respuesta mecánica que preste utilidad, porque la respuesta asociada a la eficiencia no sólo es pobre sino falaz. Pero desmontar la argumentación automatizada y altisonante de una construcción de mundo donde lo más rápido o lo más controlado es considerado lo más eficiente requiere un andamiaje no sólo ético sino estético que indague tanto el fondo como la forma, anudando actos que nos han sido presentados como aislados o por vías paralelas. El problema no ha sido sólo conjurar la fragmentación de la totalidad, sino el ocultamiento de la diversidad.

Esta forma de aproximación resulta incómoda para el orden institucional disciplinario y no encaja en la configuración habitual de departamentos estancos del conocimiento y, en esa medida, el resultado de la apuesta de método es transfronteriza, sin intentar romper esquemas sino acudiendo a un eclecticismo de corte barroco, es decir, reinterpretando la mirada occidental desde la óptica del sur sudamericano, constituyendo una epistemología que acata, pero que no cumple.

El tercer pie de apoyo que requería la investigación lo constituye la osmosis de la heurística y la hermenéutica para trabajar de manera aleatoria con la aproximación cultural y los saltos a la psicología social intentando establecer una cronología de los saberes, sus aplicaciones y los debates del conocimiento acumulado en plena fase de expansión colonialista, pero reinterpretando los esquemas de decisión desde la interpelación que la economía ecológica le hace a la economía clásica en un duelo dispar antihegemónico-hegemónico.

El dispositivo descriptivo-comprensivo, dada la condición de pasado de los eventos que se analizan, evidentemente se inscribe en el campo de la historia, pero segmentada en el área

disciplinar de la historia de la tecnología, donde se releva la circunstancia peculiar de la interacción de los sujetos a través de los objetos y se requiere un análisis tanto del fetichismo de la mercancía como del animismo de la cultura material y los pasos ideológicos que se van dando en torno a ellos a través del tiempo, proclamándose una descripción densa para condensar los enfoques, las miradas y sus interpretaciones y así narrar el fenómeno investigado a través del pluralismo metodológico dispuesto para tales efectos.

Este juego trifásico de avance en la pesquisa, acomodación teórica y modelación metodológica se fue constituyendo en el método, como si se tratase del avance en tres frentes de trabajo separados que sólo al final dejarían ver el resultado del conjunto.

Así, por ejemplo, la cuestión económica del eventual ejercicio de dominación del Imperio informal británico resultó insuficiente por inespecífico, mientras que entre las herramientas del imperio estaba el colonialismo científico y tecnológico, categoría que se pliega de manera más fluida al fenómeno. Y sin embargo, entre algunos de los historiadores de la metrópoli esto no parece ser compartido, de modo que Robert Angus Buchanan² es capaz de escribir sin mayor revisión crítica que mucho del progreso de Sudamérica se debe al quehacer de la ingeniería británica, acudiendo a un esencialismo identitario que cabría revisar porque en la circulación y cosmopolitismo de la época se gestaron intercambios de variado orden entre las ingenierías apostadas en los distintos Estados-nación.

Buchanan³ tampoco parece hacer referencia a los costos sociales, económicos y políticos que implicaba este modelo de desarrollo en el que las comunidades locales transferían sus recursos a las metrópolis ni los padecimientos del injerto del modelo industrial. Persiste en esta visión, que se ha tomado como ejemplo, la idea de que la historia conduce al progreso y que el progreso es la finalidad última de la humanidad.

Todavía más, la investigación que aquí se presenta demuestra que la historia de la tecnología no ha tenido interés no sólo en estudiar la desalación mediante energía solar, sino que además ha

² BUCHANAN, Robert Angus (1989:150) *The engineers: a history of the engineering profession in Britain, 1750-1914*, Londres, Kingsley.

³ BUCHANAN (1989).

tenido una precaria y más bien ausente relación con el uso de la energía solar como fuente relevante para el desarrollo técnico.

Puede que esa desafección con el tópico solar por parte de la historiografía haya promovido en el ámbito científico-tecnológico la inquietud por la historia, provocando el interés y curiosidad de algunos investigadores que, de manera intuitiva, intentaron saldar cuentas estableciendo cronologías y produciendo crónicas de hitos relevantes, fundamentalmente asociados a los principales centros de investigación en energía solar, en países mediterráneos como España, Grecia e Italia y, en su oportunidad, en Chile.

La experiencia de la desalación solar en el siglo XIX, por lo tanto, ha sido conocida para un grupo de iniciados en un área de desarrollo tecnológico muy específico que parece haber permanecido aislado de los ámbitos de las restantes técnicas que utilizan energía solar.

Por lo tanto, una cuestión fundamental para delimitar el fenómeno del descarte de la desalación solar era conocer el estado de situación de la investigación y desarrollo de la energía solar en otros ámbitos, para comprobar el descarte de artefactos con distintos propósitos, pero que aprovechaban la radiación solar para su desempeño.

Ante la evidencia el concepto teórico del descarte artefactual propuesto por George Basalla⁴, habiéndolo él recogido de los trabajos de George Kubler⁵ en su esfuerzo por deconstruir la convención de la continuidad de los objetos atada a la convicción del progreso tecnológico, se fortaleció al mismo tiempo que comenzó a demandar contribuciones para poder profundizar tanto la descripción como la interpretación histórico-cultural.

Se produjo así un punto de encuentro entre el modelo teórico de Basalla y la teoría del desarrollo de las líneas técnicas de Bertrand Gille⁶, pues en la categoría de los objetos

⁴ BASALLA, George (2011) *La evolución de la tecnología*, Barcelona, Editorial Crítica, 292; segunda edición de: BASALLA, George (1991) *La evolución de la tecnología*, Barcelona, Editorial Crítica, 292, traducido de: BASALLA, George (1988) *The evolution of technology*, Cambridge, Cambridge University Press, 248.

⁵ KUBLER, George (1988:54) *La Configuración del tiempo: Observaciones sobre la historia de las cosas*, Madrid, Nerea.

⁶ GILLE, Bertrand (1999) *Introducción a la historia de las técnicas*, Barcelona, Editorial Crítica.

intermitentes cabía establecer la continuidad-discontinuidad ya no sólo de una alternativa tecnológica sino la del panel de posibilidades entre las que se podía optar.

Pero el debate mayor es la cuestión de cómo circulan las ideas acerca de los objetos y los objetos mismos, lo que visto de lado y lado del mundo tiene apreciaciones bastante contrapuestas. Mientras en el hemisferio norte la comparecencia de la tecnología se identifica entre los hemisferios Oriental y Occidental en el propio occidente se revisa la desigualdad técnica promovida por las metrópolis colonizadoras⁷.

Por supuesto que estas inquietudes se vienen manifestando desde hace largo tiempo y ha sostenido una disidencia permanente a la concepción hegemónica de que la cultura occidental tiene una superioridad inalcanzable⁸. Aquí encontramos una discusión intensa acerca del eurocentrismo, acusación que ha recaído, por ejemplo, en las aportaciones de George Basalla como ha quedado expresado en *Beyond imported magic*⁹. La mayor parte del peso de esta opinión se bascula en la investigación de Basalla en la década de 1960, desconociendo que el propósito de esa investigación fue dirigida a los mecanismos de divulgación del pensamiento occidental, planteando una revisión crítica a los cánones explicativos establecidos hasta ese momento¹⁰; todavía más, resulta equívoco plantear que el modelo evolutivo de la tecnología de Basalla pusiera ser occidentalizante o eurocéntrico si consideramos sus aportes posteriores. Un buen y contundente ejemplo de ello es el que nos dejó en este párrafo:

“Las tres invenciones que sir Francis Bacon identificó como fuente de los grandes cambios de la Europa del Renacimiento –la imprenta, la pólvora y la brújula magnética– fueron productos de la civilización china, no de la europea. Según el filósofo inglés, este triunvirato fue responsable de una revolución en la literatura, la guerra y la

⁷ Conclusiones del Symposium: “Engineers, Circulation of Knowledge, and the Construction of Imperial and Post Imperial Spaces (18th- 20th century)”, 5th International Conference of the European Society for the History of Science: “Scientific cosmopolitanism and local cultures: religions, ideologies, societies”, Athens, Institute of Historical Research/National Hellenic Research Foundation. November 1-3, 2012.

⁸ BASALLA, George (1967) “The Spread of Western Science”, *Science, New Series*, 156, 3775, 611-622; BASALLA, George (1992) “Reviewed work: Technology in World Civilization: A Thousand-Year History by Arnold Pacey”, *Technology and Culture*, 33, 2, 347-348.

⁹ MEDINA, Eden, DA COSTA MARQUES, Ivan, HOLMES, Cristina (2014) *Beyond Imported Magic: Essays on Science, Technology, and Society in Latin America*, Cambridge, MIT Press.

¹⁰ Considérese esta conceptualización: “The word *nonscientific* refers to the absence of the modern Western science and not to a lack of ancient, indigenous scientific thought of the sort to be found in China or India” BASALLA (1967:611).

navegación. Si estos descubrimientos tuvieron una monumental importancia en la creación del mundo occidental moderno, ¿por qué no ejercieron una influencia similar en China? (...) la búsqueda de una explicación nos llevará a la indagación de los valores culturales de la elite china.”¹¹

Basalla será cuidadoso en el tratamiento epistemológico del etnocentrismo¹² lo que concuerda con la apreciación que Thomas P. Hughes hizo de él en 1971, calificándolo como un “imaginativo joven historiador de la ciencia y sociedad”¹³ lo que no obsta que los alcances del investigador siempre están circunscritos al estado del arte de su área en su tiempo. Por cierto, también se califica la visión de Basalla como difusionista, cuestión que se riñe con el propio carácter de esa corriente teórica cuyos exponentes la calificaron de “antievolucionista”¹⁴. Con todo, la discusión se fortalece.

Desde luego, a la revisión proveniente de los países, digamos, periféricos dentro del espacio continental europeo se debe sumar la lectura emancipadora latinoamericana o, en el decir de Alejo Carpentier, de la América Morena¹⁵.

Cabe comentar aquí, en primera instancia, que la cuestión de la investigación acerca de una tecnología latinoamericana viene siendo un tema relevante en el ámbito hispanoparlante también desde mediados del siglo XX, con mayor evidencia en México. Juega aquí un rol relevante la revista *Quipu*, que precisamente en el año 2014 cumple 30 años desde su primera publicación, ideada en 1982 cuando se conformó la Sociedad Latinoamericana de Historia de las Ciencias y la Tecnología (SLHCT)¹⁶.

¹¹ BASALLA (2011:208).

¹² BASALLA (2011:211).

¹³ Carta de Thomas Hughes a Roz Williams de diciembre de 1971, disponible en:

http://www.historyoftechnology.org/media/dearborn_SHOT_talk/Hughes_Letter_December_6_1971.pdf

¹⁴ SOLÉ PUIG, Carlota (1998:281) *Modernidad y modernización*, Barcelona, Anthropos Editorial.

¹⁵ CARPENTIER, Alejo (1990) “Conciencia e Identidad de América”, *Alejo Carpentier. Obras Completas volumen 13. Ensayos*, México D.F., Editorial Siglo XXI, 131-140.

¹⁶ AGUILERA RÍOS, Sara (2000) “Quipu: Una revista Latinoamericana de la Historia de las Ciencias y la Tecnología”, *Biblio 3W. Revista Bibliográfica de Geografía y Ciencias Sociales*, Universidad de Barcelona, N° 212. Capturado en internet el 18 de enero de 2014.

El camino señalado por Juan José Saldaña González, editor de *Quipu* y presidente de la SLHCT apuntaba al: “(...) entendimiento de los procesos históricos de transmisión, de asimilación y, desde luego, de producción de las ciencias y la tecnología.”¹⁷.

Se hicieron públicas las pretensiones de muchos investigadores, algunos de los cuales vieron truncados sus proyectos debido a la instauración de las dictaduras militares a lo largo y ancho del continente en las décadas de 1970 y 1980, de manera que surgían iniciativas como la “Asociación de historiadores chilenos (U.K.)”. Desde el exilio –voluntario o involuntario- se continuaba en la búsqueda de aquello que Julio Cortázar concebía como la *Situación del intelectual latinoamericano* abordando la paradoja de que la identidad local se consigue también dejando todo atrás y viviendo en una cultura diferente¹⁸. Se resquebrajaban así, de golpe, los esencialismos identitarios.

Esta situación llevada al campo de la historia de la tecnología, no obstante la minoritaria afluencia de investigadores, cuenta con valiosos aportes que brotaron como producto de la historia económica, como el artículo de Luis Ortega “Acerca de los orígenes de la industrialización chilena” y el libro de Marcello Carmagnani *Desarrollo Industrial y Subdesarrollo Económico. El caso chileno (1860-1920)*¹⁹.

Ambas producciones son sobresalientes y reflejan dos aspectos que interesa explicitar. El primero es la cuestión de la transmutación del choque cultural entre el mundo colonialista y el

¹⁷ SALDAÑA, Juan José (1984) “Presentación”, *Quipu*, 1, 1, 5-6. También ver: FAJNZYLBER, F. (1983) *La industrialización trunca de América Latina*, México D.F., Centro Editor de América Latina.

¹⁸ CORTÁZAR, Julio (1967) Carta dirigida a Roberto Fernández Retamar. 10 de mayo, fechada en Saignon, Francia y publicada en *El Periodista*, 1, 31, abril de 1985, Buenos Aires.

¹⁹ ORTEGA, Luis (1981) “Acerca de los orígenes de la industrialización chilena”, *Nueva Historia*, 1, 2, 3-54; CARMAGNANI, Marcello (1998) *Desarrollo Industrial y Subdesarrollo Económico. El caso chileno (1860-1920)*, Santiago de Chile, Dirección de Bibliotecas Archivos y Museos (el original publicado en lengua italiana en 1971); Entre muchas otras producciones se deben considerar: RIPPY Fred J. and PFEIFFER, Jack (1948) “Notes on the Dawn of Manufacturing in Chile”, *The Hispanic American Historical Review*, 28, 2, 292-303; PFEIFFER, Jack (1952) “Notes on the Heavy Equipment Industry in Chile, 1800-1910”, *The Hispanic American Historical Review*, 32, 1, 139-144; VARAS, Augusto (1975) *El desarrollo industrial de Chile en la integración subregional andina. Notas para un análisis del proceso*, Santiago de Chile, Biblioteca FLACSO-Chile; ROJAS, Mauricio (1988) “Reflexiones acerca del debate sobre los orígenes de la industrialización latinoamericana y de su entorno ideológico”, *Neoestructuralismo, neomonetarismo y procesos de ajuste en América Latina*, Colección Estudios CIEPLAN N° 23, 67-86.

colonizado en un fenómeno de convivencia de realidades múltiples y eventos transfronterizos²⁰.

Este re-encuadre le brinda un nuevo lugar a los agentes imperiales y las herramientas del imperio al tiempo que incita a completar el resto de la imagen, la mayoría de las veces en blanco y omitida, que le corresponde a los actores sociales locales. Y en la reformulación de los puntos cardinales, el conocimiento de las tecnologías solares reivindica la duda más básica de todos los extravíos: ¿por dónde saldrá el sol?²¹

El segundo aspecto que se debe recoger del programa de investigación que se puede apreciar en las condiciones de producción de las décadas de 1970 a 1990 es la que resalta de la velocidad de divulgación de los resultados: la obra de Carmagnani publicada en italiano en 1971 sólo fue publicada en Chile en castellano en 1998. Considérese además que la Asociación Chilena de Historia Económica (ACHHE) fue creada en el 2008²².

Es posible que en el contexto de aquella aproximación tenga sentido discutir temas relevantes tales como si los casos de las desaladoras solares se pueden comprender desde la teoría de los enclaves o bien desde la teoría de los enlaces²³. Pero no fue esa la pretensión de esta investigación. Si se debe decir que la visión de Albert O. Hirschman acerca de la industrialización tardía de Latinoamérica y la teoría clásica del desarrollo justamente contempla un enfoque interdisciplinario que le llevó a centrar la atención en las imperfecciones en la toma de decisiones y, por lo tanto, en las racionalidades que subyacen a los procesos productivos²⁴. Mientras la teoría de los enclaves apuntó a la sustitución de importaciones y, con ello, al

²⁰ GONZÁLEZ, Sergio (2009) “El norte grande de Chile: la definición histórica de sus límites, zonas y líneas de fronteras, y la importancia de las ciudades como geosímbolos fronterizos”, 2, 13, ediciones electrónicas, disponible en: <http://www.revistaidea.usach.cl/ojs/index.php/historiasocial/article/viewFile/98/89#>; FRIEDMAN, J. y MORALES, R. (1985) “Planeación transfronteriza: Un caso de ‘provocación sofisticada’”, *Estudios Fronterizos*, III, 7-8, citado en WONG GONZÁLEZ, Pablo (2005) “La emergencia de regiones asociativas transfronterizas: Cooperación y conflicto en la región Sonora-Arizona”, *Frontera Norte*, 17, 33, 77-106.

²¹ Título del tema “¿Por dónde saldrá el sol?” del disco *Radio Bemba Sound System*, editado en el año 2002 por Manu Chao a través de Virgin Records.

²² “Presentación de la Asociación Chilena de Historia Económica”, <http://www.achhe.org/quines-somos-asociacion-achhe/achhe-asociacion.html>, capturado en internet el 18 de enero de 2014.

²³ HIRSCHMAN, Albert O. (1981) *Essays in Trespassing, Economics to Politics and Beyond*, USA, Cambridge University Press.

²⁴ BLANCO, Luis Armando (2013) “Hirschman: un gran científico social”, *Revista de Economía Institucional*, 15, 28, 47-64.

fomento de la producción interna, el modelo de los enlaces o eslabonamientos pone su énfasis en la complementariedad para la exportación.

Aquel debate teórico de la teoría económica, sin embargo, es sostenido por una concepción modernizante concebida para el progreso y que no llegó a incorporar criterios ambientales y se ciñó en gran medida a las perspectivas de la economía institucional.

En definitiva y en este decurso, la historia de la desalación solar en el desierto de Atacama viene a ser una contribución que se suma a otras producciones recientes en el ámbito de la historia de la tecnología en Chile, pero también a la historia de la ingeniería en las colonias imperiales ya no puestas como un mero ejercicio de inoculación de prácticas económicas, sino como un espacio de intercambio y reinterpretación abierta no sólo al sincretismo, sino a la originalidad y la creación de culturas híbridas²⁵.

Estructura

El uso lingüístico de esta investigación ha sido inspirado por la reflexión de Giorgio Agamben: “Si volvemos ahora al testimonio, podemos decir que testimoniar significa ponerse en relación con la propia lengua en la situación de los que la han perdido, instalarse en una lengua viva como si estuviera muerta o en una lengua muerta como si estuviera viva, mas, en cualquier caso, fuera tanto del archivo como del corpus de lo ya dicho”²⁶.

A partir de ello se deja aquí hecha la advertencia del problema del lenguaje en esta exploración transfronteriza que caracteriza las realidades múltiples en que el lector deberá recorrer: lugares, idiomas y tiempos transitados sin ánimo hegemónico, esto es: en la amplia mayoría de las ocasiones el idioma, la ortografía o la redacción originales son respetadas y transcritas sin advertencia previa, mientras que en el caso de algunas erratas evidentes para las convenciones actuales se manifiesta ello de manera explícita indicando que *sic erat scriptum* (sic) porque así quedó escrito o, bien, se avisa que es una transcripción literal. En consecuencia, si bien esta

²⁵ GARCÍA C., Néstor (2012) *Culturas híbridas. Estrategias para entrar y salir de la modernidad*, México D. F., Random House Mondadori.

²⁶ AGAMBEN, Giorgio (2005:169) *Lo que queda de Auschwitz. El archivo y el testigo. Homo Sacer III*, Valencia, Pre-Textos.

tesis ha sido desplegada en idioma castellano, le interfieren términos, expresiones y párrafos en inglés, en francés y otros idiomas, así como los usos lingüísticos de los siglos XIX, XX y XXI. Se espera que este modo de tratamiento de la información ponga de manifiesto el cambio y continuidad en la expresión de las ideas.

Se elaboró un estudio que se informa en 5 capítulos, referencias y anexos para conocer las interacciones de los sistemas socioculturales y complejos tecnoinstitucionales que participaron en el siglo XIX en el descarte del uso de la Energía Solar directa para la desalación de agua a escala industrial, recurriendo al estudio de los casos de las plantas de Las Salinas, Sierra Gorda y Oficina Domeyko (1872-1908).

El capítulo 1 “Comprendiendo el descarte artefactual” aborda y delimita el fenómeno y objeto de investigación proponiendo las preguntas significativas que, para ser respondidas, requirieron el diseño de una aproximación metodológica y una apreciación teórica que permitiera interpretar los datos e información producida. De esta manera se conduce una reflexión acerca de la ingeniería del siglo XIX y el problema de la energía, con una descripción del proceso de configuración de la identidad ingenieril británica, en tanto fue este el grupo técnico con mayor injerencia y visibilidad en el fenómeno de descarte artefactual y duración intermitente de las técnicas de desalación²⁷. Con una mirada a la relación sujeto-institución se propone una búsqueda de indicios de los elementos de la ideología oficial que circulaban en distintos medios de propaganda, todo lo cual en su conjunto se considera una operatoria de prácticas culturales que permite comprender el fenómeno en estudio.

Los siguientes tres capítulos documentan aquellas prácticas culturales que se gestaban en la combinación de los procesos de formación de los ingenieros y la acción innovadora vinculada a la energía solar, la recepción y reacciones que suscitó de acuerdo a un marco ideológico estatuido.

El capítulo 2 “Las experiencias pioneras de la desalación solar” se adentra en la situación de la técnica, la competencia en que se encontraron los casos pioneros de Estación Las Salinas,

²⁷ ARELLANO, Nelson y ROCA-ROSELL, Antoni (2013) “La Ingeniería Británica y La Desalación de Agua en el Siglo XIX: El uso de energía solar (1872) y su descarte”, *Quiipu Revista Latinoamericana de Historia de las Ciencias y la Tecnología*, 15, 2, 163-191.

Sierra Gorda y Oficina Domeyko. El caso de análisis es el del ingenio de 1872, de Charles Wilson Scot, en Estación Salinas y las respuestas que obtuvo. Además, se comparte el amplio espectro de informaciones faltantes, vacíos de datos inhallados, contradicciones y eventuales frentes de ampliación de investigación²⁸. Queda establecido, eso sí, que los cálculos económicos de la época otorgaban amplia ventaja a la desalación solar respecto al tratamiento que le daban las tecnologías del carbón, aunque con una serie de condicionantes en el campo de gestión del dispositivo.

En el capítulo 3 “Energía solar: 100 años de investigación” se encuentra la descripción del ambiente investigativo que se articuló desde mediados del siglo XIX a mediados del siglo XX a través de generaciones de investigadores que recibieron aportes transgeneracionales, muchas veces, sin haber tenido contacto²⁹. La relevancia de este capítulo es que ilustra la intermitencia que ha persistido en la investigación y desarrollo de las tecnologías que utilizan energía solar para sus operaciones y la circulación de sus ideas en una cierta época y a través del tiempo.

El capítulo 4 “Descarte artefactual y duración intermitente de la desalación solar” se explora interpretaciones y una comprensión del fenómeno de la extinción artefactual de la tecnología de desalación solar, resaltando el hallazgo de evidencia que demuestra que la técnica si tuvo difusión en el desierto de Atacama al tiempo que la circulación de imágenes ha distorsionado los hechos. Se abre aquí el desafío de exploración de los casos de las desaladoras solares de Sierra Gorda y Oficina Domeyko, en el sector de Aguas Blancas, ambas en el desierto de Atacama. En definitiva, investigaciones como la de Andreas Malm en el campo de la historia ambiental corroboran que los fenómenos de descarte y duración intermitente tienen una relación muy estrecha con las ideologías, los modos de vida y la construcción de imaginarios colectivos.

²⁸ ARELLANO, Nelson (2011) “La planta solar de desalación de agua de Las Salinas (1872). Literatura y memoria de una experiencia pionera”, *Quaderns d’ Història de l’ Enginyeria*, XII, 229-251.

²⁹ ARELLANO, Nelson (2013) “Salitre, desierto y energía: investigación y desarrollo en la historia del uso industrial de la energía solar en el Cantón Central de Antofagasta (1872-1908)” 487-502, en: Sergio González (Ed.), *La sociedad del salitre: protagonistas, migraciones, cultura urbana y espacios públicos (1870 -1940)*, Santiago de Chile, RIL Editores; ARELLANO, Nelson (2014) "Para bien de la humanidad: Julio Hirschmann Recht (1902 – 1981) y la Energía Solar en Valparaíso.", *Historia* 396, 4, 1, 11-34.

El capítulo final, de “Conclusiones”, concentra su atención en el fenómeno de la evolución de la tecnología visto desde la articulación del modelo teórico de George Basalla en sus esferas de Continuidad, Innovación y Selección, generando una profundización del componente Innovación a través de la comprensión densa de las interacciones de los sistemas socioculturales y complejos tecnoinstitucionales que participaron en el siglo XIX en el descarte del uso de la Energía Solar directa para la desalación de agua a escala industrial.

Finalmente, se aporta el listado de referencias indicando las distintas fuentes utilizadas, la bibliografía y anexos seleccionados por su singularidad y valor probatorio para esta investigación. Se presenta de este modo un tiempo que en aquel entonces, tal vez, comenzaba a diseñar el futuro.

1 COMPRENDIENDO EL DESCARTE ARTEFACTUAL

El descarte artefactual es un concepto teórico que debe ser discutido, revisado y, si cabe, ampliado. Para ello se presenta un ordenamiento de elementos vinculados al fenómeno que se examina.

En primer lugar se somete a consideración una serie de aspectos generales de la base empírica de la visión del problema de la energía en la esfera de influencia británica, implicándose de esta manera antecedentes de la configuración ideológica acerca de las tecnologías de desalación en el siglo XIX. A continuación se organizan las herramientas de investigación a utilizar para, finalmente, discutir las piezas conceptuales que cabe considerar a la hora de poner en acción un modelo teórico de la evolución tecnológica capaz de abrir opciones a nuevas posiciones en relación a la comprensión del fenómeno del descarte artefactual.

1.1 La Ingeniería del siglo XIX y el problema de la energía

Durante el siglo XIX el cuadro general de la matriz energética se modificó dramáticamente. Después de milenios de desarrollo de las culturas mediante el uso de las energías solar, eólica e hidráulica, irrumpieron los combustibles fósiles y la electricidad, lo que no llegó a sustituir ni la energía humana manual ni la animal ya fuera en forma de tracción, molinos u otros.

Se llegó a constituir así un contexto en el que la abrumadora mayoría de la investigación tecnológica se dirigía a lograr mayores escalas, incrementar la velocidad y/o lograr la continuidad de la producción.

De la mano con ello, con intenciones de obtener mejoras en la eficiencia de la maquinaria, se fusionaron la ciencia y la tecnología con los procesos de colonización y mundialización de la economía³⁰.

³⁰ LAFUENTE, Antonio, ALBERTO, Elena y ORTEGA, María Luisa (Eds.) (1993) *Mundialización de la ciencia y cultura nacional*, Madrid, Doce Calles; PALLADINO, Paolo and WORBOYS, Michael (1993) "Science and Imperialism", *Isis*, 84, 1, 91-102; LLANOS, Claudio (2011a) "Ilusiones y cegueras: miradas sobre Europa entre

Diversos ensayos, experimentos y proyectos proveyeron valiosa información para mejorar técnicamente el uso de la energía y aplicar nuevos procesos. Algunos de ellos simplemente fueron descartados. Este es el fenómeno que nos interesa comprender a través del acontecer de las plantas solares de desalación de agua y, en especial, mediante el caso ejemplar de Las Salinas, construida en 1872 y que llegó a producir cerca de 20 mil litros diarios de agua para consumo humano y animal.

Para entender lo anterior asumiremos que existen mecanismos de selección de las técnicas, las que sesgaron sus respuestas en función de sus lógicas internas. Valores sociales, factores económicos y militares y factores sociales y culturales intervinieron en ello³¹. El análisis de estas variables nos facilita una descripción en que se ha de considerar que el inventor de la planta solar para desalación de agua, Charles Wilson, nació en Suecia, que vivió en Brooklyn, Nueva York, y pasó el resto de su vida en Bolivia, Chile y Perú, donde su trabajo fue conocido por el ingeniero británico Josiah Harding, de origen neozelandés, formado en Cheshire, Inglaterra, y avecindado en Chile, quien en 1883 y 1884 difundió la existencia de aquella peculiar aplicación industrial de la energía solar para obtener agua de consumo humano y animal en el desierto de Atacama³².

En aquellos años se generó un debate acerca de sus aspectos favorables y dificultades de implementación, pero el debate no prosperó y debió esperar cerca de setenta años para ser reanimado por las fuerzas internas del proyecto imperial de los Estados Unidos de América, en donde el problema de la energía también era, y es, un desafío ineludible.

Esto es lo que se concibe como duración intermitente de una técnica y la tarea de su análisis ofrece numerosos desafíos³³. En primer lugar, se ha de reunir la técnica con su fuente energética considerando que el problema de la energía no debe ser escindido de la cadena

1922 y 1939 desde el Royal Institute of International Affairs”, *Historia Crítica*, 45, 144-159; LLANOS, Claudio (2011b) “Pueblos y paisajes en la Royal Society de Londres. Las ciencias humanas y el imperialismo británico (1860 - 1918)”, *História*, 30, 1, 306-331; LLANOS, Claudio (2010) "Imperialismo inglés y ciencia. La Sociedad Geográfica Real de Londres, 1830-1870.", *Boletín americanista*, 60, 209-225.

³¹ BASALLA (2011).

³² BASALLA (2011); ARELLANO (2011).

³³ KUBLER (1988).

productiva, porque de lo contrario se le acota a un fenómeno físico. Luego, si escindiéramos los procesos productivos del contexto sociopolítico nos quedaríamos en una revisión crematística con indicadores tecno-económicos. Por lo tanto, se apela a una observación del conjunto de acontecimientos y estructuras, lo que nos acerca a una interpretación cultural al adentrarnos en los modelos de pensamiento que sustentaron una ideología en un momento histórico dado e inscrito en un espacio geográfico específico.

1.2 Técnica y ambiente.

En 1877 quedó plasmado el paso de Josiah Harding por la localidad de Las Salinas a través de un artículo publicado en el *Journal of the Royal Geographical Society of London*³⁴. Allí señala que la mayor parte de sus ocupaciones laborales eran las de ingeniero en la construcción de este tren que uniría el puerto de Antofagasta con Las Salinas. Sin embargo, entre sus trabajos también incluyó exploraciones a zonas del desierto en búsqueda de nuevos depósitos de salitre. Estos antecedentes le permitieron elaborar un interesante mapa y le situaron en la zona de la Planta de Las Salinas.

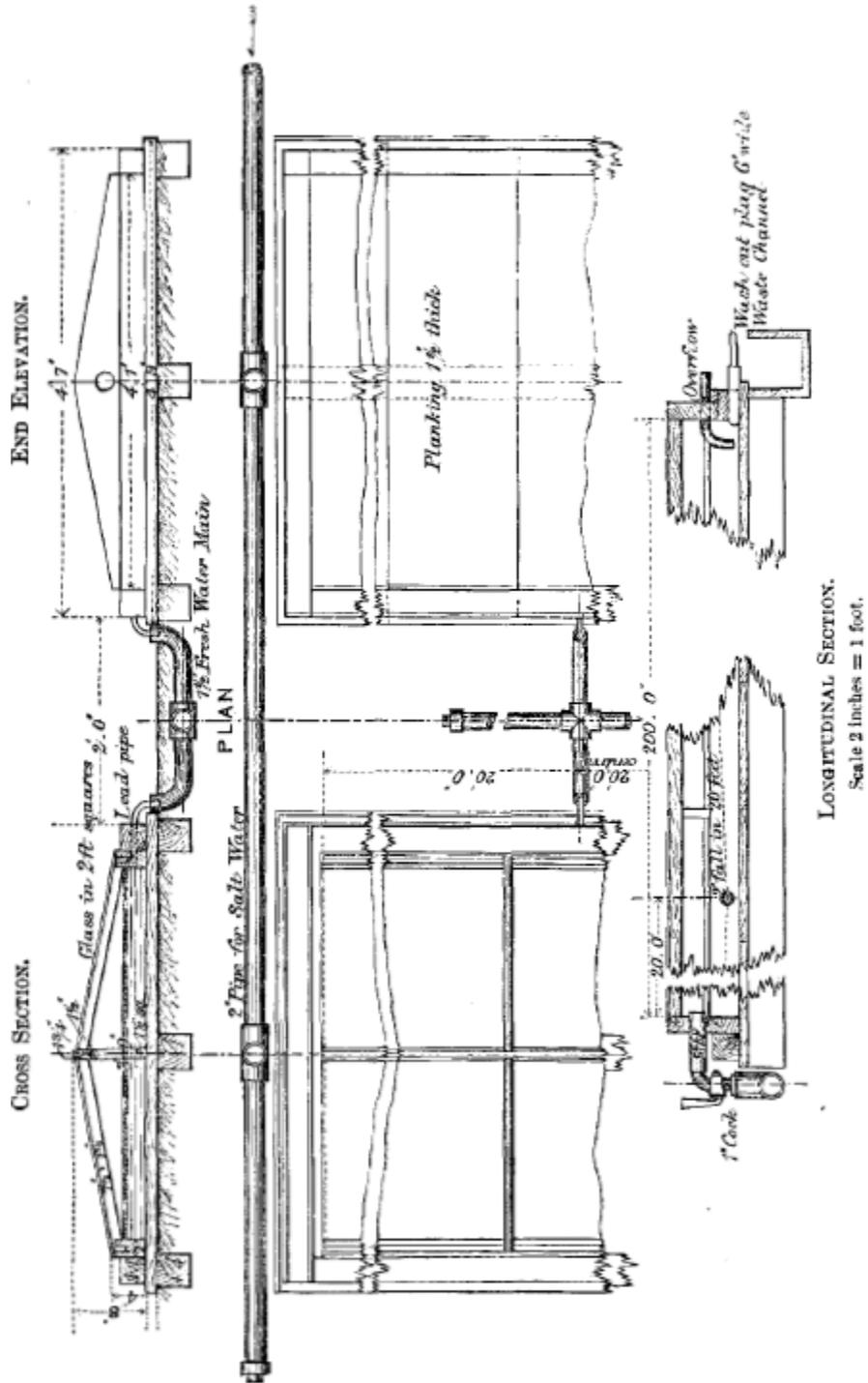
En aquellos años describió Las Salinas según tres elementos relevantes; en primer lugar, las extremas variaciones de temperatura que logró medir (en invierno, de 7° Fahr. a las 7 AM a 98° Fahr. a las 11 AM [-13,9°C/36,7°C] y, en verano, de 40° Fahr. a 145° Fahr. a la 1 PM.[4,4°C/62,8°C]); en segundo lugar destacó la alta calidad del Nitrato de Soda de ese sector; en tercer lugar, el acceso al agua. Contextualizó la inexistencia de agua dulce al sur del río Loa, por lo que el requerimiento de agua bebestible para hombres y animales era abastecido con agua destilada del mar o bien agua subterránea obtenida mediante pozos. Señaló que en el caso de la compañía de trenes el suministro provenía de agua de mar destilada en Antofagasta y que se la enviaba a 80 millas de distancia: a Las Salinas³⁵.

³⁴ HARDING, Josiah (1877) “The Desert of Atacama (Bolivia)”, *Journal of the Royal Geographical Society of London*, 47, 250-253. Esta publicación era conocida en Chile como se desprende del artículo de Pedro O. Sánchez de 1914 donde se menciona la condición de explorador de Harding; ver: SÁNCHEZ, Pedro (1914) “Cartas Geográficas del desierto de Atacama”, *Revista Chilena de Historia y Geografía*, 4, 10, 198-208.

³⁵ HARDING (1877: 252-253).

Ilustración 1. Diagrama del destilador de Charles Wilson según Josiah Harding

286 HARDING ON APPARATUS FOR SOLAR DISTILLATION. [Selected



Fuente: *Minutes of the Proceedings*, Institution of Civil Engineers, 1883.

A los pocos años, en 1883, apareció la publicación de “Apparatus for solar distillation” en *Minutes of the Proceedings* de la Institution of the Civil Engineers que fue incluida en la sección “Selected Papers”³⁶; en cinco páginas se da cuenta del Aparato de Destilación Solar con el cual se procesaba un agua de un 14% de salinidad, extrayéndola de pozos mediante el uso de molinos de viento. Harding entregó datos acerca del artefacto, los materiales empleados, realizó cálculos de costo y comparación de resultados de rendimiento en relación a la ubicación geográfica de la Planta.

Josiah Harding también dibujó un diagrama del destilador (Ilustración N° 1), catalogado actualmente como tipo invernadero, y describió algunas características de la zona de emplazamiento de la Planta, sus dimensiones y el personal relacionado con la operación.

Estableció que el rendimiento de la destilación de agua disminuyó a la mitad de sus resultados iniciales dada la ausencia de una mantención adecuada del dispositivo implementado. En una carta del inventor, Charles Wilson, al *Scientific American Supplement* esto será desmentido, indicando que la planta mantenía el mismo rendimiento once años después de su construcción. Harding, por su parte, también describió las dificultades para llegar a obtener los materiales de construcción de la planta de Las Salinas.

Una traducción inédita del texto fue realizada por Julio Hirschmann Recht³⁷ y permite revisar los doce párrafos de información contenida en esta transcripción íntegra:

“La ausencia total de agua potable en muchas partes del mundo que atraen una considerable población por la existencia de yacimientos de valiosos minerales ha inducido al invento de algún medio artificial para satisfacer esta, la más grande de las necesidades de la vida. Tal vez en ninguna parte del mundo se ha dado más atención a este asunto que en el norte de Chile, ‘el desierto de Atacama’. Esta región ha sido atravesada por los correos de indios en los tiempos de los incas, abasteciéndose los

³⁶ HARDING, Josiah (1883a) “Apparatus for solar distillation”, *Minutes of the Proceedings*, 73, 2933, January, Institution of Civil Engineers, 284-288.

³⁷ HIRSCHMANN, Julio, sin fecha. *Traducción Apparatus for solar distillation by Josiah Harding, M. Inst. C.E. (Paper N° 1933) Proc. Inst. Civil Engr. N° 37, 1883*. Archivo del Laboratorio de Energía Solar de la Universidad Técnica Federico Santa María, Valparaíso, Chile.

corredores con agua en varios puntos del camino con un inmenso gasto de trabajo. Se llevaba el agua cargándola largas distancias en grandes jarros de arcilla y se reducía este inconveniente a un mínimo por el cuidado con que se trazaban los caminos de tal manera que se sacaba el mayor provecho de las fuentes de agua fresca al pie de Los Andes. La cantidad de agua requerida, desde luego, era insignificante y de ninguna manera puede compararse con la dificultad de abastecer un gran número de hombres y animales, en regiones lejos aún de las pequeñas fuentes antes mencionadas.

Probablemente hace cerca de treinta años que ha comenzado el método de obtener agua potable de agua del mar mediante destilación. La forma original de aparatos, y de uno que todavía ahora está ampliamente en uso por su sencillez y bajo costo de inversión, consistía sencillamente de una caldera cilíndrica de la cual el vapor pasaba a través de un serpentín de tubo de fierro a un estanque abierto, frecuentemente hecho de madera. Varios mejoramientos han sido introducidos poco a poco principalmente en el sentido de encerrar los serpentines y conduciendo el vapor producido a un segundo y aún (sic) tercer condensador similar al aparato diseñado por Dr. Normandy. El consumo de carbón por unidad de agua, en el condensador abierto original es generalmente uno a seis, pero con cuidado y atención se han obtenido razones de uno a ocho; mientras que con varios condensadores y una bomba de aire en el último se obtiene regularmente una razón de uno a dieciséis en funcionamiento diario.

El aparato para destilar agua potable del agua natural en Las Salinas mediante los rayos solares ha sido diseñado por Carlos (sic) Wilson en 1872. Las razones principales que hacían tal aparato deseable eran: la calidad excesivamente mala del agua para su uso en calderas de vapor porque contiene hasta un 14 por ciento de sales –de las cuales las principales son cloruro de sodio y los sulfatos de calcio, sodio y magnesio- y los enormes costos de transporte de carbón desde el puerto. En el tiempo en que el aparato ha sido diseñado el costo de transporte del carbón era de \$3 a 3,5 por 100 lbs. Tomando en cuenta las pérdidas en el camino y los gastos en reparar calderas, condensadores, etc., el costo del agua era aproximadamente de 4 cents (sic) por galón.

Las Salinas está situada cerca de 70 millas al interior desde el puerto de Antofagasta y se encuentra en (sic) medio camino a Caracoles en un gran distrito de plata, requiriendo cuando se encontraba en pleno trabajo, el uso de cerca de ochocientas carretas y cuatro mil mulas que pasaban por Salinas, en término medio, una vez por semana. El lugar elegido para la instalación era una planicie liza (sic) con una inclinación de aproximadamente 1 a 100 hacia un antiguo lecho de río en que se encuentran las fuentes de agua salina y a lo largo del cual pasa el camino de las carretas. Era necesario colocar la instalación a cierta distancia del camino para evitar que los vidrios se cubrieran demasiado frecuentemente por las nubes de polvo levantado por las carretas.

El aparato usado en Salinas (vea gráfico³⁸) consiste esencialmente (sic) en un número de arcas poco profundas llenas de agua y cubiertas por un techo oblicuo de vidrio. El Agua es evaporada por los rayos del sol que atraviesan el vidrio; el vapor es condensado en la cara inferior del vidrio, corre bajando hacia las canaletas cortadas en el marco de madera y enseguida, mediante un sistema de cañerías, hacia el estanque de agua fresca. En la instalación de Salinas hay sesenta y cuatro bastidores, cada uno con un largo de 200 pies y ancho de 4 pies, dando un área total de 51.200 pies cuadrados de vidrio. Cada bastidor se compone de dos partes principales, el arca de agua y el techo. El arca está construída (sic) de tres vigas; 4 por 4 pulgadas, sobre las cuales están colocadas las plantas (1 ½ pulgada de grosor). Los costados se componen de troncos fijados cada seis pies a las vigas, todo siendo por dentro cuidadosamente impermeabilizado con masilla para evitar cualquiera filtración y teniendo una inclinación de aproximadamente una pulgada sobre el largo total en dirección hacia el tapón de lavado. El techo está construido en diez largos³⁹ (sic) de 20 pies cada uno. Los lados son de pino con el borde superior cortado en forma apropiada para recibir el vidrio y con una canaleta para conducir el agua condensada hacia las cañerías de salida que están colocadas en el final más bajo de cada sección, teniendo las canaletas una inclinación de dos pulgadas por 20 pies además de la inclinación del arca. Los marcos finales de las secciones de 20 pies del techo, a excepción de aquellos que coinciden con los finales de las arcas, son llevados hasta un poco debajo del nivel del agua para

³⁸ El original en inglés dice: “diagram”. Ver Anexo 1 ó ilustración N° 1 de esta tesis.

³⁹ Harding escribió: “ten lengths”, que podría entenderse como: 10 trozos ó 10 partes.

prevenir el escape de vapor de agua en las uniones, habiendo efectivamente ninguna salida para el vapor excepto por los pequeños tubos de plomo que llevan el agua condensada⁴⁰. El objetivo de construir el techo en secciones es para facilitar la limpieza, siendo dos hombres capaces de remover las secciones. El lomo es soportado por los marcos finales y soportes intermedios, apoyados en el fondo del arca. Los listones están sueltos sin fijarlos a los marcos laterales o de techo, de modo que se colocan de acuerdo a los anchos variables de los vidrios.

El agua salina es entregada mediante una llave de bronce de una pulgada en el final más alto del arca, y para el lavado está previsto, en el final más bajo, un tapón de madera de 6 pulgadas de ancho y 1 ½ pulgada de espesor. Hay también en el final más bajo, un tubo de rebalse cuya entrada se encuentra debajo del agua para evitar el escape de vapor. El agua salina es elevada mediante una bomba de molino de viento desde los pozos hacia un estanque en la parte superior del terreno, suficientemente grande para contener el consumo de cuatro días. Desde el estanque el agua es distribuida a las diferentes arcas mediante una cañería de fierro dulce de 2 pulgadas con las conexiones necesarias. El agua fresca es recogida por los pequeños tubos de plomo y entregada a una cañería de fierro dulce de 1 ½ pulgada que corre entre las arcas y es conectada en su final con una cañería general de 2 pulgadas que lleva hacia el estanque de acumulación. Para aumentar la evaporación, los fondos de las arcas son ennegrecidos mediante palo de Campeche (*haematoxylon campechianum*, logwood) y alumbre⁴¹, y son lavados cada segundo día dejando correr agua salina a través de ellas.

Cuando inicialmente se hizo funcionar, la instalación producía diariamente, en verano, más de 5.000 galones de agua fresca a lo que corresponde aproximadamente 1 lb de agua por pie cuadrado de vidrio (4,88 kg/m²)⁴²; pero después de abrirse el ferrocarril

⁴⁰ El original dice: “to prevent the escape of vapour in the joint, there being, in fact, no outlet for the vapour, excepting by the small lead pipes which carry off the condensed water.” En: HARDING (1883a:287).

⁴¹ HARDING (1883a:287) dice: “blackened with logwood and alum”.

⁴² La relación kilogramos por metro cuadrado la establece Hirschmann y la introduce en su traducción sin advertir que en el original estas unidades de medida no fueron utilizadas. Hirschmann calcula que esos 20.000 litros representaban una producción de 4,88 kg/m², ver en: HIRSCHMANN, Julio (1968) “Evaporación solar y su aplicación práctica en Chile.” *Scientia* [Valparaíso], 136, 10-27. Sin embargo este dato tiene variaciones desde que Maria Telkes señaló que la planta producía 6.000 galones diarios. Por otra parte, una conversión lineal de galones a litros arroja 18.950 litros. Una situación similar se aprecia con respecto a los cálculos de la superficie de vidrio y

los propietarios dejaron de cuidarla y permitieron que las arcas quedaran sin reparar, de manera que, por filtración y limpieza insuficiente, la producción se disminuía gradualmente a la mitad de aquella recién indicada. Cuando no se cuida las arcas en forma apropiada, se forman en ellas cristales de sulfatos de sodio y calcio (Glauberite), disminuyendo directamente la producción, e indirectamente llevando a pérdidas por filtración cuando la cristalización se produce entre las tablas y así abre a la fuerza las uniones. Cuando se mantiene en forma apropiada, el costo del agua, incluyendo los intereses por el capital invertido, renovación de vidrios, etc. llegaba a menos de un cent (sic) por galón. El ítem principal de los gastos es la renovación de vidrio quebrado por las tempestades⁴³ que son muy frecuentes en la localidad. El personal consiste de un empleado como tenedor de libros quien vende el agua y maneja el negocio en general; y un vidriero y dos operarios para limpieza y reparaciones y a intervalos un carpintero para reponer la obra de madera.

Las siguientes fallas han sido encontradas durante el funcionamiento de la instalación: estando los marcos colocados sobre el suelo, es difícil descubrir una filtración y la madera a los lados del techo, entre la canaleta de agua fresca y el agua salina se quiebra fácilmente en la parte encima del nivel de agua salina causando una pérdida de agua fresca dejándola escurrir de vuelta al arca. El primer defecto ha podido remediarse con un costo moderado, levantando las vigas longitudinales sobre troncos transversales colocados a una distancia de 4 a 5 pies, y el segundo defecto cubriendo las canaletas con delgadas hojas de plomo o estaño. En el vapor cálido debajo del vidrio fierro (sic) es muy rápidamente destruido⁴⁴. La temperatura del agua en las arcas a medio día (cuando el termómetro a la sombra marca 80°) es entre 140° y 150° Fahrenheit⁴⁵ (sic). La destilación generalmente comienza aproximadamente a las 10 de la mañana y termina aproximadamente a las 10 de noche.

de superficie total de la planta. Cabe mencionar que en 1961 Hirschmann publicó los siguientes datos: “(...) el ciudadano norteamericano Carlos Wilson, ya en 1874 diseñó y construyó un colector de calor solar (...)”, “La planta de ‘Las Salinas’ tenía una superficie de 4.757 [m²] y producía 22 [m³/día] de agua destilada”. En este artículo ya cita la publicación de Harding cuya traducción aquí se presenta. Ver: HIRSCHMANN (1961b).

⁴³ Parece más apropiado: torbellino o tormenta de arena pues en el original dice: “whirlwind”.

⁴⁴ Entre las palabras vidrio y fierro en el original hay una coma, por lo que se podría leer como: “En el vapor caliente bajo el vidrio, el fierro es muy rápidamente destruido”.

⁴⁵ La conversión indica: termómetro a la sombra marca 26,7° Celsius, es entre 60° y 65,5° Celsius.

Algunos experimentos fueron hechos, pero muy incompletos, para tratar el efecto de calentamiento de agua en una caldera antes de entrar a las arcas, especialmente para uso durante la noche y temprano en la mañana. De lo poco que se ha hecho, parece probable que puedan esperarse buenos resultados; pero, como con la iniciación del ferrocarril la demanda de agua disminuyó, los propietarios de la destiladora no se sintieron justificados en gastar nuevas inversiones. En días nublados la producción es menos de la mitad, aproximadamente 40 por ciento de aquella de días de sol. Pero días nublados son muy raros.

El costo total de la instalación con bombas molinos de viento y estanques era aproximadamente \$5.000, o \$1 por pie cuadrado de vidrio. Esto es mucho más de lo que habría sido el encargar el vidrio directamente de Inglaterra porque entre aquel comprado en la costa el vidrio quebrado era más de 50 por ciento del total. El flete de los materiales era un ítem muy grande, pero desafortunadamente no existen detalles sobre las inversiones de capital. Una estimación aproximada del costo de tal instalación, bajo condiciones similares, sería de aproximadamente 80 cents por cada libra de agua requerida diariamente.

Las Salinas se encuentra aproximadamente 4.300 pies sobre el nivel del mar, y, de experimentos ensayados en varias partes, se ha encontrado que el agua producida por pie cuadrado de vidrio aumenta con la altura sobre el mar. En la costa la producción es aproximadamente 25 por ciento menor que en Salinas, probablemente en cierto grado debido al mayor número de días nublados.”⁴⁶.

La comunicación de Harding contiene detalles de estimaciones de variabilidad de rendimiento de la planta en días soleados y nublados, la administración y operación de la planta y el tipo de fenómenos físico-químicos que usualmente generaban problemas operacionales a la planta. El

⁴⁶ Esta traducción de Hirschmann omite la última línea del artículo de Harding, que agrega: “La comunicación es acompañada por una ilustración de cómo el bloque de madera se ha preparado.”. Al final del documento se lee: “trad.: Julio Hirschmann R. traducido del original en inglés: “Apparatus for Solar Distillation”, by Josiah Harding, M. Inst. C.E. (paper N° 1933) aparecido en 1883 en: Minutes of the Proceedings of the Institution of Civil Engineers, Vol. LXXIII, London.” Se consignan las iniciales de responsabilidad: JHR/cgp, que evidentemente corresponden, en primer lugar, al responsable del texto y, en segundo, a la persona encargada de la mecanografía. La traducción no fue fechada ni localizada.

agua desde allí era distribuida mediante una cañería de hierro (una de las versiones de Hirschmann dice que era de plomo)⁴⁷, pasaba a los destiladores y luego era recogida por otras cañerías de hierro que la llevaba hasta los estanques de almacenaje de agua fresca. Para incrementar la evaporación los destiladores fueron pintados de negro y cada dos días se limpiaban los residuos minerales haciendo correr agua salina por ellos.

Considérese además que Harding informó de 51.000 pies cuadrados de vidrio, mientras que investigadores del siglo XX divulgaron dimensiones de variado orden que poco o nada tienen que ver con la hectárea y media inicialmente señalada (Ver Tabla 1).

El espacio que debió utilizar la desaladora es un dato crucial pues justamente el único recurso natural que utilizaba intensivamente era el suelo. La productividad de agua desalada por metro cuadrado probablemente sea un indicador apetecido para la economía clásica, pues es su modo de establecer comparaciones con otras técnicas en función de rendimiento, costo de oportunidad y costo/beneficio, entre otros.

La descripción de Josiah Harding dice que el mineral de Caracoles requería del empleo de ochocientas carretas y cuatro mil mulas que debían pasar por Las Salinas una vez por semana. Estas operaciones quizás requerían unos 1.600 operarios en su trayecto hacia Mejillones o Antofagasta y probablemente tardaban seis días en el recorrido total, pasando por la desaladora más o menos al tercer día de viaje.

Al final de su artículo comenta de los experimentos realizados en varios lugares que encontraron que la producción por pie cuadrado de vidrio era mayor mientras mayor era la altura en relación al mar. Entonces en la costa, dice Harding, la producción era un 25% menor que en Las Salinas, que atribuye al gran número de días nublados que hay en la costa. Estos datos llaman a la profundización de la pesquisa por cuanto la existencia de la desaladora de Sierra Gorda, en 1883, alienta la posibilidad de reconocer una difusión todavía mayor en el uso de la energía solar para la desalación de agua.

⁴⁷ HIRSCHMANN (1968).

Un texto de Harding, casi idéntico a este que hemos revisado, fue publicado en *Scientific American Supplement* en 1884; otro, de autor desconocido, fue publicado en castellano en 1885 en *La Gaceta Industrial*, revista impresa en Madrid y que cita como fuente al periódico *El Espejo*, de Nueva York⁴⁸.

Ante la falta de vestigios de arqueología industrial que pudieran corroborar apropiadamente la existencia y características de la planta de desalación solar de Las Salinas sólo se cuenta con un puñado de documentos en el que se pueden contar tres artículos, una carta y una reseña, aclarada ya la confusión de la fotografía que no era de Estación Las Salinas, como se verá en el capítulo 2.

Algunos aspectos que deben ser revisados de manera insistente son identificar el tipo de material con el que construyeron las bateas; una versión que subsiste en el Laboratorio de Energía Solar de la Universidad Técnica Federico Santa María, de Valparaíso, es que la madera utilizada era pino oregon, probablemente la madera de importación más comercializada en la zona⁴⁹.

El otro aspecto fundamental es identificar de dónde y quiénes proveyeron la gran cantidad de vidrio que se requería para la construcción de la desaladora solar de estas características.

Tanto para la madera como para el vidrio hasta ahora no hay antecedentes de proveedores ni registros de las operaciones que se requirieron para satisfacer el suministro que se demandaba.

⁴⁸ HARDING, Josiah (1883b) “Apparatus for Solar Distillation of fresh water from salt water”, *Scientific American Supplement*, N° 405, October 6, 6461-6462. El texto “Destilación Solar”, del 25 de Julio de 1885 publicado por *La Gaceta Industrial* (pp:213-214) no menciona al autor ni al traductor, pero sí al inventor. Aunque en lo fundamental se reconocen datos del texto de Josiah Harding existen puntos relevantes que divergen o complementan el testimonio de Harding, por lo que podría tratarse de otro informante.

⁴⁹ Francisco Vargas, técnico del Laboratorio de Energía Solar de la UTFSM. Comunicación personal del 7 de enero de 2014.

1.3 La Ingeniería imperial y las alternativas energéticas

La ruta que seguiremos comienza por una revisión sociopolítica de la relación del Imperio Británico con la República de Chile, la que se puede conceptualizar como Imperio Informal, modalidad de vinculación entre la metrópoli y el continente sudamericano⁵⁰.

En esta relación uno de los canales de vinculación fue la ingeniería; este ámbito societal contaba con una organización en la que los integrantes, es decir los ingenieros que realizaban labores en Sudamérica, pasaban por un proceso formativo y pertenecían a organizaciones de referencia que les permitían sostener una relación y contar con la membresía a uno de los tantos pilares que requería el proceso de colonización.

El enlace de la organización de referencia para los ingenieros era acompañado por medios de comunicación especializados con capacidad de difusión mundial y de transmisión de un enfoque cultural de la identidad y el quehacer de la ingeniería.

Todos estos elementos y componentes son apreciables en el proceso de descarte y duración intermitente de la técnica del uso directo de la energía solar, el que se retrata en el acercamiento a la biografía de Josiah Harding, ingeniero que impulsó la difusión de la existencia del uso industrial de la energía solar en un contexto que no resultó favorable.

1.3.1 El Imperio Británico y la República de Chile.

Es posible afirmar que los principales intereses de la corona británica estaban puestos en la actividad comercial de los mayores mercados que llegó a controlar: China e India, a los que le siguieron África y Japón⁵¹. Pero, no obstante ello, el contexto latinoamericano le fue ampliamente favorable al mundo anglosajón en general y, con privilegio, al Reino Unido.

⁵⁰ DESBORDES, Rhoda (2008) "Representing 'Informal Empire' In The Nineteenth Century. Reuters in South America at the time of the War of the Pacific, 1879-83", *Media History*, 14, 2, 121-139; BRITTON, John A. (2007) "The Confusion Provoked by Instantaneous Discussion. The New International Communications Network and the Chilean Crisis of 1891-1892 in the United States", *Technology and Culture*, 48, 729-757.

⁵¹ HEADRICK, Daniel (1989) *Los instrumentos del Imperio. Tecnología e imperialismo europeo en el siglo XIX*, Madrid, Alianza Editorial.

Según los cálculos de Fred Rippy⁵² para 1913 el monto total de inversión británica en América latina casi llegó a mil millones de libras, en diecisiete países, encabezado por Argentina, Brasil, México, Chile y Uruguay. Por otra parte, si se considera la tasa porcentual de retorno anual de inversiones Chile encabezaba la lista, aunque las diferencias eran considerables, ya que el monto invertido en Chile era la sexta parte que el de Argentina.

De todas formas, en una revisión general, se puede destacar que en Chile las inversiones generaron grandes empresas de ferrocarriles, de telefonía, plantas de gas, suministros de agua y alcantarillado así como la instalación de seis grandes mineras; en la industria salitrera se contaban 35 empresas a lo que se debe sumar que la producción de nitrato desde la guerra del Pacífico (1879-1881) estaba virtualmente bajo la hegemonía británica⁵³. Se han de agregar empresas agrícolas, ganaderas y forestales, varias de éstas con operaciones simultáneas en diferentes países sudamericanos. También se ha de considerar el rasgo comercial de la presencia británica, que alcanzaba al comercio detallista de manera muy significativa, especialmente en los puertos, donde además se registraban importantes incrementos de población extranjera debido a las deserciones de marineros⁵⁴.

Sin embargo, aún con estos datos a la vista, habrá de recogerse la nota de advertencia que hace Platt acerca de los métodos de cálculo de las balanzas comerciales⁵⁵, aunque los ajustes y precisiones probablemente no modificarían las tendencias que se marcaron de manera tan elocuente en la economía del Chile del siglo XIX. Según John Mayo hacia 1870 el Reino Unido

⁵² RIPPY, J. Fred (1947) “British Investments in Latin America, End of 1913”, *The Journal of Modern History*, 19, 3, 226-234.

⁵³ A modo ilustrativo se puede mencionar a la Copiapó Railway Co. (1849), que contó con una inversión de 4.200.000 de pesos chilenos, y la Coquimbo Railway Co. (1860), con un capital de 780.000 libras. También es significativa la situación de la Pacific Steam Navigation Co. (1840), con un capital de 3.277.574 libras. Esta última empresa si bien es cierto fue promovida y alentada por William Wheelwright, de Massachusetts, la mayor parte de la inversión provenía del Reino Unido. En la minería se destacaban la Copiapó Mining Co., Ltd. (1836), que contaba con un capital de 170.000 libras, y la Panucilla Copper Co., Ltd. (1864), con 279.990 libras. Asimismo, en el ámbito de las telecomunicaciones, operó la West Coast of America Telegraph Co. Ltd. (1876) con un capital de 300.000 libras que permitió la instalación, operación y explotación de un cable submarino para unir Chile y Perú, ello no obstante que Reuter’s Telegram Company (1851) fue fundada en Londres y que para 1876 tenía una posición privilegiada en Valparaíso, manteniendo una fluida comunicación del Imperio británico con la República de Chile. Ver en: DESBORDES (2008); BRITTON (2007).

⁵⁴ HARRY, Gilberto (2000) *Cinco estudios revisionistas sobre emigración de chilenos e inmigración extranjera en Chile durante el siglo XIX*, Valparaíso, Ediciones Facultad de Humanidades Universidad de Playa Ancha.

⁵⁵ PLATT, D. C. M. (1971) “Problems in the Interpretation of Foreign Trade Statistics before 1914”, *Journal of Latin American Studies*, 3, 2, 119-130.

adquiría el 60% de las exportaciones chilenas y le proveía el 45% de sus importaciones. En 1854 se contabilizaban 1.934 británicos en Chile. Para 1885 llegaron a ser 5.184 personas⁵⁶.

Este tipo de relación tan intensa y estrecha es lo que sostiene la conclusión de que Chile fue parte del Imperio Informal Británico, en donde la corona no tenía el control sino un alto grado de influencia, sus representantes eran tanto políticos como comerciantes o especuladores que, en la búsqueda de la protección de sus intereses, condicionaron la independencia social y política de la República⁵⁷.

Desde luego el concepto de Imperio Informal, bajo la conceptualización planteada puede ser discutido a la luz de los antecedentes reportados y la perspectiva planteada por Hernán Ramírez Necochea⁵⁸. El 14 de mayo de 1839 el Foreign Office comunicaba a su delegado en Chile que “El comandante en Jefe de las Fuerzas Navales de S. M. en el Pacífico [Almirante Charles B. T. Ross] ha sido instruido para tomar represalias contra los buques chilenos, y capturar tantos como pueda encontrar, y detenerlos hasta que la más completa reparación haya sido hecha (...)”⁵⁹. Si bien es cierto esto ocurría en el contexto de la guerra entre Chile y la Confederación Perú-Boliviana, a mediados del siglo XIX, este modo de operación que involucraba la amenaza del uso de la fuerza para la protección de los intereses de la corona británica pudo haberse mantenido la misma lógica hasta la primera guerra mundial.

Con todo, la situación económica pasada la mitad del siglo XIX resultaba auspiciosa, hasta que en la primavera de 1873 en Austria se desencadenó una crisis que se expandió primero a los

⁵⁶ MAYO, John (1981) “Britain and Chile, 1851-1886: Anatomy of a Relationship”, *Journal of Interamerican Studies and World Affairs*, 23, 1, 95-120.

⁵⁷ ALBION, Robert G. (1981) “Capital Movement and Transportation: British Shipping and Latin America, 1806-1914”, *The Journal of Economic History*, 11, 4, 361-374; CENTNER, Charles William (1942) “Great Britain and Chilean Mining 1830-1914”, *The Economic History Review*, 12, 1/2, 76-82; MAYO, John (1980) “Critique of Thomas F. O'Brien's “The Antofagasta Company: A Case Study of Peripheral Capitalism”, *The Hispanic American Historical Review*, 60, 4, 676-679; MONTEÓN, Michael (1975) “The British in the Atacama Desert: The Cultural Bases of Economic Imperialism”, *The Journal of Economic History*, 35, 1, 117-133; MONTEÓN, Michael (2003) “John T. North, The Nitrate King, and Chile’s Lost Future”, *Latin American Perspectives*, 30, 69-90; O'BRIEN, Thomas F. (1980) “The Antofagasta Company: A Case Study of Peripheral Capitalism”, *The Hispanic American Historical Review*, 60, 1, 1-31; TWOHILL, Nicholas (2010) “The British world and its role in the relationship between New Zealand and the southern cone countries of South America, 1820-1914”, *Historia*, 43, I, 113-162.

⁵⁸ RAMÍREZ, Hernán (1961) “El gobierno británico y la Guerra contra la Confederación Perú-Boliviana”, *Revista Chilena de Historia y Geografía*, 129, 122-139.

⁵⁹ RAMÍREZ (1961:132).

bancos alemanes y pronto cruzó el canal de la Mancha desestabilizando la economía británica⁶⁰. Poco tiempo después, otra crisis golpeó la hasta entonces pujante economía estadounidense y hasta 1879 no se logró revertir la situación.

Entre los efectos más evidentes de la crisis económica de los años 70s del siglo XIX se vio la brusca caída del precio del cobre que perdió prácticamente el 30% de su precio entre enero de 1875 y diciembre de 1878. Además, en 1871 Alemania terminó con su bimetalismo y optó por el patrón oro, en lo que le secundaron Dinamarca, Suecia y Noruega⁶¹. El valor de las exportaciones chilenas de plata disminuyó un 50% entre 1874 y 1878. Si la situación ya era difícil dada la inmensa importancia financiera de la minería, entre 1876 y 1878 se presentó una rara excepción climática que produjo lluvias que, o se presentaron fuera de época perjudicando los sembrados y cosechas, o bien fueron abundantemente devastadoras, anegando campos, pueblos y ciudades, destruyendo puentes y líneas telegráficas; se perdieron 28.000 cabezas de ganado y alrededor de 200 mil ovejas, solamente entre el Maule y Concepción. En el invierno de 1877 en un mes cayó más agua que en todo un año normal. La situación promovió la adquisición de maquinaria agrícola producida en Inglaterra, especialmente en el norte de Chile, donde los daños a la tierra habían sido menores e incluso los fenómenos climáticos pudieron ser favorables⁶².

La cadena productiva se vio seriamente afectada pues, al mismo tiempo que la falta de producción agrícola produjo un descenso en la demanda del uso de ferrocarriles, indujo al aumento de precio de los alimentos. La necesidad de importar cereales y harina desde Estados Unidos, Argentina y Uruguay incrementó el nivel de endeudamiento y ello golpeó el sistema financiero. En octubre de 1877 el Banco Thomas colapsó. En enero de 1878 el Banco del Pobre cerró sus puertas. El dinero de los bancos fue declarado inconvertible. La situación se llegó a considerar desesperada en el momento en que el Parlamento debía adoptar medidas para revertir la recesión, pero no lograba los acuerdos necesarios. Un tema que sí logró

⁶⁰ SATER, William F. (1979) "Chile and the World Depression of the 1870s", *Journal of Latin American Studies*, 11, 1, 67-99.

⁶¹ BRAVO, Carmen Gloria (2000) *La Flor del Desierto. El mineral de Caracoles y su impacto en la economía chilena*, Santiago de Chile, Lom.

⁶² SATER (1979). El fenómeno climático de las Corrientes del Niño y de la Niña pudieron haber tenido relación con estos eventos meteorológicos.

conformar una coalición transversal a los partidos políticos fue el rechazo, por 20 votos a 18, de cualquier aumento de impuestos, lo cual sólo aumentó la asfixia monetaria que sufría el país.

Aunque finalmente se logró una autorización del congreso para solicitar, en Europa, un préstamo de 5 millones de pesos a una tasa entre el 12 y el 14 por ciento de interés, en mayo de 1878 los rumores de una posible suspensión de pagos del servicio de deuda chilena alejaron a cualquier potencial prestamista. Para febrero de 1879 había comenzado la guerra del Pacífico que confrontó a Chile con Bolivia y Perú⁶³ y la atención nacional e internacional se desplazó a los temas de la beligerancia.

En esta guerra estaba en disputa una materia revolucionaria desde el punto de vista productivo. En Dublin, Irlanda, James Murray comenzó con sus experimentos hacia 1817 para generar un superfosfato, lográndolo en 1835. Tal fue su éxito que para 1841 estaba comprometido en la producción de una mezcla de fertilizantes que contenían superfosfato, guano y nitrato chileno, es decir, Salitre. El crecimiento fue tan explosivo que para 1843 John Bermet Lawes estableció la primera gran fábrica de superfosfato. Ubicada cerca de Londres, producía 40.000 toneladas anuales. En ese mismo año comenzó la importación del Salitre a Francia⁶⁴.

El ciclo del salitre duraría hasta el comienzo de la primera guerra mundial. Un tiempo en el que los desiertos de Tarapacá y Atacama fueron el lugar de desarrollo de proyectos destinados a exportar la materia prima hacia Europa. En 1911 se declaró que la exportación de nitrato de Chile al Reino Unido fue de más de un millón de toneladas métricas –valoradas en 8 millones 700 mil libras- aunque el consumo interno del Reino Unido no superó las 150 toneladas. El mayor consumidor de este producto era Alemania⁶⁵.

Desde el punto de vista chileno la industria salitrera fue una importante columna económica, así como fuente de disputas de diversa índole y con diferentes resultados para quienes eran parte de este desarrollo productivo. Pero, vista la situación general, el nitrato fue el objeto de

⁶³ KIERNAN, V. G. (1955) "Foreign Interests in the War of the Pacific", *The Hispanic American Historical Review*, 35, 1, 14-36.

⁶⁴ SINGER, Charles, HOLMYARD, E.J., HALL, A.R., and WILLIAMS, Trevor I. (1958:254) "The late nineteenth century, c. 1850 to c. 1900" *A history of technology*, Volume V, Oxford at the Clarendon Press.

⁶⁵ PLATT (1971:121).

deseo de múltiples intereses y justificación para el uso de las armas, rebeliones, motines y la manifestación de un conflicto social anidado en la sociedad chilena que no ha logrado ser resuelto incluso en la actualidad⁶⁶.

Los cruentos hechos de la guerra civil de 1891, y la posterior persecución a los vencidos⁶⁷, son un capítulo en el que se enlazaron los conflictos de las organizaciones obreras, los intereses de la oligarquía y el imperio informal⁶⁸.

En la construcción de la República prevalecía el imaginario del libre mercado como doctrina de administración de la economía del país. Así, por ejemplo, Marcial González argumentaba que la crisis debía ser resuelta a través de la iniciativa individual⁶⁹. Otro intelectual relevante de la época, Zorobabel Rodríguez, declaraba concebir el proteccionismo no sólo como un grave error, sino como una blasfemia. En su visión, Dios regula a la vez el Cosmos y las leyes económicas y actuar en contra de ello era un sacrilegio⁷⁰.

El grado de penetración de la ideología liberal en la economía era capaz de superar las barreras político-partidistas y aliar a Conservadores, Liberales –también llamados reformistas- y Nacionalistas. El denominador común era la eliminación de los impuestos⁷¹. Aparentemente esto tenía buena sintonía con los personeros británicos ocupados de mantener relaciones diplomáticas con las autoridades chilenas, de modo que se permitían orientar la política fiscal y sugerir recortes en los salarios y reducir el gasto público⁷².

⁶⁶ LIRA, Elizabeth y LOVEMAN, Brian (1999) *Las suaves cenizas del olvido. Vía chilena de reconciliación política 1814-1932*, LOM Ediciones-Dirección de Bibliotecas, Archivos y Museos; LIRA, Elizabeth y LOVEMAN, Brian (2000) *Las ardientes cenizas del olvido. Vía chilena de reconciliación política 1932-1994*, LOM Ediciones-Dirección de Bibliotecas, Archivos y Museos, Santiago de Chile, LOM editores.

⁶⁷ ARELLANO, Víctor J. (1892) *Guerra Civil de Chile. Batallas de Concón y Placilla. Reminiscencias de un ex-tercerano*, Buenos Aires.

⁶⁸ BLAKEMORE, Harold (1965) “The Chilean Revolution of 1891 and Its Historiography”, *The Hispanic American Historical Review*, 45, 3, 393-421.

⁶⁹ SATER (1979:84).

⁷⁰ SATER (1979:84-85).

⁷¹ FETTER, Frank W. (1931) *Monetary Inflation in Chile*, Princeton University Press.

⁷² Drummond Hay to Derby, Valparaíso, 6 Nov. 1877, FO 16/195, en: SATER (1979); FERNÁNDEZ, Manuel (2013) “El cónsul falaz y malandrín Charles Noel Clarke y su informe al Foreign Office sobre la matanza de la Escuela Santa María, 1907”, 63-94, en: GONZÁLEZ (2013).

También otros grupos de interés, como los trabajadores, manifestaban sus posiciones elaborando argumentos críticos con respecto a la relación que sostenían con ellos sus empleadores, el modo de producción y las condiciones sociales y políticas en que se encontraban los trabajadores y sus familias⁷³. Entre otros factores, las consecuencias de una política económica de alta volatilidad, un sistema financiero debilitado y una sistemática desregulación del mercado laboral, se combinaron de manera explosiva generando al menos tres grandes ciclos de huelgas en el lapso de 1880 a 1930⁷⁴.

En el ámbito de interés tecnológico es posible afirmar que la visión general sobre Chile ha sido la de un país que jamás desarrolló industria pesada⁷⁵. Sin embargo, teniendo en cuenta que hoy en día los modelos de industrialización están en cuestión, parece recomendable revisar esta apreciación general para ponderarla en una medida diferente. La historia de la tecnología en Chile tiene algunos deberes pendientes con los centros y procesos industriales en tanto la narrativa ha tendido a insinuar que los procesos extractivos y el uso intensivo de materias primas para la exportación concuerda con un accionar preindustrial. Esta opinión general no se corresponde con la información disponible, donde se revela que Chile era parte del circuito mundial del capitalismo industrial, que se tradujo tanto en el comercio de artefactos como en una producción apropiada a la escala local. Así, en la zona de Antofagasta la labor de ingenieros como Diego Adamson y Juan Clemenson, a cargo del armado de locomotoras y la construcción de la planta procesadora de caliche de Salar del Carmen, necesariamente debió ser complementada con la fundición de Eduardo Orchard⁷⁶; así mismo, en otras zonas de Chile se generaron algunos centros de industria pesada donde fue posible, por ejemplo, construir locomotoras, barcos e incluso armar automóviles, como ocurrió en la Maestranza y Galvanización de Ricardo Lever, Norman Ferguson y Guillermo Murphy en Viña del Mar⁷⁷.

⁷³ GREZ, Sergio (1997) *De la "Regeneración del pueblo" a la huelga general. Génesis y evolución histórica del movimiento popular en Chile (1810-1890)*, Santiago de Chile, Ediciones RIL y DIBAM.

⁷⁴ MATUS, Mario (2011) "El azote inflacionario sobre los salarios durante el Ciclo salitrero en Chile (1880-1930)", comunicación presentada en la mesa "Empresarios, salarios y asentamientos salitreros", XIX Jornadas de Historia de Chile, Universidad Diego Portales, 8 al 11 de noviembre de 2011.

⁷⁵ SATER (1979); KIRSCH, Henry (1977) *Industrial Development in a Traditional Society: The Conflict of Entrepreneurship and Modernization in Chile*, University Press of Florida.

⁷⁶ ARCE, Isaac (1997) *Narraciones históricas de Antofagasta*, Segunda Edición, Antofagasta, Ilustre Municipalidad de Antofagasta [Primera Edición: 1930].

⁷⁷ ESTRADA, Baldomero (2006) "La colectividad británica en Valparaíso durante la primera mitad del siglo XX", *Historia* (Santiago), 39, 1, jun.; Catálogo de la Galvanización. Probablemente editado en 1933 e ilustrado por el arquitecto Squiavini. Archivo personal del ingeniero mecánico Luis Valenzuela Godoy.

Este contexto era excitante, plagado de desafíos y éxitos económicos, productivos y tecnológicos y, a la vez, un momento doloroso y amenazante, cargado de riesgos, incertidumbres y conflictos que en ocasiones llegaron al derramamiento de sangre. En medio de todo ello la energía se transformaba en un problema operacional importante⁷⁸.

Fue en el entramado de las actividades del imperio informal que ocurrió el descarte artefactual del uso directo de la energía solar para la desalación de agua, es decir, la compleja arquitectura del Imperio Británico fue el escenario de los protagonistas de la historia de la Planta de Las Salinas y las desaladoras solares de Sierra Gorda y Oficina Domeyko, hitos industriales cuyos alcances aún se deben establecer.

1.3.2 Ingeniería: partes y piezas de la cultura imperial

En el último cuarto del siglo XIX el telégrafo lograba enviar noticias alrededor del mundo en cuestión de minutos; las conexiones navieras cubrían el orbe entero y habían reducido los tiempos de largos desplazamientos de meses o años a cuestión de semanas; las industrias química y eléctrica alcanzaban un grado inaudito de importancia.

Sin embargo, no todas las áreas del planeta contaban con el mismo interés por parte de la corona británica. Mientras el Extremo Oriente era una zona a la que se destinaban ingentes esfuerzos para su dominación, la zona sudamericana era materia en la que se ocupaban otros métodos. Por ejemplo, Headrick ha señalado que, luego de instaurada la utilización de barcos a vapor para los viajes a la India, la ruta del salitre, desde Chile y Perú, siguió operando con barcos a vela⁷⁹.

Por su parte Robert Buchanan⁸⁰, hizo un valioso aporte en su extenso y conciso trabajo acerca de la ingeniería británica; no obstante ello, abordó los asuntos coloniales como un aspecto

⁷⁸ CAMUS, Pablo (2004) “Los bosques y la minería del norte chico, s. XIX. Un mito en la representación del paisaje chileno”, *Historia*, 37 (2), 289-310.

⁷⁹ HEADRICK (1989:148). Considérese que los barcos de vapor fueron inicialmente cañoneras utilizadas en la invasión británica a la India. En términos generales, los viajes se realizaron en grandes veleros hasta casi final de siglo XIX.

⁸⁰ BUCHANAN (1989:150); ARELLANO y ROCA-ROSELL (2013).

tangencial. La apreciación general de Buchanan es que mucho del rápido crecimiento económico de Sudamérica se debió al aporte de la ingeniería británica.

Si bien es cierto ello no carece de fundamento, en esta afirmación se omiten una serie de elementos que, como ya se ha visto anteriormente, incidieron en dimensiones de alta relevancia para la vida pública y el desarrollo social y cultural chileno.

En definitiva, el impacto de la ingeniería británica rebasó con creces los aspectos productivos del plano económico y alcanzó otras esferas de las estructuras sociales de la época, en tanto las bases culturales de la ingeniería británica del siglo XIX son, en buena medida, los cimientos de la cultura industrial que se difundió en el mundo occidental. Dos de sus herramientas fundamentales fueron la organización neogremial y sus propios medios de comunicación como veremos en los casos de la Institution of Civil Engineers y el semanario *Engineering*.

1.3.3 Institution of Civil Engineers (ICE) y Chile

El proceso formativo de los ingenieros en el Reino Unido parece un proceso fuertemente enraizado en los modos medievales de formación de artesanos⁸¹. Las universidades se mostraron reacias a incorporar la ingeniería como una carrera académica y este proceso fue llevando a los ingenieros a conformar organizaciones neogremiales capaces de aglutinar y representar sus intereses, a la vez que establecer procesos formativos mediante la vía de las relaciones vinculares entre miembros de las instituciones y los aspirantes a obtener una membresía.

De cualquier manera, la densa red de agrupaciones de ingenieros actuaba principalmente a nivel local, aunque las organizaciones más fuertes lograron tener alcance en todo el Reino Unido y, en algunos casos, internacional.

En los estatutos de fines del siglo XIX, la Institution of Civil Engineers se definía como una organización dedicada al progreso de la ciencia de la mecánica y acotaba su área de interés a la

⁸¹ CARDWELL, Donald (1972) *The Organisation of Science in England*, London, Heinemann Educational, 268.

construcción de caminos, puentes, acueductos, canales, navegación de ríos y muelles, así como también la construcción de puertos, molos, rompeolas, faros y obras de arte para la navegación. Otras actividades de su interés eran la construcción y adaptación de maquinaria y el drenaje de ciudades y pueblos.

Revelador del concepto de progreso, que expresan estos estatutos, es su declaración de intereses. Era un tiempo en el que el concepto de Tecnología aún no llegaba a situarse como el sustantivo de todo el ingenio humano⁸². La mecánica, como estudio del movimiento, era el asunto de interés de la ingeniería, pero todavía más interesante es el sinceramiento de los propósitos de su actividad; la meta de la ingeniería civil debía ser el direccionamiento de las grandes fuentes de poder de la naturaleza para el uso y conveniencia del ser humano, ello traducido en el comercio entre Estados y sus mercados internos y externos⁸³.

Este interés transnacional se expresó claramente en las alternativas de pertenencia que admitía la organización hacia 1874. Los miembros (abreviado como: M. Inst. C.E.) debían tener un mínimo de 25 años de edad, haberse educado de acuerdo a la rutina de pupilaje y haber tenido responsabilidades profesionales al menos durante cinco años. También se admitía haber desarrollado la profesión por cuenta propia, al menos durante cinco años, pero demostrando los conocimientos adquiridos. El crecimiento institucional fue impresionante y en pocos años llegó a contar con miles de miembros.

La segunda clase, los Asociados (Assoc. Inst. C.E.), debían ser personas de más de 25 años que no necesariamente fueran ingenieros civiles pero a quienes se les reconocía su labor en torno a la ciencia o las artes y que con ello contribuían al progreso del conocimiento profesional de la ingeniería.

⁸² MARX, Leo (1994) “The idea of ‘Technology’ and Postmodern Pessimism”, en SMITH, Merritt and MARX, Leo (1994) *Does Technology drive History?. The Dilemma of Technological Determinism*, Mass, MIT Press.

⁸³ The Institution of Civil Engineers (ICE), *Constitution*, 1874. La relevancia de este breve documento se puede calibrar al recoger las observaciones de Giorgio Agamben (2013:80-83) acerca de la regulación de la vida monástica y las comunidades claustrales evidenciado en el *Regula Communis*, de san Fructuoso de Braga; en este documento, anterior al año 670 D.C., se establece el *pactum*, donde las reglas serían verdaderos documentos constituyentes. En esa línea de análisis, la *Constitution* de la ICE establece el modo de vida de sus miembros.

En tercer lugar, miembro honorario (Hon. M. Inst. C.E.) era la designación para una persona eminente en la ciencia y en experiencias relacionadas con la ingeniería, pero que no practicaba su profesión en Gran Bretaña o Irlanda. Entre los miembros honorarios se encontraban, por ejemplo, generales del ejército ruso y el emperador de Brasil, Pedro II.

Los estudiantes (Stud. Inst. C.E.) constituían una clase a parte que no podían tener menos de 18 años de edad ni más de 26, que eran o habían sido pupilos de un miembro o asociado con la intención de llegar a ser un ingeniero civil.

El procedimiento de integración a la *Institution*, excepto para los estudiantes, era la elección, la que debía ser signada por cuatro miembros y dos asociados. A su vez, los asociados podían llegar a ser miembros, a través de transferencia de clase. Ello ocurría si la solicitud correspondiente era firmada por diez miembros de la organización.

Los estatutos también reflejan el interés por un tema fundamental para el desarrollo científico-tecnológico: ante las carencias de las instituciones de formación de ingeniería, la ICE cumplía un papel no sólo asociativo sino de conocimiento corporativo. Para ello se organizaban reuniones y sesiones. Se estableció que cada martes entre la segunda semana de noviembre y finales de mayo se realizarían reuniones donde se darían a conocer comunicaciones originales para describir trabajos de ingeniería o de ramas de ciencias afines. Asimismo, se instituyó la publicación de estas comunicaciones en volúmenes anuales a ser distribuidos entre los miembros. Por lo tanto, *Minutes of the Proceedings* sería producto concreto de ello. La flexibilidad de la *Institution* permitió a sus miembros elaborar comunicaciones que eran presentadas y discutidas en las reuniones ordinarias en ausencia de su autor.

Naturalmente, en el proceso de expansión ideológico, económico y social, es decir, la ejecución del proyecto imperial británico, instituciones como la ICE se convirtieron en agencias impulsoras, cuando no en los pilares necesarios ante las inmensas exigencias del desafío de la brusca mundialización del comercio, el incremento de la velocidad del tránsito de mercancías y la conexión entre todo el orbe y las principales metrópolis occidentales.

En buena medida esta orgánica es una expresión cultural que conjugó una estructura tradicional de los gremios, basada en una formación moldeada en la relación maestro-aprendiz, con una funcionalidad flexible capaz de cooptar a los sujetos relevantes para los intereses de la organización. Estos intereses y las metas del imperio son plenamente complementarios, al punto que parece difícil concebir el éxito de una de estas esferas sociales sin la otra.

La organización, en cierto modo, preparaba y reclutaba una fuerza destinada a realizar operaciones industriales de largo alcance y a gran distancia. Este era un ejército cuyas banderas serían el libre comercio, la eficacia y prestigio individual, la productividad y la eficiencia⁸⁴. Seguramente los sueños de conquistas también alimentaron las ambiciones de hombres⁸⁵ que perseguían un nuevo *El Dorado*, también embanderados con la nueva racionalidad global-económica.

La presencia de la ingeniería británica en Chile durante el siglo XIX y comienzos del siglo XX tuvo una expresión manifiesta en el quehacer de la ICE. Alrededor de 30 obituarios entre 1857 y 1913 hacen alusión a miembros de la *Institution* que realizaron alguna labor en Chile. Algunas microbiografías son vivos ejemplos de la ciudadanía global que cuajaba en medio de la actividad febril y los incrementos de velocidad de los instrumentos del imperio⁸⁶. Cuatro ejemplos de ello son Walton White Evans, George Paddison, Justus Dirks y James Grey Adamson⁸⁷.

Walton White Evans (New Brunswick, Estado de New Jersey, 31 de octubre de 1817- 28 de noviembre de 1886) fue electo miembro de la ICE en 1860. Se formó en el Polytechnic Institute of Troy, New York. En su extensa carrera profesional tuvo ocasión de trabajar en la ampliación del Canal Erie y en otros proyectos en Estados Unidos, Australia y Nueva

⁸⁴ Al respecto una controversia interesante es la que se planteó en *Engineering* a propósito de la conferencia de Alexander Siemens, entonces presidente de la Institution of Civil Engineers, en donde se debatía el análisis filosófico de Siemens contrastado con una posición pragmatista. El centro de la discusión se encontraba en las distintas visiones acerca de la economía de la ingeniería y la trascendencia de la relación del ingeniero con el mandante, distinguiendo los desafíos de la construcción de obras públicas de la producción de manufacturas. Ver en: *Engineering*, 04 de noviembre de 1910, 636.

⁸⁵ En el ámbito de interés de esta investigación, hasta ahora no se ha encontrado evidencia de participación femenina en la Institution of Civil Engineers del siglo XIX.

⁸⁶ HEADRICK (1989).

⁸⁷ *Minutes of the Proceedings*, Evans: “Obituary”, January 1887, 433-436; Paddison: “Memoirs”, January 1871, 222 – 224; Dirks: “Obituary”, January 1888, 389; Adamson: “Memoirs”, January 1882, 403-405.

Zelandia. Luego, hasta 1849, trabajó en la extensión de la línea férrea desde Harlem hacia Albany. Luego de ello viajaría a Chile para, como asistente de Allan Campbell, involucrarse en la construcción del ferrocarril de Copiapó hasta 1853. A continuación realizó una serie de visitas a obras públicas en Inglaterra, Francia y Alemania para regresar a Sudamérica e iniciar las labores de construcción del ferrocarril de Arica a Tacna completando la línea en 1856. Luego y hasta 1859 trabajó en la construcción de línea sur de Chile, que en ese momento logró llegar hasta la ciudad de Rancagua. Era además el ingeniero jefe en la construcción de la línea Copiapó-Chañarcillo, a la fecha, la de mayor altitud geográfica en el mundo. En 1860 regresó a los Estados Unidos y dos años más tarde se implicó en los trabajos de ingeniería de la Bahía de New York. Desde allí prestó sus servicios a diferentes ferrocarriles peruanos y, en Chile, en las líneas de Concepción-Talcahuano, ferrocarriles del sur y el ferrocarril de Tongoy.

Evans fue descrito en el obituario como un ferviente defensor de la supremacía de los Estados Unidos en el comercio, la agricultura y la manufactura a la vez que un entusiasta divulgador de la masonería.

El segundo caso es el de George Paddison, que nació en Louth, en Lincolnshire (Gran Bretaña), el 2 de noviembre de 1825. Fue electo miembro de la ICE en 1863 y se formó como ingeniero en el Putney College for Civil Engineers. En 1853 fue contratado como ingeniero asistente en la línea del ferrocarril de Santiago a Valparaíso. En paralelo, durante los períodos de suspensión de esta obra, participó en las obras de ampliación del embalse Catapilco, así como en obras de riego en Huasco. Antes de iniciar trabajos en Paraguay, Perú y Bolivia, entre 1858 y 1865, Paddison participó en los estudios, diseño y construcción del ferrocarril de Coquimbo.

Su trabajo entre 1866 y 1868 lo desempeñó en la zona norte de Chile, en la línea Cerro Flojo a Cerro Blanco. En 1869 comenzó labores tanto para el gobierno chileno como para la compañía William Gibbs and Co. para luego pasar a la empresa Milbourne Clark and Co. Sus faenas en esos tiempos se orientaron a la construcción de muelles, caminos y a la implementación de una máquina destiladora de agua para obtener agua fresca.

Justus Dirks (1825-1886) nació en Holanda y fue aceptado como miembro de la ICE en 1885, un año antes de su muerte. Tuvo diversos trabajos en los Países Bajos y en 1876 se involucró en las obras del lago Lebrija y del río Guadalquivir, en España. Su experiencia en canales le permitió actuar como consultor en algunos diseños del canal de Panamá. También prestó asesoría en estudios del puerto de Heijat, Bélgica, y en embancamientos en Dinamarca. En 1883 realizó los diseños del muelle de Talcahuano.

Según el obituario de la ICE⁸⁸, James Grey Adamson nació en Glasgow, Escocia, Gran Bretaña, el 15 de diciembre de 1839. Hijo de un ingeniero que trabajaba para la Armada rusa, a la muerte de su padre, su madre le envió a la escuela nacional en el pueblo de Leven en Fifeshire. Fue aprendiz durante siete años en la industria de Henry Balfour and Co., General Engineers and Ironfounders, Leven. En 1863 se trasladó a Londres y a los pocos meses se encaminó a Argentina. Allí, en 1867 las condiciones políticas le llevaron a protagonizar un arriesgado cruce de la cordillera de Los Andes con su esposa e hijo en pleno período invernal. Inicialmente se instaló en Valparaíso, pero para 1868 estaba trabajando en la oficina salitrera La Noria, provincia de Tarapacá, es decir, cerca de dos mil kilómetros más al norte. En 1875 diseñó y construyó maquinaria para la desalación de agua en el puerto de Antofagasta, en conjunto con el ingeniero J. F. Spencer, también miembro de la ICE. Un accidente le causó la muerte en 1881, a la edad de cuarenta y un años, aún cuando alcanzó a arribar a Valparaíso para recibir la asistencia médica de la colonia británica de ese puerto.

En su trabajo destacaron las labores en la producción de salitre, la destilación de agua de mar para el consumo humano y la fabricación de explosivos. Vista así, la historia de Adamson tiene aristas espectaculares desde el punto de vista vital y también en el afrontamiento a desafíos profesionales. Sin embargo hay un aspecto del obituario publicado en *Minutes of the Proceedings* que nos debe interesar aún más. Durante la guerra del Pacífico, entre Chile, Perú y Bolivia, su casa llegó a ser una especie de cuartel general para los oficiales chilenos al mando del ejército de ocupación.

La apertura de esta organización de ingenieros hacia los vínculos internacionales facilitó la inclusión de miembros de varias nacionalidades. Chile no fue la excepción. Victorino Aurelio

⁸⁸ *Minutes of the Proceedings*, Adamson: “Memoirs”, January 1882, 403 – 405.

Lastarria (Santiago, 22 de noviembre de 1843-Santiago, 27 de julio de 1888) fue electo miembro en el mes de febrero de 1885. Estudió entre 1862 y 1867 en la Universidad de Ghent, Bélgica. Las memorias de la ICE registran que trabajó para la Southern Railway en Chile, en obras del puerto de Valparaíso y, contratado por Henry Meiggs, participó en diseños y estudios de la construcción de ferrocarriles en Perú hasta 1877. Durante la guerra del Pacífico ejerció como ingeniero consultor del ministro de Guerra, luego como Gobernador Civil de la provincia de Tarapacá y, durante 1881 cuando aún no acababa la guerra, trabajó en los estudios de una línea férrea para cruzar la cordillera de Los Andes y llegar hasta Bolivia. Su trabajo de mayor trascendencia fue la construcción del viaducto sobre el río Malleco⁸⁹, vinculándose a la firma francesa Le Creusot.

Historias como estas se multiplican en los cinco continentes, con ingenieros intrépidos capaces de atravesar el mundo para encarar gigantescos proyectos de infraestructura cuyas dimensiones y características resultaban ser desafíos nunca antes vistos. De esta manera estos formatos productivos resultaron ser un modo de vida.

1.3.4 *Engineering*: ideología, tecnología y mercados

La ingeniería del imperio británico generó durante el siglo XIX un amplio número de publicaciones que circulaban en ambientes vinculados a la producción, con distintos alcances de distribución y con propósitos de difusión de innovaciones y nuevos conocimientos en el ámbito técnico. Algunos ejemplos relevantes de este tipo de revistas fueron *Mechanic's Magazine* (1823), *English Mechanic* (1867), *The Engineer* (1856), *Engineering* (1866) *The Mechanic* (1868), *World of Science* (1867), *Penny Mechanic* (1868) y *Scientific Opinion* (1868)⁹⁰. Dentro de este grupo de medios especializados algunos de ellos alcanzaban un impacto mundial gracias a una distribución que recorría el mundo entero, situación que compartían con otros periódicos

⁸⁹ Esta obra, después de la muerte de Lastarria, fue continuada y concluida bajo la responsabilidad del ingeniero Eduardo Vigneaux. El sábado 28 de febrero de 1891 *Le Génie Civil*, puso en portada un reportaje acerca del viaducto del Malleco. El informe elaborado por el Ingeniero de Artes y Manufacturas Henri Mamy, contiene información general de la obra civil. Ver en: MAMY, Henri (1891) "Travaux Publics: Le Viaduc du Malleco, Au Chili", *Le Génie Civil*, XVIII, 28 Février, 277. Otro artículo fue publicado en *La Nature* el 10 de enero de 1891. Parece muy probable que el interés francés en la obra se deba a la participación de Le Creusot como proveedor del material necesario para la construcción del viaducto.

⁹⁰ BROCK, William (1996a) "Science, Technology and Education in *The English Mechanic*", en *Studies in the History of Victorian Science and Education*, Norfolk, Galliard, 1-13.

internacionales. Es el caso de *Engineering* y *The Engineer*, que eran objeto de interés junto a revistas francesas como *La Nature*, *Le Génie Civil*, *Le Génie Industriel* o los semanarios estadounidenses *Scientific American* y *Scientific American Supplement*. Asimismo, existían medios de la misma estirpe en el habla hispana: *La Gaceta Industrial* y *El Porvenir de la Industria*, entre varios otros⁹¹.

Engineering era una revista de ingeniería de alcance global. Sus tres editores principales en sus primeros cincuenta años fueron Zerah Colburn⁹², William Henry Maw y James Dredge. La publicación surgió del despido de Colburn de la revista *The Engineer* e inauguró un nuevo enfoque sobre los asuntos de la ingeniería del siglo XIX, reuniendo los intereses técnicos, científicos, comerciales, políticos y económicos de la ingeniería del imperio británico en su fase de expansión. Así es que encontramos en sus páginas el reflejo de la febril actividad industrial y económica que se desarrollaba en los cinco continentes; la propia edición de la revista da muestras contundentes de las redes que se enlazaban en medio de la mundialización de la economía, pues contaba con agentes de venta y una distribución asegurada en los distintos puntos del imperio británico y demás zonas del planeta, desde Londres a Calcuta y Auckland, pasando por Alemania, España, Francia, Perú, China, Japón y las islas Hawaianas.

Desde el 5 de enero de 1866, cada viernes se publicaba una edición con un contenido suficientemente variado como para tocar temas de electricidad, motores, arquitectura construcción naval y de ferrocarriles, así como la demografía de grandes ciudades o la evolución de los mercados. La investigación de accidentes fue también un importante material de trabajo para el semanario. En definitiva, la cadena de investigación, innovación, producción, marketing y comercialización se retrata por completo desde 1880.

⁹¹ Otras revistas de consideración son *The Engineering Magazine* en Inglaterra, *Revue Générale des Chemin de Fer* de Francia y *Polytechnisches Journal*, de Alemania. Entre los medios de comunicación de ingeniería del siglo XIX hubo además publicaciones periódicas de alto valor científico-técnico, como las *Comptes Rendus* y los *Minutes of the Proceedings*, que se originaban en asociaciones gremiales o ámbitos académicos de diversos países de Europa occidental y Estados Unidos de América. El catálogo del Fons Històric de Ciència i Tecnologia de la Biblioteca de l'Escola Tècnica Superior d'Enginyeria Industrial de Barcelona (UPC o BarcelonaTech) contiene una lista de 82 revistas, la mayor parte fundadas en el siglo XIX. La presencia de estas publicaciones producidas en Inglaterra, Francia, Estados Unidos y Alemania ilustra la movilidad de ellas. Sus contenidos, provenientes de los cinco continentes, muestran los alcances de sus capacidades e intereses.

⁹² MORTIMER, John (2005) *Zerah Colburn the Spirit of Darkness*, Bury St Edmunds, Arima Publishing.

Un tema de especial interés e importancia era la industria bélica; sin ahondar en controversias, o análisis de la coyuntura, *Engineering* reportaba las novedades de los arsenales y las recientes adquisiciones de material de guerra por parte de diferentes países. Esto último incluía, por ejemplo, revisiones de resultados de rendimiento balístico, velocidad de desplazamiento de naves de combate o el resultado del uso de nuevas materias primas.

Se vertían en sus páginas imponentes reportes de los avances de los grandes proyectos de la época, la organización de las exposiciones universales y la actividad de las más influyentes agrupaciones gremiales –tales como The Institution of Mechanical Engineers, The Institution of Civil Engineers, Institution of the Naval Architects- a la par de comunidades científicas como The Physical Society. Su amplitud alcanza a varias organizaciones de esta misma naturaleza en Estados Unidos.

Por otra parte, la cuidadosa edición de la revista incluía un dossier que se distribuía al final de cada semestre, donde se compilaba un exhaustivo índice en el que es posible encontrar cada uno de los textos de la revista ordenados alfabéticamente. Contaba con un índice de Ilustraciones, registro de patentes, un índice general, uno de Literatura –con la bibliografía técnica más reciente en inglés, alemán y francés- opiniones, cartas al editor y un directorio de empresas con su listado de direcciones telegráficas.

No cabe duda que fue un robusto y nutrido canal de información y tribuna de las distintas plataformas de negocios que requerían de la asistencia técnica de los ingenieros del imperio.

Así, en agosto de 1914 la editorial del viernes 21 sinceraba la visión acerca de la situación de aquel momento: la industria alemana había superado a la británica en producción y exportaciones. En el contexto de la guerra que comenzaba se analizaron tanto los aspectos comerciales como los de publicidad, así como las ventajas comparativas de la economía alemana. En ningún caso se consideró que la ingeniería británica fuera inferior y el diagnóstico situó el problema en el Gobierno, preocupándose especialmente por el desempeño del Departamento de Inteligencia Comercial y la cooperación con los bancos británicos y coloniales, que eran comparados con el sistema bancario alemán, al que se veía como más liberal y modelo a imitar.

La guerra no era un asunto ni nuevo ni ajeno a la revista. En 1891 estalló en Chile una guerra civil que cuenta con el triste record de ser el conflicto bélico más cruento en la historia republicana del país. El 05 de junio de 1891, en pleno desarrollo del conflicto, la columna editorial se tituló “The war in Chili” y se dedicó a lo que usualmente se entiende como los aspectos técnicos del fenómeno. Básicamente la editorial describe un combate de naves de la marina chilena que fueron construidas en astilleros británicos y se examinan los rendimientos del poder destructor de la maquinaria de los navíos. Es un relato fervoroso acerca del desempeño de uno de los bandos de la guerra, sin esclarecer que era el grupo más cercano a los intereses británicos, además de omitir cualquier dato en relación a los factores inductores de la confrontación y cuáles de ellos se vinculaban al quehacer del imperio británico⁹³.

En 1904 la editorial⁹⁴ enfiló directamente hacia la controversia del control del sector público ante el quehacer del sector privado, convocando abiertamente a la reforma y facilitar a la Institution of Navals Architects asumir un rol protagónico en ello. Todo esto se realizó a través de un análisis de caso: la construcción de dos barcos de guerra para la marina chilena.

La visión política de *Engineering* es su baluarte. Una voz defensora de una profesión liberal ocupada en problematizar la institucionalidad siempre con el objeto de agilizar la producción y el comercio. En el primer tramo de su nutrida trayectoria *Engineering* fue una tribuna de las principales preocupaciones de los ingenieros. Por ejemplo, durante varios años se analizó la regulación de patentes del Reino Unido, comparándola con la legislación internacional; otro debate se estableció en torno al proceso formativo en las ingenierías y cómo afrontar el peculiar sistema educativo de la ingeniería en la Gran Bretaña.

Entre las voces que se difundían a través de esta revista se debe resaltar la de William Henry Maw (Scarborough, 6 de diciembre de 1838-Londres, 19 de marzo de 1924), editor de *Engineering* durante cerca de cuarenta años. Su trayectoria fue consonante con la relevancia de la revista. El obituario de Maw en *Minutes of the Proceedings* de la ICE⁹⁵ señaló expresamente la

⁹³ “The war in Chili”, *Engineering*, 05 de junio de 1891, 677.

⁹⁴ “Admiralty v. Private warship-design” en *Engineering*, 08 de abril de 1904.

⁹⁵ El 21 de marzo, dos días después de su muerte, *Engineering* publicó un obituario aún más detallado en la sección de la editorial. Ver en: *Engineering*, 21 de marzo de 1924, 371-374.

importancia de su labor de editor en su vida laboral y personal destacando que la vasta masa de información que pasó por sus manos incluía tanto las materias de la ingeniería como las de la ciencia aplicada y, además, calificando a *Engineering* como una de las revistas técnicas más importantes del mundo. Maw es descrito como un sujeto infatigable, de memoria excepcional y siempre dispuesto a colaborar con sus colegas en temas administrativos y de consultoría, además de poseer un carácter abierto y bien dispuesto a auxiliar a quienes solicitaran su ayuda.

Maw, como ya se puede ver, era un hombre influyente. Presidente de la Civil and Mechanical Engineers Society (1863-1865), presidente de la Institution of Mechanical Engineers (1901), presidente de la Institution of Civil Engineers (1922), presidente de la Royal Astronomical Society (1905) y de la British Astronomical Association (1890) fue además miembro de Royal Geographical Society (1890) y la Royal Microscopical Society (1892). Tuvo estrechos vínculos con el National Physical Laboratory, así como también tuvo responsabilidad en la formación de la British Engineering Standard Association (1901). Se suma a ello su membresía honoraria en el Cleveland Institute of Engineers (1871). También ha de considerarse que durante la Primera Guerra Mundial colaboró activamente con el Ministerio de Municiones.

La trayectoria laboral de William H. Maw fue la usual en aquellos tiempos. A los dieciséis años comenzó su pupillage como aprendiz en la Eastern Counties Railway Works –luego denominada Great Eastern Works- para luego continuar en la Great Luxembourg Railway y en el diseño de locomotoras para la East Indian Railway. Sin embargo, fue en otra compañía, en la Great Eastern Railway, donde conoció a Zerah Colburn y algunos de sus amigos de Estados Unidos; Colburn en 1862 invitó a Maw a escribir una sección de un libro acerca de locomotoras. Luego sería colaborador de *Engineering* hasta la muerte de Zerah Colburn, momento en el que tomó el cargo de editor de la revista, responsabilidad de la que sólo pudo alejarle la muerte.

Una de sus más trascendentes apreciaciones sobre la ingeniería la encontramos en el artículo “Some unsolved problems in Engineering” elaborado para la undécima lectura “James

Forrest” de la ICE⁹⁶, conferencia que orientó hacia los problemas que hasta ese momento no había resuelto la ingeniería.

En resumen Maw destacó la diferencia entre los pronósticos teóricos de la ciencia y los resultados reales del funcionamiento de los motores. Sugirió que la labor de análisis de los experimentos con maquinaria es más potente cuando la realizan sujetos que no son experimentadores sino analistas especializados capaces de detectar debilidades en la metodología del experimento. Indicó que la Institution of Mechanical Engineers constituyó un comité de investigación para motores a gas en 1897 generando reportes en 1898 y 1901, lo que debería ser una práctica a imitar.

En el área de energía, aseguró que el uso de gases de los altos hornos podía llegar a reemplazar en Gran Bretaña entre 4 y 5 millones de toneladas de carbón por año, pero anticipaba que los problemas no resueltos podrían ocupar a un gran número de investigadores durante muchos de los próximos años.

En cuanto al desarrollo ingenieril y los materiales utilizados su visión se centró en el análisis de los factores de seguridad, que en su opinión deberían ser denominados factores de incertidumbre, a los que concibió como una gran ayuda al progreso de la ingeniería, pues implican el paso del conocimiento inexacto al conocimiento exacto. El National Physical Laboratory tomó a su cargo la investigación acerca de la presión del viento, cuestión fundamental, entre otras cosas, para la construcción de puentes; así también ocurría con los experimentos de Wöhler y Bauschinger –realizados diecisiete años antes- acerca de la resistencia del acero utilizado en ferrocarriles. Maw alega que algunas fórmulas de cálculo de resistencia de materiales que fueron impugnadas 25 años antes aún permanecían en manuales o libros de texto de ingeniería.

Otro aspecto a destacar es que en su discurso utilizó el concepto de sistema para referirse a la utilización de un conjunto de máquinas capaces de realizar un trabajo de manera automática.

⁹⁶ MAW, William H. (1903) “Some unsolved problems in engineering”, 26 de junio, *Engineering*, 876-879.

En sus ideas encontramos una concepción del futuro y una definición de las opciones que tenía ante sí la ingeniería británica para restituir la supremacía que se le atribuyó durante varias décadas. Pero nuestro foco es la revista como expresión cultural en sí misma y nos alienta a observar su posición de privilegio en la cadena de construcción de argumentos de la narrativa de la ingeniería y su desempeño en la expansión de la hegemonía cultural británica alrededor del mundo.

Como parte del conjunto ha de integrarse la visión épica del oficio del ingeniero, que queda suficientemente cristalizado en el relato del comportamiento del personal de la sala de máquinas y de calderas del *Titanic*, de quienes se destacó que frente al hundimiento inminente se entregaron a la causa de mantener el barco iluminado hasta el último momento posible⁹⁷. Según el Almirante Beresford, treinta y dos ingenieros fallecieron, con un promedio de edad que apenas superaba los 23 años.

Un plano distinto a destacar de este semanario es la amplitud global de información que entrega, con la que sería posible organizar un mapa de las zonas noticiosas de esta publicación. En otros resultados obtendríamos una gráfica de las redes de negocios vinculados al desarrollo tecnológico a nivel mundial en el siglo XIX. Por lo pronto estos datos permiten observar en parte la conexión de la industria del imperio británico con la República de Chile.

El auge y declive del ciclo noticioso es interesante. El perfil del gráfico N° 1 (pág. 64) es comparable con el ciclo de la producción del salitre o nitrato chileno⁹⁸, así como con la expansión del Imperio Británico⁹⁹. A fines de la década de los 60s del siglo XIX se descubrieron grandes yacimientos de nitrato y en 1914 comenzó el declive productivo junto con el estallido de la primera guerra mundial¹⁰⁰. Se ha postulado que las consecuencias financieras de ello en Chile resultarían catastróficas para la inmensa mayoría de la población,

⁹⁷ Carta de Lord Charles Beresford publicada el 22 de abril de 1912 en *Times* y reproducida el 26 de abril de 1912 en *Engineering*, 562.

⁹⁸ DONALD, M. B.(1936) "History of the Chile nitrate industry I", *Annals of Science*, 1: 1, 29 — 47; DONALD, M. B.(1936) "History of the Chile nitrate industry II", *Annals of Science*, 1: 2, 193 — 216.

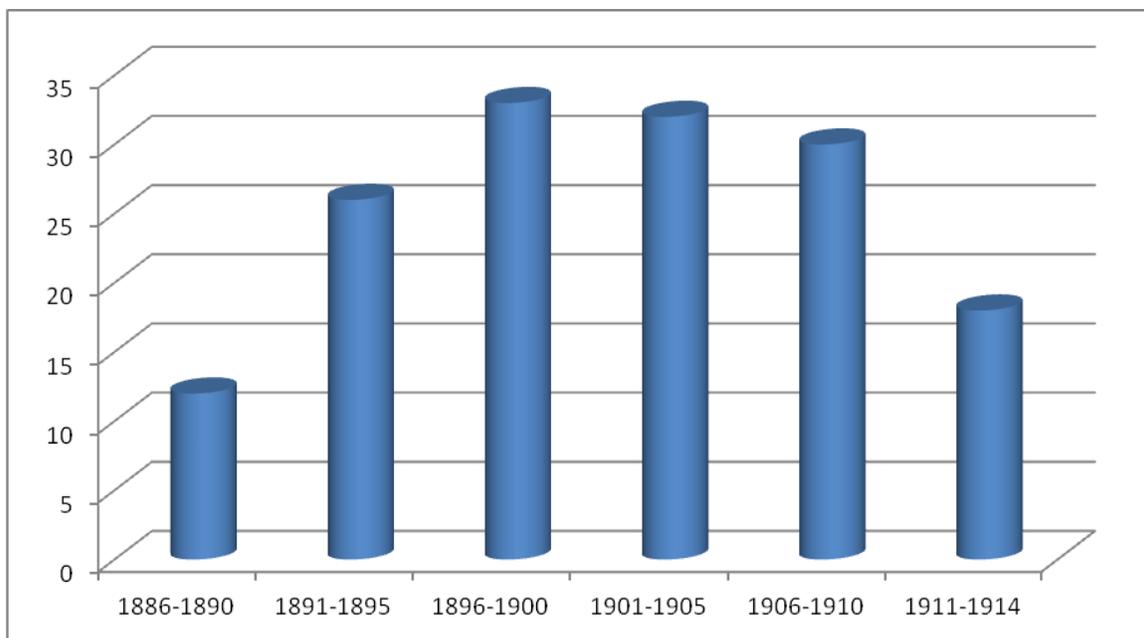
⁹⁹ BROWN, Joseph R. (1958) "The Chilean Nitrate Railways Controversy", *The Hispanic American Historical Review*, vol. 38, 4 (Nov.), 465-481

¹⁰⁰ También se deberían considerar los ciclos productivos de la Plata y el Cobre. Para mayores antecedentes revisar BRAVO (2000); SATER, (1979).

con un empeoramiento del nivel y calidad de vida de una situación que ya era muy precaria en pleno apogeo de la bonanza económica¹⁰¹.

Por su parte, en materia de información, el interés en la marcha económico-productiva de un territorio distante a 12 mil kilómetros de la metrópoli es un asunto de suyo atractivo, especialmente dadas las dificultades de comunicación con los países vecinos¹⁰².

Gráfico 1. Frecuencia de noticias relacionadas con Chile en *Engineering* (1886-1914) según quinquenio (N=151).



Fuente: elaboración propia

Engineering incluía en sus ediciones actividades realizadas en Londres el día anterior a su publicación semanal. Probablemente la larga distancia con Chile afectaba la velocidad de la publicación de acuerdo a la extensión del reporte; los avisos de menor extensión podían ser

¹⁰¹ BROWN (1958); ESPINOZA, Vicente (1988) *Para una historia de los pobres de la ciudad*, Santiago de Chile, SUR Ediciones; GREZ, Sergio (2007) *Los anarquistas y el movimiento obrero: la alborada de "la Idea" en Chile, 1893-1915*, Santiago de Chile, Lom; ORTIZ LETELIER, Fernando (2005) *El movimiento obrero en Chile, 1891-1919*, Santiago de Chile, Lom.

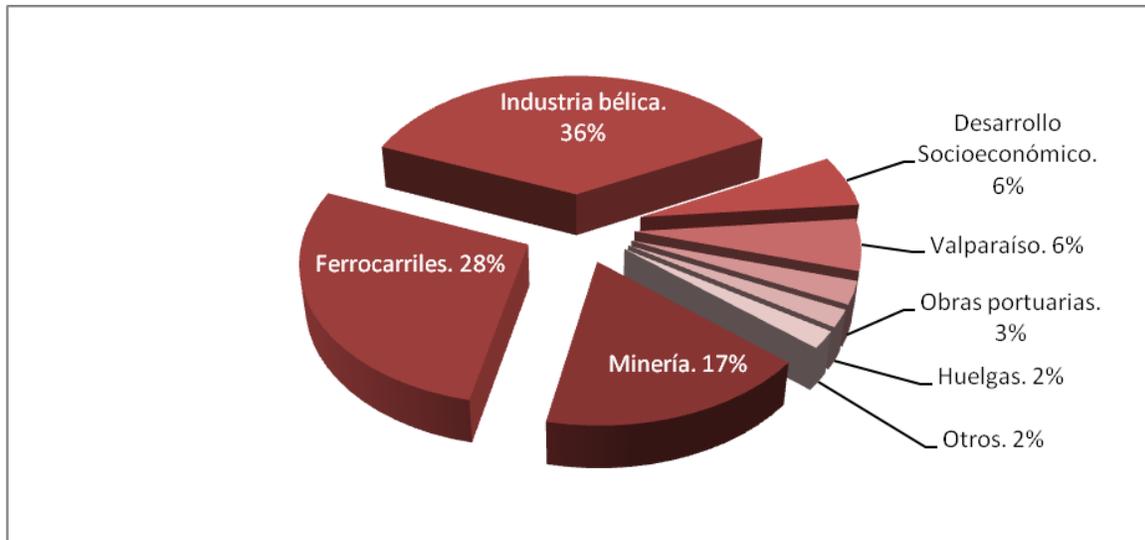
¹⁰² SCHURZ, William L. (1924/1925) "Communications in South America", *Foreign Affairs, an American Quarterly Review*, 3:1/4, 624-636.

transmitidos telegráficamente y lograban ser publicados en breves lapsos de tiempo, mientras que los reportes más extensos debían esperar semanas o meses para ver la luz. De cualquier manera, las áreas de interés se retrataron con claridad: Minería, Ferrocarriles, Material de Guerra, Desarrollo Socioeconómico, la ciudad de Valparaíso y Otros.

La industria bélica ha de acotarse más precisamente a la industria naval, lo que nos lleva de inmediato a la larga relación que la Armada de Chile ha sostenido con el Reino Unido durante toda la era republicana chilena¹⁰³.

Algunos temas tuvieron largo desarrollo dado el extenso tiempo de ejecución del proyecto. Por ejemplo desde 1888 hasta 1913 se hicieron referencias al ferrocarril transandino, obra iniciada en el siglo XIX que terminó por unir Valparaíso con Buenos Aires ya entrado el siglo XX. De cualquier manera, los asuntos relacionados con los ferrocarriles siempre fueron materia de interés.

Gráfico 2. Noticias sobre Chile según temática en Engineering (1886-1914)
(N=151)

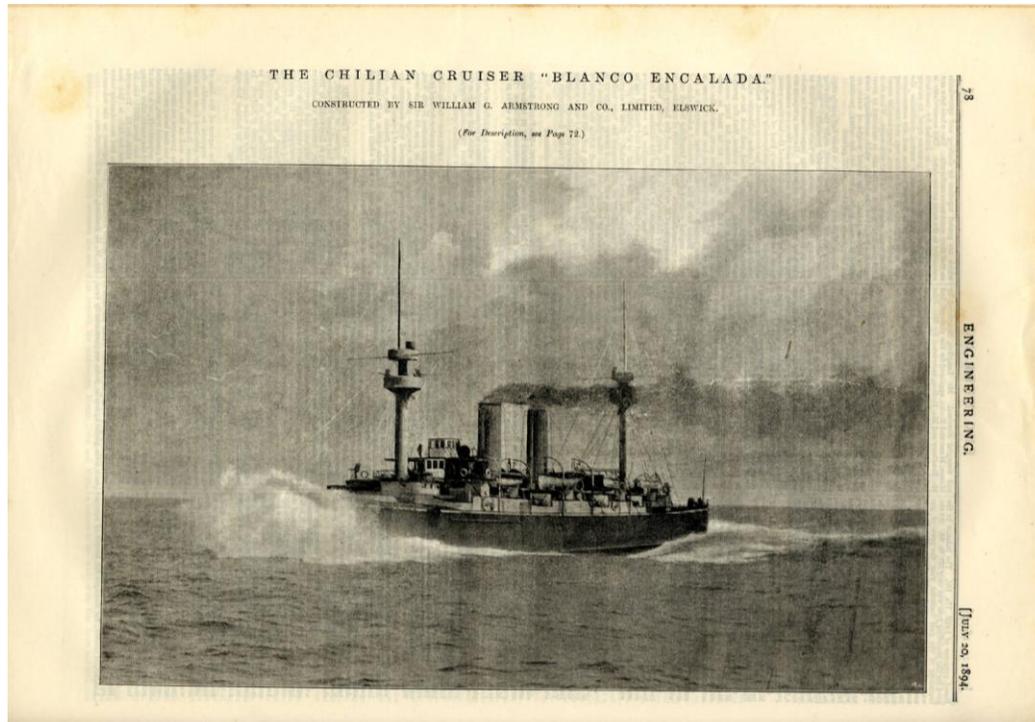


Fuente: elaboración propia

¹⁰³ MAGACIC, Jorge (2009) *Los que dijeron No. Historia del movimiento de los marinos antigolpistas de 1973*, Vol. 1, Santiago de Chile, Lom.

Un tercer tema relevante fue la Minería¹⁰⁴. Chile tenía una posición ganada a nivel mundial por su producción de cobre y ello le convertía en un lugar a considerar en los análisis de mercado de metales. Así mismo, la producción de nitrato chileno contaba con cierto seguimiento a nivel internacional.

Ilustración 2. Buque de guerra “Blanco Encalada”



Nave de combate construida para Chile en Inglaterra. Fuente: *Engineering*¹⁰⁵.

Un aspecto revelador de la visión sistémica de *Engineering* sobre las distintas variables que afectaban el quehacer ingenieril se encuentra en sus informes semanales acerca del estado de situación de las huelgas en el mundo. En el período revisado se encontraron tres noticias significativas en la historia de Chile. La primera relata las consecuencias de un motín popular ocurrido en Valparaíso. La nota, de seis líneas, indica que una violenta huelga dejó como

¹⁰⁴ CULVER, William W. and REINHART, Cornel J. (1989) “Capitalist Dreams: Chile's Response to Nineteenth-Century World Copper Competition”, *Comparative Studies in Society and History*, 31, 4, 722-744.

¹⁰⁵ Imagen obtenida en el Archivo del Fondo Histórico de la Biblioteca de la Escuela Técnica Superior de Ingeniería Industrial de Barcelona, de la Universidad Politécnica de Cataluña, España. El 14 de agosto de 1891 *Engineering* publicó el reportaje de análisis “The sinking of the “Blanco Encalada”, donde se consideran los antecedentes de lo que se estimaba el primer caso mundial de hundimiento de un barco producido por un torpedo autopropulsado.

consecuencias la muerte de 30 personas y 100 heridos, oficinas destruidas y quemadas y saqueos, avaluando los daños en 50 mil libras¹⁰⁶. Se trata de la huelga de los lancheros de Valparaíso¹⁰⁷. Entre los días 12 y 13 de mayo se estima que murieron cerca de 100 personas y a las 11 de la mañana del día trece la cifra oficial de heridos era de 140 personas. Sin embargo, la cifra concreta jamás ha llegado a ser conocida.

Cinco años más tarde, en 1908, *Engineering* publicó una nota breve y alarmante. En una reunión en Londres (“The City”) el presidente de una compañía de nitrato chileno declaró que de cuatro a cinco mil trabajadores habían muerto en lo que seguramente había sido una masacre¹⁰⁸. De esta manera, el semanario británico informaba tardíamente de los hechos ocurridos el 21 de diciembre de 1907 en la Escuela Santa María de Iquique. Al respecto se debe recalcar que nunca se llegó a conocer con precisión el número de muertos a manos de los regimientos a cargo del general Roberto Silva Renard. Los antecedentes y los testimonios son controversiales pues las autoridades de la ciudad informaron de 126 muertos, la embajada británica estimó que la masacre produjo entre 400 y 600 muertos y otras fuentes han situado el número de víctimas en más de 1.000 personas. Al respecto se han establecido tres hechos fehacientes: que la orden de reprimir a los manifestantes emanó del presidente de la República, Pedro Montt, que los manifestantes eran varios miles de personas, obreros de las industrias salitreras con sus familias y que, el ejército atacó a estos hombres, mujeres y niños inermes que habían sido confinados en la Escuela Santa María, en el corazón de la ciudad de Iquique¹⁰⁹.

La voluntad de ocultar los hechos se manifestó desde un principio y lograba mantenerse férrea aún cinco meses después, con una extensa red de colaboradores. Una semana después de la mencionada publicación, *Engineering* publicó un desmentido de la información entregada reduciendo la cifra a 70 muertos y 100 heridos, dejando en claro que esta enmienda se basaba en información de “quienes conocen los hechos” e insinuando que éstos no eran tan graves

¹⁰⁶ “Riots in Valparaiso”, *Engineering*, 22 de mayo de 1903, 700.

¹⁰⁷ DE SHAZO, Peter (1979) “The Valparaiso Maritime Strike of 1903 and the Development of a Revolutionary Labor Movement in Chile”, *Journal of Latin American Studies*, 11, 1, 145-168.

¹⁰⁸ *Engineering*, 15 de mayo de 1908, 662-663.

¹⁰⁹ DE SHAZO (1979). Ver además: ARTAZA, Pablo (1998) *A 90 años de los sucesos de la escuela Santa María de Iquique*, Santiago de Chile, Lom; BRAVO, Pedro (1993) *Santa María de Iquique 1907: documentos para su historia*, Santiago de Chile, Eds. del Litoral; DEVÉS, Eduardo (1989) *Los que van a morir te saludan: historia de una masacre: Escuela Santa María, Iquique, 1907*. Santiago, Documentas; ARTAZA, Pablo, GONZÁLEZ, Sergio y JILES, Susana (eds) (2009) *A cien años de la masacre de Santa María de Iquique*, Santiago de Chile, Lom.

como se comentara la semana anterior. Tampoco se ha de pasar por alto que la nota incluye una reprimenda expresa al informante de la matanza de Santa María de Iquique que consistió en publicar su nombre: Sir Robert Harvey, chairman of the Chilian Nitrate Company.

De cualquier manera estos asuntos, como ya se ha visto, eran totalmente marginales en medio de una publicación en la que desfilaban fabulosos negocios, se ocupaba del desempeño de los mercados y las inversiones, de las novedades tecnológicas y la política de protección de la propiedad intelectual, esto sí con gran detalle y precisión y entre los que se incluía el problema de generar agua dulce a partir de las aguas salinas y optimizar sus usos industriales.

Como se verá, la interacción entre el marco ideológico y la deriva tecnológica es un aspecto a analizar en el marco general del proceso de evolución de la tecnología.

1.4 La desalación solar de agua como alternativa tecnológica

El problema de la desalación de agua es un asunto de preocupación mundial. A lo largo de las últimas cuatro décadas ha ocurrido el surgimiento y divulgación de una técnica específica que ha dominado el mercado y que alcanza actualmente el mayor volumen de producción de agua desalada, cuyo inconveniente más importante es el uso intensivo de energía¹¹⁰. No es una metáfora decir que se convierte petróleo en agua en tanto el suministro energético se asocia a la producción de electricidad mediante plantas térmicas de las tecnologías movilizadas por combustibles fósiles¹¹¹.

El problema de la relación entre la producción de agua dulce y el uso de energía ha sido materia de preocupación para la Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial, que a inicios del siglo XXI recomendaba: “considerar las plantas desaladoras como un sistema de suministro de agua de urgencia”¹¹².

¹¹⁰ MEZHER, Toufic, FATH, Hassan, ABBAS, Zeina, KHALED, Arslan (2011) “Techno-economic assessment and environmental impacts of desalination technologies”, *Desalination*, 266, 263–273.

¹¹¹ UNRUH, Gregory (2000) “Understanding Lock-in Carbon”, *Energy Policy*, 28, 817-830.

¹¹² ONUDI, Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial (2003) “Capítulo 9, Agua y Energía” en *El Agua, una responsabilidad compartida*, Nueva York, ONU.

Se trata de un asunto de sostenibilidad, en donde la solución de un problema ha implicado la creación de otro o, en el mejor de los casos, desplazar el problema desde un lugar a otro, generalmente ampliando la huella de su afectación¹¹³.

La ruta recorrida por la técnica de Osmosis Inversa (OI u Osmosis reversa: OR) hasta llegar a ser la actual técnica hegemónica es un dato a tener en cuenta. Comenzaron las investigaciones en la década de los 50s del siglo XX y para 1964 se había fabricado la Membrana de Acetato de Celulosa. En breve tiempo, apenas en cuatro décadas, la OI pasó desde la experimentación a ser la opción más recurrente y con mayor volumen de producción de agua desalada en el mundo.

Se trata de una técnica abiertamente intensiva en el uso de energía, a pesar de los enormes logros que ha tenido en pocos años, pasando de un índice de más de 4 Kilowatts por hora (Kw/hr) por metro cúbico desalinizado, a inicios del siglo XXI, a la discusión teórico-práctica del límite físico en torno a los 2 Kw/hr. en el año 2012¹¹⁴.

No obstante esa condición de tecnología ganadora, en palabras de George Basalla¹¹⁵, perpetuada por la selección, no elimina el hecho de que desde el siglo XIX hubo intentos relevantes por atender el problema de la producción industrial de agua desalada utilizando otras fuentes energéticas.

Es que las técnicas de desalación de agua ofrecen un amplio repertorio de posibilidades que, entre otros aspectos, recurren a distintas fuentes de energía. Por lo tanto, un proceso de selección técnica tiene factibilidad de realizar un análisis de alternativas contundente en el que se analice cada caso según su mérito.

Existe una tendencia a coincidir en los argumentos que juegan en favor de una tecnología en detrimento de la otra. La Osmosis Inversa a pesar de ser reconocidamente intensiva en el uso

¹¹³ MARTÍNEZ-ALIER, Joan (2009) *El ecologismo de los pobres, Conflictos Ambientales y lenguajes de valores*. Editorial Icaria Antrazyt.

¹¹⁴ Mesa Redonda: Manuel Rubio Visiers, Miguel Ángel Sanz, Juan María Sánchez y Patricio Mártiz en: III Seminario Internacional de Desalación- ALADYR 2012, 01 y 02 de octubre, Antofagasta, Chile.

¹¹⁵ BASALLA (2011:247).

de la energía tiene al menos tres grandes virtudes: 1, es posible de implementar en cualquier lugar donde exista agua salada; 2, es modular y por lo tanto puede implementarse en la magnitud que se desee de acuerdo a los costos asociados; y, 3, permite mantener bajo control las esquivas variables de producción de agua desalada.

En contraste con ello, la energía del sol ofrece todo tipo de variabilidades: las climáticas, las del tiempo, las latitudinales e incluso las fluctuantes radiaciones del astro rey. En este caso, la cosecha de energía no se puede domesticar.

Pero a pesar de ello, la energía solar directa ha brindado una alternativa persistente a través de los últimos dos siglos. Gracias a ello se han inventado y desarrollado técnicas que se han utilizado intermitentemente y en paralelo al desarrollo de las demás técnicas de desalación. Por cierto, en el campo de las aplicaciones de la energía solar, probablemente se trata de la más competitiva en términos de producción industrial¹¹⁶.

La cuestión es que, a pesar de algunas pruebas contundentes en su favor, bajo ciertas condiciones y en determinados contextos -como toda técnica- el desarrollo global de las tecnologías de la desalación se ha encaminado por ciertos senderos, escatimando la relevancia de la opción por la sustentabilidad energética.

En 1952 la Material Policy Commission, conocida como Comisión Paley, sugirió que los Estados Unidos de América (EEUU) debían desarrollar la Energía Solar y otras fuentes de energía alternativa para retardar la creciente dependencia de EEUU del petróleo del Medio Oriente¹¹⁷.

Cien años después de la construcción de la primera planta de este tipo, se consolidó el descarte de su técnica como alternativa industrial, pues en 1970, se entregaba un informe de consultoría del Battelle Memorial Institute; se trata de un Manual sobre la desalación solar, que es con amplia ventaja el documento más completo que se haya realizado en la materia, incorporando

¹¹⁶ DANIELS, Farrington (1964) *Direct Use of the Sun's Energy*, Yale University Press.

¹¹⁷ LAIRD, Frank N. (2003) "Constructing the Future. Advocating Energy Technologies in the Cold War"; *Technology and Culture*, 44, 1, 27-49; STRUM, Harvey (1984) "Eisenhower's Solar Energy Policy", *The Public Historian*, 6, 2, 37-50.

información de plantas comerciales y piloto alrededor de todo el mundo desde el siglo XIX en adelante. Este informe, sin embargo, no llegó a ser entusiasta en sus conclusiones pues señalaba en su resumen que: “A pesar de estos relativamente altos costos, este tipo de destilador parece tener un rol en el esquema general de la desalación”¹¹⁸.

Queda aquí establecido que el argumento sintético que circula en el habla de la ingeniería es el concepto de costo. Por una parte, el análisis tecnoeconómico centrado en la crematística ronda en las coordenadas de la búsqueda del índice más barato, sea medido en economía de escala, de continuidad o de velocidad. Sin embargo, existen otros indicadores, como el cálculo de la Apropiación Humana de la Productividad Primaria Neta¹¹⁹.

De este modo, el problema se orienta a conocer y determinar qué herramientas se utilizan para efectuar la comparación y análisis de alternativas. En todos los casos, se debe señalar, se trata de construcciones culturales que intentan objetivar criterios y, por tanto, saberes y disposiciones valóricas. Desde esta perspectiva parece oportuno recomendar un análisis interpretativo en busca de significaciones¹²⁰, pues son los argumentos que se utilizan los que entregan una clave para adentrarnos en el significado que opera en el ámbito cultural ingenieril y las prácticas culturales que se plasman en el desempeño profesional.

Hemos prestado atención a la memoria de la tecnología en un área específica del conocimiento de la hidráulica que intenta resolver el problema de la demanda de agua dulce a partir del tratamiento del agua salada¹²¹. La investigación sobre la desalación de agua incorporó datos históricos para resignificar la capacidad industrial de la energía solar y, a pesar que este asunto podría ser planteado exclusivamente como un problema de futuro, no se omitió que se le debe abordar también como un problema del pasado. Se trata de observar las trayectorias que pudieron haber quedado trucas, a pesar que los elementos necesarios hayan estado allí todo el

¹¹⁸ TALBERT, S.G.; EIBLING, J.A.; LOF, G.O.G.; WONG, C.-M. & SIEDER, E.N. (1970: 2) *Manual on solar distillation of saline water; Research and Development*, Progress Report No. 546, U.S. Department of the Interior, Contract No. 14-01-0001-1695, documento del archive personal de la Dra. Emmy Delyannis.

¹¹⁹ HABERL, H., ERB, K.-H., Plutzar, C., FISCHER-KOWALSKI, M. y KRAUSMANN, F. (2007) “Human appropriation of Net Primary Production (HANPP) as an indicator for pressures on Biodiversity”, en: HÁK, T., MOLDAN, B. and International Council for Science, Scientific Committee on Problems of the Environment (2007) *Sustainability indicators: a scientific assessment*, Washington, D.C., Island Press.

¹²⁰ GEERTZ, Clifford (2003) *La Interpretación de las culturas*, Barcelona, Gedisa, 387 [duodécima reimpresión] traducida de: GEERTZ, Clifford (1973) *The Interpretation of Cultures*, Nueva York, Basic Books, Inc.

¹²¹ ARELLANO (2011).

tiempo, aunque jamás se llegara a producir la combinación virtuosa que permitiera establecer un orden distinto al existente.

En la literatura del tópico de la desalación se ha constatado que este tipo de proyecto tiene una larga data; así lo documentaron Birkett, Belessiotis y Delyannis y Kalogirou¹²². Sus aproximaciones contienen extensas cronologías y compilan un amplio número de experiencias en torno a las tecnologías de la desalación del agua en todo el lapso de la historia humana.

Sin embargo, estos datos colectados por científicos e ingenieros interesados por distintas tecnologías de la desalación, no han tenido resonancia en el ámbito de la Historia de la Tecnología, en tanto no se encuentran indicios de investigaciones que se hayan interesado en abordar la situación de la desalación a escala industrial. En ese sentido, los datos que se presentan en este estudio constituyen un aporte al incremento del conocimiento necesario para abordar el desafío de la sustentabilidad de la obtención de recursos hídricos a partir de aguas salinas. En definitiva, como se verá más adelante, la historia de las técnicas que utilizan la energía solar para la desalación no ha sido un tópico de interés¹²³.

Un segundo acercamiento a la pregunta de investigación demuestra que es posible considerar que la ingeniería naval fue la primera rama que se ocupó de generar máquinas térmicas con capacidad de producir cantidades importantes de agua desalada. Luego de estas aplicaciones en 1868 se habría instalado la primera desaladora en tierra en el puerto Yemení de Adén¹²⁴. Dos décadas más tarde la producción de agua desalada había crecido hasta superar los 40 mil

¹²² BIRKETT, James D. (1984) “A Brief Illustrated History Of Desalination From the Bible to 1940”, *Desalination*, 50 17-52; BELESSIOTIS, V. y DELYANNIS, E. (2000) “The history of renewable energies for water desalination”, *Desalination*, 128, 147-159; KALOGIROU, Soteris (2009) *Solar Energy Engineering: Processes and Systems*, Academic Press. MA, USA.

¹²³ Contrasta la producción prolífica en torno a la energía solar, como lo atestiguan las actas *Primer Col·loqui Internacional D’Energia Solar*, desarrollado por la Secció de Física de la Societat Catalana de Ciències Físiques, Químiques i Matemàtiques en 1977 y editado por Antoni Roca Rosell, en 1980.

¹²⁴ POPKIN, Roy (1969) *Desalination. Water for the World’s future*, New York, Frederick A. Praeger Publishers. (primera edición de 1968). Este dato se comenta más adelante, dadas las informaciones aportadas por la investigación de Luis Castro (2010) Por otra parte el dato de Popkin corrige la apreciación de Antonio Estevan que difundió la idea de que esta desaladora utilizaba energía solar; Ver: ESTEVAN, Antonio (2008) *Desalación, energía y medio ambiente*, Panel Científico-Técnico de Seguimiento de la Política de Aguas del Convenio Universidad de Sevilla-Ministerio de Medio Ambiente de España, Fundación Nueva Cultura del Agua.

galones británicos por día¹²⁵ y en 1902 se publicitaba la construcción del barco destilador “Edgewater” con capacidad de producir 50.240 galones por cada 24 horas¹²⁶.

Caird & Rayner, Alex Chaplin, Fraser, H, John Kirkaldy, Normandy y Royle fueron algunos de los más importantes fabricantes de aparatos de desalación de agua mediante destilación; sus fábricas se encontraban en Londres, Glasgow y Manchester¹²⁷.

A inicios del siglo XX ya se habían publicado estudios acerca de la relación entre la destilación del agua y la presencia de plomo en el agua, los efectos de la destilación en la corrosión de tuberías de cobre y otros análisis químicos que intentaban explicar los problemas técnicos que enfrentaba la desmineralización de agua¹²⁸.

El perfeccionamiento técnico continuaba impulsado por el émbolo del crecimiento industrial. En pocas décadas crecieron los órdenes de magnitud de la productividad. Las economías de escala, de velocidad y de continuidad encontraron herramientas apropiadas y poderosas capaces de movilizar energía y materia en volúmenes sin precedentes. Pero los problemas operacionales, lejos de desaparecer, a fines del siglo XIX incrementaron su relevancia y, en el caso de las explotaciones mineras en los desiertos de Atacama y Tarapacá, el agua era el factor crítico por excelencia.

Algunos estudios revelan que para resolver el problema de escasez hídrica en Chile se implementaron diversas soluciones. Por ejemplo, para suministrar agua a la ciudad puerto de Iquique se utilizaron las llamadas máquinas resacadoras¹²⁹, que no eran sino destiladoras que,

¹²⁵ “A Water-Purifying Plant”, *Engineering*, 28 de enero de 1898, 108.

¹²⁶ “H.M. Distilling Ship ‘Edgewater’”, *Engineering*, 24 de octubre de 1902, 551.

¹²⁷ En el Reino de España también se construían destiladores utilizables para purificar agua, según lo señala la publicidad de la “Calderería Cabre Hermanos”, ubicada en calle Santa Feliciano, Madrid. *El Imparcial*, sábado 21 de octubre de 1882.

¹²⁸ “Action of distilled water on Lead”; “Corrosion of Copper Pipes By Sea Water”, “The absorption of Ammonia from water By Algae”, *Engineering*, 07 de noviembre de 1902, 601-602.

¹²⁹ Una de las características sobresalientes del agua destilada mediante máquinas a carbón era un sabor del agua descrito como desagradable, probablemente debido a la mineralización del agua destilada al pasar por la propia máquina desaladora y corroerla. Comunicación personal con el ingeniero José Tomás Monares Dañobeytia, Arcadis-Chile, 23 de febrero de 2012, Santiago de Chile; *Britannica Concise Encyclopaedia* (2003:525) “Desalination or desalting”, disponible en la Biblioteca Rector Gabriel Ferraté, Campus Nord, Universidad Politécnica de Cataluña.

alimentadas con agua de mar, desalaban el agua elevando la temperatura, evaporando y condensando el agua destilada¹³⁰.

Ilustración 3. Publicidad de máquinas destiladoras en revista *Engineering*



Fuente: *Engineering*, 26 de diciembre de 1913, 18.

Durante varias décadas, se mantuvo el negocio de la importación de agua proveniente desde Arica. En la década de 1830 las goletas *Toro*, *Dolores* y *Mora* y el Pailebot *Soberbio* porteaban agua desde el valle de Azapa hasta Iquique. En estos mismos afanes en 1845 se construyó el buque cisterna *Acuario*, con capacidad de 20 mil galones, pero sólo alcanzó a realizar tres viajes.

En 1873 Jorge Nugent formalizó en el Callao la Empresa de Agua de Arica, explotando pozos habilitados en el sector de la Chimba gracias a una concesión otorgada por la Municipalidad de

¹³⁰ CASTRO, Luis (2010) *Modernización y Conflicto Social. La Expropiación de las Aguas de Regadío a los Campesinos del Valle de Quisma (Oasis de Pica) y el Abastecimiento Fiscal a Iquique, 1880-1937*, Valparaíso, Editorial de la Universidad de Valparaíso; COUYOUMDJIAN, Juan (2000) *La industria salitrera de Tarapacá, Álbum de las salitreras de Tarapacá; L. Bondat y Ca.*, Santiago, Biblioteca Nacional.

Louise, Grimanesa y María Luisa; en 1885 se sumó el vapor *Juanita*. El costo del agua rondaba los 4 centavos por decálitro, es decir, unos dos centavos por galón.

Esta forma de suministro de agua comenzó a decaer con la llegada de las máquinas desaladoras y para fines del siglo XIX los costos de la desalación y el suministro mediante canalizaciones de aguas continentales hicieron inviable económicamente el acarreo de agua por la vía marítima.

De cualquier manera, este suministro se complementaba con los aportes de la aducción de la Compañía Salitrera Barrechea que desde mediados de la década de 1870 acarrea agua desde Pozo Almonte. Para 1888 esta canalización entregaba 250 mil galones por mes¹³².

Las máquinas condensadoras a vapor comenzaron a aparecer en la escena Iquiqueña en 1840 cuando Bernardo Digoy implementa el primer artefacto. Cinco años más tarde se habían sumado los artefactos de Manuel Flores y Manuel Baltasar de la Fuente. En 1883 Dixon Provand¹³³ implementó un caldero capaz de duplicar la producción de agua que generaban en conjunto los cinco destiladores que existían en ese momento¹³⁴.

La producción de agua desalada comenzó en Iquique con 180 galones diarios en 1840. Para 1877 se producía un promedio de 5.900 galones por día. Diez años después se habían superado los 40 mil galones diarios. En este tiempo comienza el estudio de alternativas de suministro

¹³² Queda por investigar la situación de descarte del proyecto de canalización de agua del ingeniero Charles Wuth: DONOSO, Carlos (2003:41-43) *Aguas de Iquique: desde tiempos precolombinos hasta 1912*, Santiago, Universidad Bolivariana; EDMUNSON, William (2011:69) *The Nitrate King: A Biography of "Colonel" John Thomas North*, Palgrave Macmillan, New York.

¹³³ El nombre de este empresario e inventor se encuentra en proceso de aclaración. Un artículo publicado en Londres en 1884 se refiere a él como Mr. Probyn mientras que la documentación disponible en la Biblioteca Nacional de Chile incluye una transcripción de un decreto presidencial de 1880 que se refiere al mismo sujeto como Dixon Provand. A mayor abundamiento se debe señalar que en el *Boletín de las leyes y decretos del gobierno*, el 13 de octubre de 1870 se concedió por cuatro años a Dixon Provand el privilegio exclusivo de la fabricación de almidón con maquinaria ad hoc. En los registros del censo escocés de 1891 aparece un Dixon Provand que habría nacido en 1848, posiblemente en el condado de Argyllshire. El mismo nombre es utilizado en un informe del ingeniero Alejandro Bertrand que se citará más adelante.

¹³⁴ Esto según el cálculo de Luis Castro, que podría contener un problema con la unidad de medida utilizada en tanto el registra decálitros, en circunstancias que el informante técnico Charles Malcom Johnson habla de galones, se subentiende por defecto, galones imperiales británicos (Ver nota 42). Cabe explorar la posibilidad de que haya ocurrido una distorsión en la traducción de textos del inglés al castellano o viceversa. De cualquier manera, como mínimo, la producción de agua se duplicó gracias a este artefacto.

mediante aducciones y se inicia una extensa controversia por la expropiación de las aguas de regadío a los campesinos del Valle del Quisma¹³⁵.

En principio, y obviando algunos detalles relevantes, podemos cotejar la situación con el suministro de agua para la ciudad de Los Ángeles, California, que a finales del siglo XIX llegaba a los 8 millones de galones imperiales por día a través de aducciones que capturaban el líquido en el río Los Ángeles¹³⁶.

De cualquier manera, mientras la situación en la zona de la provincia de Tarapacá marchaba en los términos descritos, en Antofagasta la situación experimentaba una variación interesante producto de la innovación y la inventiva del ingeniero sueco Charles Wilson Scot y su sistema de desalación en base a energía solar.

Se sabe que en 1872 comenzó a operar la Planta de Las Salinas. Harding¹³⁷ en 1883 indicó que la planta llegó a producir en verano cerca de 5.000 galones de agua fresca por día. Según los cálculos de este ingeniero neozelandés, con la mantención adecuada la planta producía el agua destilada a un costo de un centavo por galón. El costo más alto era la renovación de los vidrios quebrados por las frecuentes tormentas de arena de la localidad.

La destiladora solar vino a contribuir en la resolución del problema de escasez de agua en el mineral de Caracoles que se había intentado atender mediante el suministro desde Antofagasta, desde la Aguada de Limón Verde, desde el pozo de la Victoria, desde Calama y desde Chiu-Chiu.

El gobierno boliviano, intentando contribuir al suministro de agua en Caracoles, otorgó autorización en septiembre de 1872 a Francisco Miralles y Wenceslao Alenk para instalar una máquina desaladora. Un mes más tarde se otorgó otra autorización con el mismo objeto a Jano Olañeta, Desiderio González Montt, Domingo Otaegui y José Ramón León de la Fuente, pero

¹³⁵ CASTRO (2010).

¹³⁶ "Water Supply in Arids districts", *Engineering*, 16 de julio de 1897:85.

¹³⁷ HARDING (1883b).

esta vez mediante tuberías. En Las Salinas también se instalaron máquinas desaladoras, propiedad de la sociedad Döll y Compañía y de Rafael Garmendia.

Esto es interesante en tanto en la misma zona competían a escala industrial las tecnologías del carbón con una aplicación de la energía solar.

A 120 kilómetros de la Planta de Las Salinas, en la ciudad costera de Antofagasta, se vivió un proceso similar al de Iquique. Al comienzo el suministro de agua se proveía desde Cerro Moreno. Cuando creció la población se enviaba agua desde la Quebrada de la Chimba y desde Mejillones. Más tarde se comenzó a obtener agua desde Coquimbo y Caldera.

En la década de los 70s del siglo XIX se instalaron algunas máquinas desaladoras: la empresa salitrera es la primera de la que se tienen noticias, luego las de Emeterio Moreno, la de la empresa Los Cuatro Amigos, la de Teófilo Reska y la de Juan de Dios Varas. También tuvieron máquinas condensadoras César Feliú y Daniel León Prado. El terremoto de 1877 dañó seriamente la mayor parte de las máquinas¹³⁸.

Para la década de 1920 el servicio de agua potable se había extendido por la mayor parte de la ciudad. Se habían construido 6 estanques con una capacidad total de 20 mil metros cúbicos y el sistema captaba 10 mil metros cúbicos de agua por día en cinco puntos, estando el más lejano a 320 kilómetros. Las instalaciones y red de distribución de agua potable eran propiedad de la Empresa del Ferrocarril de Antofagasta a Bolivia.

En definitiva y visto que para la desalación de agua se generó una amplia variedad técnica, que entre ellas surgió una técnica que utilizaba energía solar y que ésta aportaba una competencia considerable a fines del siglo XIX bien cabe indagar en los factores que incidieron en la eventual desaparición de esta opción y establecer los mecanismos histórico-culturales que operaron en el proceso de selección tecnológica.

¹³⁸ ARCE (1997). Estas informaciones se retoman y amplían en el acápite 2.4 Líneas técnicas para la desalación de agua.

Con todo lo anterior encontramos aquí un fenómeno de descarte artefactual¹³⁹; es decir, ante una variedad de opciones tecnológicas se optó por algunas y se dejaron de utilizar otras. Este hecho no habremos de considerarlo meramente como un asunto conducido por los intereses económicos y políticos que se explican a sí mismos con sus propias categorías y valoraciones, sino que describiremos estos asuntos económicos, políticos y técnicos como asuntos culturales. El análisis de este fenómeno permite formular preguntas significativas para la investigación:

¿Cuáles fueron los criterios que se ponderaron en la selección técnica del suministro de agua que conllevaron al descarte artefactual de la tecnología industrial de desalación de agua mediante la aplicación de Energía Solar directa? ¿Qué factores incidieron en la selección técnica del suministro de agua en Estación Las Salinas durante el ciclo de expansión salitrero?

Responder a estas preguntas implica una serie de desafíos y exigirá el cumplimiento de fases de aproximaciones sucesivas al tópico.

1.5 Objetivos de Investigación

1.5.1 Objetivo General

Conocer las interacciones de los sistemas socioculturales y complejos tecnoinstitucionales que contribuyeron en el siglo XIX al descarte del uso de la Energía Solar directa para la destilación de agua a escala industrial a través del estudio de los casos de las industrias desaladoras solares del desierto de Atacama (1872-1907).

1.5.2 Objetivos específicos

1.5.2.1 Describir el imaginario técnico de los sujetos involucrados en los procesos de diseño, operación, difusión y cierre de las industrias de desalación solar.

¹³⁹ BASALLA (2011:226).

1.5.2.2 Analizar los factores que contribuyeron e incidieron en el funcionamiento y desarrollo de las industrias de desalación solar.

1.5.2.3 Conocer el proceso de extinción de las industrias de desalación solar.

1.6 Restituir la memoria de una técnica descartada.

Para la consecución de los objetivos se propone un cruce de la historia de la Tecnología con la historia Económica y la historia del Medio Ambiente. Estos campos serán atendidos por las contribuciones de la historia de los ingenieros, la historia de la ingeniería y la historia de la técnica. El enfoque que conduce la interpretación es el que provee la historia de las ideas inducido por la microhistoria.

El problema de investigación se estudia desde una perspectiva interpretativa, elaborando una descripción densa¹⁴⁰ de un caso considerado ejemplar¹⁴¹, enriquecida con una lectura prosopográfica de ingenieros contemporáneos a la planta de Las Salinas y las desaladoras solares de Sierra Gorda y Oficina Domeyko¹⁴².

Para responder la pregunta de investigación y cumplir los objetivos propuestos se estimó necesario seguir una trayectoria inductiva con la concurrencia de tres técnicas¹⁴³: revisión de archivos, entrevista a informante clave y descripción geográfica.

El cuerpo de documentación revisada se integró con la revista *Engineering*, en los lapsos 1880-1882/1886-1914, los archivos digitalizados de la Institution of Civil Engineers (ICE), la publicación *Minutes of the Proceedings* de la ICE (de 1870 a 1914) junto a revistas francesas como *La Nature*, *Le Génie Civil*, *Le Génie Industriel* y los semanarios estadounidenses *Scientific American* y

¹⁴⁰ GEERTZ (2003).

¹⁴¹ FLYVBJERG, Bent (2004) “Cinco malentendidos acerca de la investigación mediante los estudios de caso”, *Reis. Revista Española de Investigaciones Sociológicas*, 106, 33-62.

¹⁴² STONE, Lawrence (1971) “Prosopography” *Daedalus*, 100, 1, 46-79.

¹⁴³ BURKE, Peter (ed.) (2003) *Formas de hacer historia*, Madrid, Alianza Ensayo.

Scientific American Supplement, todos revisados en los lapsos de 1880 a 1890. En este mismo lapso se revisaron los medios en habla hispana: *La Gaceta Industrial* y *El Porvenir de la Industria*¹⁴⁴.

Previa a esa revisión se efectuó una búsqueda exhaustiva en la literatura disponible en metabuscadores académicos, con preferencia por las revistas *Desalination* y *Solar Energy*, en sus versiones electrónicas sin límite temporal. En términos generales se revisaron textos de ciencia y tecnología disponibles en el Centro de Investigación para la Historia la Técnica “Francesc Santponç i Roca” de la Universidad Politécnica de Cataluña (UPC) y el Fondo Histórico de la Biblioteca de la ETSEIB (UPC). En Chile se ha hecho revisión de la *Revista chilena de Historia y Geografía* (1911-1925), la revista *Scientia* (1960-1980) y el archivo del Laboratorio de Energía Solar de la Universidad Técnica Federico Santa María, diarios locales como *El Caracolino* y *El Industrial* (1870-1890), que se editaban en los poblados de Caracoles y Antofagasta y archivos legales y judiciales de la Biblioteca Nacional de Chile vinculados a la producción y comercialización de agua, en la época de la planta solar de Las Salinas. Todo este material se complementa con archivos personales de ingenieros, entrevistas a informantes clave en Sevilla, Valparaíso, Antofagasta, Santiago de Chile y Atenas y comunicaciones personales con investigadores y archivistas en universidades de Nueva Zelanda, Estados Unidos y Chile.

La información recabada se ha registrado en cuadernos de campo, fotocopiado y/o digitalizado para ser revisada *a posteriori* en función de categorías teórico-analíticas propuestas desde modelos como el de George Basalla y las contribuciones de Thomas Hughes¹⁴⁵, para la historia de la tecnología, el de Phillippe Descola¹⁴⁶, en la relación Sociedad y Naturaleza o en la interpretación del significado de la Economía que aporta Giorgio Agamben¹⁴⁷. En cuanto a la historia económica, siempre con una óptica histórico-cultural, se consideró el debate entre las teorías: de los enclaves y de los enlaces¹⁴⁸.

¹⁴⁴ Otras revistas a considerar ver sección “1.3.4 *Engineering* (...)” de esta tesis.

¹⁴⁵ BASALLA (2011:226-230); HUGHES, Thomas (1987) “The Evolution of Large technological Systems”, 51-82, en: BIJKER, HUGHES and PINCH, (1987) *The Social Construction of Technological Systems: New Directions in the Sociology and History of Technology*, Mass., MIT.

¹⁴⁶ DESCOLA, Phillip y PALLSON, Gísli (2001) *Naturaleza y sociedad. Perspectivas antropológicas*, México, Siglo XXI.

¹⁴⁷ AGAMBEN, Giorgio (2008) *El Reino y la Gloria. Por una genealogía teológica de la economía y del gobierno*, Valencia, Pre-Textos.

¹⁴⁸ HIRSCHMAN (1981).

En síntesis, la metodología reúne métodos de interpretación cultural, descripción diacrónica y georeferenciación en una heurística hermenéutica focalizada en un estudio de caso, lo que se explica a continuación.

1.6.1 La aproximación cultural

El planteamiento del problema de investigación se inscribe en el ámbito de la historiografía con énfasis en el estudio cultural. De esta manera se recurre a una aproximación que a la vez guía el curso de acción para la producción de información como el tratamiento analítico que ésta debe recibir¹⁴⁹.

Así, por ejemplo, se puede señalar que la investigación comenzó contando con la documentación que hasta ese momento se atribuía a la existencia de la planta de Las Salinas y se restringía a un texto de cinco páginas, una fotografía de una industria solar y otra de su inventor. En ello se basaron todas las investigaciones en torno al caso. Al respecto se debía contribuir a engrosar el material disponible, verificar la existencia de otros testimonios y comprobar la veracidad de los existentes.

Además, la peculiaridad del caso plantea una segunda dirección de interés, pues la información de la época apuntaba a un escenario compartido por varias técnicas capaces de suministrar agua desalada, por lo tanto, se requería coleccionar datos para visualizar este panorama general, pues en este campo las investigaciones también son escasas.

A todo ello se suma que la comprensión de la época requiere la concurrencia de informaciones relacionadas con la subjetividad de los sujetos implicados en los distintos factores que contribuyeron a definir las acciones que se llevaron a cabo y las que se dejaron de hacer. Se trata de una aproximación inspirada en la reflexión de Collingwood acerca de los acontecimientos como elementos con sus interioridades y exterioridades, es decir, “las ideas que los impulsaron y los actos que les siguieron”¹⁵⁰.

¹⁴⁹ BURKE (2003).

¹⁵⁰ PRINS, Gwyn (2003:174) “Historia Oral”, 144-176, en: BURKE (2003).

Una cuarta derivación para el encuadre de búsqueda, producción y análisis interpretativo de los datos obedece a la propuesta de la microhistoria¹⁵¹. Uno de los desafíos que impone la investigación del mundo de los ingenieros es justamente su economía de lenguaje, su fijación en los objetos (en detrimento de los sujetos) y la relativa escasez de testimonios. Esta perspectiva alimenta la configuración de una pesquisa más amplia que incluya el *ex post facto* y la inclusión de la historia de las ideas ya no sólo a la siga de informaciones previas a los hechos que interesan, sino también a los efectos que produjo y los rastros que decantaron a través del tiempo.

De esta manera se ofrece una aproximación al fenómeno desde el punto de vista cultural. Se trata de producir una descripción densa del modo de organización social que llegó a instituirse para cubrir las necesidades de acceso a los recursos hídricos y los artefactos que la humanidad ha llegado a inventar, difundir y utilizar para esta tarea¹⁵².

La descripción densa es un concepto atribuido a Clifford Geertz a partir de la idea de que las culturas son una urdimbre de tramas de significados y que su análisis debe ser una tarea interpretativa de esas significaciones. Pero el propio Geertz advierte que el concepto es una adaptación de la propuesta del filósofo Gilbert Ryle. El encuadre comienza con un ejemplo de guiños de ojo para articular la oposición de la Descripción Superficial, que corresponde a la mera conducta visible, con respecto a la Descripción Densa, “una jerarquía estratificada de estructuras significativas atendiendo a las cuales se producen, se perciben y se interpretan” esas conductas visibles¹⁵³. Luego Geertz toma distancia del planteamiento de Ryle acerca de que las estructuras de significación pudieran ser código establecido, pues la cultura se trataría más bien de un documento activo.

¹⁵¹ GINZBURG, Carlo (1981) *El queso y los gusanos: el cosmos de un molinero del siglo XVI*, Barcelona, Muchnik [primera traducción con cuatro reimpresiones 1986, 1994, 1997 y 1999], original: GINZBURG, Carlo (1976) *Il formaggio e i vermi. Il cosmo di un mugnaio del '500*, Turín, Einaudi.

¹⁵² Podría parecer evidente que para estudiar un asunto técnico lo apropiado es encarar el fenómeno con las herramientas de análisis que nos provee la propia disciplina que desarrolla el artefacto. Esto es lo que hacen los investigadores de la desalación y que publican en revistas académicas y comerciales, que exponen en congresos y seminarios de venta. En estos espacios se conocen las normas técnicas de funcionamiento de los aparatos, sus rendimientos en unidades físicas, químicas, monetarias y combinaciones variadas de todo ello.

¹⁵³ GEERTZ (1988:20-21). También parece pertinente considerar la propuesta de la Escuela de los Anales; al respecto, ver: PESTRE, Dominique (1995) “Pour une histoire sociale et culturelle des sciences. Nouvelles définitions, nouveaux objets, nouvelles pratiques”, *Annales. Histoire, Sciences Sociales*. 50e année, 3, 487-522.

En general las interpretaciones de los significados del sentido de las expresiones culturales transitan entre la reificación y el reduccionismo, es decir, entre suponer que la cultura se explica a sí misma o que lo relevante es la esquematización de la conducta. La búsqueda ha de dirigirse a las variaciones de significaciones según el esquema de vida que lo interpreta y ha sido descrito. Y esto es un aspecto que abre una puerta desde donde es posible seguir varios cursos o trayectorias diferentes, pero la descripción densa ha de seguir uno de ellos: la escritura.

Si bien es cierto se presume que el conocimiento puede ser observación, registro y análisis, el hecho más significativo de la operación investigadora es la escritura acerca de una cultura a través de los aspectos que se interpretan.

1.6.2 El enfoque historiográfico

Se dispone de un eje que vincula el interés por los Acontecimientos con el interés en la Estructura. Esta disposición en torno a la definición del problema se cruza con el segundo eje: la relevancia del relato oral con respecto al documento. Se fija en este segundo eje el método y las técnicas a escoger para la producción de datos.

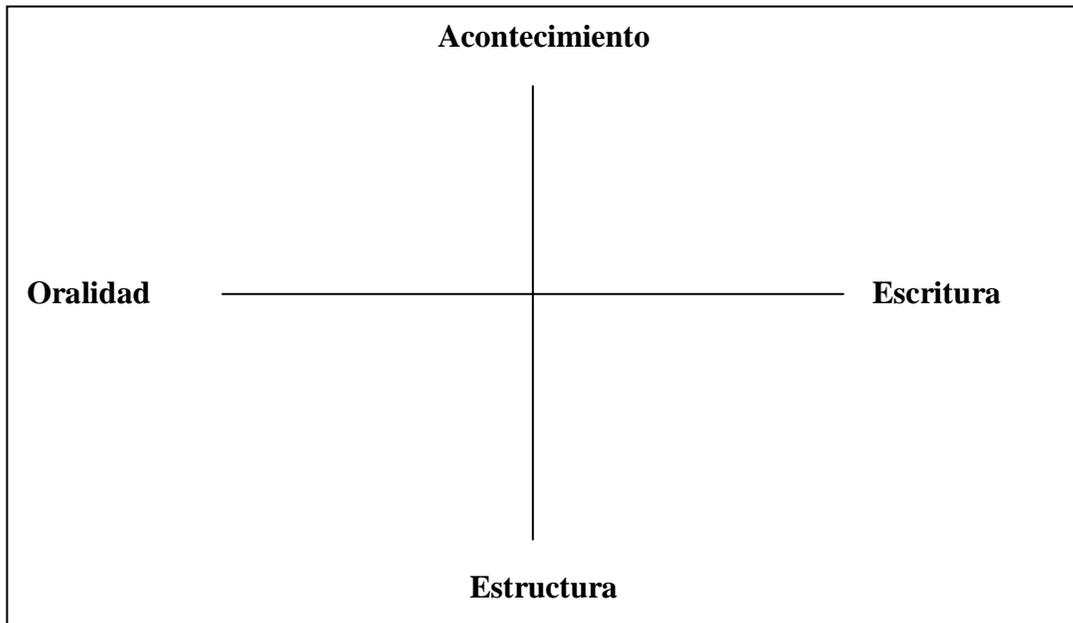
La propuesta metodológica que se presenta contiene objetivos que llevan a tareas situadas en varias posiciones de este plano y se intencionará un análisis interpretativo que ponga en interacción los distintos recursos y fuentes de información, por ejemplo, en el diálogo entre acontecimientos y estructuras:

- Acontecimientos: Una manera de entender el movimiento es centrar la atención en un constructo conceptual como la acción social weberiana y sus tipos ideales. La mirada se dirigirá hacia los individuos, sus características y trayectorias. Una versión más plástica puede ser la que aporta Pierre Bourdieu con su concepto de Habitus. La tendencia de los miembros de un grupo social a utilizar respuestas surgidas de un repertorio cultural particular, cuando están enfrentados a un campo social concreto, permite observar la articulación entre la libertad individual y los límites impuestos por la cultura¹⁵⁴.

¹⁵⁴ BURKE (2003).

El acontecimiento representa un momento peculiar que pone en relieve las características de determinados perfiles de individuos cuya acción habrá de ser determinante para ciertos cursos de la historia.

Ilustración 5. Diagrama de representación del encuadre historiográfico.



Fuente: Elaboración propia.

- Estructuras: Se ha estimado que el anátoma del sujeto es la Sociedad y, su máxima representante, la Estructura Social carga con todo el peso de ese significado. Las estructuras se suelen asimilar a las instituciones sociales y se conciben como elementos de alta rigidez que tienden a conservar el orden establecido. Sin embargo, sus áreas de plasticidad, indefinición o ambigüedad son campos propicios para acontecimientos que irán modificando las trayectorias que se hayan venido desarrollando.

En este caso, la estructura será entendida como un elemento contextual, imprescindible para comprender el escenario social en el cual los sujetos realizaron su desempeño y las consecuencias que ello pudo haber tenido.

La alerta, en este caso, debe encenderse ante los riesgos y tentaciones que se contienen en el determinismo con que habitualmente concebimos la injerencia de las estructuras de la sociedad.

En el eje alterno se aprecian las fuentes y recursos de que se dispone en la construcción de una narrativa:

- Relato Oral: En esta área Prins¹⁵⁵ concluye que “La fuerza de la historia oral es la de cualquier historia que tenga una seriedad metodológica.” Su riqueza está en las amplias bases empíricas que se pueden constituir a partir de una diversidad de fuentes consultadas; aquí se pueden incorporar recientes elementos de comunicación cuya distancia entre lo oral y lo escrito es, por ahora, difícil de establecer. Es el caso del mensaje de correo electrónico el que no debiera considerarse automáticamente un documento. Con ello se amplía el campo de trabajo hacia todo el ámbito de Internet.
- Archivos o documentos: Esta representa el área más clásica de la historiografía y respecto de la cual se han establecido criterios de relevancia y tipologías que facilitarán clasificar tanto las fuentes como los recursos. Su importancia, por cierto, es vital, tal como lo reconoce el propio Prins al admitir que: “la palabra escrita tiene la última palabra; como debe ser”.¹⁵⁶

1.6.3 El estudio de caso como método

El estudio de caso resulta particularmente competente para el abordaje del desafío investigativo que se presenta¹⁵⁷. Tal como se ha señalado, la desalación solar es un campo de la técnica cuya historia ha sido abordada por ingenieros, físicos y químicos cuyo aporte se acota al área de la cronología, estableciendo hitos y testimonios con las informaciones recabadas a lo largo de 130 años. Sin embargo, y de acuerdo a la evidencia presentada, parece ser que hasta ahora no se ha desarrollado una investigación en profundidad acerca de los factores que inciden en las oportunidades y dificultades del desarrollo de esta técnica. El caso más representativo de ello

¹⁵⁵ PRINS (2003:170).

¹⁵⁶ PRINS (2003:187).

¹⁵⁷ CONANT, James (1957) *Harvard case histories in experimental science*, Cambridge, Harvard University Press, 321; FLYVBJERG (2004).

es, justamente, la primera planta industrial de destilación solar de agua que fue, además, la segunda en volumen de producción de agua.

Flyvbjerg¹⁵⁸ plantea una interesante y apasionada defensa acerca del estudio de caso en las ciencias sociales y, en general, para toda la ciencia. Analiza cómo seleccionarlo, cómo es posible implementarlo y comenta referentes para reconocer sus alcances y limitaciones. En definitiva nos ofrece un modo de aproximación comprensiva al enfoque.

Su planteamiento explicita las dificultades que existen en varios ámbitos, uno de ellos, la delimitación de la taxonomía de los estudios de caso. Pero recogiendo la sugerente invitación del autor a aceptar la ambigüedad de la realidad, en un primer acercamiento reconoceremos que el interés de la investigación que aquí se presenta se orienta hacia la información que aportan los sujetos, esto es, a su subjetividad.

Dentro de esta categoría de estrategias de selección de casos existen elementos que avalan el tipo de selección de Caso Paradigmático, en tanto la investigación se realizará en torno a las industrias desaladoras pioneras y su singularidad, especialmente dados los elementos biofísicos e institucionales que se reúnen en torno a ella.

Sin embargo, en principio no se descarta la posibilidad de abrir el caso hacia al menos otros dos tipos de selección: el Extremo, dada la peculiaridad de conjunción de factores límite; y el tipo Caso Crítico, que más bien tiende a ser un parámetro de falsación de hipótesis. Ello se puede definir con mayor detalle en la medida que se incorporan antecedentes oportunos.

De cualquier manera, el planteamiento adjudica un rol de experto a quien porte experiencias vitales que le acerquen de manera peculiar al fenómeno en estudio y fomenta un acercamiento fenomenológico al trasfondo escénico que interesa captar con el fin de responder a la pregunta de investigación.

¹⁵⁸ FLYVBJERG (2004).

El proceso de producción de información requerirá de la generación de una narrativa resultante de un pluralismo metodológico que deberá ir enlazando textos y oralidad que expresen las contrapartes en análisis.

Con todo, tampoco se puede perder de vista que las aplicaciones cualitativas tienen limitaciones en su uso frente a las cuales se debe permanecer alerta. Geertz dice que: “El análisis cultural es intrínsecamente incompleto. Y, lo que es peor, cuanto más profundamente se lo realiza menos completo es. Es ésta una extraña ciencia cuyas afirmaciones más convincentes son las que descansan sobre bases más trémulas, de suerte que estudiar la materia que se tiene entre manos es intensificar las sospechas (tanto de uno mismo como de los demás) de que uno no está encarando bien las cosas.”¹⁵⁹.

Este principio de incertidumbre se aplica a este estudio que, según la información disponible, carece de series de datos y requiere con extrema recurrencia de una inventiva que faculte una creatividad razonable para completar, de un modo que se podría concebir como gestáltico, un retazo de información que por satelital que pueda parecer tendrá que ser integrado a la narrativa.

1.6.4 La historia de los ingenieros, la historia de la ingeniería y la historia de la técnica.

La sociología de las profesiones ha ofrecido algunas opciones para atender a la comprensión del desarrollo de la ingeniería¹⁶⁰. En este ámbito ha prevalecido una revisión segmentada por las áreas administrativas instauradas como Estados-Nación¹⁶¹.

Otra opción emana de la revisión corporativa o gremial, tal como se aprecia en la aproximación de Brown, Downey, Diogo, Cardoso, Gouzevitch y Grelon que abren una senda

¹⁵⁹ GEERTZ (1988:39).

¹⁶⁰ AHLSTRÖM, Göran (1993) “Technical education, engineering, and industrial growth: Sweden in the nineteenth and early twentieth centuries”, 115-140, en FOX, Robert and GUAGNINI, Anna (1993) *Education, technology and industrial performance in Europe, 1850-1939*, Cambridge University Press, Editions De La Maison des Sciences de L’Homme.

¹⁶¹ HULT, Jan and NYSTRÖM, Bengt Editors (1992) *Technology and Industry. A Nordic Heritage*, Science History Publications/USA; COUYOUMDJIAN, Juan (2003) “Dos ingenieros escoceses en Chile en el siglo XIX y comienzos del XX”, *Boletín de la Academia Chilena de la Historia*, 112, 45-66; AGUILAR, Inmaculada (2012) *El discurso del ingeniero en el siglo XIX: aportaciones a la historia de las obras públicas*, Madrid, Fundación Juanelo Turriano y Consellería de Infraestructuras, Territorio y Medio Ambiente, Generalitat Valenciana.

a la observación de las derivas nacionales europeas, su internacionalización y la circulación de conocimientos en la llamada República de Las Letras¹⁶².

Esta es una aproximación para estudiar el sujeto, la subjetividad con que desarrollaba su actividad y la relación que sostenía con los objetos asociados a su labor. Esto requiere una caracterización multifocal capaz de combinar métodos y técnicas, a la vez que debe contar con la plasticidad e imaginación necesaria para detectar fuentes de información plurales. Esta situación, que si bien es metodológicamente generalizable, es un asunto sensible en lo referido a la configuración de la profesión de los ingenieros, tema que ha sido abordado en profundidad aunque todavía con amplios horizontes de desarrollo¹⁶³.

Los estudios sobre ingenieros e ingeniería han dejado evidencia de que los recursos utilizados para acceder tanto a las estructuras como a la subjetividad de los actores sociales implicados son variados, aunque deben constituirse a partir de dosis de información bastante acotadas¹⁶⁴.

Parte de los desafíos que enfrenta un estudio cultural de los ingenieros y la ingeniería es el acceso a fuentes de información acerca del pensamiento de los sujetos, en tanto el grueso de sus registros retratan los objetos y circunstancias con las que trabajan y, en menor medida, dejan explícitos los criterios con los que han tomado sus decisiones.

Engrosa las dificultades el hecho que los trabajos de ingeniería requieren habitualmente la ejecución de obras en lugares que les exigieron el recorrido de largas distancias y la inserción en culturas de variado tipo. Esto incide directamente en la calidad y acceso de la archivística a la que se puede recurrir.

¹⁶² BROWN, John K., DOWNEY, Gary, DIOGO, Maria Paula (2009) "Engineering Education and the History of Technology", *Technology and Culture*, 50, 4, 737-752; DIOGO, Maria Paula (2012) "From Railways to Politics: The Portuguese Pink Map Project and the British Empire", 5th International Conference of the European Society for the History of Science: "Scientific cosmopolitanism and local cultures: religions, ideologies, societies", Athens, Institute of Historical Research/National Hellenic Research Foundation.

¹⁶³ CARDOSO, Ana, DIOGO, Paula, GOUZEVITCH, Irina, GRELON, André (2009) *The quest for a professional identity: Engineers between training and action*, Lisboa, Ediciones Colibrí; MARTYKANOVA, Darina, ISAACS Ann Katherine, HÁLFDANARSON, Guðmundur (2010) *Reconstructing Ottoman Engineers. Archaeology of a Profession (1789-1914)*, Volume 16 of Doctoral dissertations, Plus-Pisa University Press.

¹⁶⁴ BUCHANAN (1989).

Esta situación fue diagnosticada con toda claridad por el movimiento de la microhistoria, especialmente retratada por la contundente investigación de Carlo Ginzburg¹⁶⁵.

En cambio se ha considerado apropiado que la propuesta metodológica abra posibilidades de análisis a través del cruce de los ejes Acontecimiento-Estructura y Oralidad-Escritura, los que activados por una recursividad diacrónica facilitan una lectura de las relaciones sociales donde la economía del poder se articula dinámicamente e instituye a los actores sociales en un campo jerarquizado, móvil, regulado y articulado con otros espacios sociales, todo lo cual es un proceso de construcción social de los significados provistos por la ideología de los sujetos. Este juego de definiciones de grupalidades y jerarquías cristalizadas ha sido material de trabajo para el análisis y no una definición previa que denote y connote la interpretación de los datos¹⁶⁶; es decir, se ha optado por una ruta inductiva.

Este enlace teórico-metodológico ha requerido una búsqueda de expresiones empíricas de la subjetividad de los ingenieros, optándose por la revisión de revistas de ingeniería, en tanto en su afán de puesta en ejercicio de sus faenas, o de la divulgación de invenciones o la puesta en común de información relevante para la producción y comercialización de productos industriales, reportaron una opinión pública y demarcaron el campo semántico de su universo de significados, a la vez que cuajaban los reflejos de una identidad esperada que el gremio asimilaba mientras se reprocesaba esta misma identidad reconfigurando las expectativas y posiciones sociales.

En el tópico que se investiga se encuentra una tríada que debe ser confrontada como unidad, pues se trata del estudio del sujeto, su actividad y sus objetos, con la dificultad añadida del caso de estudio, donde la actividad y los objetos han desaparecido por completo y sólo quedan disponibles algunas trazas de testimonios de los sujetos.

Este aparente debilitamiento o la imposibilidad de sostener una argumentación apoyada en una base documental robusta, condujo la atención investigadora a resolver el problema en otros

¹⁶⁵ GINZBURG (1981).

¹⁶⁶ VERBOVEN, Koenraad, CARLIER, Myriam, and DUMOLYN, Jan (2007) “A short manual to the art of prosopography”, en *Prosopography Approaches and Applications*, Unit for Prosopographical Research Linacre College, 35-70.

términos y a ampliar el filtro de búsqueda de información, de tal manera que aunque los actores sociales relacionados con el caso de estudio hayan dejado un registro ligero de sus actividades y pensamiento, el estudio de su subjetividad resultaba factible en la medida que se contrastaba con las informaciones de otros sujetos ligados gremial o profesionalmente.

Al generar una búsqueda extensiva y tan intensiva como se produjera el hallazgo de documentación, fue cobrando cuerpo una cartografía mínima y sintética de las ideas circulantes en relación a los aspectos teórico-analíticos de relevancia.

Las revistas de ingeniería aportaban información acerca del fallecimiento de ingenieros destacados con el fin de mantener al tanto a los colegas dispersos por el mundo entero. Las organizaciones gremiales también aportaban obituarios, aunque su alcance era menor y el impacto quedaba circunscrito a la contingencia y los archivos.

Éste es un tipo de caso al que alude Jim Sharpe tomado desde Carlo Ginzburg: “En resumen: se puede dar un buen uso incluso a una documentación escasa, dispersa y oscura”¹⁶⁷. En esta sumatoria de datos se fue consolidando una apreciación sobre algunos aspectos del sujeto ingenieril gremializado del mundo anglosajón, de manera que fue posible apreciar su modo de vida y las aristas profesionales de ello en su quehacer cotidiano¹⁶⁸.

1.6.5 Prosopografía y genealogía de las ideas

La prosopografía es una práctica investigativa que atiende a cabalidad los desafíos planteados por una relativa escasez de datos individuales tanto como cuando hay abundancia de ellos. Un reconocido cultor de la prosopografía es Lawrence Stone¹⁶⁹; en resumen, señala que las biografías colectivas son una técnica de investigación utilizada provechosamente por los historiadores desde el primer cuarto del siglo XX y distingue dos tipologías o escuelas; a la

¹⁶⁷ SHARPE, Jim (2003:47) “Historia desde abajo”, 38-58, en: BURKE (2003).

¹⁶⁸ VALENTINES, Jaume (2012) *Tecnocràcia i catalanisme tècnic a catalunya als anys 1930. Els enginyers industrials, de l'organització del taller a la racionalització de l'estat*, Tesis doctoral Universitat Autònoma de Barcelona. Departament d'Història Moderna i Contemporània. En otros estudios se han utilizado estrategias similares aunque utilizando además información estadística, como por ejemplo: PARADA, Jaime, (2011) “La Profesión de Ingeniero y los Anales del Instituto de Ingenieros de Chile. 1840-1927”, ix-lxxvii, en: SAGREDO, Rafael (Ed.) (2011) *Anales del Instituto de Ingenieros de Chile. Ingeniería y sociedad 1889-1929*, Santiago de Chile, Centro de Investigaciones Diego Barros Arana de la Dirección de Bibliotecas, Archivos y Museos.

¹⁶⁹ STONE (1971).

primera le atribuye un interés en las élites centrado en comprobar el grado de cercanía de un cierto grupo social, mientras que la segunda tendencia ejecutaba análisis masivos, muchas veces cuantitativos.

La técnica prosopográfica ha demostrado su pertinencia en las cohortes de ingenieros¹⁷⁰, aunque se debe recalcar que estas aproximaciones nuevamente se han circunscrito a las actuaciones en territorios nacionales habiéndose prestado escasa atención al comportamiento de los profesionales en los territorios de ultramar.

Habida cuenta que la técnica de análisis incorporada es la biografía colectiva, la información sustancial encuentra tratamiento como genealogía; se trata de indagar linajes, agrupaciones y derivaciones de racionalidades, mentalidades e ideas capaces de aportar a la creación de una cosmovisión prescriptiva para las prácticas culturales de la ingeniería. En una cohorte generacional se quiere apreciar si existieron elementos de configuración preestablecida que incidiera en las opciones y elecciones técnicas que implementaban.

Esta modalidad de tratamiento de la información permite darle utilidad a las microbiografías de sujetos, que aisladas de su cohorte y por su volumen de información difícilmente ilustran una visión global de las trayectorias socio-culturales de su comunidad de pertenencia. Además, la perspectiva sociológica de la prosopografía es enriquecida con la interpretación antropológica de la microbiografía¹⁷¹.

1.6.6 Tecnologías apropiadas

Definir que la escala de producción de una técnica es grande, mediana o pequeña es una cuestión de perspectiva. Por lo tanto, lo relevante es definir los puntos de referencia que incentivan la delimitación de las categorías.

¹⁷⁰ DOUGHERTY, Carolyn (2005) “George Stephenson and Nineteenth Century Engineering Networks”, en *Prosopography Approaches and Applications*, Unit for Prosopographical Research Linacre College, 555-565.

¹⁷¹ CARASA, Pedro (2007) “Una mirada cultural a las élites políticas en los primeros pasos del estado constitucional”, *Trocadero*, 19, 31-54.

La propagación de la idea reivindicativa de la pequeña escala asociada a la resolución de los problemas de la vida cotidiana surgió en virtud de la hegemonía de la defensa por la gran escala de producción, aunque el propio Schumacher proponía un escalonamiento de los procesos productivos, abogando por tecnologías intermedias¹⁷².

La escala vincula estrechamente las posiciones locales y globales y plantea un cuestionamiento importante a los análisis parciales situados en una u otra posición, en tanto lo que se requiere es una integración de los factores y resultados que configuran el fenómeno en estudio.

Esta aclaración resulta pertinente en tanto el caso que atañe a esta investigación reseña una situación que en su momento y contexto era de gran escala, lo que refuerza el interés por su estudio detallado en tanto un sistema de desalación que utilizaba exclusivamente energías renovables equiparaba la producción de agua desalada de máquinas destiladoras que utilizaban carbón.

1.6.7 Imaginario visual y fotografía industrial.

La representación visual de la ciencia es un campo de análisis fértil¹⁷³ que pone su atención sobre los significados anidados en imágenes al mismo tiempo, y paradójicamente, totales y parciales¹⁷⁴ que facilitan la penetración profunda de algunos elementos del significado y el ocultamiento de muchos otros. La imagen permite describir una situación como un hecho, proteger su veracidad ante cualquier cuestionamiento, segmentando un instante y entronizándolo como el congelamiento del tiempo.

¹⁷² SCHUMACHER, E. F. (2001) “Problemas sociales y económicos que demandan el desarrollo de la tecnología intermedia”, en *Lo pequeño es hermoso, Volumen 1*, Madrid, Ediciones AKAL, 149-164.

¹⁷³ SIMON, Josep & ZARZOSO, Alfons (2013) “Visual representations in science”, *Endeavor*, 37, 3, 121-122; ROBERTSON, Frances (2013) “David Kirkaldy (1820–1897) and his museum of destruction: the visual dilemmas of an engineer as man of science”, *Endeavor*, 37, 3, 125-132; SCHILLING, Tom (2013) “Uranium, geoinformatics, and the economic image of mineral exploration”, *Endeavor*, 37, 3, 140-149. Otros antecedentes en: SIMON, Josep y ZARZOSO, Alfons (2011) “Dossier Escola de Primavera Representacions visuals en ciència. Més que il·lustracions, imatges carregades de significat.” *Actes d’Història de la Ciència i de la Tècnica*, 4, 119-145, acerca de: 6th European Spring School on History of Science and Popularization: “Visual Representations in Science”, Maó (Menorca), 19-21 May 2011, Societat Catalana d’Història de la Ciència i de la Tècnica (SCHCT) and European Society for the History of Science (ESHS).

¹⁷⁴ HOPWOOD, Nick (2012) “A Marble Embryo: Meanings of a Portrait from 1900”, *History Workshop Journal*, doi: 10.1093/hwj/dbq051.

Cuando Roland Barthes señala que a través de una fotografía se pueden ver los ojos que han visto al Emperador, refiriéndose a la imagen del último hermano de Napoleón, se introduce el problema epistémico de qué es posible observar en una imagen, cuál es la información que contiene y cuáles son las interpretaciones que admite¹⁷⁵.

Los múltiples mundos que se abren a partir de una imagen pueden ser agrupados en dos categorías: producción y circulación. La producción amalgama los aspectos técnicos relacionados con el artefacto capaz de esculpir el tiempo gracias a las condiciones y características que se le hayan dotado¹⁷⁶ y la intencionalidad del ojo fotográfico que ha segmentado un trozo de la realidad, en un momento específico, con el fin de transmitir un mensaje aparentemente claro y puntual, probablemente singular. Pero esta intencionalidad no necesariamente es consciente del encuadre ideológico del que es portador¹⁷⁷.

En cuanto a la circulación de las imágenes la situación se vuelve todavía más volátil si la producción no ha asegurado la identificación del lugar, del momento de la toma de imagen, de los/as implicados/as en la fotografía, el/la/los/las autor/es/as y un largo etcétera de detalles de las características y circunstancias del hecho, sitio o sujetos fotografiados.

Como todo documento una fotografía será reinterpretada a partir del testimonio que entrega. El/la fotógrafo/a como testigo es un tercero/a que reporta datos como externo a los acontecimientos¹⁷⁸. Pero en la circulación la evidencia se desagrega en la medida que para el lector lo evidente no lo es y que la dificultad de documentar una imagen es enorme, intentando reconocer los lugares, las personas, los objetos y establecer sobre ellos una cronología.

¹⁷⁵ BARTHES, Roland (2009) *La Cámara Lúcida*, Barcelona, Editorial Paidós.

¹⁷⁶ TIÓ I SAULEDA, Salvador (2007) *Ferran i Paulí: La instantaneidad en fotografía*, Barcelona, Cátedra UNESCO de Técnica i Cultura.

¹⁷⁷ ALVARADO, M. y MASON, P. (2001) “La desfiguración del otro: sobre la historia de una técnica de producción del retrato ‘etnográfico.’”, *Aisthesis*, 34, 242-257. En comunicación personal, el 16 de abril de 2014, la Dra. Margarita Alvarado señaló que en el estudio de imaginarios visuales existe escasa atención a la fotografía industrial.

¹⁷⁸ AGAMBEN, Giorgio (2005) “El Testigo”, *Lo que queda de Auschwitz, El archivo y el testigo. Homo Sacer III*, Valencia, Pre-Textos, 13-40.

Un testimonio puede ser creíble, pero una imagen tiene el carácter de certeza. El desbalance entre la palabra y la imagen es un asunto complejo que no debe ser subestimado¹⁷⁹.

En virtud de ello es recomendable contar con una apreciación acerca de la representación visual de los objetos implicados en el caso de estudio, en tanto el uso del lenguaje visual puede tener incidencia en las interpretaciones de los significados circulantes, cuestión que también afecta a las ingenierías¹⁸⁰.

Ahora, si bien es cierto, la dimensión interpretativa es una materia de cuidado en el proceso de revisión y análisis de archivos, una cuestión igualmente significativa es la ausencia de información de los documentos disponibles. La aparición fortuita o repentina de documentos cuya proveniencia no ha sido ni cuestionada ni revisada es un material de trabajo que debe tener un tratamiento precavido.

1.6.8 Referenciación geográfica del caso de estudio.

Razonar espacialmente es parte de la configuración del problema de investigación¹⁸¹. Uno de los factores cruciales en el caso de estudio es la peculiaridad de su ubicación y emplazamiento, en donde la factibilidad técnica incrementaba los resultados de la productividad utilizando los recursos que proveían las condiciones naturales.

Por una parte, se presenta documentación de la época que entrega una representación socio-espacial del territorio en el que ocurrieron los acontecimientos y, por la otra, se aporta información acerca del estado actual del emplazamiento de la planta desaladora lo que colabora en la consolidación e integración de datos, pues la apreciación sobre el entorno facilita la conexión entre los elementos físicos y los dispositivos culturales, estableciendo un diálogo de las dicotomías objetividad-subjetividad/sociedad-naturaleza.

¹⁷⁹ FOUCAULT, Michel (1997) *Esto no es una pipa. Ensayo sobre Magritte*, Barcelona, Anagrama.

¹⁸⁰ HENDERSON, Kathryn (1991) "Flexible Sketches and Inflexible Data Bases: Visual Communication, Conscripted Devices, and Boundary Objects in Design Engineering", *Science Technology Human Values*, 16, 4, 448-473.

¹⁸¹ GUTIÉRREZ, Javier (2000) "Sistemas de Información Geográfica: funcionalidades, aplicaciones y perspectivas en Mato Grosso do Sul", *INTERAÇÕES Revista Internacional de Desenvolvimento Local*, 1, 1, 41-48.

La ubicación espacial no sólo debe circunscribirse al sitio de construcción de las industrias solares. La técnica empleada requería para su funcionamiento una serie de canales de comercialización de su producción a la vez que ciertos insumos.

Son precisamente los flujos y la interacción de mercados los que permitieron la existencia de las desaladoras y, también, presumimos, fueron determinantes en el cese de operaciones. Desde el punto de vista geográfico esto puede ser graficado, enriqueciendo el análisis al incorporar factores biofísicos a la interpretación histórica.

El procesamiento mediante sistemas telemáticos, como Google Earth, permite generar descripciones geográficas que debieran ser consideradas en el análisis histórico de las desaladoras solares, implementando al menos en un nivel básico el uso Sistemas de Información Geográficos que complementan la visita a terreno en el área en que potencialmente habría estado el ingenio de Charles Wilson¹⁸².

1.6.9 Técnicas y fuentes

Las técnicas han sido guiadas por una serie de preguntas orientadoras para comprender cómo ocurrieron los hechos en torno a la Planta de Las Salinas. ¿Cómo y quienes participaron en el proceso de diseño? ¿Fue efectivamente una obra de Charles Wilson Scott? ¿Qué habilidades le permitieron a él generar el proyecto y dónde pudo adquirirlas y entrenarlas? ¿Quiénes participaron en su operación? ¿Por qué Josiah Harding se interesó en difundir la existencia de esta planta? ¿En virtud de qué motivos se fotografió una industria desaladora solar? ¿En base a qué antecedentes algunos textos cifran el funcionamiento de la planta en 30 ó 40 años y otros le asignan fecha de cierre en 1912, 1913, 1914 ó en 1916? ¿Cuáles fueron las causas del cierre de operaciones?

¹⁸² GUTIÉRREZ (2000); FELICÍSIMO, Ángel (1992) *Aplicaciones de los modelos digitales del terreno en las ciencias ambientales*, Tesis Doctoral, Instituto de Recursos Naturales y Ordenación del Territorio (INDUROT), Universidad de Oviedo, España.

1.6.9.1 Revisión de archivos o Análisis documental

El análisis documental, frecuentemente reseñado como el punto de entrada al espacio de investigación, posibilita la generación del encuadre necesario para que el investigador se adentre informadamente al territorio de estudio y el análisis de dimensiones sociales, históricas y físicas que inciden en el objeto de investigación¹⁸³. En nuestro caso será un punto de inicio y de llegada en la producción de datos.

Se entenderá que se trata “de registros escritos y simbólicos, así como a cualquier material y datos disponibles. Los documentos incluyen prácticamente cualquier cosa existente previa y durante la investigación (...) los datos obtenidos de los documentos pueden usarse de la misma manera que los derivados de las entrevistas o las observaciones”¹⁸⁴.

A modo de ejemplo de la utilización de esta técnica se puede aludir al rol e interés de Josiah Harding, de origen neozelandés, pero formado en Inglaterra, por lo que resultaba pertinente explorar archivos en Londres. Esto por cuanto sus publicaciones en la Royal Geographical Society of London y en la Institution Civil Engineers constituyen alentadores indicios acerca de la existencia de posibles documentos que a la fecha no hayan sido reconocidos ni analizados con los fines del interés de este proyecto de investigación.

Por otra parte, existían registros de su producción epistolar almacenada en Chile. Entre el 29 de junio de 1907 y el 13 de abril de 1917 Harding mantuvo correspondencia con J. Arturo Yávar Aspillaga¹⁸⁵.

También en Chile una importante fuente documental la aportan los medios de comunicación de masas; en aquel período de 1872 a 1920 el principal medio era la prensa escrita, por lo que es parte del cuerpo de documentos a ser explorado.

Una extensa base documental ya examinada por la investigadora Carmen Gloria Bravo¹⁸⁶ y que debe ser atendida, son los Archivos Notariales de Caracoles, de Santiago de Chile y de

¹⁸³ FLICK, Uwe (2004) *Introducción a la investigación cualitativa*, Madrid, Ediciones Morata.

¹⁸⁴ ERLANDSON, D.A., HARRIS, E.L., SKIPPER, B.L. and ALLEN, S.D. (1993:99) *Doing naturalistic inquiry. A guide to methods*, Newsbury, Sage.

¹⁸⁵ Yávar en un tiempo posterior a la fecha de las cartas llegó a ser Diputado de la República de Chile. El material aludido se trata de una colección de 18 cartas almacenadas en la sala Medina de la Biblioteca Nacional de Chile.

Valparaíso con atención directa y privilegiada a Sociedad de la Compañía de Aguas de Las Salinas.

La Dirección de Bibliotecas, Archivos y Museos de Chile generó entre 1990 y 2000 y a través de sus Ediciones, una serie de títulos organizados en la “Colección Fuentes para el estudio de la República” cuyo catálogo fue examinado. Asimismo, la “Colección Sociedad y Cultura” dispone de material acerca de los procesos de construcción de ferrocarriles, por lo que se le consideró fuente de consulta.

En cuanto a los registros cabe preguntarse ¿de dónde obtuvo las fotografías María Telkes? ¿hay más antecedentes en las Universidades de Wisconsin, Delaware o New York? ¿es posible encontrar más antecedentes en los registros de la Sociedad de la Compañía de Aguas de Las Salinas? ¿Hay documentación en Gran Bretaña que aporte datos a la existencia de esta planta?

Como complemento a lo anterior se establecieron contactos con archivistas de las Universidades de Delaware, Wisconsin-Madison y Massachusetts Institute of Technology (MIT); en el primer caso se obtuvo una notificación de descarte para documentación de María Telkes en relación a Las Salinas, no obstante encontrarse documentos de trabajo de Telkes en relación a Energía Solar. El archivo consultado en Wisconsin-Madison se autodescartó y recomendó la revisión de un archivo de la ciudad.

Tal como ya fuera señalado (Ver: 1.6 Restituir la memoria...) En Chile se ha hecho revisión de la *Revista chilena de Historia y Geografía* (1911-1925), la revista *Scientia* (1960-1980) y el archivo del Laboratorio de Energía Solar de la Universidad Técnica Federico Santa María, diarios locales como *El Caracolino* y *El Industrial* (1870-1890), que se editaban en los poblados de Caracoles y Antofagasta y archivos legales y judiciales de la Biblioteca Nacional de Chile vinculados a la producción y comercialización de agua, en la época de la planta solar de Las Salinas.

Todo el material señalado anteriormente fue complementado con archivos personales de ingenieros, entrevistas a informantes clave en Sevilla, Valparaíso, Antofagasta y Atenas y

¹⁸⁶ BRAVO (2000).

comunicaciones personales con investigadores y archivistas en universidades de Nueva Zelandia, Estados Unidos y Chile.

1.6.9.2 Entrevista

La entrevista es una conversación de características especiales. Aunque más amigable y cercana al sujeto informante que otras técnicas no debe perder la condición profesional que le impone el objetivo de producir una cierta información¹⁸⁷.

Una entrevista no estructurada entrega un buen grado de libertad e iniciativa tanto al entrevistador como al entrevistado. Es una modalidad más flexible y abierta, pero sobre la cual se cierne el riesgo de la dispersión y, en último término, el incumplimiento de los objetivos de esta actividad.

Se ha escogido la entrevista en profundidad por la necesidad de acceder a información que se encuentra dispersa y fragmentada que requerirá de esfuerzos sistemáticos para lograr su afloramiento. Con esta técnica se espera lograr una detección veloz tanto de los sujetos representativos de los actores sociales relevantes para la investigación como de los datos necesarios para constituir la base empírica.

Otro factor colaborador es la factibilidad de incorporar la escrituración de la comunicación oral de la entrevista al procesamiento de información, lo cual abre la posibilidad de explotar las herramientas informáticas de la Teoría Fundamentada para realizar el análisis de datos¹⁸⁸.

Estas características de la entrevista son necesarias para abordar la historia oral que puedan reportar informantes como Carlos Espinosa Arancibia, contemporáneo de Julio Hirschmann, El profesor Espinosa (nacido en 1924) desarrolló una aplicación para la captación de agua de la niebla costera, conocida por el nombre quechua de 'Camanchaca'. La patente de su invento fue donada a la Universidad Técnica Federico Santa María y luego a la UNESCO. Durante los

¹⁸⁷ TAYLOR, Steven y BOGDAN, Robert (1988) *Introducción a los métodos cualitativos de investigación. La búsqueda de los significados*, Barcelona, Paidós Básica.

¹⁸⁸ STRAUSS, Anselm y CORBIN, Juliet (2002) *Bases de la investigación cualitativa. Técnicas y procedimientos para desarrollar la teoría fundamentada*, Antioquia, Editorial Universidad de Antioquia.

años 60s colaboró con Julio Hirschmann y mientras éste fue presidente de la Asociación chilena de Energía Solar Aplicada, el Sr. Espinosa ocupó el cargo de Secretario¹⁸⁹.

Su posición de testigo de primer orden le ha convertido en un informante clave que ha aportado valioso material gráfico y documental a este proyecto de investigación y cuya participación se estima de la más alta relevancia.

Siguiendo esa misma línea, parece pertinente explorar la vinculación con los colaboradores de Julio Hirschmann (UTFSM, Valparaíso, Chile) en búsqueda de antecedentes o remanentes de información que hubiesen quedado en la memoria del Laboratorio de Energía Solar de la UTFSM. Aquí prestaron una valiosa colaboración los señores Roberto Sota, Rafael Bolocco, Francisco Vargas y su actual director Alejandro Sáez¹⁹⁰.

Agregamos en la lista, por otro lado, la comunicación personal con el geólogo, coleccionista e investigador histórico Patricio Espejo Leupin y con la Dra. Emmy Delyannis, quien transmitió parte de su experiencia acerca del proyecto de desalación solar en la isla de Patmos, Grecia y su trabajo al respecto en la Universidad Técnica de Grecia¹⁹¹.

1.7 Un Prisma para ver la energía solar y la desalación

El problema de la evolución de la tecnología es un tema ampliamente tratado y de un atractivo transversal a las formas de conocimiento. Sin embargo, la atención sobre los procesos de descarte, extinción y resurgimiento de técnicas a través del tiempo es una parte del fenómeno que ha sido tratado aisladamente y que cuenta con bases teóricas en desarrollo¹⁹². En virtud de ello es que se requiere conciliar un modelo comprensivo-explicativo parcial del descarte artefactual -y su actuación remanente que es la duración intermitente de los objetos- con la teoría de la evolución de la tecnología, apreciación posible de inscribir en el paradigma de la complejidad que, dicho por Goldenfeld y Kadanoff, significa que existen estructuras que

¹⁸⁹ Comunicación personal, 23 de febrero de 2010.

¹⁹⁰ Comunicaciones entre noviembre de 2011 y enero de 2014.

¹⁹¹ Comunicaciones Patricio Espejo: Enero-Mayo 2014. Emmy Delyannis: entre abril y noviembre de 2012.

¹⁹² BASALLA (2011).

varían, porque el caos es frecuente en tanto el resultado final es muy sensible a las condiciones iniciales y acoge como parte de sus posibilidades el error y la incertidumbre¹⁹³.

La discusión acerca de la situación, posición y relevancia de los objetos para la humanidad ha sido largamente alimentada desde distintas disciplinas como la psicología, la antropología, la economía, el diseño y la historia, todo lo cual es escrutado desde la filosofía en sus niveles ontológico y epistemológico.

* * *

Este estudio cultural se focaliza en cinco dimensiones para la comprensión de la evolución de la tecnología: historia, ideología, utopía, conocimiento y poder.

En 1940 poco antes de su suicidio en Port Bou, Walter Benjamin escribió su ensayo “Sobre el concepto de historia”¹⁹⁴. Convocó aquí a la revisión polemista de los elementos tecnocráticos que se ostentaban en las interpretaciones fascista y marxista y puntualiza que existen dos tendencias de producción; por una parte se cuenta con el historicismo, cuyo quehacer carece de fondo teórico y que opta por un procedimiento aditivo, es decir, volcado a la recolección anecdótica de datos que permiten rellenar el espacio de tiempo que media entre los hitos de cambio socio-cultural. La historiografía, en cambio, indaga en la vinculación de los tiemposidos con el efímero presente atendiendo hacia la trayectoria de su decurso apostando entonces a la concepción de la mónada, o sea, a las “condiciones de la posibilidad de la realidad física”¹⁹⁵.

La historia entendida como historiografía asoma a la lectura del movimiento aleatorio de los acontecimientos, donde los grandes cambios están vinculados a proyectos alternativos a la hegemonía que desde su fragmentación rediseñan la realidad presente. Benjamin atacaba con contundencia la idea de progreso histórico dada la falsa ilusión de continuidad que mitifica. Por tanto, sintetizan Ana Useros y César Rendueles:

¹⁹³ GOLDENFELD, Nigel and KADANOFF, Leo P. (1999) “Simple Lessons from Complexity”, *Science*, 284 (5411), 87-89.

¹⁹⁴ BENJAMIN, Walter (2012) “Sobre el concepto de historia” en *Escritos Políticos*, Madrid, Abada Editores.

¹⁹⁵ ESCANDELL, J. J. (2005) “Espontaneidad de la mónada y metafísica de lo posible en Leibniz”, *Anuario Filosófico*, 38(1), 241-253.

“El objetivo no es crear narraciones totalizadoras alternativas a las narraciones hegemónicas. Al contrario, se trata de poner en marcha un modo de conocimiento organizado en constelaciones, basado en la búsqueda de imágenes capaces de sacar a la luz las posibilidades silenciadas”¹⁹⁶.

En un sentido amplio se puede entender que las materias de trabajo de la historia son justamente las posibilidades silenciadas.

Una de las posibilidades que debe ser enunciada es la diferencia entre útiles y máquinas que propone Hannah Arendt¹⁹⁷, vinculando el cuerpo a los útiles en un proceso de mutuo ajuste y en el que la mano posee el señorío, mientras que la incursión de la máquina exigió que el ritmo natural del cuerpo y su movimiento se sometiera, incluso al punto de reemplazarlo en el denominado proceso de automatización.

La elaboración de las preguntas y antítesis fundamentales lleva a descartar que el problema sea dilucidar las relaciones de dominación entre máquinas y humanos, sino si las máquinas colaboran en la construcción del mundo o bien han llegado a dominar o destruir el mundo y las cosas. La tecnología ha llegado a presentarse como desarrollo biológico de la humanidad, trasladando las características del organismo humano a su entorno¹⁹⁸.

Esta discusión acerca del determinismo tecnológico no resulta fácil de dirimir a pesar de la convicción de la lectura opositora, donde las máquinas sólo pueden escribir la historia gracias a la voz y la alfabetización de las personas que hablan por ellas¹⁹⁹. Justamente el fetichismo develado faculta una lectura que permite humanizar la técnica y apreciar las relaciones sociales que constituyen a los artefactos y, luego, les ponen en acción o descartan.

¹⁹⁶ USEROS, Ana y RENDUELES, César (2012) “Encontrarse en una ciudad. Los escritos políticos de Walter Benjamin.”, en BENJAMIN (2012).

¹⁹⁷ ARENDT, Hannah (2003) *La condición humana*, Buenos Aires, Paidós Estado y Sociedad

¹⁹⁸ ARENDT (2003:170-171). Arendt habría trabajado desde la idea de: HEINSENBERG, Werner (1955) *Das Naturbild der heutigen Physik*, Hamburg, Rowohlt.

¹⁹⁹ MISA, Thomas J. (1988:308) “How Machines Make History, and How Historians (And Others) Help Them to Do So”, *Science, Technology, & Human Values*, 13, 3/4, 308-331; SMITH & MARX (Eds.) (1994).

El seccionamiento de las relaciones históricas de los seres humanos con los objetos de su creación instala dos problemáticas a su haber. En primer lugar, se evidencia la reificación o el animismo de los artefactos y, en segundo lugar, que en este fetichismo es posible hallar relaciones de poder.

En este punto del recorrido del pensamiento sobre los sujetos y su configuración Paul-Michel Foucault toma una posición que resulta clarificadora y a la vez abre la puerta a una amplia gama de nuevas ideas. Una de ellas es la vinculación del conocimiento y el poder²⁰⁰. La perspectiva histórica ahonda en los procesos de reconversión de la interpretación del ejercicio del poder, desvinculándolo de la exclusividad del dominio del soberano para rehabilitar a todos los sujetos como copartícipes en las operaciones del saber-poder destacando las maniobras de apertura del poder pastoral que se extendió más allá de la comunidad eclesiástica desde el siglo XVIII en adelante²⁰¹. Este ejercicio le permitirá a Giorgio Agamben elaborar su estudio acerca de distintas imágenes, normas, valores y operaciones con los límites de la vida humana que han pervivido en el razonamiento occidental²⁰².

En general las revisiones críticas a las teorías de la modernidad de los siglos XIX y XX terminaron por desnudar su propuesta totalizante, mesiánica, tecnocrática y evolucionista que subsidió al proyecto liberal. La deconstrucción de las arquitecturas ideológicas, sin embargo, demandó ingentes esfuerzos que terminaron –en mayor o menor medida- proponiendo augurios desalentadores²⁰³. Y aunque este no es el caso de la propuesta de Foucault que neutralizaba al Leviatán aferrado a una visión del poder con capacidades creativas y fractálico, quedaba a las puertas de una propuesta que no llegó a dibujarse con nitidez.

²⁰⁰ RABINOW, Paul y DREYFUS, Hubert I. (2001) *Michel Foucault: Más allá del estructuralismo y la hermenéutica*, Buenos Aires, Nueva Visión Argentina.

²⁰¹ FOUCAULT, Michel (1988) “El Sujeto y el Poder”, *Revista Mexicana de Sociología*, 50, 3, 3-20.

²⁰² AGAMBEN, Giorgio (1998) *Homo Sacer. El poder soberano y la nuda vida*, Valencia, Pre-Textos; AGAMBEN, Giorgio (2005) *Lo que queda de Auschwitz: El archivo y el testigo. Homo Sacer III*, Valencia, Pre-Textos.

²⁰³ LARRAÍN, Jorge (2010) *El concepto de ideología. Vol 4. Postestructuralismo, Postmodernismo y Postmarxismo*, Santiago, LOM Ediciones.

El mosaico se puede completar con la incursión de Paul Ricoeur en la relación de Ideología y Utopía y la constatación de la necesidad filosófica de tocar el problema de la imaginación²⁰⁴. Lo que parecía una condena para la humanidad, encadenada a la iteración de sus ideas que no podían ser más que creaciones de sus propias ideas de pronto experimentaba la liberación a través de un horizonte sin límites. Aparentemente sin límites, la utopía se concibe como el campo de los sueños, ofreciendo un ambiente lúdico y seductor para producir y reinterpretar las convicciones y rearticular la cosmovisión que ha sido heredada.

Y, aunque Ricoeur se abalance a esto como un estudio dialéctico, se habrá de confiar en que se trata más bien de una relación agonial en tanto ideología y utopía son partes de un mismo conjunto.

En suma, el transecto de las ideas generales de la filosofía europea dispuestas de esta manera reportan un esquema de pensamiento en el que historia, conocimiento, poder, ideología y utopía forma aquella constelación de proyectos académicos que expresa un *ethos* occidental y que facilita la comprensión de las mentalidades de los emigrantes y viajeros colonizadores.

En consecuencia, estos pareceres tienen su lugar en el marco de la hegemonía de la producción de saberes frente a la que se han querido establecer algunas opciones de descolonización, como la del pensamiento latinoamericano²⁰⁵.

La sola concepción de una praxis de pensamiento filosófico-social situado, cuyo pie de apoyo podría fijarse en la búsqueda y/o reafirmación identitaria y cultural de los territorios ocupados por las metrópolis europeas desde el siglo XVI, debe destacarse como una contravención a los postulados universalistas. En una modalidad relativamente divergente a la desarrollada por los pensadores de las metrópolis, las comunidades de la América Morena²⁰⁶ han formulado un

²⁰⁴ RICOEUR, Paul (1994) *Ideología y utopía*. Barcelona, Gedisa; AZOFEIFA, Yonhny (2002) “Utopía e Ideología: un acercamiento desde el pensamiento de Paul Ricoeur”, *Comunicación*, 12, 2, versión online, capturada en internet el 08 de febrero de 2013, <http://www.redalyc.org/redalyc/pdf/166/16612204.pdf>

²⁰⁵ DEVÉS, Eduardo (2003) *El pensamiento latinoamericano en el siglo XX. Tomo II. Desde la Cepal al neoliberalismo (1950-1990)*, Buenos Aires, Editorial Biblos.

²⁰⁶ En el problema de la identidad y en el marco de las denominadas relaciones Norte-Sur, los sustantivos de los territorios representan un excelente elemento diferenciador: Las Américas designa a los tres subcontinentes: América del Norte, Central y Sur; América se autodenomina resumidamente el Estado-Nación de los Estados Unidos de Norte América (EEUU). La América Latina es toda la zona que va desde la ribera sur del Río Grande –

ideario más ocupado de la utopía que de la ideología, una situación constitutiva que anuncia que la pragmática de esta relación abraza la posibilidad de que en este conjunto una parte pueda llegar a suplantar a la otra cooptando su habla o simplemente relegándole mediante interdicción²⁰⁷.

* * *

Desde la psicología y el estudio de la vinculación tecnosomática²⁰⁸ surgen trabajos como el de Jerome Bruner y la comprensión del fenómeno de la constitución del lenguaje a través del desarrollo protésico, es decir, auxiliado por artefactos²⁰⁹.

El planteamiento de Jerome Bruner se puede situar en los intersticios de la psicología evolutiva, psicología cognitiva y la pedagogía. En su análisis Bruner alude a la ‘Evolución mediante prótesis’, es decir, entiende que la humanidad ha obtenido su morfología actual gracias a una vida técnico-social que ha provocado que nuestro cerebro aumentase su tamaño de manera considerable en un breve lapso de tiempo evolutivo.

Bruner clasifica los sistemas de ejecución externos, es decir los artefactos, en amplificadores de las capacidades motoras, amplificadores de las capacidades sensoriales y amplificadores de las capacidades humanas de raciocinio y estampa su convicción acerca de la importancia de los artefactos para la humanidad de manera muy clara: “Nos movemos, percibimos y pensamos según esquemas que dependen de técnicas y no de configuraciones fijas en nuestro sistema nervioso”²¹⁰ La búsqueda de la invención nos fue inscrita en la mente-cuerpo.

frontera de México con EEUU hasta el cabo de hornos. También existen denominaciones como la Hispanoamérica, la Iberoamérica, que incluye a la República de Portugal y el Reino de España. En unos y otros casos a veces se incluye o a veces se segrega a los países del Caribe, algunos de los cuales, incluyendo a las Guayanas francesa y holandesa, continúan siendo colonias en el siglo XXI. El concepto de América Morena es conocido por la divulgación que hizo de él Alejo Carpentier, pensador cubano que buscaba en esta denominación una identificación a través de rasgos raciales asociados a prácticas culturales que se conciben como distintivas del mundo blanco anglosajón de la América del Norte y otros enclaves. La denominación América Morena tiene una vinculación con el concepto de Liberación, muy asociado a los reclamos emancipatorios que se han promulgado en las antiguas colonias de metrópolis europeas. Ver, por ejemplo: CARPENTIER, Alejo (1981) *La novela latinoamericana en vísperas de un nuevo siglo y otros ensayos*, Madrid, Ed. Siglo XXI.

²⁰⁷ DEVÉS (2003).

²⁰⁸ RICHARDSON, Ingrid (2010) “Faces, Interfaces, Screens: Relational Ontologies of Framing, Attention and Distraction.”, *Transformation*, 18, online: www.transformationsjournal.org

²⁰⁹ BRUNER, Jerome (2002) *Acción, pensamiento y lenguaje*, Madrid, Alianza Editorial.

²¹⁰ BRUNER, Jerome (1988:46) *Desarrollo Cognitivo y Educación*, Madrid, Ediciones Morata.

En ese marco se entiende que las invenciones son mediadas socialmente y, por lo tanto, obtienen respuestas de acuerdo al contexto que les recibe y del que, a la vez, surgen. Además, co-existen los factores psicológicos que facilitan u orientan tendencias en la imaginación y en la fantasía, con aquellos que limitan, descartan o atacan los procesos innovadores.

* * *

Por su parte, la antropología cuenta con una extensa y variada tradición de estudio de los artefactos en tanto mediadores del ser humano con el ambiente²¹¹. Uno de sus elementos de análisis es precisamente el cambio tecnológico y sus implicancias en los procesos de modelamiento social. En parte, las discusiones internas entre sus corrientes teóricas atacan la cuestión del orden de los factores y la preponderancia que alcanzan el cuerpo, el lenguaje, el significado, los objetos y el ambiente²¹².

En términos amplios la contribución de esta mirada antropológica fue la elaboración de una teoría general de la Historia y una teoría general del cambio sociocultural, encuadre en el que proliferan las teorías acerca de las habilidades²¹³ y la exploración por la relación ambiente y sociedad²¹⁴.

Estas aportaciones se pueden articular con la tarea de la interpretación de la cultura, en la clave de lectura que Clifford Geertz ha ofrecido²¹⁵. Se trata de multiplicar las posibilidades de comprensión de un cierto fenómeno social que, lejos de estar (ser) aislado de su entorno, requiere una continua integración a los elementos que le pueden constituir y aquellos que podrían considerarse sus consecuencias. Por lo tanto no se trata de explorar datos para comprobar si el ser humano crea sociedad, sino de asimilar los procesos sociales como condición de humanidad.

²¹¹ DURAND, Leticia (2002) “La relación ambiente-cultura en Antropología: recuento y perspectivas”, *Nueva Antropología*, XVIII, 61, 169-184.

²¹² HARRIS, Marvin (1979) *El desarrollo de la teoría antropológica: Historia de las teorías de la cultura*, México, Siglo XXI de España Editores.

²¹³ INGOLD, Tim (2007) *Lines: A Brief History*, Oxon, Routledge.

²¹⁴ DESCOLA y PÁLLSON (2001).

²¹⁵ GEERTZ (2003).

Esta comprensión de la cosmovisión aplicada, por ejemplo, a la idea de la Sostenibilidad, nos revelará la importancia de la configuración ideológica de la administración de los objetos y los sujetos y la granuralización en la que se dispersan las ideas que gobiernan la organización social en todos sus ámbitos, al punto de circunscribir el problema conceptual justamente en la segregación dicotómica de un mundo de la vida de un mundo abiótico, la institucionalización de la naturaleza reificada en un espacio exterior a la cultura de tal manera que se recubren las características biológicas humanas con una significación artificial que les otorga, bajo distintas argumentaciones, la garantía de la externalidad a los acontecimientos. En otras palabras, aunque una cultura no logre gobernar la naturaleza, universalmente podrá sostenerse autónomamente enajenada de la naturaleza a la que debiera estar circunscrita.

No obstante ello, el trabajo antropológico no se condiciona sólo a la hermenéutica de las evidencias y la resignificación de los signos, sino que contribuye a la reunión de las distintas sabidurías que generan los grupos humanos. La cultura como elemento patrimonial es una concepción que no se puede perder de vista, pues la transmisión vernácula y la apertura a la transferencia de conocimientos son aspectos singulares de los modos de vida.

La mirada antropológica agudiza su atención sobre las cosas y Tim Ingold afirma que ellas no son atributos, sino narraciones y luego remata esclareciendo que donde la herramienta tiene sus historias, la mano tiene sus gestos²¹⁶.

* * *

En el ámbito de la economía se puede recurrir a una de las grandes vertientes de comprensión del fenómeno de la escasez que se consigna en la Economía Industrial como punto de encuentro transdisciplinar de la ingeniería, la termodinámica, la ecología y la economía ecológica²¹⁷. La disposición argumentativa comparece ante la desmitificación de la interpretación convencional de la economía que la restringe al mercado y los flujos de capital. Un buen ejemplo de ello lo expone William Kapp:

²¹⁶ INGOLD, Tim (2011:57) *Being Alive, Essays on movement knowledge and description*, Oxon, Routledge.

²¹⁷ SCHNEIDER, E. D. & KAY, J. J. (1994) "Complexity and thermodynamics: towards a new ecology", *Futures*, 26, 6, 626-647.

“Bien puede decirse que nuestras cosechas de materias primas y alimenticias son “cosechas de petróleo”. A pesar del hecho de que la agricultura podría ser un sector de la economía productor neto de energía –si tomara la energía del sol- y pese a la crisis energética que va en aumento, continuamos midiendo la eficiencia de la agricultura en términos de producción por hora de trabajo o por acre, en lugar de medirla, por ejemplo, en términos de producción por unidad de energía.”²¹⁸.

La propuesta que lanza no deja de ser desafiante: reemplazar el cálculo de costos y beneficios surgidos de preferencias subjetivas y valores de intercambio por la evaluación de impacto ambiental y social de estas corrientes físicas, desde el punto de vista social y político.

Los enfoques y campo de aplicaciones agregan los sistemas industriales, urbanos o agrarios, a su entorno biofísico y territorial para analizar su coevolución²¹⁹. Con este marco teórico se trata de dilucidar hasta qué punto los flujos de materia y energía sobre los que reposa el funcionamiento ordinario del metabolismo de los sistemas y su interacción con otros sistemas son compatibles con los ecosistemas biológicos. De esta manera, por ejemplo, los daños ambientales no son tratados como “externalidades” a valorar ocasionalmente, sino como parte de su funcionamiento sistemático y cotidiano.

La Economía Industrial y la Economía Ecológica son intentos de huida de la atracción gravitacional proveniente de una concepción de la economía que Giorgio Agamben sondea etimológicamente hasta los tiempos de la Grecia clásica, con lo cual pone en el tapete el complejo fondo de significados que juega la teología cristiana ya en el nivel de los paradigmas:

“(…) la teología política, que funda en el Dios único la trascendencia del poder soberano, y la teología económica, que la sustituye con la idea de una *oikonomia*, concebida como un orden inmanente –doméstico y no político en sentido estricto- tanto en la vida divina como en la humana. Del primero, proceden la filosofía política y

²¹⁸ KAPP K. W. (1976:326) “El carácter de sistema abierto de la economía y sus implicaciones”, en AGUILERA F. y ALCÁNTARA V. (1994.) *De la economía ambiental a la economía ecológica*, Barcelona, CIP-Icaria.

²¹⁹ NORGAARD, R.B. (1984) “El potencial del desarrollo coevolucionista”, *Land Economics*, 60, 2, 160-173, traducido al castellano por María Isabel Nuñez Vera y Federico Aguilera Klink para usos docentes (Universidad de La Laguna, España).

la teoría moderna de la soberanía; del segundo, la biopolítica moderna hasta el triunfo actual de la economía y del gobierno sobre cualquier otro aspecto de la vida social”²²⁰.

En el orden ideológico la apuesta por la conquista de la naturaleza es un acto administrativo.

* * *

Para aludir al arte, el diseño y el estudio de los objetos valga considerar las profundas reflexiones de George Kubler y la búsqueda de explicaciones para “algunos de los problemas morfológicos de duración en series y secuencias”²²¹.

Kubler desarrolló una revisión aguda del arte bajo la tradición de la oposición natural-artificial, donde lo artificial es todo aquello fruto de la producción humana, pero ahondando en la vinculación de distintos enfoques interesados en los mismos análisis. Su esfuerzo se encamina a la restitución de la historia de las cosas en tanto vinculación entre las ideas y los objetos como formas visuales y, mediante esta vía, restablecer la apreciación enciclopedista de la ilustración que unió las artes liberales de las artes mecánicas y, posteriormente, la ciencia del arte, es decir, la ciencia y la técnica.

Además de interesarse por la historia de las cosas, este modelo de pensamiento añadió a su análisis la clasificación y la propagación de las cosas, lo que suministró elementos contundentes para explotar la veta de los tipos de duración de los objetos adentrándose en una causa polémica: la evolución de la tecnología no es lineal por cuanto se distinguen las clases continuas de las clases intermitentes y, dentro de ellas, se establece que unas intermitencias se dan al interior de un mismo grupo cultural mientras que otras ocurren en culturas diferentes²²².

La duración intermitente de las cosas es un aspecto que no se debe soslayar. Un modelo teórico debe intentar comprender cómo es posible que un artefacto sea inventado por distintos sujetos en lugares diferentes, pero además, que una cultura le reste relevancia para que, en un tiempo posterior, le restituya una cierta condición de utilidad.

²²⁰ AGAMBEN (2008:17).

²²¹ KUBLER (1988:54).

²²² KUBLER (1988:169-173).

La duración intermitente es un concepto que parece no haber sido suficientemente explorado en sus implicancias para la construcción de un modelo teórico de la historia de los objetos²²³. Algunos de los componentes que se almacenan en su definición implícita podrían ser la incertidumbre y la impredecibilidad, pero ya no a nivel del sujeto creador, sino en una instancia colectiva que a través del tiempo descarta y reactiva las herramientas que tiene disponible.

La duración intermitente es un fenómeno de gran complejidad que puede ser descompuesto en sus factores y sus fases y cuyo origen es el descarte artefactual.

* * *

En 1988 se publicaron tres libros con una perspectiva histórica de la ciencia y la tecnología que nos interesa analizar: *The Evolution of Technology*, de George Basalla, *Explaining Science: A Cognitive Approach*, de Ronald N. Giere y *Science as a Process: An Evolutionary Account of the Social and Conceptual Development of Science*, de David L. Hull²²⁴. A casi 30 años de la fundación de *Technology and Culture*, la revista científica de mayor influencia en el campo de la historia de la tecnología, maduraba un discurso capaz de absolver muchas de las preguntas que se habían esculpido pacientemente y cuyas respuestas abrieron nuevas fronteras al quehacer investigativo²²⁵.

La historiografía de los objetos fue ampliando su portafolio con elementos de análisis que fueron rebasando los moldes originales de sus propuestas interpretativas²²⁶ y en 1991 Antonio Lafuente, Elena Alberto y María Luisa Ortega editaron *Mundialización de la ciencia y cultura nacional*²²⁷, compilación de trabajos que expresa la consolidación de una perspectiva sobre el rol político de la ciencia y la tecnología, al tiempo que se reconocía la significativa contribución de George Basalla a esta exploración necesaria para articular las explicaciones sobre los modos de difusión de la ciencia y los artefactos²²⁸.

²²³ BIALOSTOCKI, Jan (1965) "Book Review George Kubler, The Shape of time (...)", *The Art Bulletin*, 47, 1, 135-139.

²²⁴ FLECK, James (1992) "Selectionism Dominant: An Essay Review" *Science, Technology, & Human Values*, 17, 2, 237-248.

²²⁵ STAUDENMAIER, John M. and SEELY, Bruce (2010) "In This Issue", *Technology and Culture*, 51, 1.

²²⁶ BASALLA, George (1982) "Transformed Utilitarian Objects", *Winterthur Portfolio*, 17, 4, 183-201; HUGHES, Thomas (1981) "Convergent Themes in the History of Science, Medicine, and Technology", *Technology and Culture*, 22, 3, 550-558.

²²⁷ LAFUENTE, ALBERTO y ORTEGA (Eds.) (1993).

²²⁸ BASALLA, George (1967); BASALLA, George (1992).

El esfuerzo de contribución al fortalecimiento teórico ha sido constante y uno de los aportes a destacar es la propuesta de Thomas Hughes con su enfoque de Construcción social de la tecnología²²⁹. Se trata de una mirada sistémica al conjunto de los elementos que establece que un artefacto no es un objeto aislado sino que, además de ser la expresión de unas ideas, es un miembro más de una larga serie de coordinaciones e interacciones que demandan el uso de otros objetos y de acciones sociales, es decir, de la voluntad de las personas que fabrican cosas y la de otras que las usan.

Una cuestión crucial, luego de instituido el sistema tecnológico, es su momentum²³⁰. Se trata del tiempo de impulso en el que, luego de realizadas las inversiones e iniciadas las operaciones, el actor-red, integrado por gobierno y políticos, corporaciones, fábricas y accionistas, ingenieros y técnicos, además de comerciantes y consumidores operan el acuerdo explícito o tácito que privilegia un sistema técnico por sobre los demás.

El momentum tecnológico se vincula estrechamente con la durabilidad de los artefactos y permite estudiar su trayectoria en tanto previo al momento de la inercia ha debido ocurrir un episodio de confrontación (que Hughes denomina batalla, entre comillas) entre distintos sistemas técnicos. Esta perspectiva es valiosa porque al mismo tiempo que facilita la descripción de la hegemonía de una alternativa tecnológica permite comprender la sobrevivencia parcial o marginalizada de las técnicas desechadas de las que, por ejemplo, se intenta amortizar las inversiones.

Este modo de explicación del cambio tecnológico convocó el interés de Gregory Unruh, quien ahondó en la idea de una tecnología vencedora cuyos agentes –voluntaria o involuntariamente– intentan perpetuar; el llamado *Lock in* o cierre tecnológico una vez que se complementa con

²²⁹ HUGHES, Thomas (1993) *Networks of power: electrification in Western society, 1880-1930*, Baltimore, John Hopkins University Press; HUGHES, Thomas (1987) “The Evolution of Large technological Systems”, 51-82, en: BIJKER, HUGHES and PINCH *The Social Construction of Technological Systems*, Mass., MIT Press.

²³⁰ HUGHES (1987:76-77).

estrechas interconexiones de los distintos actores sociales implicados, genera un Complejo Tecno-Institucional (CTI)²³¹.

Pero hay movimiento y las tecnologías se reconvierten o reinventan continuamente, incluso a veces modificando los CTIs a través de la innovación²³². Esta es parte de la revisión de David Edgerton cuando propone su “Tesis 7: La difusión de una técnica no es una medida absoluta de su importancia; se deben tener en cuenta las técnicas alternativas”²³³. En esta línea argumentativa se busca fomentar la mirada del conjunto de las técnicas capaces de resolver problemas similares y no sólo mantener atención sobre las tecnologías ganadoras, pues las técnicas en uso no han quedado obsoletas sólo por el hecho de que exista una nueva hegemonía. Pero además Edgerton contribuye con un contraargumento empírico cuya riqueza se debe explotar: no siempre la tecnología utilizada es la más económica. Y se puede ir más allá: ni todo es racional ni existe una racionalidad única²³⁴.

Esto se acopla perfectamente con la óptica de Basalla, en tanto no existiría una teoría general de la innovación tecnológica que incluyese un número suficiente de los factores que influyen en la aparición de una novedad. La complejidad de este componente requiere combinar “la irracionalidad de lo lúdico y fantástico, la racionalidad de lo científico, el materialismo de lo económico y la diversidad de lo social y cultural”²³⁵.

* * *

Como se ve, una parte significativa del interés investigativo por la evolución de la tecnología debe atender a los pasos de la innovación, el descarte y la duración intermitente de los objetos. Por lo tanto, se debe conocer y analizar críticamente (esto es, sin naturalizar los significados) el marco ideológico y distinguir las herramientas que utilizan los actores sociales para efectuar la

²³¹ UNRUH (2000); UNRUH, Gregory (2002) “Escaping carbon lock-in”, *Energy Policy*, 30, 4, 317-325; UNRUH, Gregory and CARRILLO-HERMOSILLA, Javier (2006) “Globalizing Carbon Lock-in”, *Energy Policy*, 34, 10, 1185-1197.

²³² EDGERTON, David (2004) “De la innovación al uso: diez tesis eclécticas sobre la historiografía de las técnicas”, *Quaderns d’ Història de l’ Enginyeria*, VI, 1-23; EDGERTON, David (2010) “Innovation, Technology, or History What is the Historiography of Technology About?”, *Technology and Culture*, 51, 3, 680-697; EDGERTON, David (2007) *Innovación y tradición: historia de la tecnología moderna*, Barcelona, Editorial Crítica.

²³³ EDGERTON (2004:16).

²³⁴ SAATY, Thomas L. (1990) *Decision Making for Leaders: The Analytic Hierarchy Process for Decisions in a Complex World*, Pittsburgh, RWS Publications.

²³⁵ BASALLA (2011:166).

comparación y análisis de alternativas. Esto se traduce y verifica en las construcciones culturales que intentan objetivar criterios y, por tanto, saberes y valores sociales. Desde esta perspectiva resulta pertinente postular a un análisis interpretativo en busca de significaciones²³⁶, pues son las bases de los argumentos que se utilizan, entregando una clave de operaciones en el ámbito de las prácticas culturales.

La ideología podría entenderse entonces como la configuración de una propuesta programática del comportamiento humano y la reducción de la contingencia; ello quedaría instituido como una condición universal de la especie. Luego, las formas en que las grupalidades humanas sostienen aquellas respuestas a la contingencia es lo que ha venido a concebirse como cultura, o sea, el modo de cultivar y reproducir una cosmovisión, una concepción ontológica o una despolemización de lo que se entiende por realidad²³⁷.

Se combinará todo ello con las características y circunstancias de un ambiente dotado de naturfactos cuya caracterización almacena información que puede ser decodificada y reconfigurada en artefactos y, luego, constituir sistemas tecnosomáticos²³⁸.

La complejidad del proceso desarrolla, porque requiere, mecanismos de memoria (esto es acción físico-química en la biología humana) que operan en la selectividad de los elementos programático-técnicos que alimentan y refiguran la producción y recreación de identidades con capacidad de operar una sociabilidad. El aprendizaje vernáculo se patrimonializa y se cristalizan prácticas culturales²³⁹. El encuadre ideológico se vuelve (una) realidad.

1.7.1 La Evolución de la Tecnología: Continuidad, Novedad y Selección.

Para intentar abordar el asunto de la evolución tecnológica es necesario acudir a la historia de la técnica para comprender los cambios en el mundo material analizando la invención, la reproducción y el descarte artefactual, en tanto se trata de distintos aspectos del mismo fenómeno.

²³⁶ GEERTZ (2003).

²³⁷ BUTLER, Judith (2009) *Vida precaria. El poder del duelo y la violencia*, Buenos Aires, Paidós.

²³⁸ RICHARDSON (2010).

²³⁹ DE CERTEAU, Michel (2010) *La invención de lo cotidiano*, México, Universidad Iberoamericana.

El modelo teórico de George Basalla entrega una explicación evolutiva del cambio tecnológico, pero sin que ello signifique una perspectiva mecánica del darwinismo y la evolución, tal como lo señala el propio autor a lo largo de su exposición para terminar concluyendo que en vez de afincarse en la idea ilusoria del progreso tecnológico se debe valorar la diversidad, la fertilidad de la imaginación y el parentesco de los objetos surgido de las variaciones que de ellos se hace. En este esquema los artefactos son la unidad fundamental para el estudio de la tecnología y se pueden analizar según diversidad, dado el gran número de artefactos que ha inventado el ser humano, según necesidad, lo que se relaciona con el impulso humano por la invención, o según evolución tecnológica, esto es por la aparición y selección de nuevos artefactos.

Según esto existen tres grandes procesos: Continuidad, Novedad y Selección. La Continuidad se explica por la existencia de los artefactos anteriores (y los naturfactos en el caso de las primeras herramientas), las teorías que los sustentan, la capacidad del ingenio de su época y, en la misma medida, las fantasías existentes.

Ilustración 6. Modelo de Evolución de la Tecnología de George Basalla.



Fuente: Elaboración propia.

En oposición a la Continuidad se presenta la Novedad. Aquí la imaginación tiene un rol activo y central, pero va acompañada por las circunstancias socio-económicas, el ambiente cultural, los mecanismos de difusión de la tecnología y los avances de la ciencia.

Pero la dicotomía Continuidad-Novedad no articula una síntesis que supere a estas dos en tanto no se trata de etapas ni circunstancias, sino de estados vinculados del proceso creativo que son articulados por la selección y los valores sociales que la determinan. Los dos grandes movilizados de la selección tecnológica serían los factores económicos y militares, especialmente por las limitaciones que suelen imponer, y los factores sociales y culturales que se pueden puntualizar en las formas de organización social, el ejercicio del poder, las novedades, las modas, el descarte, la extinción y el carácter ramificado de las alternativas técnicas, lo que Bertrand Gille concibió como líneas técnicas²⁴⁰.

A estos efectos, comprender el fenómeno de la Continuidad y Discontinuidad tecnológica es un paso necesario. Nos conduce a la pesquisa de antecedentes artefactuales del invento que nos interesa, observando sus requisitos funcionales con sus transferencias que podrían traspasar, o no, las fronteras tecnológicas establecidas²⁴¹. Esto, en un diálogo a veces armónico y otras veces áspero con la discontinuidad, donde tiene cabida la innovación radical, el paso del uso de una clase de objetos a otra y donde podríamos situar el área del Descarte y Extinción artefactual. La discontinuidad nacida de la Novedad.

De un modo amplio podemos entender que el comportamiento social en el ámbito económico ha conformado los mercados. Las tendencias, modas y configuraciones que se desarrollen en este escenario social generarán incentivos, regulaciones y ofertas, además de la demanda del mercado y su relación con la escasez de trabajo para los intercambios económicos y las interacciones de los mercados²⁴². La novedad tecnológica, aunque influida por estos elementos, no puede entenderse ni explicarse exclusivamente por ellos. Es más, la investigación histórica de la filosofía política de Giorgio Agamben nos muestra que el concepto de Economía ha sido cooptado por la crematística, teniendo su origen y proceso histórico una perspectiva

²⁴⁰ GILLE (1999).

²⁴¹ BASALLA (2011:177).

²⁴² BASALLA (2011:131).

muchísimo más amplia que ha de ser considerada en la heurística de la investigación como un elemento cultural relevante²⁴³.

La perspectiva de la evolución tecnológica nos aporta todavía más factores vinculables al cambio tecnológico. La industria militar es uno más. La necesidad militar obedece a unos cánones distintos de la viabilidad comercial y sus tiempos, requerimientos y respuestas son otros. Y aunque no parece posible probar que dicha necesidad haya sido responsable del origen de la industria moderna, su acción ha sido factor decisivo en ciertas circunstancias para el proceso de selección tecnológica.

La necesidad militar debe ser ponderada en el conjunto de los demás factores, por cuanto existe evidencia que aún el poderío del ingenio militar encuentra serios rivales en el ámbito de los factores sociales y culturales.

La evolución de la tecnología es afectada por el proceso de Selección que alterna entre la Continuidad y la Novedad. Basalla nos muestra cómo un enfoque explicativo de ello se inclinó por la voluntad humana, situándola como centro de gravedad de su teoría, acometiendo a la pregunta de quién controla la sociedad, mientras que un enfoque diferente comienza por la pregunta: ¿Qué rige a la sociedad? habiendo algunos llegando a proponer que sería la Tecnología Autónoma²⁴⁴. Al respecto, la respuesta no resulta satisfactoria pues se ha visto que la concepción de relaciones entre factores que tienen una vinculación unidireccional omite la influencia que recibe lo soberano de lo subordinado.

En el modelo teórico de evolución de la tecnología se ha enunciado la relevancia del proceso de Selección, guiado por los valores sociales predominantes en un cierto grupo social, e indicado que uno de sus factores es el Descarte y Extinción. Aún más, Basalla opina que:

“La Historia de la tecnología se escribiría de forma muy diferente si, en vez de centrarnos en las innovaciones ‘ganadoras’ perpetuadas por la selección y reproducción

²⁴³ AGAMBEN (2008).

²⁴⁴ BASALLA (2011:248).

tuviésemos que realizar una búsqueda diligente de alternativas viables a estas innovaciones.²⁴⁵

Una descripción debe intentar revelar quién, cuándo y cómo ocurrió la toma de decisiones; la explicación que se busca es por qué se decide en favor de un artefacto u otro. Por lo tanto, uno de los aspectos en el que se debe ahondar es en el de las mentalidades que subyacen a los criterios de calidad que se le exige cumplir a las tecnologías.

1.7.1.1 Descarte artefactual y duración intermitente

La idea de la selección natural y sus proyecciones acerca de la sobrevivencia del individuo más adaptativo y del más fuerte se encuentran tan instaladas en el imaginario colectivo que han colonizado el pensamiento occidental moderno de manera incompensable. En el área de la tecnología los objetos adaptativos o los más fuertes son aquellos denominados eficientes y la confusión llega a tal punto que algunos historiadores no son capaces de interpretar un hecho, sino que atribuyen directamente la explicación de la desaparición de un artefacto a su reemplazo producto de una invención percibida como eficiente.

El descarte artefactual expone explicaciones para la obsolescencia de las herramientas que no se limitan al resultado inmediato de la elección de una mejor alternativa, sino que concibe la posibilidad de que un objeto pueda ponerse en conflicto con valores sociales y culturales.

Parte de las limitaciones por alcance de la cultura occidental es su simbiosis con una doctrina del progreso que fomenta la innovación. Este cierre ideológico ha elaborado narrativas reiteradas, a través de la ciencia ficción, acerca de diversos tipos de cataclismos capaces de neutralizar las tecnologías de una civilización completa. Sin embargo, la evolución tecnológica no registra episodios de este tipo ni de esa magnitud²⁴⁶.

El descarte artefactual demuestra que en una lectura cultural los significados que tienen los objetos no necesariamente están acoplados a las consideraciones prácticas. Una consecuencia

²⁴⁵ BASALLA (2011:247).

²⁴⁶ BASALLA (2011:228-229).

de ello es que las variaciones culturales y la resignificación de los valores sociales pueden reconsiderar objetos que ya han sido descartados. Este rasgo del descarte artefactual es lo que llamamos duración intermitente.

No puede haber duración intermitente sin descarte artefactual, aunque si es posible que se desconozca la duración intermitente de un objeto porque una cultura inventa por segunda o tercera vez la misma cosa. La historia de la tecnología dispone de un amplio repertorio de casos para demostrarlo. Por ejemplo, la rueda fue inventada 4.000 A.C. y utilizada entre Persia y el río Rin, mil años después aparece en la India, en Egipto y China dos mil años después. En América las primeras evidencias de ruedas datan del siglo IV D.C.²⁴⁷. La rueda era conocida por los mexicas, pero no llegaron a utilizarla para el transporte, probablemente por las exigencias que conlleva la construcción de caminos para utilizarla.

A la lista se pueden sumar las locomotoras a vapor descartadas en occidente y reimplantadas en China, el resurgimiento del horno a leña, los artefactos de calefacción solar y la sorprendente historia del fusil en Japón, donde cayó en desuso en el siglo XVII para ser reintroducido en el siglo XIX. Otro ejemplo a sumar a esta lista es la desalación de agua con energía solar.

También se puede agregar a la complejidad del problema ambiental una apreciación histórica, como la que suministra Lynn White Jr., aludiendo al fenómeno de contaminación atmosférica en Londres en el año 1.285 o la extinción de especies en el siglo XVII o la introducción de especies en Inglaterra desde el siglo XII, para controlar la presencia de otras especies introducidas²⁴⁸. White Jr. circunda el campo ideológico concentrando su atención en la concepción religiosa del mundo occidental y la visión cristiana como factor sustancial para la regulación de la relación humanidad, naturaleza y ecología. En este análisis no deja de ser interesante una interpretación del discurso de San Francisco de Asís como una eventual manifestación de protección al entorno dada una potencial crisis ecológica, aún cuando también caben lecturas de orden sincrético dado un cierto intercambio filosófico de diferentes religiones.

²⁴⁷ BASALLA (2011:21-22).

²⁴⁸ WHITE Jr, Lynn (1967) "The Historical Roots of Our Ecologic Crisis", *Science*, 155(3767), 1203-1207; WHITE Jr, Lynn (1964) *Medieval Technology and Social Change*, Oxford, Oxford University Press, 194.

En cada uno de estos casos incidieron distintos tipos de actores sociales quienes por ser portadores de un cierto universo de significados actuaron en consonancia con sus convicciones. No obstante, el tipo de actor social siempre varía de una situación a otra y de una época a otra, en mayor o menor medida, una tipología de sujeto se asocia directamente a la invención y uso de los objetos y cuya subjetividad es necesario comprender como parte de la investigación acerca del descarte e intermitencia de las tecnologías. En el tiempo actual de la cultura occidental, desde el siglo XIX, el ingeniero es la identidad social que encarna la autoridad de la relación de la comunidad con sus artefactos.

1.7.2 Cultura ingenieril. El modo en que se organizan las ideas

Las descripciones de la ingeniería han tocado una variedad de aspectos que discurren acerca de la formación, las agrupaciones, sus medios de comunicación, circulación de sus ideas, prestigio y vínculos sociales y, fundamentalmente, acerca de sus logros; por lo tanto se requiere una descripción densa de las tendencias de las mentalidades que subyacen en los criterios de selección técnica en el ambiente ingenieril.

La composición o entramado de los criterios es un núcleo de interés en tanto es la expresión de una fórmula ideológica que intenta eximir del requerimiento argumentativo que se le demanda a cualquier proposición discursiva con injerencia en el ámbito organizativo de la vida social.

Los criterios de selección son piezas de argumentos cuya presentación implica una simpleza aparente en la que no se devela la capacidad vinculante que se contiene en su enunciación. En palabras de Jorge Larraín²⁴⁹ se trata de conceptos que buscan despolemizar los aspectos políticos que subyacen a la determinación y el orden que se impone luego que se han descartado las demás opciones.

Los criterios de selección constituyen la conceptualización básica de los significados de los grupos sociales promotores y administradores de objetos y, por lo tanto, condicionantes del desarrollo protésico de la humanidad, en los términos de Ingold que ya se han mencionado

²⁴⁹ LARRAÍN (2010:169).

anteriormente: donde la herramienta tiene su historia, la mano tiene sus gestos²⁵⁰. Esta visión requiere la resignificación de los objetos, pues ellos no serían verdaderamente producto de los atributos que se les asignan, sino que son el resultado de las narrativas que hacemos de ellos.

Estas narraciones se sustentan en aquellas pequeñas piezas preargumentales que son los criterios de selección. Son estas partículas discursivas las que urden y alojan la sustancia de la ideología de la que son portadoras.

La designación de un criterio de selección implica, probablemente, un acto de fe, pero también la expresión de un deseo y la búsqueda de la concreción de una utopía.

Al describir el proceso de selección tecnológica, verificar las situaciones de descarte artefactual y constatar el fenómeno de duración intermitente, por supuesto que se necesita conocer las mentalidades que promovieron el destino de unos y otros objetos.

En este campo todas las ideas y sus historias son vistas como racionalidades y no existe ninguna opción evidente a priori ni hay linealidad argüible que se apropie de una supuesta lógica comprobada. Juegan, en cambio, importantes roles las dimensiones humanas que ponen de manifiesto tanto las bondades como las miserias y se presume que en el fetichismo de los objetos subyacen las facultades que movilizan a los seres humanos transitados por el eros y el tánatos.

Por otra parte, proponer al gremio de ingenieros con si fuera una comunidad debe ser demostrado a través del conocimiento de sus mecanismos de membresía, normas y valores de pertenencia y elementos que puedan distinguir una identidad. Con todo ello, un aspecto significativo de la consistencia corporativa de esta comunidad es su lenguaje y los significados compartidos²⁵¹.

Un requisito imprescindible es visualizar las relaciones de los ingenieros con las autoridades, los inversionistas, operarios y otras comunidades de intereses. Se trata de vincular sus

²⁵⁰ INGOLD (2011).

²⁵¹ GEERTZ (2003).

trayectorias laborales con las distintas fuentes que podrían haber injertado elementos de análisis o criterios de decisión en sus procedimientos, al mismo tiempo, que la propia normativa valórica del gremio coacciona los alcances de estas interacciones.

De esta manera es que se ha de explorar la dimensión subjetiva de los significados que operaron en el ambiente cultural ingenieril que propuso y permitió que las herramientas industriales que utilizaban la energía solar directa se convirtieran en objetos de descarte en el siglo XIX.

1.8 Conclusiones del Capítulo 1

La influencia del Reino Unido a través de la ingeniería refuerza la idea de su presencia y accionar como Imperio Informal en Chile, aunque esto debe ser revisado en tanto el uso de la fuerza como medio de coacción parece haber estado presente de un modo menos sutil que lo que el concepto de Imperio Informal asimila²⁵².

Los antecedentes revelan que las ingenierías militar y civil coparon importantes áreas del desarrollo económico del país y ello coincide con la apreciación de Buchanan; sin embargo, el cuadro debe ser complementado con el análisis del comportamiento y ética de este personal técnico, cuya participación en una amplia gama de hechos de la historia de Chile colabora en la comprensión del marco histórico cultural en que se inscribieron y, a su vez, intervinieron. La reunión de las informaciones de una revista como *Engineering* y la promoción de las acciones de ingenieros a través de sus obituarios se corresponden con la difusión de una óptica orientada a la conservación del *statu quo*.

Reunidas todas estas secuelas, según se desprende de las definiciones de la ICE, el planteamiento de base que aglutinaba a los ingenieros explicitaba la dicotomía naturaleza-cultura y declaró la aspiración a la dominación de la naturaleza, asumiendo que el ser humano tenía una posición superior en el árbol de vida y que, por ello, debía desarrollar instrumentos

²⁵² ARELLANO y ROCA-ROSELL (2013).

para implementar el plan divino de sometimiento de toda la creación a la voluntad humana. La energía del modelo ideológico proviene de la idea de Progreso, tan querido para el proyecto modernizador y enlazado con la concepción teológica de la economía²⁵³.

En esa misma línea, es posible visualizar el enlace entre las instituciones y las definiciones con las que operaban los actores sociales. Esto permite reconocer algunos factores que habrían incidido en la selección tecnológica y el descarte artefactual de tecnologías de la energía solar en el siglo XIX. No es de extrañar que en 1914 un escéptico escribiera una carta al director de *Engineering* para ironizar acerca de la imposibilidad de usar la abundante energía solar que Sir Oliver Lodge había calculado²⁵⁴. Una situación como esa deja en evidencia la desafección que tenía el discurso oficial de la ingeniería británica con fuentes energéticas que no participaran de la cadena productiva extracción primaria-combustible-maquinaria-producto; esto fue tan evidente e instalado en el imaginario colectivo que no suponía al menos una argumentación que lo validara, pues el uso de energía solar no tenía lugar ni siquiera en el plano de lo anecdótico. Simplemente el caso de Las Salinas fue silenciado en la memoria.

A este contexto desfavorable para los artefactos solares se debe sumar la incógnita acerca de la relación entre las ideas de la ingeniería británica con la ingeniería local chilena y sus propios técnicos. También se agregará la pregunta por el desempeño e influencia de las ingenierías de otros países del mundo presentes en Chile y Sudamérica en general. En el mundo de la República de las letras, esto es, en el universo de significados circulantes en el ámbito ingenieril, el cultivo de la experimentación con energía solar fue disminuyendo, maginalizándose y omitiéndose durante el primer tercio del siglo XX.

En otro foco de análisis, ya entrado el siglo XXI, el fenómeno de la desalación de agua a escala industrial continúa siendo un asunto de interés general y la selección de tecnologías ad-hoc mantiene controversias. Todo ello hace que este tópico sea un tema de investigación en el que se requiere profundizar e incorporar elementos de análisis, más aún considerando la reedición de las técnicas solares a lo largo del siglo XX, es decir, su duración intermitente²⁵⁵.

²⁵³ AGAMBEN (2008). En cuanto a la relación Naturaleza-Cultura ver: DESCOLA y PALLSON (2001).

²⁵⁴ SCEPTIC, “Energy from the sun”, *Engineering*, 11 de abril de 1914, publicada el 17 de abril de 1914, 535.

²⁵⁵ ARELLANO (2011).

En definitiva, la revisión de las ideas de los actores sociales implicados en la ingeniería durante el tiempo del imperio informal británico da cuenta de un proceso que se corresponde con el modelo de Basalla para la comprensión de la Evolución de la Tecnología, describiendo el proceso de selección que media entre la innovación y la continuidad tecnológica.

El descarte artefactual es un fenómeno complejo que requiere de la contribución de varias disciplinas para abordar sus distintas facetas y que no puede ser segmentado de los otros elementos del proceso evolutivo de la tecnología porque, a pesar de su relevancia, no se le deben atribuir propiedades explicativas por sí solo ni eximirle de la interacción con los demás factores, pues en definitiva es la expresión de acontecimientos y estructuras histórico-culturales.

Comprender el descarte artefactual requiere sostener un análisis que combine el estudio de los elementos estructurales de una sociedad enlazado con la interpretación de los significados sociales que se expresan en prácticas culturales.

La descripción densa del descarte artefactual es exigente en virtud de la necesidad de indagar en un amplio grupo de esferas sociales que se involucran en el encadenamiento de criterios de selección de los artefactos y, por lo tanto, el descarte de otros basándose en una adscripción ideológica que demarca los límites de lo aceptable, connota las características de lo lógico y sanciona los usos permitidos en la cultura de los objetos.

Un sistema técnico es un dispositivo de alta complejidad que agrega elementos sociales y comprende la tecnología como un fenómeno cultural que ha llegado a representarse en un objeto; esto permite analizar el objeto aisladamente y comprenderlo como dispositivo de un linaje objetual –que por supuesto es indesligable de la imaginación- posible de emparentar con otros objetos y, por lo tanto, ser descrito como una línea evolutiva, en los términos fractálicos y caóticos que propone George Basalla, donde es posible la duración intermitente.

Si bien el modelo de George Basalla contribuye a la selección teórica de elementos analíticos que permiten comprender la operatoria de los procesos de selección técnica, la cuestión del descarte ha sido una materia de escaso tratamiento historiográfico. En este sentido se aprecia

como necesaria una profundización en la historia de las ideas que se vincularon con las actuaciones de los sujetos en su contexto.

2 LAS EXPERIENCIAS PIONERAS DE LA DESALACIÓN SOLAR

Resulta oportuno explicitar que este capítulo comenzó por ser simplemente el estudio del caso de la desaladora ubicada en Estación Las Salinas y que fuera construida en 1872. Sin embargo, en el último tramo del proceso de producción de datos el hallazgo de documentación relevante comprobó la existencia de otros dos emprendimientos que han sido escasamente descritos, por lo que el caso principal es el de Salinas, acompañado por los de Sierra Gorda y Oficina Domeyko, tal como se describe a continuación.

2.1 Plantas industriales de desalación solar

De acuerdo con los antecedentes disponibles, la industria de la desalación solar ha sido documentada en escasas ocasiones a lo largo de los últimos ciento cuarenta años. Hasta ahora el referente de este campo es el manual de destilación solar de agua salina del Battelle Memorial Institute del 30 de enero de 1970, donde se reseñan las actividades piloto o comercial de más de 40 experiencias en 22 países alrededor del mundo entre 1872 y 1968²⁵⁶. Es el documento más exhaustivo en la materia y, en realidad, probablemente el único con la precisión que allí se exhibe.

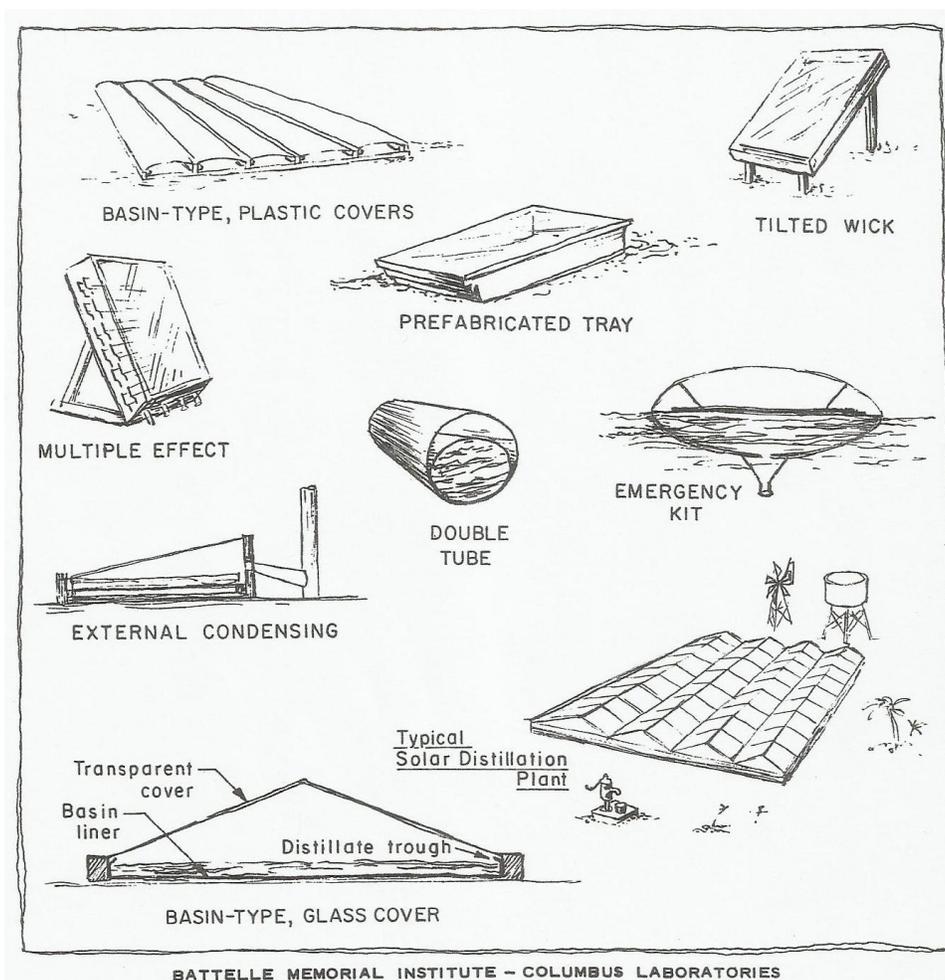
Este manual fue preparado bajo el auspicio de la Oficina de Agua Salina del Departamento de Interior del gobierno de los Estados Unidos de América. Se considera un tratado acerca del estado del arte en desalación solar. Su objetivo era asistir el diseño práctico de esta técnica, orientando a los planificadores del suministro de agua acerca de las potencialidades de la desalación solar.

La atención del documento se centra en las características de los diseños de las distintas plantas desaladoras que se registraron: dimensiones, características materiales, efectos de las variables de productividad, etc., pero sin descuidar por ello los elementos de orden histórico y/o social con los cuales podía estar asociada la experiencia descrita.

²⁵⁶ TALBERT, EIBLING, LOF, WONG & SIEDER (1970).

Se calcularon las superficies y volúmenes de producción, parciales y mundiales, además de establecer los índices de costos por inversión y productividad. Las descripciones también incluyen una tipología de los diseños de los artefactos de destilación de agua salada, como se aprecia en la siguiente ilustración:

Ilustración 7. Familia de destiladores solares.

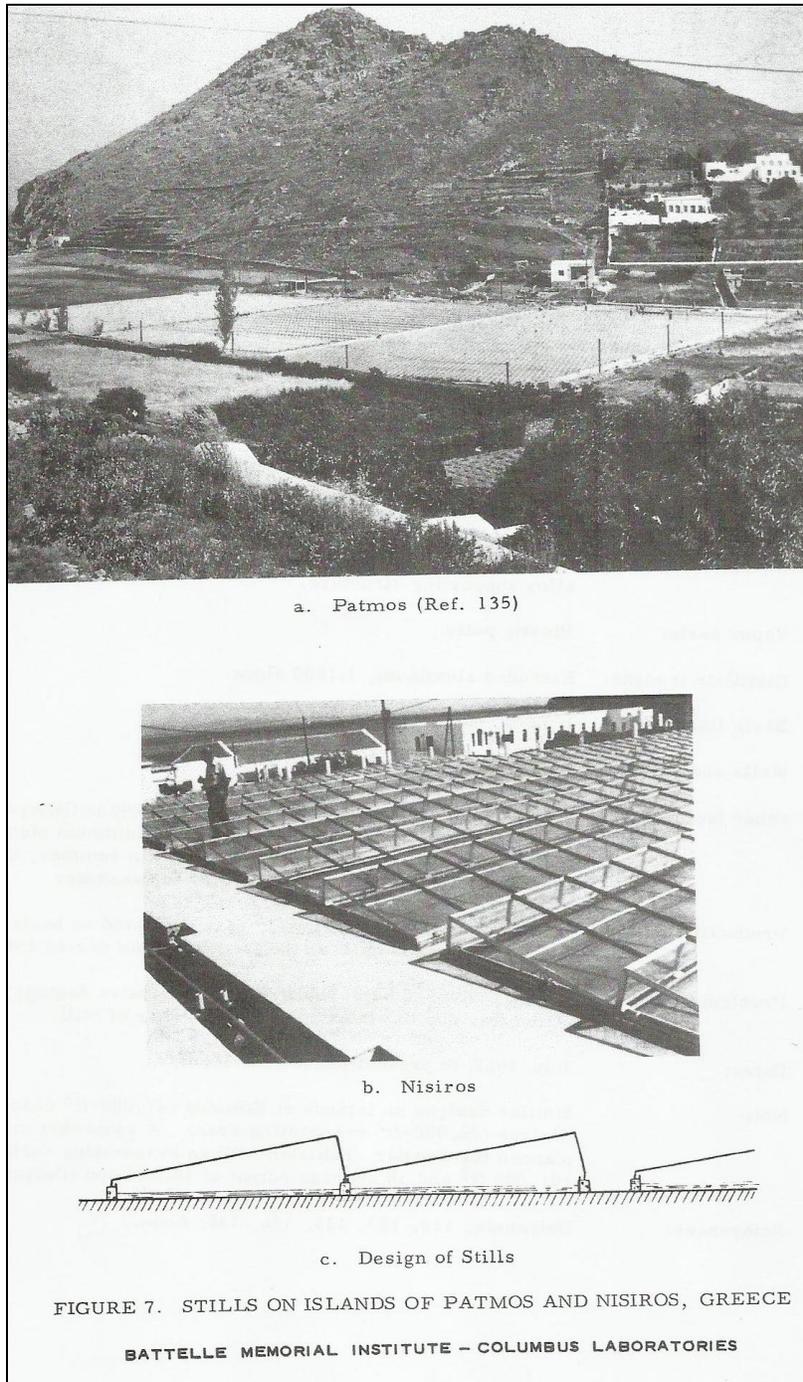


Fuente: *Manual on Solar distillation of Saline Water* (Talbert et al., 1970:2)

Como es de esperar en el manual figura la planta desaladora de Las Salinas, primera de todas y que, habiendo sido construida en 1872 en el desierto de Atacama, cien años después seguía ocupando el segundo lugar en capacidad productiva. Este informe vino a compensar la

omisión de que había sido objeto la desalación solar durante el siglo XX, tal como ocurrió en el manual de desalación de agua del F. Normandy²⁵⁷.

Ilustración 8. Planta desaladora solar de la isla de Patmos, Grecia.

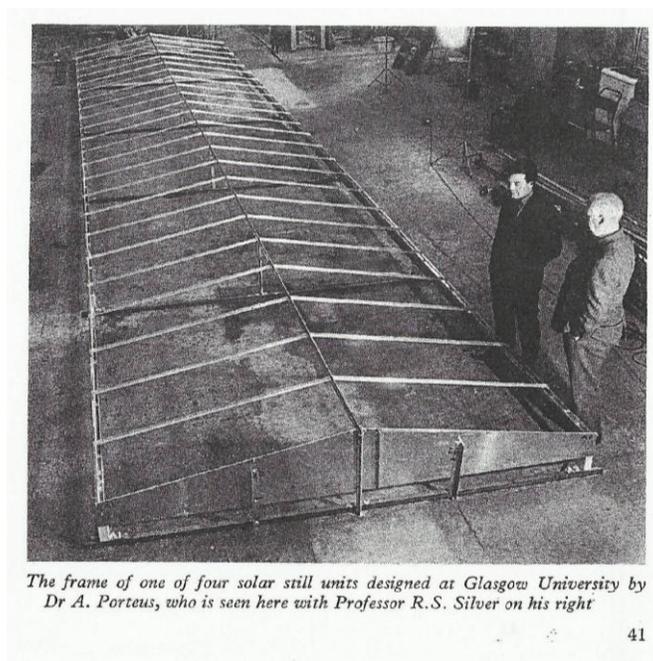


Fuente: *Manual on Solar distillation of Saline Water* (Talbert et al., 1970:39)

²⁵⁷ NORMANDY, Frank (1909) *A practical manual on sea water distillation*, London, Charles Griffin and Co.

Sin embargo, y a pesar de su magnífica investigación, en el manual no se consignan antecedentes tales como la construcción de plantas desaladoras solares para el suministro de agua a las tropas francesas instaladas en el sur de Túnez. Su construcción habría comenzado en 1927, en 1929 se iniciaron las operaciones en la ciudad de Ben Garden y en marzo de 1930 en la ciudad de Fort-Saint²⁵⁸. A ello se puede agregar que Talbert, Eibling, Lof, Wong, y Sieder no aludieron a ciertas investigaciones como las desarrolladas en el Reino Unido por la Universidad de Glasgow (ilustración N° 9)²⁵⁹.

Ilustración 9. Destiladores en la Universidad de Glasgow



Fuente: *Desalination and its role in water supply* (R.S. Silver, 1970:41)

Por lo demás y, dado que no es un tema de interés para los autores del manual, tampoco se encuentran alusiones directas a la circulación de ideas o los modos en que a lo largo de cien años estas invenciones pudieron divulgarse y socializarse en el mundo.

²⁵⁸ BENJEMAA, Fethi, HOUCINE, Imed, CHAHBANI, Mohamed (1998) “Desalination in Tunisia: Past experience and future prospects”, *Desalination*, 116, 2-3, 123-134.

²⁵⁹ SILVER, R. S. (1970) *Desalination and its role in water supply / text by The United Kingdom Atomic Energy Authority*, London, British information Services by the Central Office of Information.

En lo que respecta a la experiencia de Las Salinas se publicaron los antecedentes que eran conocidos en ese momento, reconociéndose que era la pionera atribuyéndole la más larga duración y el segundo lugar en capacidad de producción diaria, apreciaciones que a continuación se revisarán, discutirán y –en los últimos dos aspectos- rebatirán.

En la búsqueda de evidencia acerca de los inicios industriales de las técnicas de desalación se ha revisado la información aportada por Antonio Estevan, quien consignó: “el primer antecedente moderno de desalación de agua marina por energía solar a una escala significativa tuvo lugar en 1869 en la guarnición militar británica del puerto de Adén”²⁶⁰. Se trata de Yemen, en el Mar Rojo. Desde luego resulta interesante considerar las características biofísicas y climáticas similares de este sitio con el desierto de Atacama, tanto como la presencia británica en ambas locaciones. Pero, no obstante ello, Estevan no nos ha dejado referencia o una fuente a la que haya podido recurrir para obtener esta información, así como tampoco menciona una eventual conexión entre la planta de Adén y Las Salinas, por lo que en la presente investigación se le ha considerado un dato meramente especulativo. Un indicio que tiende a devaluar la información de Estevan proviene de otro investigador, Roy Popkin, quien sostuvo una versión diferente, pues estableció que el mérito del destilador de Adén era ser el primero en tierra firme, aunque utilizando carbón como combustible, por lo que no se trataría de un artefacto solar, sino uno de hidrocarburos. El artefacto de Las Salinas, hasta ahora, seguiría siendo el primero de su especie, aunque no el único de su época.

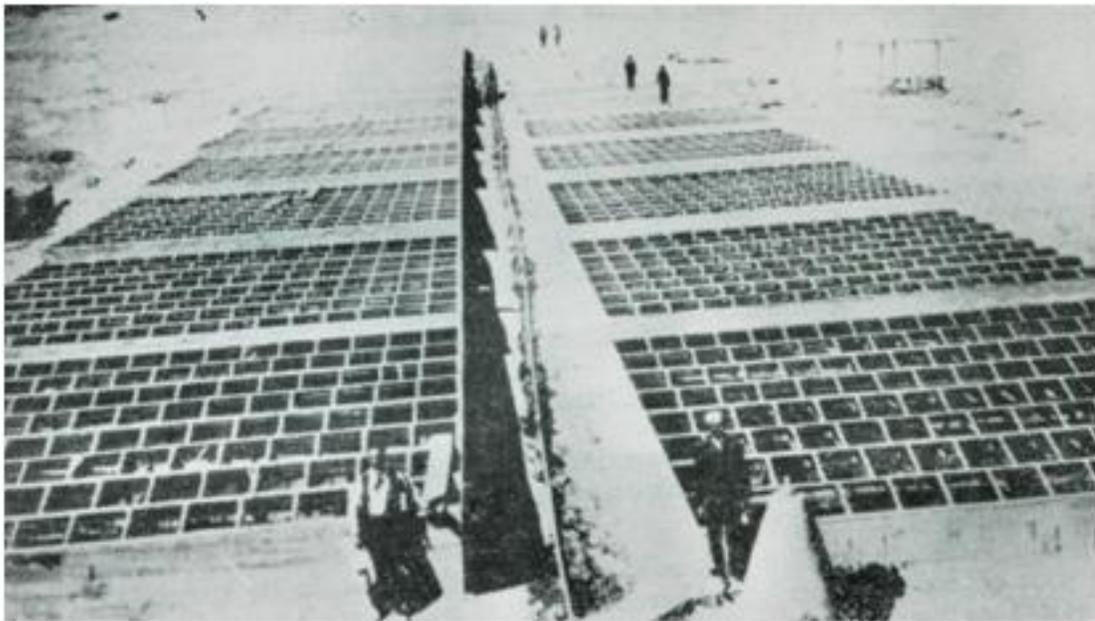
Con el estudio detallado de los antecedentes que han circulado durante 130 años (1883-2013) se han sentado las bases para una relectura de los acontecimientos pues, además de Estación Las Salinas también se han encontrado testimonios de la existencia de desaladoras solares en otros puntos del desierto de Atacama: operando en 1883 en Sierra Gorda, 50 kilómetros al oriente de Las Salinas, y en Oficina Domeyko –posteriormente llamada Oficina Carrera- construida en 1907²⁶¹.

²⁶⁰ ESTEVAN (2008:33).

²⁶¹ VALDÉS, Samuel (1886) *Informe sobre el estudio minero i agrícola de la rejion comprendida entre el paralelo 23 y la laguna de Ascotán presentado al Ministerio de Lo Interior* (sic), Santiago de Chile, Imprenta Nacional; MUÑOZ, Santiago (1894) *Jeografía descriptiva de las provincias de Atacama i Antofagasta*, Santiago de Chile, Imprenta Gutemberg.

La primera novedad ocurre con respecto a la confusión de las industrias solares de Las Salinas con Oficina Domeyko. Considérese que la descripción de Harding es clara en señalar que se trata de 64 destiladores. Pero al observar la fotografía (ilustración N° 10) esta cifra resulta difícil de contabilizar. Si cada batea fuese considerada un destilador, según aparece en el diagrama dibujado por Josiah, en una fracción del terreno que aparece en la imagen estaría toda la planta.

Ilustración 10. Imagen de Of. Domeyko difundida como desaladora solar de Las Salinas.



Fuente: Delyannis, 2003:8.

Por ello es posible pensar en cada destilador como una línea de las 16 bateas que aparecen en la fotografía. En esta segunda posibilidad, la instalación completa estaría constituida con la mitad de la superficie que se aprecia en la imagen pues cada 8 líneas de bateas se conforma un cuadrante y habiendo ocho de estos, se completarían los 64 estipulados por Harding.

Al respecto, dos hipótesis parecían plausibles: la primera era que la fotografía -que puso en circulación María Telkes- es de una época distinta del momento en que Harding pasó por la

zona. Por lo tanto, la industria destiladora pudo haber modificado sus dimensiones en el antes o el después de 1872-1883.

La única versión en contrario a que la imagen sea de la desaladora de Salinas la aportó Patricio Espejo Leupin, quien con tres argumentos asegura que la fotografía debió haber sido tomada en Oficina Domeyko, Salitrera El Boquete, sector de Aguas Blancas²⁶².

El testimonio de Espejo incluye una visita a terreno al lugar donde pudo apreciar las huellas de las bateas destiladoras donde no habría restos, entre otros factores, porque posteriormente se instaló allí un terraplén para el ferrocarril. En su opinión el perfil del horizonte, que se puede apreciar en la fotografía es idéntico al del sector de oficina Domeyko.

El testimonio de este geólogo integra un segundo dato, esta vez documental: la imagen difundida como Las Salinas, de Charles Wilson, en realidad habría sido publicada por *The Illustrated London News* acompañando la noticia que The Boquete Nitrate Company era su constructora. Agrega Espejo que: “Esta es la Compañía Salitrera El Boquete, dueña de las oficinas "Domeyko" y "Pissis" que se construyeron en 1907.”²⁶³.

Este dato es rematado por un hallazgo documental todavía de mayor impacto:

“Pero yo tengo otra corroboración, y es que tengo un álbum que era de un ingeniero de Turingia que trabajó en la construcción de las dos oficinas en 1906-1908, en que aparece la construcción de esta planta, fechada por el alemán en 1907. No son la misma "toma", pero es exactamente el mismo lugar, paisaje incluido, y fueron tomadas en la misma oportunidad pues aparecen hasta los mismos personajes de la foto de la *Illustrated London News*.”²⁶⁴.

La documentación merece un tratamiento adecuado y una exploración detenida, pues las implicancias para efectos de la desalación solar a escala industrial son notables, en tanto

²⁶² Patricio Espejo Leupin, comunicación personal, 16 y 17 de enero de 2014.

²⁶³ Patricio Espejo Leupin, comunicación personal, 16 de enero de 2014. Archivo personal de Patricio Espejo Leupin, visto el 31 de mayo de 2014, Santiago de Chile.

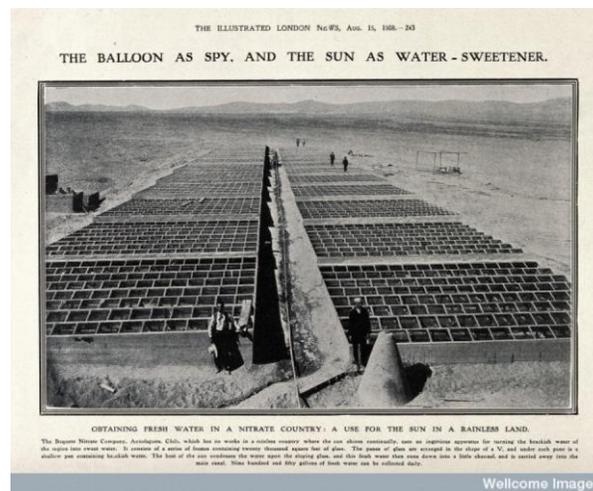
²⁶⁴ Patricio Espejo, comunicación personal, 31 de mayo de 2014, Santiago de Chile.

después de 70 años de convicción de la existencia de un solo sistema de desalación en la fase de expansión del ciclo salitrero se estaría comprobando la construcción y operación de una segunda planta desaladora solar, muy probablemente financiada con capitales británicos.

No obstante el análisis cuidadoso que requiere esto, otra fuente está disponible en la Biblioteca del Congreso de los Estados Unidos. El domingo 18 de octubre de 1908, al final de la página 8 se publicó en el *New York Daily Tribune*, exactamente la misma imagen que en *The Illustrated London News*, el 15 de agosto de 1908.

En ambos periódicos anglosajones, a un lado y otro del Océano Atlántico se dispuso del mismo texto, aunque en Londres se ubicó un titular que en Nueva York no: “The Balloon as spy, and the sun as water-sweeter” aludiendo a las dos fotografías dispuestas en la misma página, una de las cuales era de oficina Domeyko.

Ilustración 11. Imagen parcial la página publicada en Londres (1908) de Of. Domeyko.



Fuente: <http://chroniclingamerica.loc.gov/>. Capturado 18 de enero de 2014.

El texto a pie de página dice:

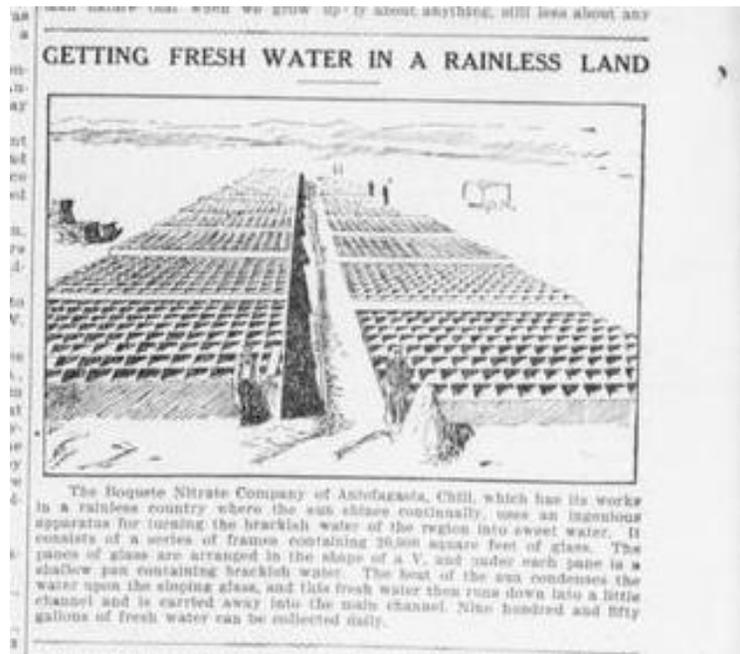
“Obtaining fresh water in a nitrate country: a use of the sun in a rainless land.”

“The Boquete Nitrate Company, Antofagasta, Chili, which has its works in a rainless country where the sun shines continually, uses an ingenious apparatus for turning the brackish water of the region into sweet water. It consists of a series of frames

containing 20,000 square feet of glass. The panes of glass are arranged in a shape of a V, and under each pane is a shallow pan containing brackish water. The heat of the sun condenses the water upon the sloping glass, and this fresh water then runs down into a little channel and is carried away into the main channel. Nine hundred and fifty gallons of fresh water can be collected daily.”²⁶⁵

Mención aparte merece el *Britton Weekly Sentinel*, pues el sábado 5 de diciembre de 1908 publicó el mismo texto, pero en vez de la fotografía, con una ilustración que la imita detalladamente y bajo el título: “Getting fresh water in a rainless land”.

Ilustración 12. Imagen de Of. Domeyko publicada en Oklahoma City 1908.



Fuente: *Britton Weekly Sentinel*. (Okla.), <http://gateway.okhistory.org/> Capturado el 20 de marzo de 2014.

En el caso de Oficina Domeyko la única información que en este momento se encuentra disponible habla de 20.000 pies cuadrados de vidrio y que era capaz de producir 950 galones de

²⁶⁵ *The Illustrated London News*, 15 de agosto de 1908, 243. El mismo texto fue reproducido en: “Obtaining fresh water in a nitrate country: a use of the sun in a rainless land.”, *New York Daily Tribune*, domingo 18 de octubre de 1908, p. 8; “Getting fresh water in a rainless land”, *Britton weekly sentinel*, Vol. 1, 39, sábado 05 de noviembre de 1908.

agua fresca diaria. Las comparaciones con los datos de Las Salinas son interesantes y el registro fotográfico en manos de Patricio Espejo permite elucubrar que existió una combinación técnica en tanto la extracción del agua de pozo se ejecutaba mediante bombeo con máquina a carbón, factor que podría haber condicionado el rendimiento de la desaladora, no por capacidad de producción sino por la dosificación del suministro de agua salina.

Por ahora, no hay muchos más antecedentes de la desaladora Domeyko y su estudio es una tarea pendiente. Su aparición espectral, tan sólo considerada por Isaac Arce²⁶⁶, viene a fortalecer la necesidad de debatir el análisis de los factores que intervienen en la evolución de la tecnología tanto como las formas de hacer historia.

Las dimensiones del desafío aumentan cuando se notifica la existencia de una tercera industria solar para la desalación de agua. Este dato, también aportado por el testimonio de Patricio Espejo Leupin, fortalece el cuestionamiento al problema de la memoria y la conservación del patrimonio. Este caso es el de la desaladora solar de Sierra Gorda²⁶⁷.

Con la finalidad de establecer cartas geográficas confiables el ingeniero Samuel Valdés practicaba el método común dada “la imposibilidad de poder emprender una vasta triangulación jeodésica” fijaron estaciones determinando direcciones con un teodolito y midiendo distancias con telémetro o bien por un cálculo de relación tiempo-distancia²⁶⁸.

Este método provocó que al momento de georeferenciar los minerales de Sierra Gorda, distante a 171 kilómetros de Antofagasta, es decir, casi a 50 kilómetros de Las Salinas, y El Tesoro se utilizara un establecimiento de destilación solar como estación de referencia. Todavía más, Valdés tomó nota de la capacidad del pozo de captación de agua del establecimiento de destilación solar, calculando 4.000 decálitros de agua cada 24 horas²⁶⁹.

²⁶⁶ ARCE (1997). Sólo Julio Hirschmann consideró esporádicamente este dato.

²⁶⁷ La información también aparece como disponible en el *Boletín Minero*, de la Sociedad Nacional de Minería, N° 244, Junio de 1919, Santiago de Chile, dedicado a la “Bibliografía minera y jeológica de Chile”, indicando: Bol. Soco Nac. Min. 1884. p. 160, 168, 177, 185, 195-96, 204; 1885. p. 225-26, 208-09, 225-26, 233-36, 242-44, 260.

²⁶⁸ VALDÉS (1886:16).

²⁶⁹ VALDÉS (1886:176).

El informe de Valdés además repara en dos datos sobresalientes: el agua aunque abundante es de mala calidad y proviene del fondo de la quebrada, extrayéndose de allí mediante bombas y se vendía a un precio de 18 centavos por decálitro. Queda por dilucidar, eso sí, la afirmación acerca del proceso de desalación, pues dice que el agua: “(...) se purifica en aparatos de destilación solar ayudados por un caldero a vapor, (...)”²⁷⁰.

Cabría la posibilidad razonable de un error o confusión del testigo en torno a las localidades de Sierra Gorda y Las Salinas. Pero ello debe ser descartado no sólo por las características muy diferentes de uno y otro artefacto, sino porque también se cuenta con un segundo testigo del mismo sitio. Vale la pena reproducir, literalmente, los 4 párrafos que Santiago Muñoz, Injeniero primero de la sección minas, jeografía (sic) y geodesia de la dirección de obras públicas, legó a la posteridad:

“La estación Sierra Gorda se encuentra en el kilómetro 171 del ferrocarril de Antofagasta, a los 1.615 metros sobre el nivel del mar i al pié naciente de los cerros del mineral del mismo nombre.

Esta estación es una de las más importantes del ferrocarril citado; por ella se hace todo el tráfico de Caracoles.

Existe allí un pueblecito regularmente poblado, con edificios de maderas, formando calles. Hai un hotel pequeño para pasajeros, coches para ir a Caracoles, despachos i tiendas, telégrafo, escuela, etc.

A poca distancia i a un kilómetro al sur se encuentra el establecimiento de destilación solar, perteneciente a don Juan Oliveira, industrial i minero mui importante de esa rejion, que proporciona un agua excelente al mineral de Sierra Gorda i a la estacion.”²⁷¹.

Tanto Muñoz como Valdés realizaron sus exploraciones en la década de 1880, cuando el ferrocarril recién expandía sus operaciones hasta el área de Sierra Gorda y abre un nuevo caso de estudio ya no sólo para el descarte artefactual y la duración intermitente de la tecnología solar de desalación sino también para el fenómeno de la difusión técnica, pues en un lapso de

²⁷⁰ VALDÉS (1886:85).

²⁷¹ MUÑOZ (1894).

25 años funcionaron tres industrias similares sin que se haya establecido la potencial conexión entre ellas.

A mayor abundamiento, como se constata en la ilustración N° 13, una publicación de carácter industrial presentó en 1907 una fotografía que alude a una desaladora solar, rotulándola como “Oficina Domeyko – Salitrera del Boquete”²⁷². Si bien es cierto, en una primera instancia se pudo concebir que se trataba de un error de imprenta, esto fue descartado por la contundencia de la información de los periódicos anglosajones de Estados Unidos e Inglaterra además de la colección de fotografías de Patricio Espejo.

La comparación de las imágenes entre la fotografía de Oficina Domeyko (atribuida a Las Salinas: ilustración N° 10) y la ilustración N° 13 es limitada por la amplia variación de los puntos de referencia. La primera fue tomada con un ángulo picado que permite abarcar todo el panorama del área utilizada y, además, el fotógrafo tomó la precaución de posicionar seis personas que facilitan la interpretación de escala de volumen, altura y profundidad. En todo caso, la potencia del punto de fuga que se sitúa en el medio de ambas imágenes es tal que el encuadre tiende a situarse en el mismo punto, según parece: una sobre los estanques acumuladores de agua (N° 10) y otra a ras de suelo (N° 13).

En cuanto a las instalaciones propiamente tales la similitud es bastante estrecha: 8 filas de bateas de destiladores que conforman un área que mantiene cierta homogeneidad de elevación, que la diferencia de la siguiente área ubicada a un nivel mayor conforme se aleja del punto de fotografía. Esto y la tubería que se encuentra en el centro de la imagen son los aspectos que permiten especular que se trate de la misma instalación, aunque esto tampoco puede ser convincente por sí sólo, pues se puede entender que el diseño probado en un lugar pudo haber sido replicado con todo detalle en otro.

Entre esos aspectos de réplica, eso sí, hay uno que no es del todo explicable. Se trata de una especie de instalación ubicada en ambos casos a la derecha de las destiladoras más o menos a mitad de su largo. En la imagen N° 10 aparece más bien como una estructura despejada con

²⁷² *Guía comercial de Antofagasta* (1907: 138) Imprenta Moderna, Valparaíso. Imagen capturada por el Dr. José Antonio González Pizarro en el Archivo de Antofagasta. Comunicación personal, 10 de octubre de 2012.

transparencia mientras que en la N° 13 sería una especie de biombo o cuarto cuya volumetría es de todas maneras incierta. Podría tratarse de ramadas de descanso.

Ilustración 13. Fotografía de la desaladora solar of. Domeyko publicada en Chile.



Fuente: *Guía comercial de Antofagasta*. 1907

Es muy interesante plantear e indagar la tensión que existe entre los relatos y las imágenes y los enigmas que generan y vuelven aún más dramática la desmemoria acerca de las tecnologías solares para desalación en el siglo XIX. Por lo pronto, y dados los antecedentes, se puede desarrollar una versión en la que en Las Salinas, Sierra Gorda y Oficina Domeyko existieron industrias desaladoras solares, habiendo sido documentada hasta ahora, de manera más reiterada, la fábrica de Charles Wilson.

Con todo, desde el punto de vista de la historia de la técnica, conocer las eventuales variaciones que afectaron a las instalaciones podría aportar una visión valiosa acerca de las fortalezas y debilidades de esta alternativa tecnológica.

En ese sentido las indagaciones acerca de Las Salinas, el primer caso de industria de desalación solar en el mundo, es un paso ineludible.

2.2 La Planta de Las Salinas

2.2.1 La Planta de destilación de Las Salinas y su testigo principal.

En 1883 fue publicado en Londres “Apparatus for solar distillation”; este artículo de Josiah Harding se conoce, a día de hoy, como la única descripción de las características y funcionamiento de la Planta de destilación solar de Las Salinas²⁷³. (Ver Anexo 1 y traducción en la sección 1.2 Técnica y Ambiente de esta tesis)

El autor del artículo residió en Chile desde 1870 hasta la década de 1910²⁷⁴, sin dejar de visitar Londres o Christchurch, en Nueva Zelandia. Miembro de la Institution of Civil Engineers (ICE), trabajó en la construcción de líneas férreas, en el suministro de agua y electricidad en Valparaíso y se le ha vinculado con las importaciones de Nueva Zelandia a Chile, además de jugar un rol relevante en la delimitación de la frontera chileno-boliviana luego de la guerra del Pacífico o guerra del salitre, entre 1879 y 1881.

Josiah Harding Walden fue ingeniero civil y nació en Nueva Zelandia en 1846, aunque el obituario publicado en el *Poverty Bay Herald*, el 29 de Septiembre de 1919, indica erróneamente

²⁷³ HARDING (1883a). El 13 de Julio de 1883 *The Engineer* publicó en su página 27 el listado de artículos premiados por la *Institution of Civil Engineers* en la temporada 1882-1883. En el grupo de los artículos impresos sin haber sido discutidos se menciona el Premio Telford para Josiah Harding, por su texto “On (sic) Apparatus for Solar Distillation”.

²⁷⁴ Habría fallecido el 12 de marzo de 1919 en Cochabamba, Bolivia, según el *Poverty Bay Herald*, 29 September 1919, Volume XLVI, Gisborne, 15026. Otros antecedentes indicarían que él realizó al menos un viaje hacia y desde Nueva Zelandia: “LYTTELTON, Jan. 5 - Willard Mudgett barque, 875 tons, Staples, for Callao. Cuff and Graham, agents. Passengers – Mr. and Mrs. Josiah Harding and Miss E. Harding, Senors Garciay, (sic) T. Garcia, and G.E. Pedro.” En: *Star*, Issue 3352, 6 January 1879, 2. Otros antecedentes en: “Obituary”, *Evening Post*, Volume LVII, Issue 149, Christchurch, 26 de Junio de 1899, 5.

que nació en 1847. Existe la versión de Virgilio Figueroa²⁷⁵ que sitúa su nacimiento en Dublin, Irlanda, en 1844, y asume que habría trabajado en Liverpool y luego en Nueva Zelandia para arribar a Chile en 1880. Estos datos de Figueroa no concuerdan con otras fuentes.

Josiah Harding era hijo del abogado John Harding, quien a su vez nació el 2 de agosto de 1819 en Redbridge cerca de Southampton y falleció el 25 de junio de 1899 en Mount Vernon, Waikipurau, Nueva Zelandia. El 26 de junio de 1899 en el *Evening Post* se caracteriza a Josiah como el segundo hijo de la familia e ingeniero civil, con una importante posición en una República de Sudamérica, que tuvo a su cargo algunas grandes obras públicas.

Ilustración 14. Actual vivienda de la Familia Harding en Waipukurau, Nueva Zelandia



Fuente: Fotografía cortesía del Dr. Nicholas Twohill, 2012.

La ilustración 14 da cuenta de una vista parcial de la actual vivienda de la Familia Harding en Waikipurau, Nueva Zelandia y que reemplaza la vivienda en que vivió Josiah Harding, destruida en un incendio.

En la zona de Antofagasta, cuando aún era territorio boliviano, estuvo en labores de construcción de ferrocarriles, exploraciones mineras y también en la construcción de navíos²⁷⁶. Evidentemente los intereses e inquietudes de Harding iban más allá del mero trabajo ingenieril, pues en la correspondencia que envió a su padre en 1887 le informaba de una escasez de alimentos en Chile y le instaba a incursionar en la exportación de carne y provisiones desde

²⁷⁵ FIGUEROA, Virgilio (1929) *Diccionario Histórico, Biográfico y Bibliográfico de Chile*, 3, Santiago.

²⁷⁶ ARCE (1997).

Nueva Zelanda. Por cierto, esta conexión comercial entre Nueva Zelanda y Chile se venía practicando desde antes de mediados del siglo XIX, como lo atestigua el caso de Ridgway, Guyton and Company y sus casas comerciales en Wellington, Valparaíso y Londres y la representación del Bank of New Zealand por parte del Banco Nacional de Chile²⁷⁷.

El obituario del *Poverty Bay Herald* indica que su llegada a Chile se habría producido en 1875. Ello discrepa con la versión de Isaac Arce que señala que la sociedad de Gibbs y Cia., Agustín Edwards y Francisco Puelma incluyó a Harding en su lista de empleados y que además lo involucra en la construcción de un Vapor durante 1873. De cualquier manera, la información más detallada se encuentra en los archivos de la Institution of Civil Engineers en Londres, ya que en *Candidate circulates session 1876-1877* se establece que Harding comenzó su trabajo en Chile en junio de 1870.

De acuerdo al testimonio de su bisnieto, Sr. Arturo Harding, Josiah fue enviado por su padre a Inglaterra para estudiar ingeniería²⁷⁸. Fue enviado a Crewe, condado de Cheshire. No es casual que haya arribado allí, pues en Crewe comenzaron las operaciones de la Grand Junction Railway, una importante fábrica de ferrocarriles fundada en la década de 1830 y que en 1846 se convertiría en parte importante de la London and North Western Railway Company²⁷⁹. La industria llegó a tener 13.000 empleados en 1871²⁸⁰.

Cheshire además de alojar el taller de mantención de locomotoras más grande del Reino Unido –y tal vez del mundo en ese entonces- era el sitio de una de las explotaciones de sal más antiguas de la Gran Bretaña²⁸¹. Además, hacia finales de los 80s del siglo XIX era el distrito productor de sal más grande de la Gran Bretaña²⁸². Se calculaba que la producción de sal en Cheshire demandaba 750 mil toneladas anuales de combustible, lo que implicaba una situación de deterioro ambiental debido a las emisiones atmosféricas que implica ese volumen de consumo de carbón. Esta condición local, aún cuando hasta ahora no es posible acreditarlo,

²⁷⁷ TWOHILL (2010).

²⁷⁸ Comunicación personal, diciembre de 2010 y domingo 05 de junio de 2011.

²⁷⁹ CHALONER, William Henry (1973) *The social and economic development of Crewe, 1780-1923*, New Jersey, Manchester University Press.

²⁸⁰ “The Late Mr. Francis William Webb”, *Engineering*, 08 de junio de 1906, 764-765.

²⁸¹ *La Nature*, 12 de abril de 1879, 303-304.

²⁸² *Scientific American Supplement* N° 745, 19 de abril de 1890, 11920-11921, reproduciendo un artículo del *London Daily Graphic*.

podría vincular el tema del uso de combustible para la producción de sal con el interés de Josiah Harding por el uso de la energía solar en el despoblado de Atacama.

En todo caso, otros antecedentes de Crewe en los que debemos reparar son la gran cantidad de agua demandada por la industria ferrocarrilera y el explosivo crecimiento poblacional que afectaron al pueblo. Se sabe que la búsqueda de agua comenzó en 1841. Algunos sondeos entregaron agua salina, la que pronto fue descartada. Para 1848 el agua que se utilizaba para las locomotoras era bombeada a razón de 80 a 90 mil galones diarios. Sin embargo, el suministro para la población fue deficiente hasta 1864. Algo de esta historia pudo haber sido parte del conocimiento de Josiah Harding y aguzar su interés por las formas de desalación de agua en Antofagasta, Las Salinas y Caracoles²⁸³.

El joven neozelandés entre 1865 y 1867, es decir a partir de sus 19 años de edad, fue pupilo del reconocido y prestigioso ingeniero John Ramsbottom²⁸⁴ quien justamente en aquellos años introducía en los talleres un nuevo sistema de producción de ruedas de acero con la ayuda del que era su asistente desde 1861, Francis William Webb²⁸⁵, quien le sucedería más tarde en sus responsabilidades. Webb además de ser reconocido por lograr importantes inventos para locomotoras, participó en los trabajos de suministro de agua y gas para la población de las localidades de Whitmore y Crewe; también fue director del Mechanics' Institute de Crewe. En cuanto a Harding, entre 1867 y 1869 estuvo bajo la tutoría de William Baker, también miembro de la ICE e ingeniero de la London and North Western Railway Company. En 1870 Josiah ya se desempeñaba como ingeniero asistente en el Huyton and St. Helen's Railway, parte de la línea entre Liverpool y Manchester.

²⁸³ En este mismo plano conjetural, se puede señalar que John Ericsson, uno de los inventores relevantes en el desarrollo de instrumentos y artefactos solares, tuvo un breve paso en 1829 por el condado de Cheshire, en el poblado de Winsford, distante a 10 millas de Crewe. No obstante, cualquier especulación debe considerar que, además de las tres décadas que separaron el paso de Ericsson y Harding por la misma zona, según la información disponible, Ericsson sólo se interesó por la energía solar varias décadas después. Ver en: BISHOP, P. W. (1977) "John Ericsson (1803-89) in England", *Transactions of the Newcomen Society*, 48: 41-52, paper for The Newcomen Society, read at the Science Museum, London, on 12 January; ARELLANO (2013).

²⁸⁴ "The Late Mr. John Ramsbottom", (Yorkshire, 11 de septiembre de 1814 - Cheshire, 20 de mayo de 1897) *Engineering*, 04 de junio de 1897, 751-752.

²⁸⁵ "The Late Mr. Francis William Webb", (1935-1906) *Engineering*, 08 de junio de 1906, 764-765. Webb fue miembro de la ICE desde 1872 y de la Institution of Mechanical Engineers.

Pero en junio de 1870 la vida de Josiah tomó un nuevo rumbo al ser contratado como ingeniero en la Chañaral Railway, en Chile; su trabajo lo completó en octubre de 1871. Desde entonces y hasta 1872 se dedicó a la elaboración de estudios en otras líneas férreas y en el suministro de agua de Valparaíso, hasta que en mayo de este último año comenzó su trabajo como ingeniero en la Antofagasta Railway en donde se mantuvo ocupado hasta 1876.

En 1877, al ser electo miembro de la Institution of Civil Engineers declaró como domicilio la calle Albion Villas en Forest Hill, Londres, aún cuando llevaba ya siete años viviendo en Chile y Bolivia. Además de Ramsbottom, Webb y Baker, otros siete ingenieros avalaron a Harding para ser electo miembro de la ICE: William Jacomb, Francis Stevenson, E. Harry Woods, Harry Footner, J. H. W. Buck, J. Fred. Spencer y William Clarke.

Su vinculación con la capital del Imperio Británico era evidentemente muy fuerte, como para lograr una publicación en el *Journal of the Royal Geographical Society of London*. Había cumplido treinta años y podemos suponer que intentaba sacar el máximo provecho al largo viaje desde Antofagasta o Valparaíso hasta Londres²⁸⁶. En su artículo acerca del desierto de Atacama expuso que estaba ocupado en la construcción del ferrocarril desde el puerto de Antofagasta a Las Salinas para transportar el caliche, o nitrato de soda en estado crudo. Comenta en el texto que ocasionalmente realizó jornadas de exploración del desierto en búsqueda de nuevos depósitos de salitre, realizando observaciones astronómicas y cálculos trigonométricos que le permitieron elaborar un mapa que cubría una zona que iba desde la costa hasta 100 millas al interior del desierto. En el mapa que acompaña el artículo aparece la localidad de Las Salinas (Ver Ilustración 28)²⁸⁷.

Cinco años más tarde publicó en el volumen 73 de *Minutes of the Proceedings* de enero de 1883. Aquí se encuentra el texto de Harding acerca de la desaladora de Las Salinas; hasta ahora nos son desconocidas las motivaciones de su autor para recabar datos, sistematizarlos y someterlos a consideración en Londres para su publicación. Tanto o más especial se vuelve esta comunicación de Harding cuando verificamos que sus preocupaciones se encaminaban

²⁸⁶ Los registros de pasajeros de Nueva York consignan que el 16 de Mayo de 1877 Josiah Harding viajaba con dirección a Nueva Zelandia a bordo de la nave “Algeria”.

²⁸⁷ HARDING (1877).

mayormente a los asuntos de las tecnologías de construcción de líneas férreas, especialmente en pendiente²⁸⁸.

Un texto de Harding, casi idéntico al de *Minutes of the Proceedings*, fue publicado en *Scientific American Supplement* en 1883²⁸⁹. Otro inserto fue publicado en castellano en 1885 en *La Gaceta Industrial*, revista impresa en Madrid²⁹⁰, pero aquí no se identificó ni al autor ni al traductor, aunque sí al inventor de la planta. En esta versión, a pesar que se reconocen datos del texto de Josiah Harding, existen puntos relevantes que divergen o complementan su testimonio, por lo que podría tratarse de otro informante.

2.2.2 La subsidencia en la memoria y el redescubrimiento del ingenio.

En 1884, también en *Minutes of the Proceedings*, la sección “Selected Papers” incluyó el artículo “Water-Supply in some parts of Peru; and Probyn’s Distilling Apparatus at Iquique”. El autor: Charles Malcom Johnson²⁹¹. Hasta ahora es la única respuesta conocida a la publicación de Harding. Johnson describió la escasez de agua en las zonas de Tarapacá y Atacama y, según dice, entre muchos sistemas de destilación de agua –en su mayoría agua de mar- destaca uno de ellos por su originalidad y simplicidad, citando “Apparatus for solar distillation” a pie de página. Luego de esta breve referencia ataca el tema de su interés: el suministro de agua en la ciudad de Iquique mediante una máquina destiladora capaz de suministrar de 40 a 50 mil galones de agua por día, capacidad que debe ser tomada con cautela, en tanto ese nivel de producción se alcanzaría recién 20 años más tarde.

La siguiente publicación que menciona la Planta de Las Salinas es del ingeniero de la ICE A.S.E Ackermann quien, a través de la Society of Arts en Londres, publicó un artículo singular compendiando los diferentes tipos de investigación acerca y artefactos solares conocidos por el autor y divulgados en la literatura de finales del siglo XIX y principios del XX. En lo que

²⁸⁸ *Minutes of the Proceedings* de la Institution of Civil Engineers publicó discusiones en donde Harding parece haber tenido participación en 1910, 1914 y 1916; todas ellas referentes a su conocimiento de la construcción de grandes proyectos de líneas férreas en la zona chilena de la cordillera de Los Andes. Por otra parte *Engineering* publicó en 1899 correspondencia de él donde opinaba acerca de la construcción de un ferrocarril en Sudáfrica.

²⁸⁹ HARDING (1883b).

²⁹⁰ *La Gaceta Industrial* cita como fuente al periódico *El Espejo* (sic), de Nueva York. El artículo “Destilación Solar”, del 25 de Julio de 1885 (213-214), no identifica al autor del texto.

²⁹¹ JOHNSON, Charles Malcom (1884) “Water-Supply in some parts of Peru; and Probyn’s Distilling Apparatus at Iquique”, *Minutes of the Proceedings*, volume 77, Paper 2014, January, 342 – 346.

respecta a la desaladora de Atacama se debe corregir que el autor haya atribuido la invención a Josiah Harding entre otras imprecisiones de este trabajo de gran alcance y calidad²⁹².

Luego Isaac Arce, ya en 1930, introduce una breve nota acerca de la Planta, atribuyendo su propiedad a Charles Wilson y comentando que en la oficina salitrera Domeyko se habría implementado una instalación análoga. Para entonces se supone que la destiladora solar ya había cesado sus operaciones y lo único que quedaba de las instalaciones eran restos de vidrio quebrado²⁹³. En la segunda edición de este libro, a finales del siglo XX, se incluyeron datos complementarios aportados por el profesor de física Carlos Espinosa Arancibia, señalando éste que la planta habría cerrado sus operaciones en 1908. También se hace referencia al Dr. Orlayer Alcayaga, quien en 1985 mencionó la Planta en una entrevista al diario *El Mercurio*²⁹⁴.

Sin embargo, a nivel internacional, el artículo “Apparatus for solar distillation” no logró captar el interés técnico o académico en medio del auge de las tecnologías del carbón y la electricidad²⁹⁵, contexto que varió posteriormente ante la amenaza de crisis energética de mediados del siglo XX, lo que gatilló una exploración de fuentes energéticas capaces de ampliar la variedad del suministro²⁹⁶.

Así fue que, como ya se comentó anteriormente, en 1952 la Material Policy Commission o Comisión Paley, sugirió que los Estados Unidos de América (EEUU) debían desarrollar la Energía Solar y otras fuentes de energía alternativa compensando la dependencia de EEUU del petróleo²⁹⁷.

En 1953 la National Science Foundation auspició el Simposio sobre la Utilización de Energía Solar en la Universidad de Wisconsin, lo que le dio paso a la Asociación para la Energía Solar Aplicada a proponer, en 1954, un Simposio mundial de energía solar aplicada²⁹⁸.

²⁹² ACKERMANN, A.S.E (1915) "The Utilization of Solar Energy", *Journal of the Royal Society of Arts*, 63, 537-565.

²⁹³ ARCE (1997:263-278).

²⁹⁴ ARCE (1997:250).

²⁹⁵ UNRUH (2000).

²⁹⁶ LAIRD (2003).

²⁹⁷ STRUM (1984).

²⁹⁸ STRUM (1984:40)

Ilustración 15. María Telkes.



Fuente: Archivo electrónico de la Biblioteca del Congreso de los EEUU

En paralelo, en 1952, la Office of Saline Water of the Department of the Interior condujo una investigación como parte de su programa de desalinización. Georg Löf, Maria Telkes, Bjorksten Research Laboratories y Du Pont obtuvieron contratos de investigación sobre cuatro diferentes tipos de destiladores solares²⁹⁹.

Será María Telkes³⁰⁰ quien rescate de las sombras del olvido a la Planta de Las Salinas así como podría haber gestado la confusión de la fotografía de Oficina Domeyko.

De cualquier manera se constata que en 1951 Maria Telkes ya contaba con los antecedentes del texto de Harding. En abril de aquel año presentó el artículo "Fresh Water from Sea Water by

²⁹⁹ STRUM (1984:42)

³⁰⁰ TELKES, Maria (1953) "Fresh Water from Sea Water by Solar Distillation", *Industrial y Engineering Chemistry*, 45(5) (May) 1108-1114; TELKES, Maria (1956a) "Solar Stills Proceedings of the World", *Symposium. on Applied Solar Energy*, Menlo Park, California; TELKES, Maria (1956b) *Research on methods for solar distillation*, Res. y Dev. Progr. Rept. No. 13, for Office of Saline Water, Dec.

Solar Distillation", el que fue publicado por la revista *Industrial & Engineering Chemistry* en 1953, cuando ella aún trabajaba en el MIT. En su publicación comenta que el texto fue presentado previamente en la centésimo decimonovena reunión de la Division of Agriculture and Food Chemistry, de la American Chemical Society, en Boston, Massachussets. Es posible que en los círculos afines a la química el tema resultara suficientemente lejano como para no llegar a despertar interés y, por lo tanto, parece ser que la etapa de difusión del ingenio de Charles Wilson comenzó más bien en el simposium de Energía Solar Aplicada de Phoenix, Arizona, realizado entre el 1º y el 5 de noviembre de 1955³⁰¹; allí Telkes expuso la existencia de la planta de Las Salinas como antecedente de sus investigaciones.

A través de este y otros encuentros internacionales María Telkes habría generado los contactos que luego mantuvo con investigadores chilenos, puntualmente con un grupo de investigación de la Universidad Federico Santa María de Valparaíso, encabezado por Julio Hirschmann, y otro formado por docentes universitarios de la ciudad de Antofagasta³⁰². En apariencia, este contacto le permitió al profesor Julio Hirschmann Recht entregar la información conocida acerca de la planta de destilación en una conferencia convocada por la Organización de Naciones Unidas (ONU) en 1958 y, luego, profundizar una investigación técnica a la que añadió una valiosa arista social e histórica.

Hirschmann junto a John Duffie, de la Universidad de Wisconsin, fotografiaron el sitio donde estuvo emplazada la planta³⁰³ y la compararon con la fotografía atribuida a la planta de Estación Las Salinas en su época de funcionamiento. En 1975 Hirschmann nuevamente publicó la misma fotografía y la atribuida a Charles Wilson³⁰⁴. En esos artículos se hace explícito que estos registros gráficos son una contribución de María Telkes.

³⁰¹ World Symposium on Applied Solar Energy (1956) *Proceedings of the World Symposium on Applied Solar Energy*, Menlo Park: Stanford Research Institute, 304.

³⁰² HIRSCHMANN, Julio (1958) "Evaporadores y destiladores solares en Chile." *Conferencia de las Naciones Unidas sobre Nuevas Fuentes de la Energía*, Valparaíso, Universidad Técnica Federico Santa María.

³⁰³ HIRSCHMANN, Julio (1961b), "Evaporadores y destiladores solares en Chile", *Scientia* [Valparaíso], XXVIII, 116, 27-45.

³⁰⁴ HIRSCHMANN, Julio (1975) "Solar Distillation in Chile", *Desalination*, 17, 17-30.

Con todo, se debe tener presente que en 1957, o sea un año después que Telkes y uno antes que Hirschmann, la UNESCO³⁰⁵ publicó en su rendición de cuentas de investigación el artículo “L’utilisation de l’eau de mer” donde Everett D. Howe, de la Universidad de California en Berkeley, alude a la planta citando a Josiah Harding. En su detallada revisión de los distintos tipos de desaladoras incluye la existencia de la Planta de Las Salinas y coincide con las apreciaciones de Telkes y Hirschmann, adjudicándole el hito de ser la primera planta de destilación solar de agua a escala industrial de la historia.

En Chile la destiladora alcanza cierto renombre en medio de un contexto de entusiasmo por el futuro esplendor que prometía la energía solar para el desarrollo del país. Entre los hitos de ese momento se cuentan: primero, el trabajo de Charles Greeley Abbot³⁰⁶, quien dirigió una campaña de mediciones solarimétricas en un observatorio cercano al pueblo de Calama (a unos 100 kilómetros de Las Salinas) que operó en el cerro Montesuma desde 1923 a 1955 divulgando resultados que indicaban que los máximos absolutos de radiación solar en el mundo estaban en la zona norte de Chile³⁰⁷. En segundo lugar, en 1957 la Universidad Católica del Norte, con sede en Antofagasta, creó el Centro de Investigaciones de Energía Solar Aplicada (CIESA) dirigido por Carlos Espinosa Arancibia³⁰⁸ y, en tercer lugar, en 1960 se crea el Laboratorio de Energía Solar de la Universidad Técnica Federico Santa María (UTFSM)³⁰⁹.

A lo anterior debemos agregar que en 1963 se funda la Asociación Chilena de Energía Solar Aplicada (ACHESA), que fuera presidida por Julio Hirschmann, siendo secretario Carlos Espinosa. En 1972, año considerado aniversario del centenario de la construcción de la planta de Charles Wilson, la asociación organizó una ceremonia de conmemoración en Las Salinas y se efectuaron experimentos que realizaron réplicas del destilador de Wilson, así como modificaciones de éste en la búsqueda de mejoras de rendimiento técnico y/o económico.

³⁰⁵ UNESCO (1957) *Utilisation des Eaux Salines. Compte rendu de recherches*, NS. 56, III 5 F, Paris, 77-79.

³⁰⁶ Record Unit 7307, Frederick Atwood Greeley Papers, 1920-1979. Smithsonian Institution Archives.

³⁰⁷ ABBOT, Charles G. (1926) “Measuring the sun’s heat and forecasting the weather. The National Geographic Society to maintain a Solar Station in a remote part of the World to Coöperate (sic) with Smithsonian Institution Stations in California and Chile”, *The National Geographic Magazine*, XLIX, 1, Washington, National Geographic Society. Archivo personal de Roberto Sota, Laboratorio de Energía Solar de la Universidad Técnica Federico Santa María, Chile.

³⁰⁸ ALCAYAGA, Orlayer y PORTILLO, Carlos (2010) “Algunos antecedentes para el desarrollo de la Energía Solar en el desierto de Atacama, Chile”, <http://www.hostgeni.com/host-info/fondenor.cl>, capturado en Internet el 09 de noviembre de 2010.

³⁰⁹ HIRSCHMANN (1968)

Todo ello, sumado a la implementación de la estación experimental de destilación solar de Quillahua, en el desierto de Atacama³¹⁰.

En 1973 el CIESA recibió la visita del científico francés Felix Trombe quien promovió un programa de investigación que por dos años (1978-1979) habría contado con el apoyo conjunto de la Corporación de Fomento de la Producción de Chile (CORFO) y el Centro Battelle de Ginebra, Suiza. El mismo año 1973 la Universidad Católica del Norte crea el Magíster en Ciencias con mención en Energía Solar³¹¹.

Durante esos veinte años Julio Hirschmann Recht, solo y junto a otros investigadores³¹² difundió en varios artículos científicos la existencia de la Planta y varias de sus características, centrándose fundamentalmente en los materiales y el rendimiento, generalmente utilizando esos datos como parámetro para sus propias investigaciones. Un aspecto puntual a resaltar es que Hirschmann comenta en su artículo de 1968 haber tenido contacto con el investigador en energía solar Antony Delyannis, de Grecia. Esto es relevante en tanto se considera que el centro de aplicación del uso directo de la energía solar para la desalación de agua más grande del mundo fue el que se construyó en la isla de Patmos³¹³ (establecida en 1967), reconociéndose allí el hito de Las Salinas como pionero.

Como consecuencia general, la existencia de la planta de Las Salinas se divulga y se va a convertir en una referencia obligada³¹⁴. Farrington Daniels³¹⁵ y Roy Popkin³¹⁶ incluyen en sus libros una breve referencia a ella, así como Eibling, Talbert y Löf³¹⁷, Coulter y Boehlert³¹⁸

³¹⁰ HIRSCHMANN (1968)

³¹¹ ALCAYAGA y PORTILLO (2010); en comunicación personal Carlos Espinosa Arancibia corroboró esta información.

³¹² FRICK, German and HIRSCHMANN, Julio (1973) "Theory and Experience with Solar Stills in Chile", *Solar Energy*, 14, 405-413.

³¹³ DELYANNIS, A. and PIPEROGLOU, E. (1968) "The Patmos Solar Distillation Plant", *Solar Energy*, 12, 113-115; DELYANNIS, A.A., (1965) "Solar stills provide an island's inhabitants with water". *Sun at Work*, 10, 1, 6; DELYANNIS, A.A., DELYANNIS, E.A. (1970) "Solar desalting", *Journal of Chemical Engineering*, 19, 136; DELYANNIS, Anthony and DELYANNIS, Emmy (Eds) (1973) *Proceedings of the International Symposiums on Fresh Water from the Sea. Fourth Symposium*, Heidelberg, European Federation of Chemical Engineers.

³¹⁴ En 1955 se realizó el "World Symposium on Applied Solar Energy" que contó con un Comité Científico integrado, entre otros, por Daniels, Telkes, Löf, Abbot y Trombe. (STRUM, 1984).

³¹⁵ DANIELS (1964).

³¹⁶ POPKIN (1969).

³¹⁷ EIBLING, J. A.; TALBERT, S. G.; LOF, G.O.G. (1971) "Solar Sails for Community Use - Digest of Technology", *Solar Energy*, Vol. 13, 263-276.

también la mencionarían en un documento editado por la U.S. Office of Saline Water; después Howe³¹⁹ y Shaheen³²⁰ lo harán en sus libros. Es la misma época en que aparece el trabajo de Talbert, Eibling, Löf, Wong y Sieder³²¹ quienes elaboraron en 1970, como se ha comentado, un manual de destilación de agua salina preparado para el Departamento del Interior de los Estados Unidos de Norteamérica.

Talbert, Eibling, Löf, Wong y Sieder han aportado lo que hasta ahora es la síntesis más completa acerca de la Planta de Las Salinas, abordando tanto los aspectos técnicos como algunos temas sociales. En este trabajo se conectaron los antecedentes de Harding, Telkes y Hirschmann en un breve relato que retrata las características productivas de la planta y las distintas versiones de Telkes y Hirschmann acerca de su cierre. En el documento queda de manifiesto que los responsables del manual tomaron contacto directo con Julio Hirschmann y recogieron de éste una versión de la nieta de Charles Wilson, Raquel Coo Wilson, quien comentó la existencia de un relato familiar, en el que se narraba un intento de homicidio al ingeniero sueco, atribuido a la competencia comercial con las otras tecnologías de desalación de agua existentes en la época.

Este informe cierra su descripción con una reflexión de la misma Raquel Coo Wilson, que versa sobre la incomprensión del trabajo de su abuelo ingeniero, producto del poderío de los intereses personales sobre el beneficio social que representó su obra.

Un año después *Solar Energy* publicó el artículo de Eibling, Talbert y Löf³²² basado en un paper que ellos presentaron en 1970 en la Conferencia de la Sociedad de Energía Solar. En esta ocasión mencionan la Planta de Las Salinas sólo para efectos comparativos con otras 26 plantas alrededor del mundo. Según las estadísticas presentadas la desaladora de Charles Wilson era la segunda en tamaño y la segunda en producción de agua dulce en casi un siglo, sólo superada por la planta de la isla de Patmos.

³¹⁸ COULTER, Raymond C. and BOEHLERT, C. Richard (1972) *Saline water conversion act, Volumen 3, Partes 1-2*, United States, Office of Saline Water, Universidad de Michigan.

³¹⁹ HOWE, Everett D. (1974) *Fundamentals of Water Desalination*, Environmental Science and Technology series, vol 1, New York, Marcel Dekker, Inc.

³²⁰ SHAHEEN, Esber I. (1977) *Energy/pollution: illustrated glossary*, Chicago, Engineering Technology.

³²¹ TALBERT, EIBLING, LOF, WONG & SIEDER (1970).

³²² EIBLING, J. A.; TALBERT, S. G.; LOF, G.O.G. (1971).

2.2.3 Versiones de los hechos.

Al observar el conjunto de las investigaciones de Telkes, Hirschmann y Talbert se suceden datos cuya consistencia se va alterando en el tiempo. Por ejemplo, en un comienzo a Charles Wilson se le atribuye nacionalidad estadounidense, cuestión que luego es descartada por Hirschmann³²³ quien halla en la ciudad chilena de La Serena un certificado de bautizo que sitúa el lugar de nacimiento de Wilson en Estocolmo. Su nieta Raquel Coó, en una comunicación personal, se lo corroboró. Por otra parte, las causas atribuidas al cierre de la planta siguen desfilando entre tres alternativas: la construcción de una tubería de agua dulce destinada a la ciudad de Antofagasta, el cierre de faenas mineras en la localidad y la puesta en operaciones de la línea férrea que conectó Antofagasta con las faenas mineras. Sin duda cada una de estas alternativas debe ser estudiada en profundidad, especialmente porque no hay una conexión ni mecánica ni evidente entre aquellas situaciones y el final de las operaciones de Las Salinas. Además, como factores explicativos son insuficientes.

Ante ello, esta investigación ha abierto una arista nunca antes explorada: la competencia entre desaladoras solares. Considerando que en 1883 ya funcionaba Sierra Gorda, este punto geográfico capturaba con mayor prontitud la clientela que salía desde Caracoles hacia Antofagasta, aunque al regreso quedaba muy al final del recorrido. Sin embargo, la pregunta por la elasticidad de la demanda y las características del mercado del agua pone en el tapete la posibilidad del cierre de operaciones dada una competencia comercial que la desalación solar no fue capaz de resolver, generando la quiebra y cierre de una o ambas desaladoras solares. El cierre de oficina Domeyko, por otra parte, requiere una indagación profunda, pues de ese caso se desconoce prácticamente todo.

A lo anterior se agrega el lapso de funcionamiento y, por tanto, la fecha de cierre de la planta. Telkes la indica en el año 1908, pero Hirschmann³²⁴ va proponiendo distintos rangos de

³²³ HIRSCHMANN, Julio (1972) *Discurso de homenaje a Charles Wilson S.*, Las Salinas 26 de agosto de 1972, Antofagasta, Archivo personal Carlos Espinosa Arancibia.

³²⁴ HIRSCHMANN, Julio (1973) “Experiencias con destilación solar en Chile”, *Scientia* [Valparaíso], 149, 74-83; HIRSCHMANN, Julio (1974) “Utilización de la Energía Solar en Chile”, *Encuentro de zona árida Latinoamericana*, Mendoza.

tiempo que van de los 30 a los 40 años de funcionamiento, es decir, hasta 1902 ó 1912. Otros textos han hecho circular el año 1914 como fecha de cierre.

Otro dato a ser considerado es el que aporta Hirschmann en su discurso de 1972 acerca de una necrología de Charles Wilson, publicada el viernes 24 de mayo de 1901 en el diario *Crónica* de la ciudad de Tacna, donde murió y fue sepultado, y que sitúa la residencia de él en Iquique en el año 1894, es decir 400 kilómetros al norte del área de Las Salinas. Por el testimonio del mismo Charles Wilson, sabemos que en 1884 ya vivía allí.

Sin embargo, como el interés de los investigadores ha estado motivado y centrado en validar los rangos de productividad de la tecnología de desalación mediante energía solar directa, los aspectos históricos y culturales han quedado no sólo en un segundo plano, sino que no han llegado a ser un tema de investigación, salvo en el caso de Julio Hirschmann, quien incorporó elementos sociales a los datos técnicos.

Así, el conjunto de los trabajos de los años 50s a los 70s del siglo XX nos permiten mirar el período como el momento del relanzamiento de la Planta de Las Salinas. Las publicaciones de esta época son las que han tomado como referencia las nuevas generaciones de académicos e ingenieros de la destilación solar de agua. (Ver Tabla N° 1, página siguiente)

Tabla 1. Ficha de datos acerca de la Planta de Las Salinas en la literatura.

Autor	Harding, 1883	Espinosa: en Arce, 1930 (1997)	Telkes, 1953	Howe, 1957	Hirschmann, 1961 y 1975	Talbert et al, 1970	Delyannis & Delyannis, 1984 y 2003	Meinel & Meinel, 1982	Tonda, 1993	Larson & Emmet, 1996	Harper, 2007
Fecha planta	1872	1868-1908	1872-1908	1870-1930 (p. 90); 1872 (pg. 79)	1874 (61) 1872 (75)	1872-1908	1872 (40 años)	1874	1872-1912	1872	1872-1912
Superficie Total	–	–	51.000 p2	–	4.757 m2 (51.200 p2)	51.200 p2	4.575 m2 (4.460 m2, 1984; 4.450 m2; 7.896 m2, 2003	4.700 m2	Media hectárea	–	4.700 m2
Sup. Vidrio	51.200 p2	–	–	–	–	48.000 p2	–	–	–	–	–
Producción	5.000 g/d/v	20.000 l/d	6.000 g/d	–	22,5 m3 (6.000 g/d), 4,88 Kg/m2	6.000 g[USA]/d	–	23.000 l/d	20.000 ltrs.	–	6.000 g/d
Inventor	Wilson	–	–	–	Wilson (USA: 1961, Sueco: 1975)	Wilson	–	Diseño: Harding. Construcción: Wilson	–	Wilson (USA)	–
Situación de emplazamiento	4.300 pies de altura, 70 millas de Antofagasta	–	24° Latitud Sur, 4.300 p.s.n.m.	–	–	–	–	1.300 m.s.n.m.	–	–	–
Imágenes	Diagrama	–	–	–	Fotografía de la desaladora y el inventor: Telkes	–	Fotografía de la desaladora (2003)	–	–	–	–
Otros	Salinas 25% > Costa	–	Energía Solar: 3.000 BTU	–	–	Cita: Arce, Coe, Harding, Hirschmann, Howe, Telkes	–	–	–	–	–

Fuente: Elaboración propia

2.2.4 El sistema de desalación solar y la memoria contemporánea.

Luego de la atención prestada durante los años 60s y 70s la planta dejó el sitio que se le otorgó por parte de los investigadores de la desalinización y de la aplicación de la energía solar. En los años 80s fueron escasas las publicaciones que la mencionaron. Los trabajos de Delyannis y Delyannis³²⁵, Meinel y Meinel³²⁶, Williamson y Khoshaim³²⁷ son de esas pocas excepciones. Este silencio u olvido se mantendrá en los 90s y sólo ha sido posible encontrar referencias en Zarza³²⁸, Tonda³²⁹ y Larson y Emmett³³⁰.

Contemporáneamente se disparó un nuevo ciclo de entusiasmo sobre el uso de la Energía Solar. En la primera década del tercer milenio se reactivó el interés por esta planta de desalación de escala industrial. Encontramos referencias a ella en Naim y Abd El Kawib³³¹, Delyannis³³², Goosen, Shyam, Shayya, Paton y Al-Hinai³³³, Goosen, Sablani, Paton, Perret, Al-Nuaimi, Haffar, Al-Hinai y Shayya³³⁴, Lorenzo³³⁵, De la Cruz³³⁶, Harper³³⁷, Delgado y Moreno³³⁸, Estevan³³⁹, Mahmoudi, Spahis, Goosen, Sablani, Abdul-Wahab, Ghaffour y

³²⁵ DELYANNIS, A.A. y DELYANNIS, E. (1984) "Solar Desalination", *Desalination*, 50, 71-81

³²⁶ MEINEL, Aden B. y MEINEL, Marjorie Pettit (1982) *Aplicaciones de la energía solar*, Madrid, Editorial Reverté.

³²⁷ WILLIAMSON, James y KHOSHAIM, Bakr (1982) *Solar storage: Proceedings of the third SOLERAS Workshop*, April, Jeddah, King Abdulaziz University.

³²⁸ ZARZA MOYA, Eduardo (1991) *Desalinización de agua del mar mediante Energías Renovables*, Plataforma solar de Almería – CIEMAT, Atenas, Morris y Hanbury; ZARZA MOYA, Eduardo (1999) *Desalinización de agua de mar mediante Energías Renovables*, Plataforma Solar de Almería-CIEMAT.

³²⁹ TONDA, Juan (1993) *El oro solar y otras fuentes de energía*, D.F. México, Fondo De Cultura Económica. Reimpreso en 2003.

³³⁰ LARSON, Ronald y EMMETT, Ronald (1996) "Implementation of solar thermal technology", volumen 10, *Solar Heat Technologies*, Fundamentals and Applications Series, MIT Press.

³³¹ NAIM, Mona M. y ABD EL KAWIB, Mervat A. (2002) "Non-conventional solar stills. Part 1. Non-conventional solar stills with charcoal particles as absorber medium", *Desalination*, 153, 55-64.

³³² DELYANNIS, E. (2003) "Historic background of desalination and renewable energies", *Solar Energy*, 75, 357-366.

³³³ GOOSEN, Mattheus F.A., SABLANI, Shyam S., SHAYYA, Walid H., PATON, Charles y AL-HINAI, Hilal (2000) "Thermodynamic and economic considerations in solar desalination", *Desalination*, 129, 63-89.

³³⁴ GOOSEN, M.F.A., SABLANI, S.S., PATON, C., PERRET, J., AL-NUAIMI, A., HAFFAR, I., AL-HINAI, H. y SHAYYA, W.H. (2003) "Solar energy desalination for arid coastal regions: development of a humidification-dehumidification seawater greenhouse", *Solar Energy*, 75, 413-419.

³³⁵ LORENZO, Eduardo (2004) "El destilador solar de las salinas (1874-1914) y la máquina de Juanelo (siglo XVI)", *Era solar*, N° 120, especial de Energías renovables, 18-27.

³³⁶ DE LA CRUZ, Carlos (2006) "La desalinización de agua de mar mediante el empleo de energías renovables", *Documento de trabajo 88/2006*, Fundación Alternativas.

³³⁷ HARPER, Gavin D. J. (2007) *Solar Energy Projects for the Evil Genius*, Evil genius series, McGraw-Hill Professional.

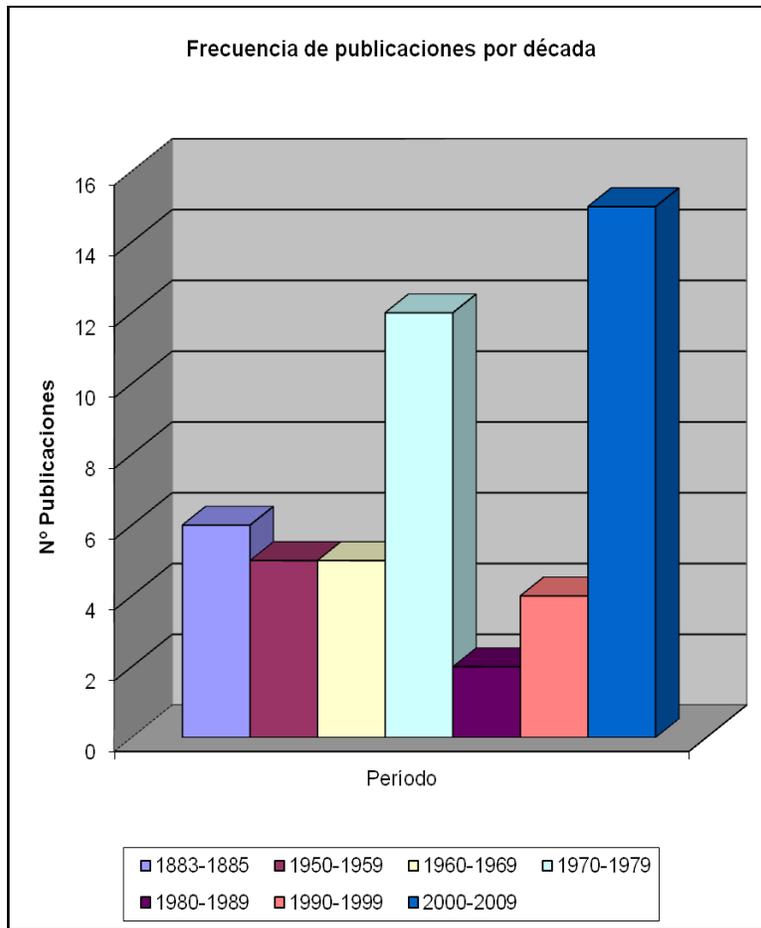
³³⁸ DELGADO, Daniel J.; MORENO, Pablo (2008) *Desalination Research Progress*, Nova Science Pub Inc.

³³⁹ ESTEVAN (2008).

Drouiche³⁴⁰, Arjunan, Aybar, y Nedunchezian³⁴¹, Flendrig, Shah, Subrahmaniam y Ramakrishnan³⁴² y Micale, Rizzuti y Cipollina³⁴³.

Al alinear cronológicamente las publicaciones el resultado es elocuente, como se aprecia en el siguiente gráfico:

Gráfico 3. Frecuencia de publicaciones que mencionan Las Salinas (1883-2009).



Fuente: Elaboración propia

³⁴⁰ MAHMOUDI, Hacene, SPAHIS, Nawel, GOOSEN, Mattheus. F., SABLANI, Shyam, ABDUL-WAHAB, Sabah. A., GHAFPOUR, Noredine, DROUCHE, Nadjib (2009) "Assessment of wind energy to power solar brackish water greenhouse desalination units: A case study from Algeria", *Renewable and Sustainable Energy Review*, 13, 2149–2155.

³⁴¹ ARJUNAN, T.V., AYBAR, H.S. y NEDUNCHEZHIAN, N. (2009) "Status of solar desalination in India", *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 13, 2408–2418.

³⁴² FLENDRIG, L.M., SHAH, B., SUBRAHMANIAM, N., RAMAKRISHNAN, V. (2009) "Low cost thermoformed solar still water purifier for DyE countries", *Physics and Chemistry of the Earth*, 34, 50–54.

³⁴³ MICALÉ, Giorgio, RIZZUTI, Lucio y CIPOLLINA, Andrea (2009) *Seawater Desalination: Conventional and Renewable Energy Processes*, Palermo, Edit. Springer.

En la primera década del siglo XXI puede que haya sido divulgada Las Salinas dados los desafíos energéticos y los debates acerca de la Sostenibilidad y el Desarrollo Sustentable, el calentamiento global y el cambio climático, junto con análisis alternativos de los hechos económicos de las últimas décadas³⁴⁴. Pero en este tiempo contemporáneo el invento de Charles Wilson se ha convertido en una especie de postal, un mensaje más bien con apariencia publicitaria que transmite el recuerdo de una técnica fosilizada.

La Planta de Las Salinas parece no haber sido estudiada nuevamente y las citas de citas de su existencia comienzan a mostrar signos de confusión. Un caso es el de Meinel y Meinel³⁴⁵ quienes en su libro acerca de Energía Solar establecen los siguientes datos: “La destilación solar fue otro tema de cierto interés en esta época y ya en 1874 J. Harding proyectó un sistema que fue construido por Charles Wilson en Las Salinas, Chile.” De acuerdo a los datos que disponemos, esa afirmación no puede ser corroborada, pues Harding jamás menciona el año 1874 en su comunicación publicada en *Minutes of the Proceedings*; además, es explícito en señalar que el diseño fue realizado por Charles Wilson, nunca describe que él mismo tenga una participación en el proyecto y, aunque queramos suponerlo, en ningún momento aclara si el propio Wilson fue quien construyó la planta, aunque todo parece apuntar a ello.

Una situación similar es la del artículo de Lorenzo³⁴⁶, donde se inscribe el período de existencia de la planta entre 1874 y 1914, pero sin esclarecer las fuentes de su información. Respecto a sus fuentes, en comunicación personal, el autor señaló que ésta provenía de “El hilo dorado”³⁴⁷, parece ser queriendo referirse a *El oro solar y otras fuentes de Energía* de Juan Tonda; allí se asume como lapso de funcionamiento de la planta, desde 1872 a 1912. Roy Popkin dirá que la planta fue construida en 1875³⁴⁸.

Se puede agregar una versión más reciente que mantiene la misma distorsión sobre las informaciones circulantes y que, dados los antecedentes que se reportan en esta investigación,

³⁴⁴ REDCLIFT, Michael R. (2006) “Sustainable development (1987-2005) – An oxymoron comes of age”; *Horizontes Antropológicos*, año 12, 25, jan./jun., 65-84; MARTÍNEZ-ALIER (2009).

³⁴⁵ MEINEL y MEINEL (1982:10).

³⁴⁶ LORENZO (2004).

³⁴⁷ TONDA (1993).

³⁴⁸ POPKIN (1969:24).

resultan cada vez más distantes de la situación y circunstancias del ingenio de Charles Wilson³⁴⁹.

De la misma manera, la investigación de actividades pioneras de la desalación solar ha tenido brotes que se deben indagar, como el dato de Antonio Estevan³⁵⁰ que nos habla de la guarnición militar británica de Adén, en Yemen, y nos indica que en 1869 se puso en marcha un sistema de desalación de agua de mar con energía solar a una escala significativa.

Lamentablemente no se ha encontrado la referencia o la fuente a la que recurrió. Aún cuando aclara que la experiencia de Adén fue de mucho menor alcance que la de Las Salinas y que, a escala industrial, esta última sigue siendo la pionera, su información contrasta seriamente con los datos de Roy Popkin, según quien en 1869 en Adén se había instalado la primera máquina de vapor desaladora de agua de mar en tierra firme, agregando que ese mismo año se concedió en Inglaterra la primera patente conocida para procesos de desalación de agua³⁵¹.

De la desaladora solar de Las Salinas no ha quedado nada. Apenas contamos con un guiño de su existencia a través de las cinco páginas publicadas en Londres en 1883.

Ante la pregunta ¿Qué ha quedado de las instalaciones de la industria pionera en desalación solar? una respuesta posible es que fue total y completamente reciclada. Las instalaciones diseñadas por Charles Wilson estaban ubicadas junto a un camino muy utilizado, en un área explotada por su riqueza mineral en la que se implantaron variados proyectos a lo largo del ciclo salitrero.

Justamente la ausencia de rastros fue el obstáculo que enfrentaron Carlos Espinosa y Orlyayer Alcayaga quienes en principio intentaron ubicar restos de la planta en el puerto de Coloso, según el dato que Maria Telkes le habría dado a Julio Hirschmann, hasta que una observación cambió la dirección de la búsqueda: cerca de la ex estación de trenes Las Salinas, a 123 kilómetros al interior de Antofagasta se veía desde la carretera un sitio donde se reflejaban los

³⁴⁹ CARRASCO, Gonzalo (2012) “Charles Wilson y la primera planta desalinizadora solar. Las Salinas, 1874-1914”, 248-255, en: ALONSO, Pedro (2012) *Deserta*, Santiago de Chile, Ediciones ARQ. Aunque el autor recurre a más de una fuente el resultado es la compilación de datos equívocos acerca de Las Salinas y Oficina Domeyko.

³⁵⁰ ESTEVAN (2008).

³⁵¹ POPKIN, Roy (1969:4).

rayos de sol en centenares de pequeños trozos de vidrio³⁵². Algunos años más tarde los investigadores chilenos pudieron comprobar en el artículo de Josiah Harding que tenían razón.

Ilustración 16. Cementerio ubicado en las proximidades de Ex Estación Las Salinas.



Al fondo: dos vagones de ferrocarril indican la posición de la línea férrea junto a los postes del tendido eléctrico.

Fuente: Colección Nelson Arellano

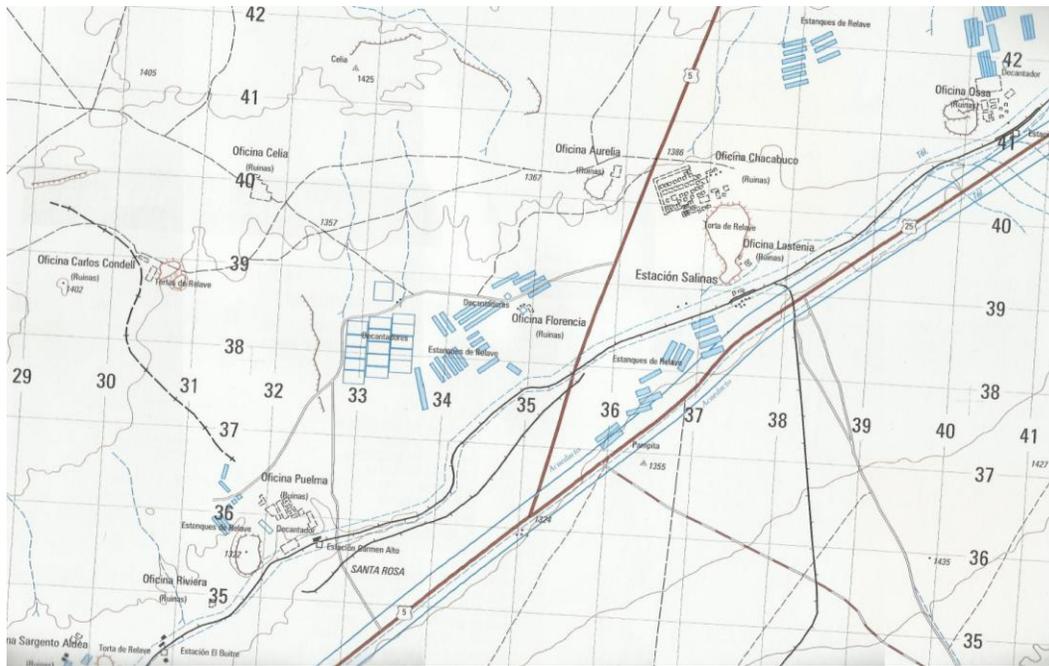
Una imagen aérea de la zona muestra toda la intervención antrópica que se ha practicado luego de los descubrimientos de Francisco Puelma y José Santos Ossa del último tercio del siglo XIX³⁵³.

³⁵² Comunicación personal con Carlos Espinosa, Antofagasta, 04 de enero de 2012.

³⁵³ GONZÁLEZ, Sergio (2010) “El cantón Bolivia o central durante el ciclo de expansión del nitrato”, *Estudios atacameños*, 39, 85-100.

Pero mientras de la desaladora no ha quedado huella, el sector muestra en la actualidad algunos vestigios de las instalaciones que allí se dispusieron, incluyendo un cementerio que da cuenta de su condición de asentamiento humano a finales de la década de 1920.

Ilustración 17. Imagen general del área de la Planta de Las Salinas.



Fuente: Detalle del plano de la zona de interés del Instituto Geográfico Militar (IGM) de Chile.

Este uso intensivo del recurso suelo y los requerimientos de la población local, siempre transitoria, son un factor explicativo de la remoción de los restos de las instalaciones de la planta de Las Salinas. La situación se volvió a repetir 100 años después luego de la realización del homenaje que organizó la Asociación chilena de Energía Solar en el sitio supuesto de la construcción de la planta, pues los artefactos instalados allí con fines demostrativos fueron desvalijados antes de pasaran dos meses³⁵⁴.

³⁵⁴ Carlos Espinosa Arancibia, comunicación personal, Antofagasta, 06 de enero de 2012.

Ilustración 18. Área de Las Salinas.



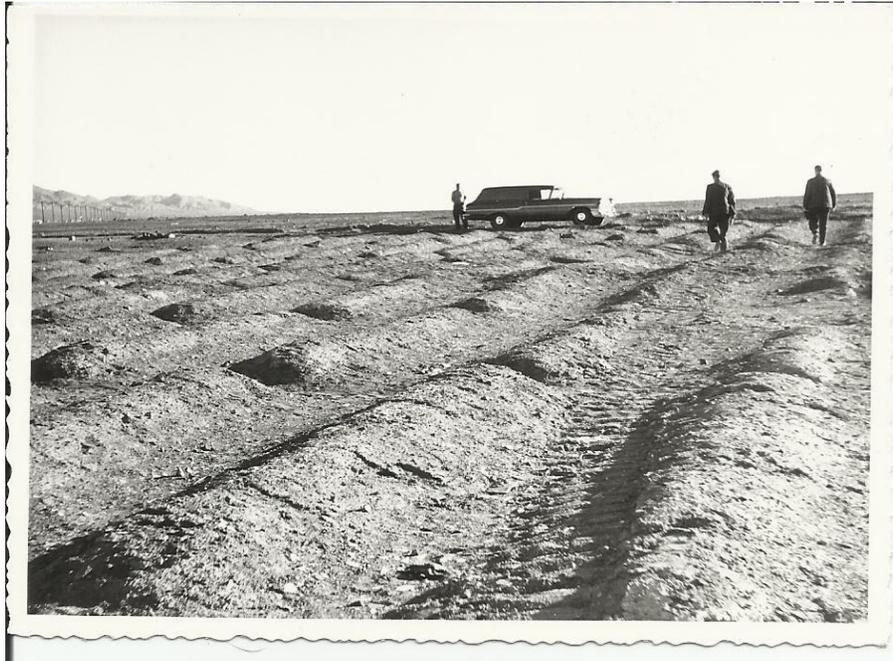
En una zona que no sobrepasa las dos hectáreas se aprecia esta cubierta mineral depositada, aparentemente, por afloramientos de agua y su evaporación. Fuente: Colección Nelson Arellano.

Las sucesivas instalaciones de explotaciones industriales y la circulación regular de una población flotante fomentó el uso de materiales disponibles cuyos límites normativo-valóricos impidieron tocar, por ejemplo, los elementos vinculados a las creencias religiosas, tal como es el cementerio del lugar, a pesar de la numerosa disponibilidad de madera, material que en una zona desértica alcanza altos valores de uso y cambio.

En lo que respecta a la ubicación exacta de la desaladora no hay antecedentes que permitan demostrar una posición inequívoca. En una inspección realizada el 30 de septiembre de 2012 se pudo identificar un área en la que se atisban rasgos de un curso de agua que podría

corresponder a la posición de los pozos mencionados por Josiah Harding o bien, el antiguo curso de agua en cuya dirección se dispusieron las bateas de evaporación³⁵⁵.

Ilustración 19. Fotografía del área que se atribuyó a la ubicación de la Planta Las Salinas.



Fuente: DICA, Departamento de Fotografía de la Universidad de Chile, Antofagasta.

Estos elementos podrían ser considerados en la eventualidad de desarrollarse una búsqueda de carácter arqueológico, no obstante el hecho coyuntural que la implantación del ingenio obedeció a criterios biofísicos que incorporaron en su propuesta de diseño el lugar de el o los pozos de agua, la pendiente que permitía desplazar el gran volumen de agua utilizando la fuerza de gravedad y la orientación las instalaciones hacia el norte maximizando el uso de radiación solar.

A su vez, en los criterios de constructibilidad se debió definir el material con el que construir las bateas, la superficie que las techaba y en la cual se condensaba y colectaba el agua desalada.

En este ámbito del desarrollo técnico parece oportuno detenerse en el fenómeno sociotécnico que se articuló. El tipo de conocimiento que resultaba necesario implica un cruce disciplinar,

³⁵⁵ HARDING (1883).

articulando la mecánica de los procesos físico químicos con la administración del proceso de producción de agua desalinizada en una escala en la que jamás se había intentado anteriormente utilizando energía solar.

El complejo tecnoinstitucional le otorga a la ubicación de la desaladora de Charles Wilson un significado tensionado por la relevancia de su punto de implantación, dada la singularidad de sus condiciones, como se verá a continuación, y el virtuosismo con que se combinó el delicado equilibrio de los recursos naturales disponibles y el desarrollo de una técnica que se acopló de manera metonímica a las condiciones que enfrentaba.

Por lo anterior, no obstante la actual carencia de vestigios que atestigüen la existencia del ingenio de Charles Wilson, los datos disponibles alientan la conjetura acerca de los aspectos relevantes del desarrollo sociotécnico que hizo viable la construcción y operación de esta instalación pero, al mismo tiempo, no es posible establecer resultados concluyentes acerca de la relevancia de profundizar en el conocimiento detallado y preciso del lugar de implementación de la industria desaladora, a pesar de lo cual, ante la incertidumbre y la curiosidad, los investigadores de los laboratorios solares de las universidades Técnica Federico Santa María y de Antofagasta realizaron esfuerzos reiterados por ubicar este sitio especial para la historia de la tecnología del uso de la energía solar directa.

Desde las décadas de 1960 y 1970 a la fecha las dificultades para situar la posición exacta de la Planta de Las Salinas han aumentado considerablemente. Las operaciones desarrolladas y las múltiples remociones de la superficie con objeto de la instalación de distintas infraestructuras complejizan aún más la localización y tienden a demostrar la sutileza de su implementación.

Como se demuestra a continuación, las características del entorno del territorio de la ex Estación Las Salinas son inequívocamente indesligables de la posibilidad de diseño, construcción y operación de un dispositivo del tipo que Wilson produjo y luego dejó en manos de otros propietarios.

Ilustración 20. Área atribuida a la ubicación de la Planta Las Salinas década de 1960.



Fuente: DICA, Departamento de Fotografía de la Universidad de Chile, Antofagasta.

Ilustración 21. Situación actual del área atribuida a la ubicación de la Planta Las Salinas



30 de septiembre de 2012. Fuente: Colección Nelson Arellano

2.3 Agua en el desierto de Atacama: evaporación, radiación solar y salinidad.

Mientras por la superficie del desierto de Atacama existe una escasa presencia de cursos de agua, en el subsuelo transitan escorrentías y se embalsan acuíferos, algunos de los cuales tienen carácter fósil³⁵⁶.

³⁵⁶ SANTORO, Calogero y LATORRE, Claudio (2009) “Propuesta metodológica interdisciplinaria para poblamientos humanos Pleistoceno tardío/Holoceno temprano, precordillera de Arica, Desierto de Atacama Norte”, *Andes*, 7, 13-35.

Nuestro punto de interés se encuentra sobre el acuífero de Sierra Gorda, en las Coordenadas Geográficas: $-23^{\circ}00'00''$; $-69^{\circ}30'00''$ / $-23^{\circ}15'00''$; $-69^{\circ}45'00''$ ³⁵⁷. Un reporte señala que: “En el sector se ha reconocido el acuífero de Sierra Gorda, que se extiende en sentido Suroeste-noreste entre Carmen Alto y Sierra Gorda. Este valle presenta un relleno de sedimentos que pueden alcanzar sobre 50 m, con distintas capacidades de albergar agua.”³⁵⁸.

Los estudios disponibles indican que la profundidad de la napa subterránea sería de aproximadamente 40 metros, a diferencia, por ejemplo, de Carmen Alto, en donde las profundidades son variables entre los 8 y 40 metros o de la quebrada de Los Arrieros, cerca de la localidad de Sierra Gorda, donde el agua presenta afloramientos superficiales³⁵⁹.

El supuesto es que todos los cuerpos de aguas subterráneas del gran valle que llega hasta Sierra Gorda están de alguna manera conectados, y se alimentan o recargan principalmente por la Quebrada de los Arrieros, ubicada poco más al norte de Caracoles. Hoy en día se explotan estas aguas y, desde 2001, está declarada una restricción sobre la extracción habiendo discrepancias acerca del valor de la recarga del acuífero³⁶⁰.

El régimen hídrico de la zona permitió el nomadismo y sedentarismo en la zona generando asentamientos que se han venido documentado desde la década de 1960³⁶¹, aunque los primeros los antecedentes ya se compilaron en el siglo XVI³⁶².

³⁵⁷ Información del Instituto Geográfico Militar (IGM) de Chile: Carta regular escala 1:50.000 "Estación Salinas". Código IGM: B-085. Coordenadas Geográficas: $-23^{\circ}00'00''$; $-69^{\circ}30'00''$ // $-23^{\circ}15'00''$; $-69^{\circ}45'00''$.

Coordenadas Planas: Norte: 7.455.585 / 7.427.798. Este: 448.401 / 422.922. Proyección: U.T.M; Elipsoide: GRS80. Datum: SIRGAS (WGS84). Huso: 19. Descripción: Se encuentra ubicada en la Provincia de Antofagasta, cubriendo un sector de la Comuna de Sierra Gorda. Algunas de las características geográficas más relevantes en la carta son: Quebrada del Buitre, Cerros de Gualga, Quebrada Saco, Oficinas Salitreras abandonadas vecinas.

³⁵⁸ DICTUC (2009) *Estudio Impacto Ambiental Ampliación Pampa Blanca*, Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA); JAIME ILLANES Y ASOCIADOS CONSULTORES S.A. (2012) *Estudio de Impacto Ambiental Ampliación Pampa Blanca*, Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA).

³⁵⁹ RIVERA, M. (1983). *El camino del Inca en el despoblado de Atacama*, Santiago de Chile, Editorial Universitaria.

³⁶⁰ “El Sector Acuífero de Sierra Gorda fue declarado Área de Restricción mediante Resolución DGA N° 759 de 21 de diciembre de 2001, debido al grave riesgo de disminución de los niveles del acuífero establecido en base a distintos Informes Técnicos del Servicio, que a su vez, consideraron estudios hidrogeológicos entregados por los mismos solicitantes de derechos de aprovechamiento presentes en el sector.” En: DEPARTAMENTO DE ADMINISTRACIÓN DE RECURSOS HÍDRICOS (2012) *Evaluación de los recursos hídricos subterráneos del acuífero de Sierra Gorda. Informe Técnico*, S.D.T. N° 331, Santiago de Chile, Ministerio de Obras Públicas Dirección General de Aguas (DGA).

³⁶¹ NUÑEZ, Lautaro y VARELA, Juan (1968) “Sobre los recursos de agua y el poblamiento prehispánico de la costa del Norte Grande de Chile”, *Estudios Arqueológicos*, 3-4,7-41.

No obstante lo anterior, el descubrimiento de reservas de salitre fue sucedido por un rápido proceso de movilización de trabajadores, con el consiguiente asentamiento y sociabilidad en una escala que demandaba para su mantención más recursos que los existentes en la zona que va desde la ciudad puerto de Antofagasta a Calama, área conocida como Cantón Central o Antofagasta³⁶³, sin olvidar que el primer poblamiento de consideración se arraigó en la localidad de Caracoles a propósito de la explotación del yacimiento de plata del mismo nombre³⁶⁴.

Pero junto con el proceso colonizador industrial también se impulsaron los quehaceres científicos de producción de información a través de investigadores y exploradores. Así, durante la primera década del siglo XX se recabaron datos, por ejemplo, acerca de:

“(…) la evaporación efectiva de las diversas aglomeraciones de agua de la República para obtener de ese modo, junto con las observaciones de las precipitaciones atmosféricas y escurrimientos, un cuadro de la *economía de agua de Chile*.”³⁶⁵.

Este estudio de Walter Knoche basa su análisis en los datos reportados por la Dirección de Obras Hidráulicas del Ministerio de Industria y Obras Públicas de Chile, que contaba con registros hídricos desde Arica hasta Río Douglas, incluyendo Antofagasta y Chuquicamata además de otras 40 localidades.

El interés de Knoche acerca de la evaporación se mantuvo durante años³⁶⁶ y reparó en la singularidad de la situación en el desierto de Atacama. Así, en 1916 se publicó su artículo

³⁶² HIRSCHMANN, Julio (1970b) *Primera Información sobre Salares y Salinas en Chile, copiada de la “Crónica” de Gerónimo de Bibar, 1558, mimeografiado.*

³⁶³ VILCHES, Flora, REES, Charles y SILVA, Claudia (2008) “Arqueología de asentamientos salitreros en la Región de Antofagasta (1880-1930): síntesis y perspectivas”, *Chungará, Revista de Antropología Chilena*, 40, 1, 19-30; GONZÁLEZ, Sergio (2010); CAPALDO, Adriana, DAMM, Diego y ODONE, Carolina (2010) “Sobre el habitar la pampa del Toco (1890-1920)”, *Si somos americanos. Revista de Estudios Transfronterizos*, X, 2, 175-198.

³⁶⁴ BRAVO (2000).

³⁶⁵ KNOCHÉ, Walter (1919) “Estudio sobre la evaporación en Chile”, *Revista chilena de historia y geografía*, 26, 398-441.

³⁶⁶ KNOCHÉ, Walter (1911) “Determinación del contenido de emanación en el agua de mar y de la actividad inducida del aire en la costa chilena y la Isla de Pascua”, *Revista Chilena de Historia y Geografía*, 4, 573-582; KNOCHÉ, Walter (1916) “Breve información sobre la ley de la evaporación y su significado para la irrigación”, *Revista Chilena de Historia y Geografía*, 23, 120-137.

“Gran evaporación en corto tiempo”³⁶⁷ en el que compara datos obtenidos en Chuquicamata a través de las balanzas de evaporación de Kassner y de Wild señalando que la escala de 15 mililitros para 24 horas no daba abasto para el día completo.

Su observación del día 15 de septiembre de 1915, es decir, al final del invierno del hemisferio sur, indica que la balanza debió llenarse dos veces y que se observaron fases en que en 10 minutos se evaporaron 2,4 mililitros de agua. Estos resultados los comparó con las mediciones del día 18 de septiembre, cuando se registró una evaporación a menor velocidad. Su conclusión al respecto fue que el origen de la diferencia era atribuible al viento.

Diez años más tarde, Charles Abbot demostraría que la zona altiplánica del desierto de Atacama, justamente donde se encuentra Chiquicamata, podía ser considerado el lugar del planeta con mayor radiación solar. Esta gran abundancia de energía siguió siendo estudiada por los investigadores chilenos Carlos Espinosa y Julio Hirschmann a mediados del siglo XX y sigue siendo materia de interés³⁶⁸.

Estas circunstancias ambientales descritas en detalle por Knoche ya habían sido observadas y utilizadas por Charles Wilson 40 años antes, pero además, parece haber aprovechado estas mismas circunstancias para completar el proceso de destilación.

Si bien es cierto, en el proceso de desalación solar el aspecto más destacado es la cosecha de energía para elevar la temperatura del agua y aumentar la velocidad de evaporación, el proceso de revertir la temperatura para lograr la condensación no es para nada despreciable.

Al respecto el informe de Josiah Harding de 1883 no menciona ningún elemento relacionado con el proceso de enfriamiento por lo que se puede especular con dos vías de operación. La primera hubiese requerido destinar una parte del agua extraída de los pozos a mantener los

³⁶⁷ KNOCHE, Walter (1916b) “Gran evaporación en corto tiempo”, *Revista Chilena de Historia y Geografía*, 24, 43-46.

³⁶⁸ COCKELL, Charles S., MCKAY, Christopher P., WARREN-RHODES, Kim y HORNECK, Gerda (2008) “Ultraviolet radiation-induced limitation to epilithic microbial growth in arid deserts – Dosimetric experiments in the hyperarid core of the Atacama Desert”, *Journal of Photochemistry and Photobiology*, 90, 2, 79-87; KAMPF, Stephanie K., TYLER, Scott W., ORTIZ, Cristián A., MUÑOZ, José F. y ADKINS, Paula L. (2005) “Evaporation and land surface energy budget at the Salar de Atacama, Northern Chile”, *Journal of Hydrology*, 310, 1-4, 236-252.

vidrios a una temperatura tal que el vapor de agua condensase. Si este hubiese sido el procedimiento parece probable que el requerimiento técnico debiera haber sido descrito dada su relevancia.

Por otro lado, la hipótesis del físico Carlos Espinosa³⁶⁹ es que el viento constante del sector no sólo mantenía en movimiento los molinos que accionaban las bombas impulsoras del agua de los pozos, sino que además contribuía a disminuir la temperatura de los vidrios de las bateas evaporadoras que lograban condensar el vapor de agua.

Valga considerar que en los experimentos desarrollados en Quillagua, en las décadas de 1960 a 1970 tampoco se requirió de un sistema adicional para el enfriamiento y condensación³⁷⁰.

Estas peculiares condiciones ambientales sin duda juegan un rol fundamental en la constitución del diseño sociotécnico que dio forma al proyecto de desalación solar de Las Salinas, el que tampoco tendría sentido si no fuera por la necesidad de desmineralizar un agua que es incompatible con la salud de seres humanos y animales.

Josiah Harding indicó el dato con toda precisión: el agua contenía un 14% de salinidad, pero nunca hizo alusión al sabor o a la protección de la salud de las personas, dejando claro que la motivación era “(...) la calidad excesivamente mala del agua para su uso en calderas de vapor (...)”³⁷¹.

El análisis químico al que aludió Harding menciona que los principales componentes de las sales eran cloruro de sodio y los sulfatos de calcio, sodio y magnesio. Este análisis, cuya proveniencia se desconoce, resultaba limitado como se demostraría algunas décadas más tarde.

"En Chile, Prunes (1918) es el primero en describir las lesiones dérmicas, las que atribuyó años después, junto a Hevia, al efecto del Arsénico. En aquella época las achacó al contacto con el salitre y las llamó 'Mal de Pisagua o de los Calicheros', lo cual

³⁶⁹ Comunicación personal, 1º de octubre de 2012.

³⁷⁰ FRICK and HIRSCHMANN (1973).

³⁷¹ HARDING (1883:284-285).

creó conflictos con la venta del nitrato, pues algunas de estas lesiones degeneraban en cáncer."³⁷².

Cabe connotar que la desalación solar tampoco parece haber sido motivada por la mejora de la calidad del consumo del agua, sino por la mejora de la calidad del proceso. Así se desprende del breve debate entre Harding y Wilson y sólo a inicios del siglo XXI la visión técnica integrará con mayor énfasis la relevancia de la desalación del agua, aunque sin reparar en el gasto de energía y materia que ello incurre³⁷³. Se desvela aquí el lento avance de la asimilación

³⁷² PUGA, F., OLIVOS, P., GREIBER, R., GONZÁLEZ, I., HERAS, E., BARRERA, S., y GONZÁLEZ, E. (1973) "Hidroarcanismo crónico. Intoxicación arsenical crónica en Antofagasta. Estudio epidemiológico y clínico", *Revista de chilena de Pediatría*, 44, 3, 215-223.

³⁷³ Esta arista del problema de la salinidad del agua no debe pasar inadvertida. El testimonio del ingeniero Isaac Faiguenbaum describe la situación: "(...) a comienzos de la década de los años 50s, la ciudad de Antofagasta contaba con agua potable durante sólo dos horas al día. El abastecimiento provenía de una lejana fuente (Siloli) y de una larga aducción de propiedad del Ferrocarril Antofagasta-Bolivia". Sin embargo, la solución traía una complejidad añadida: "(...) en 1954, siendo Jefe del Departamento de Estudios de la Dirección de Obras Sanitarias, recibí la visita de un connotado ingeniero y ejecutivo del mineral de cobre de Chuquicamata, en esos tiempos de propiedad norteamericana. Se trataba del señor Rudolph, quien me consultó en ese momento si estábamos enterados de que las aguas que nos proponíamos captar tenían un apreciable contenido de arsénico. Para entender lo que esa declaración significaba, basta con recordar que en esos tiempos el arsénico no figuraba entre los parámetros que se analizaban.". Sin embargo, la sorpresa del entonces Jefe del Departamento de Estudios de la Dirección de Obras Sanitarias sólo se debía a desinformación, pues en realidad el antecedente no era nuevo. Comparando límites de concentración de las en aguas de bebida establecido en las normas vigentes en 1973, la Organización Mundial de la Salud (OMS) mantenía desde 1958 un límite de 0,02 mg/l mientras que la Norma chilena se limitaba a 0,05 mg/l. Sin embargo en el año 2006 las normas vigentes en USA, la Comunidad Europea y la misma OMS llevaron el nivel de contaminación máximo (MLC) a 0,01 mg/l, mientras que en Chile el parámetro se ha seguido manteniendo en los 0,05 mg/l, al igual que en Argentina y México, entre otros países. El estudio de salud pediátrica de Puga y otros entrega más datos: "La mayoría de las aguas están contaminadas con As. a su paso subterráneo en contacto con los minerales arsenicados. Dos son los ríos que abastecen a Antofagasta: Toconce, la fuente más importante, contiene 0,8 mgrs./l de As. y provee el 90% del total de agua que recibe la ciudad. Siloli, con un caudal reducido, completa el actual abasto de agua. Contiene sólo indicios de As. (...) Siloli y Toconce mantienen un promedio de As. de 16 veces más As. que el que establece la norma sanitaria chilena y cuatro veces la que la OMS considera como límite máximo." (PUGA y otros, 1973: 218). La situación, en términos de salud pública es lo suficientemente delicada como para que un informe de 2003 del Banco Interamericano de Desarrollo contemple entre los impactos positivos de la desalinización de agua de mar que: "El agua potable producida por la planta desalinizadora estará libre de arsénico. El reemplazo paulatino de las aguas provenientes de la Cordillera por agua desalada, permitirá reducir el contenido de arsénico en el agua potable, debido a que en la primera fase del proyecto, el agua desalinizada se mezclará con el agua tratada de la cordillera lo que resultará en un agua potable con 18 ppb de arsénico. Al operar los cuatro módulos de la Planta Desalinizadora, se obtendrá una mezcla de agua potable con 7 ppb." Ver en: BANCO INTERAMERICANO DE DESARROLLO (2003) *Planta Desalinizadora de Antofagasta (CH-0171) Informe de Impacto Ambiental y Social*, responsables del informe: John Binkley, Raúl Sánchez Fernández-Bernal, Esteban Sarzosa, Robert Montgomery, Ernesto Monter y Ecology and Environment (E&E), Julio 2003. Más de cien años transcurrieron para que los estudios de ingeniería y los de salud convergieran en el interés común de la preservación de la salud de la población. Las miradas de los agentes sanitarios y de los encargados técnicos sostuvieron criterios y definiciones alejadas unas de otras y consolidaron una situación desventajosa para la población. Para mayores informaciones se puede revisar: PUGA y otros (1973); FAIGUENBAUM, Isaac (2009) *Vivencia Personal: El Agua Potable de Antofagasta*, capturado en internet el 17 de abril de 2009 en <http://www.ambientesanitario.cl/>; BARRAZA, Lorenzo (1973) *El problema del agua de Antofagasta. La Solución: lógica, rápida y económica*, autoeditado, mimeografiado, p. 27. Archivo de la Dirección General de Aguas del Ministerio de Obras Públicas de Chile; MAINO, Valeria y

de criterios de calidad que conjuguen los aspectos técnicos, sociales y ambientales de la solución de ingeniería para abastecer de agua al desierto. Estos elementos de análisis han de ser considerados en la revisión de las líneas técnicas para la obtención de agua potable que se utilizaban en el Cantón de Antofagasta durante el ciclo de expansión salitrero.

2.4 Líneas técnicas para la desalación de agua

Las líneas técnicas de la desalación en los desiertos de Atacama y Tarapacá deben ser consideradas como conjunto no sólo por la situación geográfica, sino porque conforman un área de influencia con características asimilables dadas las condiciones sociales, políticas y culturales que se desarrollaron en estos territorios.

Las diferentes soluciones que se encontraron para resolver los requerimientos de agua en zonas de gran estrés hídrico exigieron el uso de herramientas que son en sí mismas narraciones de los paradigmas, enfoques ideológicos y la gestualidad manufacturera desarrollados por los ingenieros y comerciantes que participaron en los mercados del agua de Atacama y Tarapacá³⁷⁴.

Las zonas desérticas aledañas que también vivían en condición de déficit de agua enfrentaban la situación con instrumentos similares, como queda claro en la descripción de fines del siglo XIX que hizo Francisco Solano Astaburuaga y Cienfuegos de la ciudad-puerto de Chañaral, ubicada 600 kilómetros al sur de Antofagasta:

“Está asentada en una planicie de contornos áridos al fondo sudeste de la bahía y dividida en calles anchas y planas, y contiene 2,613 habitantes, convenientes edificios públicos, oficinas de registro civil, correo y telégrafo, tres escuelas gratuitas, iglesia, hospital, establecimientos de fundición y beneficio de minerales, máquinas de destilación de agua potable. (...)” *Diccionario Geográfico de la República de Chile* (1897:222)

RECABARREN, Floreal (2010) *Historia del agua en el desierto más árido del mundo*, Santiago de Chile, Aguas Antofagasta; CASTRO, M. L. (2006) “Presencia de Arsénico en el agua de bebida en América Latina y su efecto en la salud pública”. CEPIS-SB/SDE/OPS. International Congress, Mexico City, 20-24 de Junio; FERRECCIO, Catterina y SANCHI, Ana María (2006) “Arsenic Exposure and Its Impact on Health in Chile”, *Journal of Health, Population and Nutrition*, 24, 2, 164-175; BANCO INTERAMERICANO DE DESARROLLO (2003).

³⁷⁴ GILLE (1999).

Como se ve en la descripción de una ciudad aparece como parte de la infraestructura básica la disposición de “máquinas de destilación de agua potable” y la zona aludida extiende el área de eventual afectación a más de mil kilómetros lineales hasta la actual frontera de Chile con Perú³⁷⁵.

Se puede entender que las condiciones geográficas se asociaron con los marcos institucionales que facilitaron el desarrollo de mercados locales de agua, vinculados a los asentamientos humanos.

En el área de influencia de la Planta de Las Salinas se pueden distinguir los mercados del agua de Antofagasta y Caracoles, pero para efectos de comprender el complejo tecno-institucional que determinó la posibilidad de expansión y reproducción de la técnica debemos considerar, además, los mercados del agua de Iquique y Arica.

En aquel contexto es oportuno volver a revisar algunos detalles de las líneas técnicas utilizadas en los mercados del agua de Arica, Iquique, Antofagasta, Caracoles y Las Salinas.

En Arica existieron pozos habilitados en el sector de la Chimba y también se consiguió un suministro de agua desde el valle de Azapa. Se sabe que Jorge Nugent formalizó en el Callao la Empresa de Agua de Arica, concesión otorgada por la Municipalidad de Arica y que luego intervino la Compañía de Agua de Tarapacá, cuyo administrador era John Thomas North.

El mercado de agua de Arica tuvo relevancia para el mercado de agua de Iquique pues en Iquique se recibía agua desde allí y en la década de 1830 las goletas *Toro*, *Dolores* y *Mora* y el Pailebot *Soberbio* porteaban agua desde el valle de Azapa hasta Iquique. En 1845 comenzó sus operaciones el buque cisterna *Acuario*, con capacidad de 20 mil galones, pero sólo realizó tres viajes. En este ámbito intervinieron también la Goleta *San Carlos* y los vapores *Iquique*, *Princesa Louise*, *Grimanesa* y *María Luisa*; en 1885 se sumó el vapor *Juanita*.

³⁷⁵ Esta investigación no dispone de información acerca de la situación de la desalación de agua en otros países de Sudamérica.

Como ya se ha dicho, la Compañía de Agua de Tarapacá era administrada por John Thomas North y allí el costo del agua rondaba los 4 centavos por decálitro, es decir, cerca de un centavo por galón, precio equivalente al informado por Josiah Harding para Las Salinas.

Aparentemente el Mercado de Agua de Iquique, sin interactuar con el mercado de agua de Las Salinas, incidió en las posibilidades de desarrollo de la energía solar para la desalación.

Entre las líneas técnicas de Iquique se encontraba la aducción de la Compañía Salitrera Barrenechea que ya en la década de 1870 conducía agua desde Pozo Almonte. Para 1888 la canalización entregaba 250 mil galones por mes.

Sin embargo, existe un antecedente bastante anterior, en el ámbito de otra línea técnica, pues en 1840 Bernardo Digoy implementa la primera condensadora. También existen antecedentes de otros propietarios y administradores en el rubro, como eran Manuel Flores, Manuel Baltasar de la Fuente, que habrían entrado en operación en 1845, lo que claramente antecede la experiencia de Adén. Luego, en 1883, entraría en la escena Dixon Provand (también identificado como Mr. Probyn). La ampliación fue contundente, pues si en 1840 en Iquique se producían 180 galones diarios, para 1877 se producía un promedio de 5.900 galones por día. 10 años después se habían superado los 40 mil galones diarios.

En el caso del mercado del agua de Antofagasta se sabe que el primer suministro de agua provenía desde Cerro Moreno y que cuando creció la población se enviaba agua desde la Quebrada de la Chimba y desde Mejillones. Después de la década de 1870 se comenzó a obtener agua desde Coquimbo y Caldera.

El mercado de agua de Antofagasta tuvo una interacción directa con Las Salinas modificando sus relaciones desde la complementariedad hasta la extinción del suministro en Las Salinas. Los datos permiten apreciar que el mercado de Antofagasta mostró características similares al de Iquique, utilizando tres líneas técnicas para la producción de agua potable: porteo, desalación con tecnologías del carbón y aducciones.

En la década de los 70s del siglo XIX se instalaron algunas máquinas desaladoras: la empresa salitrera es la primera de la que se tienen noticias, luego las de Emeterio Moreno, la de la empresa Los Cuatro Amigos, la de Teófilo Reska y la de Juan de Dios Varas. También tuvieron máquinas condensadoras César Feliú y Daniel León Prado.

De Antofagasta se preserva el conocimiento de lugares de suministro como la Aguada de Limón Verde, desde el pozo de la Victoria, mientras que los principales controladores de las fuentes y producción de agua fueron la Compañía de Salitre, Emeterio Moreno, Teófilo Reska, Juan de Dios Varas, César Feliú, Daniel León Prado, Eduardo Orchard y las empresas: Los Cuatro Amigos, El Sol y La Estrella. El costo de producción declarado era de 20 a 25 centavos la arroba de agua.

Para la década de 1920 el servicio de agua potable se había extendido a la mayor parte de la ciudad y contaba con una instalación de 6 estanques con una capacidad total de 20 mil metros cúbicos y el sistema captaba 10 mil metros cúbicos de agua por día en cinco puntos, estando el más lejano a 320 kilómetros. Las instalaciones y red de distribución de agua potable eran propiedad de la Empresa del Ferrocarril de Antofagasta a Bolivia, aunque su propietario hasta 1888 fue la Compañía Huanchaca, a la que estuvo ligado Josiah Harding en el ámbito de la construcción del ferrocarril. Desde 1888 la Empresa del Ferrocarril de Antofagasta Bolivia tuvo el control del agua y calculaba su rendimiento en un peso con cuarenta centavos por metro cúbico.

Las formas de solución del suministro de agua y los costos asociados a ellas eran un aspecto que se vinculaba al complejo tecno-institucional, cuyo otro componente es apreciable en la regulación legal. En el Archivo Nacional de Chile se encuentra el Decreto N° 1912 del Ministerio del Interior, fechado el 22 de mayo de 1917, que regula el precio del agua en Antofagasta, indicando: “cuatro centavos oro de 18 peniques por metro cúbico de agua elevada hasta el estanque hasta un volumen de 63.333 m³/mes” especificando que “por cada m³ de exceso el cobro será de $\frac{3}{4}$ de centavo de oro de 18 peniques”. El decreto fue firmado por Enrique Zañartu Sanfuentes en el tiempo en que Héctor Rivera era el alcalde. Este mismo año, el decreto N° 1374, publicado en Santiago el 16 de agosto, le concedía a la Sociedad de minas de cobre San Bartolo 1.600 litros por segundo del río San Bartolo para su uso como fuerza

motriz para fines industriales, lo que fue anotado en el registro de mercedes de agua de la Dirección de Obras Públicas.

Estos datos ilustran el modo de organización institucional que se fue constituyendo en el Chile de inicios del siglo XX y finales del siglo XIX, como se comprueba la documentación de la Dirección General de Obras Públicas y sus instrucciones para los trabajos de Agua Potable de las comunas de Talca, Angol, Melipilla y Vichuquén, en 1899³⁷⁶.

En cualquier caso, las regulaciones institucionales no atendían a criterios de origen de la producción y sólo parecen haber prestado atención al precio de venta.

Con todo, las dificultades y costos de producción de agua para el consumo humano y de las bestias de servicio resaltan la relevancia de elementos –en apariencia- sorprendentes. Así en 1881 el periódico *La verdad de Caracoles* publicaba los avisos comerciales de la “Fábrica de Cerveza de Daniel Berger” con un texto atractivo para su clientela:

“Ofrece al público la cerveza fabricada en Caracoles, a precios sin competencia. También se tendrá constantemente a la venta la acreditada cerveza de Los Andes, hecha con agua de nieve de la Cordillera; como también la cerveza de La Serena Doble i triple. Se venderá Oblón de Baviera por mayor y menor cebada cocida (malta) para comida de chanchos a 20 centavos el balde.”³⁷⁷.

Una semana después el aviso publicitario anunciaba:

“Al Público. Habiéndose celebrado nuevo contrato con la acreditada cervecería de todo el Sur de Chile, se advierte al honorable público de Caracoles que desde la fecha se venderá en la Cervecería Alemana: Docena de cerveza a \$2,40 y Botella A: 20 centavos. Esta desde hace años acreditada casa tendrá como siempre, cerveza cuya excelente

³⁷⁶ Archivo Nacional, Caja ANA 3693, 1871-1872, ncar; v. 4.

³⁷⁷ *La Verdad de Caracoles*, Miércoles 28 de septiembre de 1881. Biblioteca Nacional de Chile, microfilm. Cabe explorar la industria de la cerveza como forma de control de calidad del agua. Thomas Misa informa que hacia finales del siglo XVIII en Londres la mala calidad del agua hacía de la cerveza virtualmente el único brebaje seguro. Ver en: MISA, T. J. (2004:65) *Leonardo to the Internet: Technology and Culture from the Renaissance to the Present*, Baltimore, JHU Press.

calidad se garantiza. Caracoles 06 de octubre de 1881. Daniel Berger. Nota: Si se acordase hacer otra rebaja en el precio se avisará por otros papeles.”³⁷⁸.

Pero la oferta de Berger no era la única pues Daniel López R. publicaba también sus avisos promocionando la Fábrica de Cerveza Esmeralda: “Me es grato anunciar al comercio y al público en general, que desde esta fecha queda (sic) a su disposición los productos de la fábrica de cervezas i vevidas (sic) gaseosas que he establecido en ésta.”³⁷⁹.

Cerveza Esmeralda se vendía a \$2 la sencilla, \$3 la sencilla doble, \$3 la Limonada gaseosa i soda y a \$1,50 por medias botellas. Además se ofrecían “precios cómodos i ventajosos” para embotelladores que comprasen por arrobas.

Para esta época, Caracoles era descrito como un poblado “(...) con la mitad de sus habitaciones solitarias, con las nueve décimas partes de sus trabajos paralizados, con su comercio agonizando (...)”³⁸⁰.

Este asentamiento se encontraba pronto a su despoblamiento y sus requerimientos de agua llegarían a su fin, a diferencia de lo que ocurría en otros puntos del desierto de Atacama.

Por el contrario, en el caso del asentamiento de Las Salinas, su posición estratégica cercana al cruce de dos caminos y el descubrimiento de nitratos explotables en áreas cercanas podría haber contribuido a la continuidad del funcionamiento de la desaladora solar. Para 1883 Charles Wilson había dejado de ser su propietario y se desconoce quién pudo haber sido su sucesor.

La desaladora de Wilson debía, eso sí, competir con la oferta de la línea técnica de las desaladoras a carbón, mejor conocidas en su época como destiladoras o resacadoras. Aquí proliferaron artefactos como los producidos por Caird & Rayner, Alex Chaplin, Fraser, H,

³⁷⁸ *La Verdad de Caracoles*, Miércoles 05 de octubre de 1881. Biblioteca Nacional de Chile, microfilm.

³⁷⁹ *La Verdad de Caracoles*, “Carta al editor”, Sábado 15 de octubre de 1881. Biblioteca Nacional de Chile, microfilm.

³⁸⁰ *La Verdad de Caracoles*, “Carta al editor”, Miércoles 26 de octubre de 1881. Biblioteca Nacional de Chile, microfilm.

John Kirkaldy, Normandy y Royle, que fueron algunos de los más importantes fabricantes del imperio británico, en Londres, Glasgow y Manchester. Sin embargo, estos no fueron los únicos empeñados en la inventiva de dispositivos capaces de obtener agua desmineralizada. Así H.E. Newton, desde Londres avisaba de la disponibilidad de aparatos para la evaporación y condensación en Colonia, Alemania, con la representación de E. Thiesen³⁸¹.

2.4.1 Máquinas desaladoras a carbón.

En 1890 en el *Supplement to Engineering* se anunciaban los constructores de aparatos de destilación de agua: Alex Chaplin (Glasgow), John Kirkaldy (Londres), Normandy & Co. (Londres), A. M. Perkins (Londres) y Ross & Duncan (Glasgow)³⁸².

Para 1895 el listado experimentó algunas modificaciones y aparecieron las ofertas de Caird & Rayner (Londres), Aëreated Fresh Water Co. (Londres) y J. J. Royle (Manchester), manteniéndose Chaplin, Kirkaldy, Normandy (que para 1910 figuraba con domicilio en Greenwich)³⁸³, Ross & Duncan, desapareciendo A.M. Perkins.

Al año siguiente se sumó Smilie & Robertson (Glasgow) y entre 1900 y 1904 aparecieron Souders, Rehders & Co. (Londres) Mirrlees Watson Co. Ltd. (Glasgow), al tiempo que Royle se convertía en Royle Limited y Ross y Smile & Robertson dejaron de publicar avisaje. El dinamismo no se detuvo aquí y, por ejemplo, en 1905 se sumó al listado de oferentes la Liverpool Engineering & Condenser Co. (Liverpool)³⁸⁴.

Esta época es un punto de inflexión en varios aspectos. Por una parte, el número de fabricantes disminuye y se publicitan 6 fabricantes, siendo probablemente el más destacado

³⁸¹ Nota 1589, *Engineering*, junio 21 de 1889, 714.

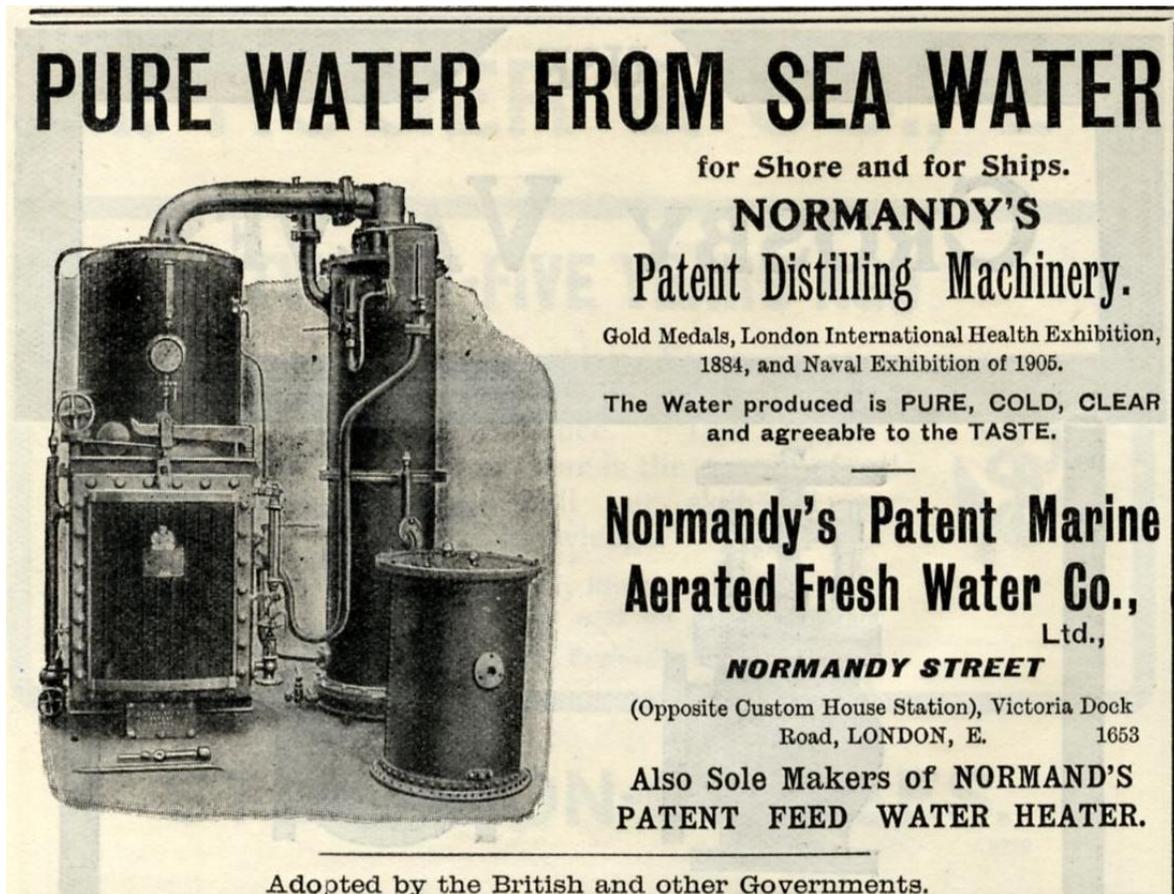
³⁸² *Supplement to Engineering*, enero 17 de 1890, Index pág. xxi.

³⁸³ *Engineering*, septiembre 17 de 1910, Index pág. xxiii.

³⁸⁴ *Supplement to Engineering*, enero 17 de 1895, Index pág. xxiii. *Supplement to Engineering*, julio 17 de 1896, Index pág. xxiv. *Supplement to Engineering*, enero 17 de 1904, Index pág. xxi. *Supplement to Engineering*, Julio 17 de 1905, Index pág. xxii.

Frank Normandy quien publicó el *Practical Manual for Distillation of sea-water*, una obra crucial cuyas informaciones pudieron haber sido relevantes para el uso de la energía solar³⁸⁵.

Ilustración 22. Aviso comercial de Normandy publicado en *Engineering*.



PURE WATER FROM SEA WATER

for Shore and for Ships.

**NORMANDY'S
Patent Distilling Machinery.**

Gold Medals, London International Health Exhibition, 1884, and Naval Exhibition of 1905.

The Water produced is PURE, COLD, CLEAR and agreeable to the TASTE.

**Normandy's Patent Marine
Aerated Fresh Water Co.,
Ltd.,**

NORMANDY STREET

(Opposite Custom House Station), Victoria Dock
Road, LONDON, E. 1653

Also Sole Makers of **NORMAND'S
PATENT FEED WATER HEATER.**

Adopted by the British and other Governments.

Fuente: *Engineering*, 20 de enero de 1911, 619.

En el segundo capítulo de aquel manual se describen los tipos de destiladores distinguiendo los de barcos a vapor de los de estaciones en tierra. Se enuncia la existencia de variedades con doble destilación, filtro y bomba de vapor, vapor alimentador de bomba, captura y descarga de vapor, los dispositivos de las naves de la armada británica y otras calificadas por la comparación de tamaño, automatización, calidad del agua producida y la turbiedad del agua entregada.

³⁸⁵ NORMANDY (1909).

En esta clasificación que ofrece el manual no hay una sola mención acerca de la existencia de artefactos de desalación solar, aunque parece poco probable que se haya desconocido su existencia pues apenas seis años más tarde, en 1915, se volvió a dar a conocer la existencia del registro que hiciera Josiah Harding para la Institution of Civil Engineers³⁸⁶. Tampoco parece plausible la idea de que la desalación solar fuera omitida exprefeso por algún temor comercial a estimular su uso y perjudicar el propio negocio de Normandy. El hecho es que la versatilidad de artefactos que pueden ser instalados en cualquier punto que se desee y cuya capacidad de producción de agua desmineralizada ya superaba con creces los límites físicos de producción vía energía solar.

Esta apreciación es reforzada porque mientras en los medios de comunicación destinados a los ingenieros sólo se difundió un invento de desalación solar, proliferaron las inscripciones de patentes de modelos de artefactos de desalación que funcionaban a carbón³⁸⁷.

También se realizaba tratamiento de agua a través de plantas purificadoras, como la de Howard Stillman en el puerto de Los Ángeles, donde el agua requería doble tratamiento por el abundante bicarbonato de cal que contenía. En 1898 la máquina de Stillman lograba suministrar 44 mil galones de agua tratada cada 24 horas, es decir, aproximadamente 8 veces la cantidad que entregaba la desaladora solar en su mejor rendimiento, pero, no obstante, con una calidad de agua muy distinta³⁸⁸. De cualquier manera, el problema de la presencia de cal en el agua, ya fuera como carbonato o sulfato fue un asunto que ocupó la inventiva de los ingenieros³⁸⁹ también interesándose no sólo por la acción termodinámica sino también por la dimensión química que permitía purificar el agua con propósitos de potabilidad. Así se promocionaron los trabajos de M.L. Allain de Marsella, Francia, quien utilizando yodo y carbón añadía una proporción de su mezcla de 1 a 100.000 y luego de 15 minutos el agua se consideraba libre de bacilos³⁹⁰.

³⁸⁶ ACKERMANN (1915).

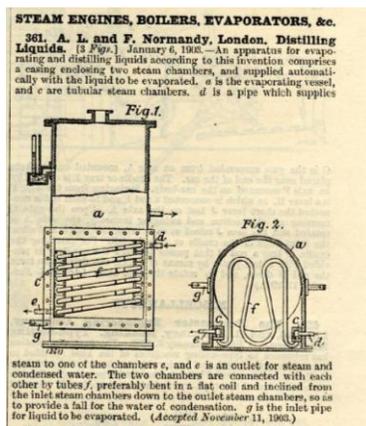
³⁸⁷ Entre otras muchas fuentes posibles, se encontraron anuncios que publicaron inscripciones de patentes en revista *Engineering*: 1° de enero de 1904, 35; 12 de abril de 1907, 504;

³⁸⁸ "A water-purifying plant", *Engineering*, enero 28 de 1898, 108.

³⁸⁹ "The Carroll Boiler water purifier", *Engineering*, 1° de enero de 1897, 23.

³⁹⁰ "Miscelanea", *Engineering*, diciembre 20 de 1895, 767.

Ilustración 23. Publicación de patente de un destilador a carbón.



Fuente: *Engineering*, 1º de enero de 1904, página 35.

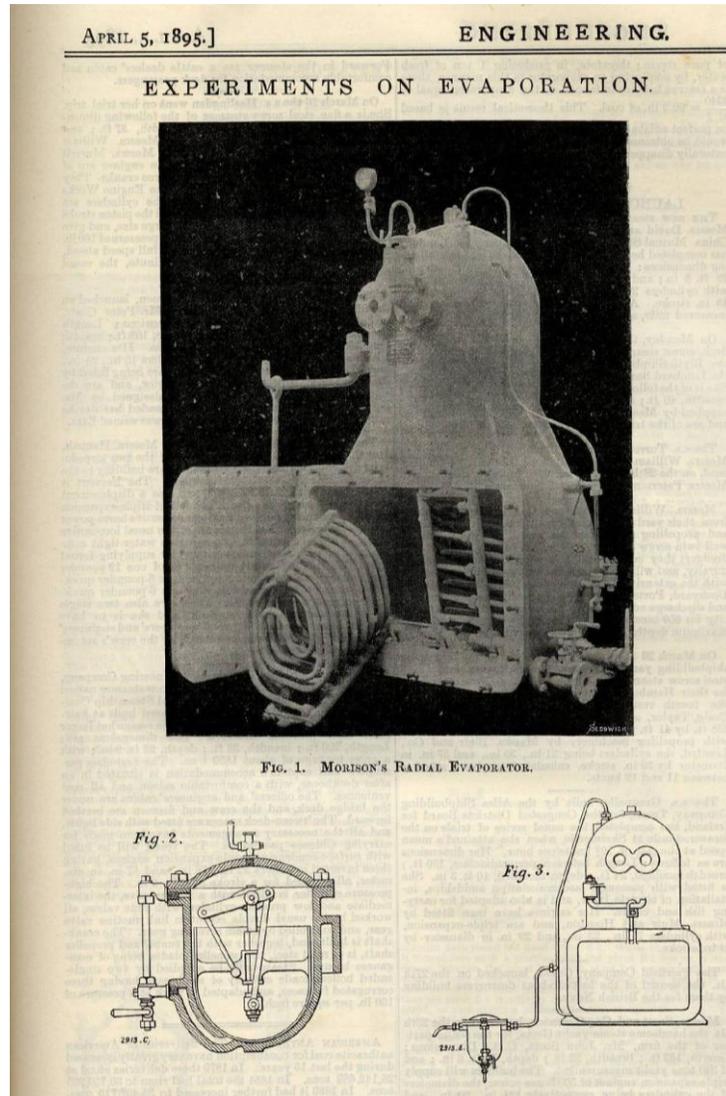
Desde luego, el tratamiento químico podía llegar a ser efectivo para el resguardo de la salud de personas y animales domésticos en términos de enfermedades infecto-contagiosas, pero no atendía el problema de contaminación por minerales ni, mucho menos, la gran preocupación pública de la ingeniería: la vida útil de las máquinas productivas.

Así se desprende del extenso artículo de D. B Morison, que originalmente fue una comunicación leída ante la Sociedad de Ingeniería de Liverpool³⁹¹. Se trata de un profuso estudio acerca de los artefactos disponibles en la época y sus respectivos rendimientos.

Morison clasificó los evaporadores de carbón en cinco tipos según las características de sus diseños y vinculó cada categoría con inventores reconocidos: Kirkaldy, de Londres, Quiggin, de Liverpool, Weir, Rayner, Mudd, Blair, de Stockton y el propio Morison. En el artículo de *Engineering*, aprovecha la ocasión de promover su creación otorgándole un lugar privilegiado a una imagen del artefacto que el autor fabrica.

³⁹¹ "Experiments in connection with evaporation", *Engineering*, abril 5 de 1895, págs. 454-456 y abril 26 de 1895, págs. 555-557.

Ilustración 24. Imagen y esquemas del destilador a carbón de Morison.



Fuente: *Engineering*, 5 de abril de 1895, 455.

Este modo de utilización del espacio brindado por la revista *Engineering* deja entrever la mecánica y accionar del pensamiento ingenieril vinculado a sus estrategias de comercialización de productos para la desalación de agua. Al tiempo que se divulgaba una discusión acerca de los aspectos técnicos se determinaba el círculo de oferentes y la línea técnica privilegiada para la investigación y desarrollo.

El complejo tecno-institucional del carbón encontraba así su más plena articulación, cooptando el campo semántico de las técnicas disponibles y cercando las alternativas técnicas. Coincidían las voces de Normandy y Morison en omitir otras fuentes de energía.

El uso del carbón era un factor decisivo en la constitución de esta línea técnica. Era la época en que el petróleo apenas hacía sus primeras incursiones como combustible y la producción carbonífera exigía una comercialización en grandes volúmenes. La disponibilidad de recursos y el encadenamiento productivo hacían que el proceso de selección técnica fuera más restringido en la medida que introducir mejoras a los diseños existentes era más fácil que generar innovaciones radicales que cambiaran la lógica de suministros para las operaciones.

Este panorama con características de hechos consumados o, en el concepto de Thomas P. Hughes, el Momentum tecnológico que inclinó el interés mayoritario por el desarrollo de la tecnologías del carbón para la desalación de agua, se sostenía principalmente en la lógica de cálculo de rendimiento, ámbito en el que las máquinas desaladoras eran imbatibles y lograron obtener incrementos de productividad exponenciales.

Es así como se imponía una visión de mundo incontrarrestable en la que el incremento de productividad vía economía de escala se acoplaba al ritmo de crecimiento de volúmenes de energía y materia que debían circular para mantener y mejorar la rentabilidad de las inversiones. Se cumplía así con todos los propósitos impuestos por los preceptos del progreso y, en especial, por las definiciones que cimentaban el actuar de la ingeniería, tal como lo señalaba la constitución de la Institution of Civil Engineers: direccionamiento de las grandes fuentes de poder de la naturaleza para el uso y conveniencia del ser humano, para el comercio entre Estados y sus mercados.

Esto coincide con las apreciaciones acerca del ejercicio imperial de la distribución de la tecnología en el siglo XIX³⁹², cultivándose la concepción de una hegemonía en la que prevalece la endogamia de los supuestos controladores del mercado, al mismo tiempo inventores y comercializadores. Se gestionaba con estos conceptos la actividad del colonialismo tecnológico

³⁹² HEADRICK (1989); BASALLA (1967); PALLADINO y WORBOYS (1993); LLANOS (2010).

cuyas definiciones, más propias del darwinismo social³⁹³, sostenían la profecía autocumplida de la supremacía técnica de una cultura que otorgaba una posición secundaria a cualquier objeto que fuese producido fuera de las fronteras imperiales y tendía a restringir sus espacios de diálogo al ámbito colonial como mero laboratorio para experimentar con las hipótesis elaboradas en la metrópoli: incluso para el uso de la energía solar en Atacama los lugares fundamentales estaban en Nueva York y Londres.

En este encuadre ideológico la ampliación de fronteras seguramente resultaba una rareza y ante la contundencia de las certezas técnicas y científicas adquiridas el pensamiento divergente parece haber tenido una escasa acogida en la medida que el interés final de la acción ingenieril era el fomento del lucro personal. En cierta medida, que quedará por verificar, aquel mismo desafío que estimuló la investigación y desarrollo de la técnica de desalación utilizando el carbón como combustible parece haber desahuciado su existencia, algunas décadas más tarde.

Y, en otro punto ciego de la mirada técnica, destaca el desarrollo propio de la cultura popular para resolver sus problemas de suministro, según informaron Nuñez y Varela:

“No sabemos en qué tiempo se difunde por la costa el uso de ‘resacadoras’ o condensadoras de agua de mar adaptadas a la cultura de los mestizos costeños, más conocidos por el concepto genérico de Changos. Parece que eran conocidas desde inicios del siglo XIX, en caletas productivas alejadas de los puertos incipientes del norte de Chile. En la costa sur de Iquique, lograron vender pescados y mariscos secos junto a galones de agua condensada. Desde el año 1900 procede la descripción de una ‘resacadora’ elaborada por estos grupos costeños: ‘colocaban tarros de agua de mar sobre fogatas de huiros secos y lobos de mar enteros, con esta fuerte combustión hervía el agua, cuyo vapor salía por una cañería que pasaba por una batea de calamina montada sobre una serie de piedras pegadas con una masa de ceniza, con forma rectangular. El vapor de agua pasa por el agua fría de mar que le produce su condensación, cayendo de a

³⁹³ HAWKINS, Mike (1998) *Social Darwinism in European and American Thought, 1860-1945: Nature as Model and Nature as Threat*, Cambridge, Cambridge University Press, 344.

gotas el agua dulce en un depósito en el terminal de la cañería’ (Anaximandro Bermúdez, comunicación personal)³⁹⁴.

Para estas anónimas comunidades costeras el problema de desalación de agua tenía otra densidad y alcances, a pesar de lo cual llegaron a soluciones similares a las que se discutían de manera autorreferente en el movimiento inercial de la metrópoli³⁹⁵.

Esta aproximación desde la historia de la tecnología realza la condición de realidades múltiples de la orgánica social que llegó a articularse en los desiertos de Tarapacá y Atacama y la condición transfronteriza que tenía el territorio de modo que se interpela la narrativa que concibe tenuemente la conexión entre las sesiones de las asociaciones de ingenieros en Inglaterra con la labor de los desconocidos operarios que ponían en marcha y rentabilizaban las maquinarias productoras de agua apta para el consumo humano y animal.

Sin embargo, también se debe reconocer que el desvelamiento de esta escena trasera, vinculada a la vida cotidiana y maniatada por su invisibilidad tras los grandes escenarios —a pesar de aportar la logística fundamental— se encuentra a penas en sus inicios, pues casi en todos los casos los nombres de los actores sociales y agentes movilizadores recién comienzan a dejar de ser un misterio.

La historiografía de las líneas técnicas de desalación deberá realizar una búsqueda diligente y persistente de los rastros de memoria de las personas que contribuyeron a la implementación y desarrollo de una técnica que exigía un alto grado de coordinación tanto en la obtención de los suministros como en las tareas de comercialización y venta³⁹⁶.

En definitiva, los alcances de la investigación acerca de la constitución de la línea técnica de desaladoras a carbón deberá incluir una apreciación acerca de la participación de los hasta

³⁹⁴ NUÑEZ y VARELA (1968:37). No se señala la fecha de la comunicación personal.

³⁹⁵ MC LEOD, Roy (1980) “On visiting the ‘moving metropolis’: Reflections on the architecture of Imperial Science”, *Historical Records of Australian Science*, 5, 3, 1-16; también publicado en: STOREY, William K. ed. (1996) *Scientific aspects of European expansion*, Athenaeum Press. Ltd.

³⁹⁶ A modo de ejemplo, en el Diario Oficial de la República de Chile se consignó el jueves 18 de agosto de 1881 que Pedro Enrique Pérez patentó un destilador a carbón. Como esta patente, se conocen otras solicitudes consignadas en el *Registro general de patentes de invenciones 1840-1912*, del Ministerio de industria i obras públicas, en una compilación realizada por el Ingeniero Civil Arturo Montero, Jefe de la oficina de patentes de invención.

ahora anónimos sujetos populares que tuvieron algún grado de participación en un desarrollo tecnológico que contribuyó a la superación de la agreste frontera que representa un territorio con recursos hídricos restringidos.

Ilustración 25. El Aguador y las mulas aguadoras en Antofagasta, 1910.

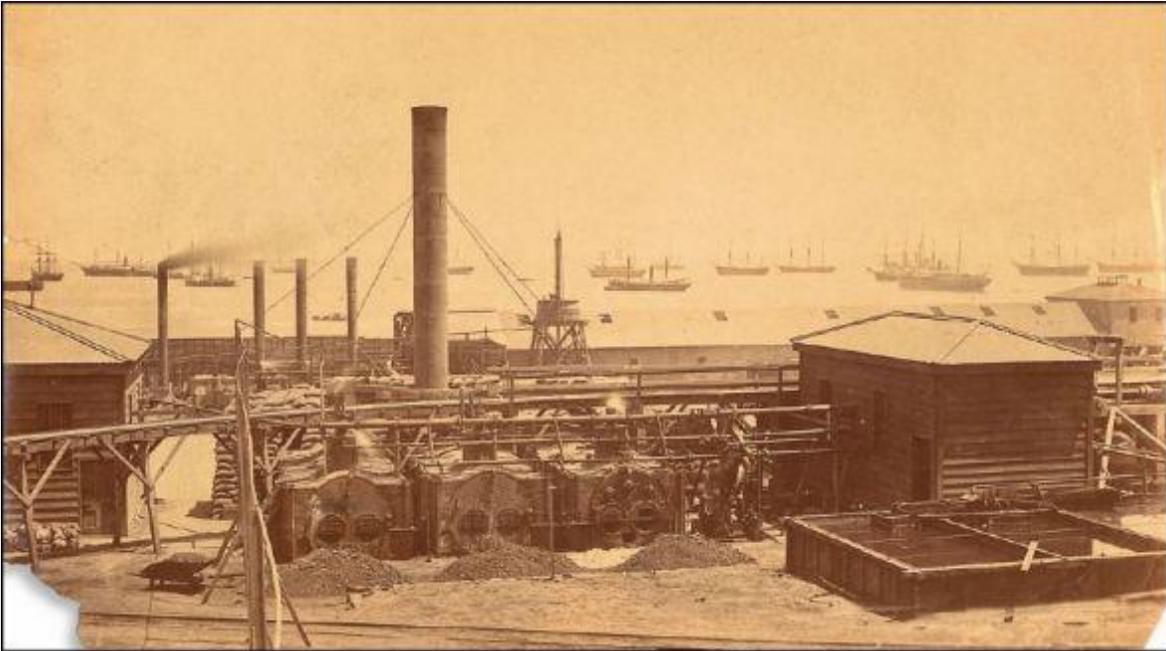


Fuente: *Historia del agua en el desierto más árido del mundo*, Maino y Recabarren (2010)

Además de ingenieros y propietarios de máquinas resacadoras, los cantones salitreros vieron transitar la figura inequívoca del aguador, cuyo desempeño social le hacía llevar el agua para su venta al detalle.

En el mismo orden de cosas, otro aspecto de la sustentabilidad que debiera ser estudiado es la cuestión de la planificación territorial. La disponibilidad de suelo y los puntos de implantación de la maquinaria no puede verse ligeramente como un hecho sencillamente natural. La dimensión institucional vinculada con las autorizaciones o permisos requiere un estudio profundo que seguramente aportará nueva información, así como el conocimiento acerca del régimen de importación de máquinas podría entregar una visión complementaria a la cadena de diseño y elaboración de máquinas desaladoras.

Ilustración 26. Planta resacadora de agua de mar ubicada en Antofagasta, 1917.



Fuente: *Historia del agua en el desierto más árido del mundo*, Maino y Recabarren (2010)

La imagen de la desaladora a carbón desapareció aún antes que la silueta de la locomotora a carbón se diluyera en el claroscuro de la era del petróleo. Tras un breve lapso de tiempo en el que pudo prevalecer ante las demás líneas técnicas de la desalación entró en la fase de descarte artefactual de la que no parece probable anticipar que logre restituirse. En su caso no se espera que exista una duración intermitente, que es exactamente el caso contrario de la desalación mediante utilización de energía solar directa.

2.4.2 La invención de los destiladores solares.

La destilación solar ha sido un campo fértil para la creatividad, no obstante la mayor parte de los diseños conocidos datan del siglo XX. El tiempo previo resultó menos prolífico y sólo se

distinguen los diseños de De Saussure, Wilson y Wheeler & Evans, que cubren desde fines del siglo XVIII hasta fines del XIX³⁹⁷.

El hecho que durante un lapso de cien años se mantuviera un escaso conocimiento y divulgación de la técnica es un dato evocador que recalca la obstinada memoria contemporánea que ha instalado la concepción de las técnicas solares como una invención exclusiva del siglo XX.

Pero, tal como se demuestra más adelante en esta investigación, existió una comunidad científico-tecnológica capaz de hacerse presente en la escena pública a través de los medios de comunicación del ámbito de la ingeniería y de aplicaciones de la ciencia. Esta pequeña colectividad se fue diluyendo en el tiempo sin llegar a obtener suficiente resonancia en el concierto del desarrollo de la investigación y desarrollo.

Entre los diagramas presentados en la imagen siguiente (Ilustración N° 27) se presenta como típica planta de destilación solar unas instalaciones que consideran un molino de viento multipala y una bomba de impulsión manual para la extracción de agua desde pozo (Ver en la esquina inferior derecha de Ilustración N° 27).

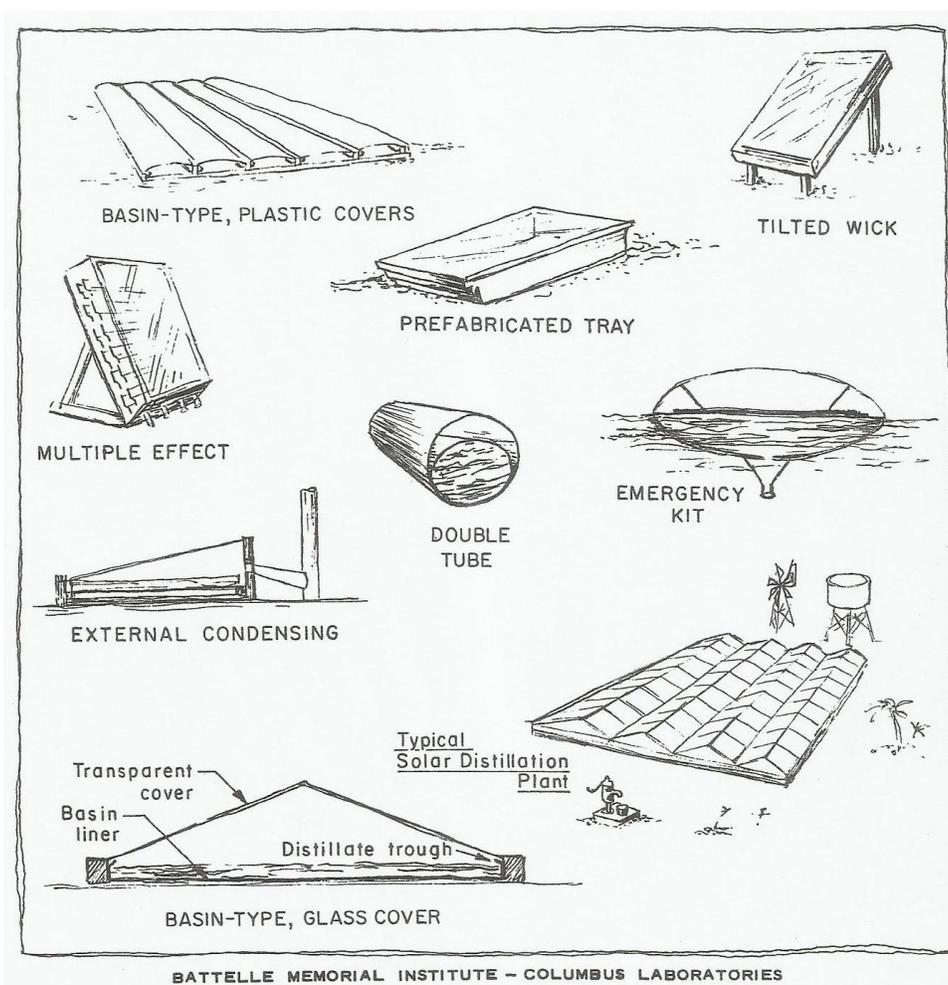
Parece pertinente detenerse en la imagen que proyecta este dibujo porque fomenta la asociación entre la energía solar, la energía eólica y el uso de la fuerza bruta para complementar los requerimientos del proceso de desalación; esta imagen, además, bien podría estar inspirada en las informaciones de la desaladora de Las Salinas.

Añadidamente, esta imagen, que parece ser la conjunción idílica de las llamadas energías renovables no convencionales en un solo espacio territorial, exhibe sutilmente uno de los problemas técnicos más relevantes de esta opción: la energía requerida para la circulación de agua por el sistema desalador y condensador. En otras palabras, la acción de enviar el agua salada casi siempre contenía un desafío energético de relevancia pues, dada la magnitud de la

³⁹⁷ BUTTI, Ken and PERLIN, John (1980) "Horace de Saussure and his hot boxes of the 1700s", *The Solar cooking archive*, Solar cookers net world, en: ZUCHORA-WALSKE, Christine (2013) *Solar Energy. Innovative Technologies*, North Mankato, ABDO Publishing Company. Información corroborada en comunicación personal con el ingeniero Pedro Serrano de la Universidad Técnica Federico Santa María, 11 de junio de 2014.

energía requerida para el transporte del agua que satisfaga un determinado volumen de producción de agua desalada, empezaba a resultar mayor el costo energético que el aporte de agua desmineralizada. Se instalaban aquí las barreras de las economías de escala y de velocidad.

Ilustración 27. Diagramas de 9 tipos de destiladores solares.



Fuente: Talbert et al. (1970:2). Ver ilustración N° 7.

Si bien es cierto lo anterior es válido, desde el punto de vista tecnoeconómico en su dimensión crematística, resulta reduccionista a la luz de los aspectos culturales implicados en el lado de la demanda, es decir, debemos poner en duda que la capacidad de producir más agua apta para los usos industriales y potables fuese aprovechada con un uso racional del recurso o servicio ambiental. En otras palabras, también cabría investigar si el uso de la energía solar fue sobre-exigido para alcanzar unos rendimientos que, desde el punto de vista de los usos para los que se destinó el agua, no necesariamente estaban plenamente justificados ni racionalizados en

función de la condición fundamental de los territorios de mayor sensibilidad al respecto: las zonas áridas del planeta.

Bajo este marco analítico la línea técnica de la desalación solar generó una gama de artefactos que ensayaron formas y materiales diversos apropiados para diferentes condiciones y situaciones.

Julio Hirschmann en su *Informe sobre mi participación en los congresos sobre energía solar en México y París*, comentó que en el congreso de “El Sol al servicio del Hombre” luego de presentar los resultados comparados de los modelos de prueba que generó la Universidad Técnica Federico Santa María y el diseño de la desaladora de Charles Wilson, la diferencia de rendimiento resultaba ser más bien estrecha, lo que generó el comentario en la sala acerca del escaso avance en los últimos cien años³⁹⁸.

Y justamente debemos considerar este hecho. En cien años de investigación en el uso de la radiación solar directa la variabilidad de diseños parece ser menor que la de los desaladores con combustión de carbón. De hecho, a inicios del siglo XX en revista *Engineering* prácticamente el único artefacto publicitado para la venta que no utilizaba combustión de combustibles fósiles era el molino de viento multipala³⁹⁹.

Para la época de construcción de las desaladoras del desierto de Atacama apenas si se contaba con datos publicados de experimentación, contando con los inventos y registros de Horace Bénédicte de Saussure y las observaciones y opiniones de Agustín Mouchot y John Ericsson. Un antecedente de alta relevancia es que en 1870 se publicó en Nueva York una patente en la que la United States Patent Office reconocía como inventores a Norman W. Wheeler, de Brooklyn, and Walton W. Evans, de New Rochelle, Nueva York. Para efectos de la patente se consideraron como testigos a John R. Gilliss, Fred. H. Gales⁴⁰⁰.

³⁹⁸ HIRSCHMANN (1973:6).

³⁹⁹ Ver, por ejemplo: Supplement XX, *Engineering*, 03 de enero de 1908. Aquí se publicó una imagen de un molino de viento multipala patentado por Robert Warner & Co. con la Inscripción en inglés: “Ahorra carbón, bombea agua, muele el maíz, corta la paja”. El domicilio comercial era el 97 de Queen Victoria Street, Londres, mientras que los talleres de ingeniería estaban en Walton on the Naze, Essex, Reino Unido.

⁴⁰⁰ Patent US 102633, “A Improvement in evaporating and distilling by solar heat”, N°. 102,633. Patented May 3, 1870. United States Patent Office (UPSTO).

Esta patente de un evaporador y destilador por efecto del calor solar nos entrega al menos dos datos a considerar: 1. Su ubicación geográfica es Nueva York, la ciudad en la que vivía John Ericsson y ciudad vecina de Brooklyn, donde habitó algún tiempo Charles Wilson y 2. La patente ha sido citada en 33 nuevas patentes en Estados Unidos de América entre 1945 y 2011, lo que a la vez muestra una limitada productividad inventiva y el salto temporal en el interés por esta área tecnológica desde fines del siglo XIX hasta mediados del siglo XX⁴⁰¹.

Esta apreciación establece un grave desbalance en contra de los procesos de investigación y desarrollo en el campo de la energía solar, pues las áreas de trabajo y la gran cantidad de incógnitas y problemas técnicos por resolver dejan ver la falta de investigadores/as implicados en su tratamiento y resolución. Esto sin llegar a tocar la dimensión de las inversiones necesarias para desarrollar la tecnología y aún más lejos del problema de la inversión para la comercialización.

Al fin de cuentas, en la línea técnica de desalación con energía solar, en todo el lapso desde fines del siglo XVIII hasta los inicios del siglo XX sólo se ha podido documentar las invenciones de De Saussure, Wheeler & Evans y Wilson, sin tener –por ahora- indicios para adjudicar a un inventor los ingenios de Sierra Gorda en 1883 y la Oficina Domeyko, en el desierto de Atacama en 1907.

Frente a este cuadro general, vinculado a los espacios académicos e industrial, cabe preguntarse por el desempeño de la cultura popular y su permanente búsqueda de soluciones a microescala que suele diversificar los diseños de artefactos. No hay, por ahora, un rastro de uso de energía solar para desalación de agua que no sea el que diseñó Charles Wilson. Sin duda, este es un aspecto a considerar, especialmente por la relación entre la condición natural de la calidad del agua en el desierto, y su escasez, con las perspectivas histórico-culturales que condujeron los procesos de selección tecnológica hacia los artefactos del complejo tecno-institucional de los combustibles fósiles, descartando el uso de la energía solar.

⁴⁰¹ United States Patent Office (USPTO, 2012) *Annual Report of the Commissioner of Patents*.

2.5 Desalación de agua en medio del desierto

Parece improbable que la desalación solar se hubiera practicado en el escala que logró Charles Wilson si no hubiera sido por las condiciones sociales que se llegaron a gestar en una larga cadena de eventos que, podemos considerar, se reunieron a partir de los intereses en la explotación minera que movilizaron grandes contingentes de población.

Considérese que hacia finales de la década de 1870 se estimaba que en la localidad de Caracoles vivían 10.000 personas, esto era casi el doble de la población de Antofagasta que alcanzaba los 5.384 habitantes. En 1885 la población del puerto de Cobija era de 1.200 personas⁴⁰² mientras que en la totalidad del departamento de Antofagasta era más de 16.000. Diez años más tarde este mismo territorio era la zona de residencia de casi 22.000 personas, 18.000 en áreas urbanas y 4.000 en las áreas rurales⁴⁰³.

La abrupta colonización humana evidentemente sólo era sostenible en base a una importación continua de energía y materia que sostuviera el modo de vida industrial que se instaló a lo largo y ancho del desierto de Atacama.

El encadenamiento de distintos sectores productivos y financieros se produjo en torno a dos productos disponibles en aquel territorio: en la década de 1860 a 1880, la plata y, entre las décadas de 1870 y 1910, el nitrato chileno, conocido también como salitre.

Geográficamente la localidad de Las Salinas se sitúa relativamente equidistante entre el yacimiento de Caracoles -y el que fue su poblado- y Antofagasta y, aunque bastante alejado, en el trayecto hacia el mineral de Huanchaca.

Por una parte, Caracoles, también conocido como *La Flor del Desierto*, ha sido estudiado por el fenómeno financiero especulativo que produjo la noticia de su existencia⁴⁰⁴. En el conjunto de

⁴⁰² GONZÁLEZ, José Antonio (2010b) “La provincia de Antofagasta. Creación y consolidación de un territorio nuevo en el Estado chileno: 1888-1933”, *Revista de Indias*, LXX, 249, 345-380.

⁴⁰³ *Séptimo Censo Jeneral de población de Chile, levantado el 28 de noviembre de 1895 i compilado por la Oficina Central de Estadística*, capturado en internet el 02 de diciembre de 2013, a través de:
http://www.ine.cl/canales/usuarios/censos_digitalizados.php

⁴⁰⁴ BRAVO (2000).

sociedades que se formalizaron con la finalidad de acceder a las operaciones de exploración, explotación, compra y venta de mineral también se constituyeron empresas para el suministro de agua.

Ilustración 28. Mapa del Desierto de Atacama según Josiah Harding, publicado en 1877.



Fuente: “The Desert of Atacama (Bolivia)”, *Journal of the Royal Geographical Society of London*, 1877, 47, 253.

Contemporáneamente se produjeron los descubrimientos de Caracoles y de las calicheras que podían suministrar el nitrato que requerían los laboratorios europeos para la fabricación de

superfosfatos que mejoraban el rendimiento productivo en la agricultura y el uso químico que había desarrollado la industria bélica.

Pero asimismo, con diferencias de algunas décadas, ambos mercados de plata y de nitratos tuvieron una existencia efímera, pues así como los mercados financieros abandonaron el patrón plata en el último cuarto del siglo XIX, el nitrato de sodio o salitre perdió su rentabilidad ante otros competidores en las primeras décadas del siglo XX.

En el ámbito del mercado de la plata destacó el mineral de Huanchaca que comprendía las reclamaciones mineras de Pulacayo, Asiento y Ubina y varias propiedades, entre las que se contaban, dos establecimientos metalúrgicos de gran escala, el ferrocarril que conectaba los yacimientos con Antofagasta, una línea telegráfica que conectaba Huanchaca con Sucre, Potosí y Antofagasta, además de numerosas propiedades, edificios, iglesias, hospitales, hoteles y escuelas. También se divulgaban los planes de la compañía para atender la grave escasez hídrica que pesaba sobre el accionar productivo⁴⁰⁵.

En aquel catastro publicado en Londres, sin embargo, no se incluyó la autorización que la República de Chile, a través de su Ministerio del Interior le entregó a la compañía en un decreto firmado en Santiago de Chile el 21 de enero de 1888 por el presidente de la República José Manuel Balmaceda y su entonces ministro del Interior Aníbal Zañartu:

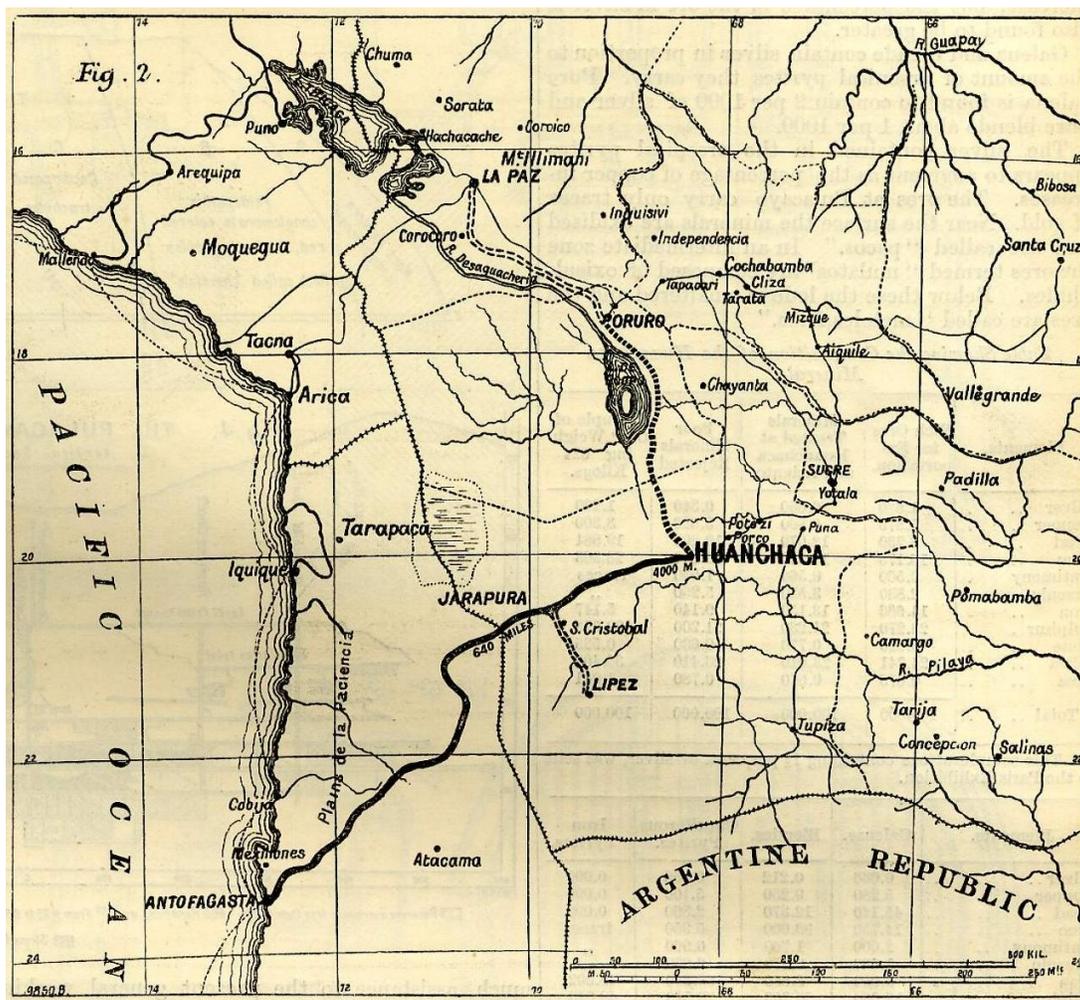
“Art. 1º Concédase a la Compañía Huanchaca de Bolivia, o a quien sus derechos represente, permiso para surtir de agua potable a la ciudad de Antofagasta y demás territorios que se puedan servir con las del Loa.”⁴⁰⁶.

El proyecto de ingeniería de la aducción permitida por aquella concesión estuvo a cargo de Emilio Villarino diseñándose un trazado de 314 kilómetros de largo para conducir 2.500 metros cúbicos de agua dulce cada día.

⁴⁰⁵ “The Huanchaca mining Company, Bolivia”, *Engineering*, 21 de marzo de 1890, 345-347.

⁴⁰⁶ Concesión “Para proveer de agua potable por medio de cañerías a la EMPRESA DEL FERRO-CARRIL DE ANTOFAGASTA a la CIUDAD DE ANTOFAGASTA y las poblaciones situadas a las inmediaciones de la línea férrea desde el estero de “San Pedro” hasta la costa”, Decreto, en COMPAÑÍA HUANCHACA DE BOLIVIA. *Memoria del Directorio. Balance Jeneral y Anexos 1888*, Imprenta del Universo de Guillermo Helfmann. Biblioteca Nacional, Santiago de Chile. Biblioteca Nacional de Chile.

Ilustración 29. Plano de ubicación de Compañía Huanchaca.



Fuente: *Engineering*, 21 de marzo de 1890, 345

Según González Pizarro la Compañía Huanchaca “se hizo del ferrocarril de la Compañía de Salitres de Antofagasta en 1887, estableciendo en Londres The Antofagasta (Chili) and Bolivia Railway Co. Ltd.”⁴⁰⁷. Un año más tarde se reportaba a la junta de accionistas el costo del agua en la Sección Ferrocarril de Antofagasta en el Primer semestre de 1888:

⁴⁰⁷ GONZÁLEZ, José Antonio (2008) “La conquista de una frontera. Mentalidades y tecnologías en las vías de comunicación en el desierto de Atacama”, *Revista de Geografía Norte Grande*, 40, 23-46.

“Agua: El consumo de agua que en el semestre se ha tenido que comprar entre este puerto y Salinas importa el valor de \$66,819.45 y asciende a 21.469,787 litros.”⁴⁰⁸.

A ello se agregó el costo por Acarreo a las diferentes estaciones: \$10.000, valor del metro cúbico: \$3,58 y contraste con el valor del metro cúbico en el semestre anterior: \$3,66.

La articulación entre la Compañía de Salitres de Antofagasta, posteriormente denominada Compañía de Salitres y del Ferrocarril de Antofagasta, y la Compañía Huanchaca requeriría una indagación exhaustiva que sobrepasa largamente las posibilidades de la presente investigación. Este interés se sustenta en la información reportada en los registros de la correspondencia de la Compañía de Salitres de Antofagasta en 1872, el año de construcción de la desaladora de Las Salinas⁴⁰⁹.

El administrador de la Compañía de Salitres en Antofagasta, Jorge Hicks, en su reporte semanal de actividades al gerente en Valparaíso, Evaristo Soubllette, señaló el 19 de noviembre de 1872:

“Estando parada la máquina de destilación en el puerto mientras cambian el condensador las entradas en esa han cesado por algunos días, de esto resulta una escases (sic) de fondos.”⁴¹⁰.

La parada de la máquina desaladora se prolongó durante todo el mes de enero pues el repuesto no pudo ser suministrado con mayor antelación por parte del proveedor “Cowan Balfour y Cía.”.

Veinte años más tarde, la situación había mejorado pero en lo sustancial se mantenían los mismos obstáculos: “La circulación del agua de mar caliente por el interior del condensador, ha

⁴⁰⁸ COMPAÑÍA HUANCHACA DE BOLIVIA. *Memoria del Directorio. Balance Jeneral y Anexos 1889*, Imprenta del Universo de Guillermo Helfmann. Biblioteca Nacional, Santiago de Chile.

⁴⁰⁹ COMPAÑÍA DE SALITRES Y FCAB, Vol. 307, Oficios de Producción y Embarque de noviembre de 1872 a octubre de 1873. Archivo Nacional de Chile.

⁴¹⁰ Jorge Hicks a Evaristo Soubllette, carta enviada desde Salar del Carmen, 19 de noviembre de 1872, remitida en el Vapor *Pacific*, Folio 20, página 3. Fondo del Salitre, Vol. 307. Archivo Nacional del Chile.

oxidado poco el poco casco de manera a debilitarlo (sic) en muchas partes de una manera muy terrible»⁴¹¹.

Mientras los fenómenos físico-químicos hacían estragos con las máquinas desaladoras que funcionaban con carbón la industria de agua destilada de Wilson comenzaba su construcción. Y estas noticias, como las emitidas por Hicks seguramente fueron de conocimiento de Josiah Harding, quien también era personaje habitual de esa misma correspondencia.

Harding, como agente de la ingeniería británica, en 1872 ya se encontraba cumpliendo el alto cargo de la construcción del ferrocarril que se internaba desde Antofagasta hacia el interior del territorio boliviano.

El 24 de enero de 1873 Hicks comunicaba que la nave *Edinburgh Castle* había zarpado desde Montevideo con 200 toneladas de rieles y se esperaba que llegase a fin de mes. Para el 04 de febrero había comenzado el desembarque del material que cubriría 9 millas de terraplén en un breve plazo. Entre el 8 y el 14 de febrero, según Hicks, los trabajos ya habían alcanzado la salida de la ciudad de Antofagasta⁴¹².

Josiah Harding solicitaba materiales para la construcción de la línea férrea y semanalmente informaba de los avances y novedades. Este quehacer le llevará a recorrer el territorio y le permitirá elaborar el mapa de la zona que se publicará en 1877 en Londres (Ver Ilustración N° 28) y mismo año en que fue aceptado como miembro de la Institution of Civil Engineers.

Mientras en el año 1872 comenzaba la construcción del ferrocarril, se planificaba para el sector de Las Salinas la construcción de una nueva oficina salitrera capaz de extraer de allí la materia disponible. El problema allí en medio del desierto era, por supuesto, el agua.

⁴¹¹ PROROMANT, P.M., Carta N° 24, Antofagasta 8 de enero de 1898, dirigida al Administrador Jeneral de la Compañía. Se desconocen aspectos biográficos del autor, aunque se registra que en noviembre de 1902 fue reconocido como “Ajente Consular de Francia en Antofagasta” por el Ministerio de Asuntos Exteriores (sic), *Índice de decretos i leyes del Ministerio de Relaciones Exteriores, culto i colonización 1897-1903*.

⁴¹² HICKS, Jorge, Cartas números 21 a la 24, Folios 128 al 140. Fondo del Salitre, Vol. 307. Archivo Nacional de Chile.

2.5.1 Las Salinas y la oficina de la Compañía de Salitres y FCAB.

El sector Las Salinas no ha sido un sitio de interés especial, a pesar de lo curioso y significativo de su nombre. La toponimia a pesar de lo evidente no parece haber concentrado atención. Es de suponer que en el lugar existían afloramientos de agua que transportaban material mineral o dureza del agua que ante la evaporación excepcional de la zona se debía acumular de manera visible o, al menos, significativa.

Por otra parte y no obstante la posibilidad de la presencia natural de afloramientos no se debe descartar la acción antrópica en los períodos de dominio de los pueblos originarios. Según Nuñez, citado por José Antonio González, entre las rutas pre-hispánicas se encontraba una que unía las localidades actualmente denominadas San Pedro de Atacama y Antofagasta⁴¹³. Y, a pesar del método ancestral de aprovisionamiento mediante el transporte de vasijas de cerámica, se debe descartar que la presencia de agua no se debiera a la intervención humana.

Lo que por ahora consta es que, si no en el tiempo anterior a la llegada europea, para 1872 si se trabajaba en la exploración de pozos de agua para el suministro de las operaciones industriales.

En la correspondencia de la Compañía de Salitres y Ferrocarril de Antofagasta que Hicks despachó a Valparaíso se da aviso que “El Sr. Adamson ha concluido su plano y especificación del nuevo establecimiento propuesto para Las Salinas pero no he tenido tiempo todavía para examinarlo”⁴¹⁴.

Así avanzaban los trabajos de planificación del uso del territorio, con sus áreas de explotación, instalación de maquinarias y zonas habitables, junto con la búsqueda de agua. Una carta confidencial de Hicks le explicará a Soubllette el estado de situación: “Tengo actualmente sólo

⁴¹³ NUÑEZ, L. (1984) *Tráfico de complementaridad de recursos entre las tierras altas y el Pacífico en el área centro sur andina*, Universidad de Tokio, Departamento de Antropología Cultural, Vol. II. Tesis Doctoral Inédita, en GONZÁLEZ, José Antonio (2008: 28).

⁴¹⁴ HICKS, Jorge, Folios 51 y 52, Vol. 307, Fondo del Salitre, Archivo Nacional de Chile.

3 hombres y un mayordomo empleado allí. Les he ocupado en hacer un pique y ayer recibí aviso que a los 6 metros de profundidad no podían dejar seco el pozo”⁴¹⁵, luego continúa:

“(…) mientras que el Directorio si consentiría á (sic) un gasto de \$25.000 (a lo más) podíamos colocar un evaporador y formar un pequeño establecimiento que produciría con qué pagar los gastos que serían necesarios para conservar indudablemente la posesión de esos terrenos, con la venta de agua dulce producido del Evaporador y con una pequeña ganancia que el Salitre dejaría, bajado por los carretones que serán empleados en la subida de carbón. El agua se vende actualmente en aquel punto a 1\$50 por arroba (...)”⁴¹⁶.

La situación en las tres semanas siguientes cambió y adquirió un nuevo ritmo. Hicks reportó el 24 de diciembre que en el pique trabajaban entre 10 y 12 hombres más el mayordomo. Para ese entonces habían alcanzado los 7 metros de profundidad sin rastros de agua, porque se trataba de una nueva excavación situada más cerca de una barranca, de modo que se evitara el agua superficial. El supuesto era que se encontraría agua en abundancia a los 20 metros de profundidad. La apuesta de Hicks era encontrar esa agua o abandonar el proyecto de establecimiento de venta de agua dulce⁴¹⁷.

Para el 04 de enero de 1873 la noticia era que la cuadrilla de trabajadores formada por el mayordomo en Las Salinas llegaba a 16 trabajadores y que habiendo más señas de agua todavía no se lograba el ansiado afloramiento⁴¹⁸.

Luego, en esos meses del verano del hemisferio sur, la correspondencia no se ocupa del problema del agua hasta llegar al 04 de marzo de 1873, cuando Hicks le agradece a Soubllette el envío de una parte de un nuevo condensador.

⁴¹⁵ HICKS, Jorge, Carta del 03 de diciembre de 1872, Confidencial, Folios 43-45, Vol. 307, Fondo del Salitre, Archivo Nacional de Chile.

⁴¹⁶ HICKS, Jorge, Carta del 03 de diciembre de 1872, Confidencial, Folio 44.

⁴¹⁷ HICKS, Jorge, Carta del 24 de diciembre de 1872, Folio 82, Vol. 307, Fondo del Salitre, Archivo Nacional de Chile.

⁴¹⁸ HICKS, Jorge, Carta del 04 de enero de 1872, Folio 100, Vol. 307, Fondo del Salitre, Archivo Nacional de Chile.

Con estos datos fragmentarios es posible elaborar algunas conjeturas a modo de exploración, pues mientras la versión de Charles Wilson en su carta de 1883 habla de 11 años de funcionamiento de la desaladora solar, Hicks no menciona ni este dato ni alude a las formas de aprovisionamiento de agua en la zona; aunque esto podría deberse a sus propios intereses comerciales, introduce una sombra de duda acerca de la secuencia de eventos que ocurrían en la localidad de Las Salinas en 1872, pues el propio Wilson al referirse al ahorro de carbón que permitió su destiladora solar habla de una antigua máquina a carbón.

Cabe recordar que en Las Salinas efectivamente se llegaron a instalar máquinas desaladoras, cuyos dos propietarios fueron Rafael Garmendía y la sociedad Döll y Compañía y no está establecido si la “Compañía de Agua de Las Salinas” representó estos intereses o bien los vinculados a la desalación solar; tampoco se ha logrado llegar a establecer si los artefactos del complejo tecno-institucional del carbón funcionaron contemporáneamente o de manera sucesiva con el artefacto de energía solar. Además, la investigación de Carmen Gloria Bravo acerca del mineral de Caracoles demuestra la formación de al menos una sociedad de responsabilidad limitada cuyo giro comercial era la producción de agua potable y cuya sede se fijó en Valparaíso, pues el 14 de agosto de 1872 fue fundada la “Compañía de Aguas de Las Salinas” con un Capital nominal de \$65.000⁴¹⁹.

De todas formas el problema del agua fue una constante y también alcanzó las tareas encomendadas a la Comisión Consultiva del Norte (Tarapacá y Antofagasta) a inicios del siglo XX, como se constata en el informe de Manuel Salas Lavaqui, donde se adjuntan antecedentes de la solicitud de William Murray cuyo proyecto consistía en instalar una tubería de acero de 256 kilómetros de largo entre Calama y Antofagasta, a un costo estimado de 300.000 libras esterlinas, captando 300 litros por segundo⁴²⁰, lo que era considerado por el peticionario una “merced para el aprovechamiento de una insignificante parte del caudal de aguas del río Loa”⁴²¹.

⁴¹⁹ BRAVO (2000).

⁴²⁰ Informe de solicitud de merced de agua elaborado por O. Huet, Santiago, 4 de abril de 1903.

⁴²¹ Carta de William Murray, “Agua para regadíos y usos industriales en Antofagasta”, Antofagasta, agosto 3 de 1904. Esta tramitación al parecer comenzó dos años antes según se aprecia: “Antofagasta, octubre 7 de 1902. Tengo el honor de elevar al ministerio de US. en consulta, dando cumplimiento al oficio de US. número 1301 fecha 15 de septiembre último la solicitud adjunta, en la cual don Guillermo Murray, ingeniero é (sic) industrial de esta ciudad, pide una merced de agua en el río Loa para transportar el agua por cañerías hasta Antofagasta, para

Murray prometía una venta de agua a un precio de 70 centavos de libra esterlina por metro cúbico, “(...) el de caballo hidráulico de 30 libras esterlinas por año y el kilowatt de 40 libras esterlinas”⁴²² por cuanto además de la venta de agua se proponía la utilización de su fuerza motriz para la generación de electricidad.

En este plano de la historia de la tecnología una serie de factores sociales, económicos y políticos se articularon de modo que, puestos en comparación, la desalación mediante energía solar obtuviese mejor rendimiento y fuese más persistente a través del tiempo que la técnica de desalación con combustión de carbón.

2.5.2 Las Salinas, el Ferrocarril y el agua.

En 1892 ya era posible realizar un viaje en tren de más de 600 kilómetros, conectando Antofagasta con Uyuni. Según la descripción que Lilly Grove hizo la mitad de este recorrido se realizaba con una salida a las 7 A.M. en Antofagasta con llegada a las 10 A.M. a Salar del Carmen, a Sierra Gorda a las 5 P.M. y a las 8 P.M. a Calama para continuar al día siguiente hacia Ollagüe y arribar a Uyuni a las 8 P.M.⁴²³.

Según ese itinerario luego de 13 horas de viaje desde Antofagasta hasta Calama se ascendía desde el nivel del mar hasta los 2.980 metros de altitud, cubriendo una distancia de 250 kilómetros a través el desierto de Atacama y su inmensa sequedad. Probablemente por ello la exploradora reparó en la importancia del agua que era recargada en Calama con una agua salina que, dijo Grove, era más o menos bebible y que cerca de la frontera entre Chile y Bolivia, a los pies de los volcanes San Pedro y San Pablo, la English waterworks company⁴²⁴ captaba el agua que era enviada a Antofagasta, distante a poco más de 400 kilómetros.

aplicarla á (sic) diversos usos industriales. Dios guarde á (sic) US.- A. Fierro Carrera.- Al señor Ministro de Industria y Obras Públicas.- Santiago”.

⁴²² Informe de solicitud de merced de agua elaborado por O. Huet, Santiago, 4 de abril de 1903.

⁴²³ GROVE, Lilly (1892) “Proceedings of the Royal Geographical Society and Monthly Record of Geography”, *New Monthly Series*, 14, 10, 708-709.

⁴²⁴ Respecto de una Empresa denominada de esta manera no se han encontrado antecedentes.

Lilly Grove comentó que los 10.000 habitantes de Antofagasta dependían del agua de mar procesada en condensadores, habida cuenta de aquella reciente canalización de agua desde el volcán San Pedro⁴²⁵. Su relato no expresa ninguna observación acerca de Salinas y el procesamiento de agua, ni con máquinas a carbón ni por energía solar.

Como ya se ha visto, la explotación de minerales, la implementación de infraestructura y la propiedad del agua eran negocios relacionados de un conjunto de sociedades, por lo que se podría suponer que la transformación de un área del negocio podría afectar las demás. Sin embargo, en apariencia, el transporte de agua dulce a través de cañerías no afectó de manera inmediata a la desaladora solar en Las Salinas y llegaron a desarrollarse las dos líneas técnicas en paralelo.

En cuanto al recorrido ferroviario, éste fue aumentando paulatinamente pero sin descanso. El historiador Sergio González ha informado que el 27 de noviembre de 1873 el gobierno boliviano autorizó a la Compañía Exploradora del Desierto de Atacama la construcción de un ferrocarril para cubrir la zona entre Antofagasta y Las Salinas en virtud de su explotación de nitrato y bórax⁴²⁶. La otra identidad de esta misma empresa era Compañía de Salitres y Ferrocarril de Antofagasta, es decir, la fuente laboral de Josiah Harding y punto primigenio de los eventos que conectaron al neozelandés con Las Salinas.

La construcción del ferrocarril fue trascendente para fines productivos pero, desde el punto de vista de las operaciones y la existencia de la desaladora solar, sus efectos pudieron no haber sido significativos; esta especulación se puede fundar en la observación de la fecha de arribo de la línea férrea a Salinas: 1878⁴²⁷.

Cuando el tren llegó a Las Salinas la instalación de Wilson ya tenía 6 años funcionando y consta que 5 años más tarde seguía en operaciones sin que se conozca hasta ahora la fecha de

⁴²⁵ GROVE (1892).

⁴²⁶ THOMPSON, I. y ANGERSTEIN, D. (1997) *Historia del ferrocarril en Chile*. Dirección de Bibliotecas Archivos y Museos, Centro de Investigaciones Diego Barros Arana, Santiago, en GONZÁLEZ (2010:88).

⁴²⁷ BLAKEMORE, Harold (1996) *Historia del Ferrocarril de Antofagasta a Bolivia 1888-1988*. Edición Mercedes Gajú-Impresos Universitarios, Santiago, en GONZÁLEZ (2010:88).

cierre. Una de las explicaciones para la extinción de la desaladora solar fue la llegada del tren, pero como ya se ha demostrado, esto es un error.

Ahora bien, en el conjunto de la situación de propiedad o concesión de recursos naturales y servicios ambientales queda todavía por descubrir cuál era el estado de situación de la propiedad de los terrenos de la instalación y el acceso al agua que se procesaba en la desaladora. Cabe eso si detenerse en un dato considerable: además de la sociedad Döll y Compañía, la desaladora de Rafael Garmendía y la Compañía de Agua de Las Salinas, habría existido la "Compañía de Agua de sol en Salinas y Antofagasta", respecto de la cual queda información por indagar⁴²⁸.

Como se ha visto, la destilación solar fue una experiencia razonable e inteligente que no sólo resulta contraintuitiva en el siglo XXI, sino también en su propia época.

⁴²⁸ Patricio Espejo Leupin, Comunicación personal, 16 de enero de 2014. En comunicaciones posteriores, 28 de agosto y 8 de septiembre de 2014, Patricio Espejo amplió la información, la que se transcribe a continuación en extenso por su valor documental: "(...) las escrituras de las 3 compañías de agua: La Compañía de Aguas de Salinas, que se formó en base a la máquina de Döll, la Explotadora de Aguas de Caracoles que sacaban agua de las aguadas y la llevaban directamente a las minas, y la famosa Agua de Sol que en realidad figura como 'Destilación del Sol'. De [esta última] empresa se pueden decir varias cosas: 1. No nombran en ninguna parte destilación 'solar' ni a Wilson. 2. La Sociedad anónima se formó en Valparaíso en 1872 para comprarle a Salvador Reyes y Compañía de Antofagasta su máquina de agua en Salinas con sus carretas y un terreno que tenían en el puerto, cerca de la máquina de la 'Sociedad de La Estrella'. 3. Salvador Reyes y Compañía era una empresa de Antofagasta que se dedicaba principalmente a minas, Reyes era un vecino muy famoso en la historia de la ciudad, fue del municipio, bombero, cónsul de Chile en la época y en la guerra, etcétera. Al parecer uno de los socios era Felix Garmendía, que en el libro de Arce aparece con una máquina en Salinas, que creo es la misma. 4. Arce menciona que en el barrio Bellavista de Antofagasta había dos máquinas de agua, una llamada 'Estrella' y otra 'Sol'. Cuando se forma la sociedad no había máquina en el terreno, pero quizás después se construyó esta llamada 'Sol', por lo que quizás de ahí viene el nombre. 5. Pocos días después de formada la sociedad hay un poder de Reyes para que lo representen como vendedor y accionista, aunque no figura como tal en la escritura. Supongo que después entró o lo más probable es que le hayan pagado en parte con acciones. Sí aparece Felix Garmendía como socio. La escritura es de octubre de 1872 ante Julio César Escala (en Valparaíso) y, como varias de esas sociedades anónimas relacionadas a Caracoles, participaron personajes conocidos de ese comercio, como Federico Santa María, Eduardo Squire, G. Rosenberg, Browne y otros. Eduardo Squire es famoso en la historia salitrera por los negocios de los terrenos del Toco y los Clark y Cía son los hermanos Clark que construían ferrocarriles. Lo del nombre me sigue pareciendo raro; no me explico por qué se les podría haber ocurrido poner ese nombre 'Destilación del Sol' si no era usando el sol, o habiendo al lado otra planta que sí lo usaba y ellos no. Si la máquina de Reyes es la de Wilson, la historia sería completamente distinta: habría sido una empresa local que se unió al inventor, la construyó y luego, como pasó con muchos negocios de minas, salitre y aguas, se formó una Sociedad Anónima en Chile para sumar capitales, como parte del fenómeno que se dio en Perú y Bolivia desde 1860. También es posible que la planta la hiciera esta sociedad pero después de formarse, y en ese caso Wilson habría estado asociado a esta Sociedad Anónima. Y la tercera posibilidad es que no tenga nada que ver y sólo fueron contemporáneas (y lo del nombre quedaría sin explicación). Lo raro es que Wilson haya tenido el dinero y los recursos para hacer la planta solo y meterse en un negocio en el que habían varios competidores; debe haber habido algún convenio al menos. Al final, la Sociedad de Destilación del Sol abre más dudas que respuestas".

i. Ubicación geográfica.

Uno de los aspectos más asentados y difundidos es la convicción de ubicación de la instalación. Hay varias versiones que reafirman que Las Salinas, a 123 kilómetros según la línea férrea, de Antofagasta fue el sitio de emplazamiento. Lo indica Harding, no lo desmiente Wilson en su carta y la versión de Alejandro Bertrand también alude a este punto del desierto de Atacama.

Pero, con todo, hay algunos datos u omisiones que conviene examinar porque la duda razonable que logran introducir podría afectar seriamente en la visión que existe acerca del uso de la energía solar en la escala industrial en el siglo XIX.

Esta posibilidad, abre una ruta de investigación adicional pues ya se ha comprobado que la invención de Wilson no fue la única.

Consideremos los siguientes datos: 1. Carlos Espinosa ha indicado que Maria Telkes le habría comentado a Julio Hirschmann que el lugar de funcionamiento de la desaladora solar era el puerto de Coloso; 2. Josiah Harding comenta en su publicación de 1883 que el rendimiento de la desalación en la costa es un 25% menor que en las zonas interiores.

¿Quién o quiénes en Antofagasta o en el litoral tenían una medición suficientemente precisa de la desalación mediante energía solar?

Como contrapunto, Charles Wilson en su carta nunca señala información en contrario de lo ya conocido, o sea, la planta estaba asentada en Las Salinas y no menciona ninguna instalación similar en otro punto de los desiertos de Atacama o Tarapacá.

Según esta apreciación, no se puede descartar la existencia de artefactos desaladores solares en puntos de la costa, lo que podrá comprobarse si se encuentran testimonios como el de Isaac Arce Ramírez⁴²⁹, quien en su obra *Narraciones Históricas de Antofagasta*, dedica el capítulo XXV a Caracoles y comenta que en la oficina Domeyko hubo una instalación análoga a la de Las

⁴²⁹ ARCE (1997:250).

Salinas⁴³⁰. La posición de testigo privilegiado de Arce, que trabajó en la zona del Cantón Central y también en la Oficina Domeyko⁴³¹ situada a una distancia de casi 100 kilómetros de Las Salinas y en rutas completamente diferentes.

ii. Invención, construcción y propiedad.

Respecto a la invención de la desaladora de Las Salinas no existe lugar a dudas pues mientras Harding afirma taxativamente que Charles Wilson es el creador, el propio inventor reconoce este hecho en su carta a *Scientific American Supplement*. También despeja parcialmente el asunto de la propiedad porque allí mismo reconoce que en algún momento fue su posesión, pero queda en el aire la duda de a quién fue traspasado y por qué razones.

Estas certezas colindan con otra serie de asuntos relativos a la concesión de la merced de agua que debió haber sido necesaria para la explotación del pozo de aguas salinas y el amplio dominio territorial que ejercían las grandes compañías de explotación de Salitre y Plata.

A lo anterior debemos agregar las dudas respecto a otras eventuales desaladoras solares, como la de Oficina Domeyko, de la cual el completo desconocimiento no permite siquiera establecer una eventual transferencia tecnológica, haya sido o bien vía asesoría o bien por expansión de áreas de operación, lo que es válido también para Sierra Gorda.

El tema de la propiedad del artefacto y la eventual injerencia, por ejemplo, de Compañía Huanchaca o el Ferrocarril Antofagasta a Bolivia o la Compañía de Salitres de Antofagasta es un tema sensible a ser despejado, porque el apoyo u oposición al uso de distintas alternativas tecnológicas podría dar indicios de una lógica industrial y ser muestra del ambiente cultural que facilitó o dificultó la existencia y funcionamiento de la desalación solar.

Es en este marco que tiene sentido recoger el testimonio de la bisnieta de Charles Wilson, Raquel Coo Wilson, que fuera replicado por Julio Hirschmann en su discurso de conmemoración de 1972, contándole a la audiencia lo que era una anécdota familiar:

⁴³⁰ HIRSCHMANN (1961b).

⁴³¹ GONZÁLEZ, José Antonio (2005) "Isaac Arce Ramírez, Historiador y Testigo del Ciclo del Salitre de Antofagasta", *Diálogo Andino*, 25, 9-41.

“Según lo que yo oía contar en mi hogar, mi abuelo tuvo muchos enemigos en el Norte cuando trató de dar a conocer su invento que nos proporcionaría agua dulce a la Pampa y además energía solar para usos domésticos. Como este gran aporte que mi abuelo daba al progreso del Norte perjudicaba en lo más profundo los intereses de los proveedores de agua (que la vendían hasta por litros) y quienes presentían la ruina de su comercio, intentaron hacerle toda la guerra posible hasta el extremo que, en cierta ocasión yendo don Carlos Wilson en coche de un campamento a otro, al llegar a una posada de las muchas que existían en ese tiempo en el camino, para cambiar caballos, cochero y pernoctar en ellas, fué (sic) advertido que el cochero que dirigiría el coche en el siguiente tramo estaba contratado para asesinarlo al llegar a sitios despoblados.”⁴³².

En el relato de Raquel Coo la situación concluye con una ágil y eficaz reacción del propio Wilson, que reduce a su eventual atacante y lo entrega a las autoridades quienes consiguen la confesión del contrato para cometer el crimen y un arma blanca.

No se tiene más que su testimonio. Pero antes de descartar su veracidad conviene considerar el valor de la subjetividad que se construyó en la familia del inventor, donde además de la violencia instalada culturalmente cupo el dimensionamiento de la competencia entre tecnologías y la condición de tecnología ganadora que alcanzaba la desalación solar, convirtiéndola en una seria amenaza para las demás alternativas.

iii. Clientes.

Tal como fue mencionado, en los primeros años de funcionamiento la industria de Wilson contaba con un poder comprador que requería sus servicios de manera constante, pues el acarreo de mineral a través de carretas era la única solución para el problema del transporte y los conductores y muladares de las carreteras debían ser provistos de agua.

Siguiendo el relato de Isaac Arce, las actividades comenzaron con la “Sociedad Exploradora del Desierto de Atacama”, empresa fundada por José Santos Ossa que contaba con las primeras

⁴³² HIRSCHMANN (1972).

carretas que prestaron sus servicios a la construcción del camino de penetración y cateos, el transporte de maquinaria pesada de las oficinas salitreras y acarreo del salitre de las calicheras y la plata de las minas de Caracoles y Huanchaca.

En 1874 se estableció la “Empresa de Carretas de Antofagasta”, sociedad anónima integrada por la Sociedad Escobar, Ossa y Cía. y Dorado y Wolkmar. Probablemente esta fue la empresa del rubro más importante de la zona, pero también desarrollaron este giro de negocios Rafael Garmendía, Juan de Dios Varas, Vallejo Hermanos, José Varas, Agustín Grenet, Rafael Ormazábal y Anselmo Acuña. Además de ellos había un gran número de propietarios de uno o dos vehículos. La estimación de Arce para la época de apogeo de este medio de transporte calcula la presencia de 12.000 mulas⁴³³.

Solía organizarse el tráfico en caravanas de una docena de carretas, agrupación a la que se llamaba *Retazo*, cumpliendo un horario para un itinerario y bajo el mando de un capataz. Los puntos de detención, conocidos como *Posadas*, entre el mineral de Caracoles y Antofagasta eran Salar, Mantos Blancos, Cuevitas, Salinas, Punta Negra y Los Amarillos, aunque también se hacía extensivo a Huanchaca, Pucalayo y otros destinos de Bolivia. Más adelante se sumaría el Cantón Aguas Blancas, ubicado en una ruta donde el ferrocarril no tenía alcance y que era paso obligado para acceder al cantón El Boquete.

Esto es de consideración en la presente investigación por cuanto en el proceso de explotación mineral el transporte es un factor crítico de las operaciones y, desde el punto de vista de la selección técnica del uso de carros de sangre, el acceso al agua no sólo era fundamental sino, literalmente, vital.

Por ello cabe detenerse en algunos de los datos que aporta la historiadora económica Carmen Gloria Bravo:

“(…) Manuel Antonio Prieto estableció un servicio de carretas para bajar los productos de las minas a la costa y encargó la instalación de máquinas destiladoras de agua en Antofagasta

⁴³³ ARCE (1997:280).

y Salinas. Los gastos que originó la mantención de estos servicios fueron considerados demasiado onerosos por la directiva de la sociedad y pronto fueron eliminados.»⁴³⁴.

Esta información lleva a reconsiderar algunos antecedentes, pues Prieto era el Administrador de la Compañía Explotadora de Caracoles y durante el año 1871 estuvo informando al Consejo de la compañía los problemas operacionales y costos que se presentaban en la zona, con continuas demoras en el despacho de los pertrechos, avisando de retrasos de 2 a 6 meses. Entre otros problemas, por supuesto, uno muy agudo era el del agua.

Según los datos de Bravo, el agua en Caracoles evolucionó de los \$10 por carga de dos arrobas (consideremos que podrían ser aproximadamente 24 litros de agua) en 1871, pasando por los \$7 en 1872, para llegar a los \$4,50 en 1873⁴³⁵.

En términos conjeturales, y considerando por ejemplo la lógica que Jorge Hicks planteaba para la instalación de un establecimiento de venta de agua, también es posible especular que las empresas de carretas o alguna de ellas pudo haber sido promotora de la construcción de la desaladora solar diseñando un comercio en el que los clientes son los dueños del negocio.

Una segunda alternativa es que un agente del mercado, como podría ser la Compañía Explotadora de Caracoles, hubiese promovido esta tecnología luego de haber comprobado los altos costos y dificultades operacionales de la desalación por evaporación con combustión de carbón.

iv. Desaparición.

El cierre de operaciones de la planta solar de Las Salinas sigue siendo un misterio y su desaparición y completo desmantelamiento contribuyen a la volatilidad de la imaginación.

Desde mediados del siglo XX se vienen sosteniendo tres causas para el fin de la existencia de la desaladora de Wilson. En primer lugar, el agotamiento de las minas de plata cuyas labores

⁴³⁴ BRAVO (2000:99).

⁴³⁵ BRAVO (2000:47).

hicieron necesaria la desalación de agua. Una segunda causa atribuida es la canalización de agua desde el altiplano hacia la ciudad de Antofagasta. La tercera causa es la construcción del ferrocarril, en tanto el acarreo de agua habría hecho prescindible el artefacto solar.

Hasta ahora la investigación realizada ha logrado descartar que alguna de estas tres eventuales causas hubiese provocado el cierre de esta industria del agua o, por extensión, la de Sierra Gorda.

Un factor que no es mencionado como hipótesis, pero que debería ser estudiado, es el agotamiento del acuífero. Si los pozos de agua se secaron, entonces y sólo entonces, la desaladora ya no tenía materia prima con la que trabajar, pues toda economía que se lograra gracias al ahorro de combustible se perdería en los costos de porteo de un agua que probablemente ya había sido canalizada hacia otro punto. De esto, sin embargo, no hay indicio ni noticias y las condiciones actuales del acuífero de Sierra Gorda no aclaran la desestima de esta explicación.

Si reducimos el tiempo al período de existencia demostrada, que va desde 1872 a 1883, el resultado es que el ferrocarril llegó a Estación Las Salinas en 1877 y que para 1883 el mineral de Caracoles aunque no se agotaba ya no era el único punto de atracción que mantenía en circulación a las carretas con sus operarios y muladares. En cuanto a la instalación de tuberías y aducciones que llevaban agua a través del desierto, al menos el testimonio de Lilly Grove⁴³⁶ comenta que en 1887 ya había comenzado el suministro, aunque el decreto de autorización firmado por el presidente de la República de Chile, José Manuel Balmaceda, data de 1888.

No puede dejar de ser dicho lo peculiar que resulta reconstruir la historia de un centro productivo expuesto a la vista de todos/as los/as viajeros y habitantes de aquel punto del Cantón Central. El sitio probablemente tuvo miles de testigos y sin embargo los antecedentes directos de su existencia y cotidianeidad aún permanecen ocultos a poco más de 140 años de su construcción.

⁴³⁶ GROVE (1892).

Un diseño industrial que es capaz de desaparecer prácticamente sin dejar huella merece que sea recordado y valorado en la auténtica medida de su importancia. A 100 años de su construcción la Asociación Chilena de Energía Solar realizó una ceremonia de tributo a la existencia a la desaladora solar de Las Salinas, pero sus hitos fueron presa del saqueo en un lapso de tiempo menor a dos meses.

Desde el punto de vista de la necesidad de comprensión del fenómeno los datos del cierre de operaciones tienen un valor trascendente pues una parte considerable del fenómeno de descarte artefactual puede ser estudiado a partir de las causales que generaron el desuso de una forma de producción y la difusión de otra.

2.6 El Debate de la energía solar para la desalación de agua: Harding, Johnson y Wilson

En el fenómeno del descarte artefactual concurren una amplia gama de factores entre los que, tal como lo plantea George Basalla⁴³⁷, se incluyen tanto variables técnicas como culturales. El proceso de selección de las técnicas que una sociedad utilizará para enfrentar los desafíos que impone el entorno está constituido también por las propias tecnologías sociales que –entre otras acciones- distribuyen las cuotas de poder para la mantención del *status quo* y regulan el cambio social.

Desde ese punto de vista la construcción de un imaginario que le atribuya una posición y una relevancia a un tema es verdaderamente trascendente. Pero en el caso del debate que toca analizar lo mayormente significativo no fueron los argumentos exhibidos sino aparentemente el silencio y el desinterés que lo opacó y relegó a la obliteración.

El tema de la energía solar, como se ha dejado en claro a lo largo de esta investigación, no se encontraba entre las prioridades del mundo de la ingeniería anglosajona de fines del siglo XIX y el desconocimiento de reacciones de los técnicos locales –chilenos, bolivianos, peruanos, etc. con la sola excepción de Bertrand- evidencia el colonialismo tecnológico que representa esta parte de la historia. Por ello, el fugaz intercambio de tres ingenieros a través de los medios de

⁴³⁷ BASALLA (2011).

prensa especializados de la época resulta, además de singular, inmensamente valioso. A través de sus palabras podemos distinguir las bases fundamentales de las evaluaciones a favor y en contra del uso de la energía solar en el ámbito de la desalación y asoman las perspectivas políticas que encarnan las tecnologías.

En apenas 9 páginas de periódicos de ciencia e ingeniería y un par de párrafos de un informe técnico quedó esculpida en el tiempo una tecnología conducente a la sustentabilidad en la que no sólo no se reparó como una alternativa viable sino como un hecho significativo que debía ser estudiado y difundido por sus beneficios y aportes.

Visto como expresión cultural, se debe analizar este diálogo peculiar con acento en algunos aspectos de las ideas que compartieron Josiah Harding, Charles Malcom Johnson y Charles Wilson en 1883 y 1884, cuando se interpelaron y dejaron en evidencia los modos de entender la naturaleza, la energía y el tiempo a los que la cultura ingenieril se aferró.

2.6.1 Josiah Harding y la Energía Solar en el siglo XIX

Hasta ahora nos son desconocidas las motivaciones del autor de “Apparatus for solar distillation” ni qué le motivó para recabar datos, sistematizarlos y someterlos a consideración en Londres para su publicación. Tanto o más especial se vuelve esta comunicación de Harding cuando verificamos que sus preocupaciones se encaminaban mayormente a los asuntos de las tecnologías de construcción de líneas férreas, especialmente en pendiente⁴³⁸.

El otro texto de Harding⁴³⁹, casi idéntico al anterior pero publicado en Nueva York en el *Scientific American Supplement* en 1883, puede ser tomado en clave interpretativa pues -aunque no existe prueba alguna- se puede atribuir esta persistencia a una motivación comercial, en tanto la actividad multifacética de Harding siempre le llevó a mantener negocios en diversas áreas,

⁴³⁸ Discusiones en donde Harding parece haber tenido participación en 1910, 1914 y 1916, ver nota 288; todas ellas referentes a su conocimiento de la construcción de grandes proyectos de líneas férreas en la zona chilena de la cordillera de Los Andes. Por otra parte *Engineering* publicó en 1899 correspondencia de él donde opinaba acerca de la construcción en Sudáfrica de ferrocarriles en pendiente.

⁴³⁹ HARDING (1883b).

como la importación de alimentos, el desarrollo inmobiliario y la agricultura, además del desarrollo de su oficio.

La mayor parte de su trayectoria laboral se vinculó a importantes proyectos como la construcción del puente “Conchi”⁴⁴⁰, el segundo más alto del mundo en su momento, el diseño de la línea del ferrocarril de Arica a La Paz⁴⁴¹, estudios topográficos o su incursión en la electricidad; todo esto sin duda era el fruto de sus múltiples capacidades a las que se debe añadir la habilidad de vincularse con los representantes de relevantes grupos económicos en Chile y la oligarquía local, de modo que pudo incidir en el establecimiento de vínculos fluidos entre el país sudamericano, Nueva Zelanda, Estados Unidos e Inglaterra. Como se ve, Harding participó en variados campos productivos a lo largo de su carrera, así como en un frustrado proyecto de electrificación y tranvías en Valparaíso⁴⁴² y la explotación del Fundo “Pellahuén”, en Angol⁴⁴³. Pero en definitiva, en la trayectoria laboral de Josiah Harding, salvo sus publicaciones de 1883, nunca más se hizo evidente algún interés por la energía solar.

Una apreciación general sobre sus artículos en Londres y Nueva York ha de relevar la apuesta que hizo en destacar la sencillez del diseño, la inteligencia en el aprovechamiento de materiales de fácil acceso y la gran ventaja económica que tenía en términos monetarios. De esta manera se puede comprender que Harding no hizo alusión a ningún otro precursor de las investigaciones sobre energía solar y si nombró al Dr. Normandy, quien era probablemente el fabricante de máquinas desaladoras más renombrado del Reino Unido.

⁴⁴⁰ G.R., “Viaduc de La Loa sur le chemin de fer d’Antofagasta”, *Le Génie Civil*, XVII, 3, Sábado 17 de mayo de 1890.

⁴⁴¹ REYES, José Manuel, “Trabajos efectuados en Chile por Josiah Harding”, *El Ferrocarril* (de Arica) Nos 195 y 196 de 30 de Agosto i 3 de Septiembre de 1908, Arica, 1908; documento digitalizado del archivo personal de Arturo Harding.

⁴⁴² *El Mercurio* de Valparaíso publicó el lunes 21 de agosto de 1899: “Concesionario. Don Josias (sic) Harding, que es concesionario del ferrocarril y del alumbrado eléctrico de Valparaíso, llegó ayer de Europa en el vapor Orcana.”. Además, hasta el momento no ha podido ser revisado el libro o folleto: *Antecedentes de las concesiones hechas a Don Adriano Silva y a Don Josias Harding sobre tracción y alumbrado eléctricos. Solicitudes pendientes sobre la materia*, Valparaíso: Impr. Gillet, Coronel Urriola 16, 1899, Archivo personal del arquitecto Samuel León, Valparaíso.

⁴⁴³ Sindicato Pellahuén, *Demanda iniciada en nombre de D. Josiah Harding sobre posesión Fundo “Pellahuén”*, Folleto impreso en Angol, 1906, 87; la administración del fundo y del Edificio “Portal Harding” de Antofagasta se encontraba delegada en el abogado J. Arturo Yávar Aspillaga, quien algunos años más tarde fue electo Diputado del Congreso Nacional representando a Valdivia, Villarrica, La Unión y Río Bueno.

La tendencia observable en esta mirada es la de reducción de costos a través de una alternativa técnica, con cierto énfasis en la administración. Y, aunque sin gran revuelo, esto no pasó desapercibido.

2.6.2 Reacciones: Johnson y Mr. Probyn (Dixon Provand).

El artículo de Harding obtuvo una respuesta en 1884. También en *Minutes of the Proceedings*, en su sección “Selected Papers”, se incluyó el artículo “Water-Supply in some parts of Peru; and Probyn’s Distilling Apparatus at Iquique” firmado por Charles Malcom Johnson. Johnson describió la escasez de agua en las zonas de Tarapacá y Atacama y, según dice, entre muchos sistemas de destilación de agua –en su mayoría de agua de mar- destaca uno de ellos por su originalidad y simplicidad, citando “Apparatus for solar distillation” a pie de página⁴⁴⁴.

En opinión de Charles M. Johnson, la utilidad y bondades de la desaladora, a saber, economía y limpieza, se veían limitadas por la extensión de terreno que requería para obtener grandes cantidades de agua; alude, además, a los rezagos que se producían por alguna nubosidad ocasional que se presentaba en la zona y a partir de allí, acomete una entusiasta descripción del destilador del Sr. Probyn, cuya productividad diaria llegaba a las 25 ó 40 toneladas de agua por tonelada de carbón, según su versión, sin importar que fuera de Lota o de Gales.

En primer lugar se debe establecer que con toda probabilidad el señor Probyn debía ser Dixon Provand, propietario de la “Compañía proveedora de agua” que intentaba competir en Iquique con la “Tarapaca Water Works” y la “Iquique Water Company”; y esto puede proveer una línea explicativa para el descarte artefactual de la desalación solar porque el negocio de la desalación podría haber sido la motivación decisiva para la publicación del texto de Johnson⁴⁴⁵.

⁴⁴⁴ JOHNSON (1884:343).

⁴⁴⁵ Para mayores detalles ver: CASTRO (2010); CASTRO, Luis (2009) “Visión histórica del manejo de los recursos hídricos en el Norte Grande de Chile (fines del siglo XIX y comienzos del XX)” en Simposio: *El acceso al agua en América: historia, actualidad y perspectivas*, México D.F., 1-63; CASTRO, Luis (1998) *Cuando el susurro del agua se acalló en el desierto*, Tesis para optar al grado de Artium en Historia, inédito; DONOSO (2003).

La investigación de Luis Castro permite comprender el detalle de la situación y abre luces acerca de la contestación que Johnson hizo a Harding. Se sabe que en la zona del desierto de Tarapacá (400 km. más al norte de Antofagasta y Las Salinas) estaban en competencia: el porteo de agua dulce desde Azapa y Coquimbo, la desalación de agua de mar y la construcción de aducciones de aguas continentales desde los oasis de los territorios al interior de la costa. Figuraban como propietarios de estos proyectos Thomas North, Thomas Hart y Dixon Provand.

En 1883 Provand constituyó una Sociedad Anónima en Valparaíso conocida como “Compañía proveedora de agua” y cuya tecnología consistía en la desalación de agua de mar mediante evaporación a través de una máquina con un caldero multitubular y superficie condensadora que trabajaba con una presión de 140 libras por pulgada cuadrada. El rendimiento tenía una alta variación que se situaba en la banda de los 40.000 a los 50.000 galones diarios.

El efecto en el mercado fue inmediato y contundente:

“North resultó un porfiado y astuto competidor para Provand. Produciendo en promedio *La Proveedora* unos 100.000 galones diarios y no pudiendo vender sino la tercera parte de esta cantidad, este empresario inglés instaló ilegalmente el mecanismo en su máquina provocando una sobreoferta de proporciones que hizo caer drásticamente la rentabilidad de este giro comercial. Temiendo los socios de Provand una quiebra, deciden en 1885 arrendarle a North el establecimiento por cinco años. Desde esta posición, obtiene para su beneficio la concesión que le había sido otorgada a Provand, y además compra 157 acciones de la compañía a un precio muy bajo pasando a ser el socio mayoritario. En 1886 adquiere la totalidad de la empresa.”⁴⁴⁶.

La guerra comercial por el agua fue ganada por “El Rey del Salitre” que, en opinión de Luis Castro, con mayor propiedad debiera ser conocido como “El Rey del Agua” pues el control que tuvo sobre los recursos hídricos en Tarapacá se prolongó incluso hasta tres décadas después de su muerte⁴⁴⁷.

⁴⁴⁶ CASTRO (2009:7). Cursivas en el original.

⁴⁴⁷ CASTRO (2010).

Este ambiente de competencia sin miramientos pudo haber estimulado a Dixon Provand a solicitar la colaboración de Johnson, quien declaró haber estado en el puerto de Iquique en octubre de 1882 y buscar por esta vía la captación de socios para la sociedad que formaba al tiempo que *Minutes of the Proceedings* publicaba su invento.

En cuanto al texto de Charles M. Johnson hay al menos dos datos que permiten sospechar del grado de conocimiento que este ingeniero podía tener acerca de la situación que estaba describiendo. En primer lugar, su visión de la zona árida, es decir, el territorio que carece de fuentes de agua, comprendía toda la costa entre Guayaquil y Talcahuano; desde luego esto carece de una mínima precisión. Es exagerado por cuanto comprende una extensión de más de 5.000 kilómetros de largo en la que se inscriben una variedad de climas, topografías y cuencas hidrográficas.

El segundo dato que despierta sospechas acerca del grado de acercamiento con el inventor es, justamente, el nombre. No se trata sólo de información insuficiente, sino de información equivocada. “Water-Supply in some parts of Peru (...)” nombra tres veces al inventor: en el título y dos veces en el cuerpo del artículo y en ningún momento se conoce el nombre de pila de “Mr. Probyn”. Pero además, como ya se ha demostrado, incluso el apellido está escrito de manera incorrecta. De aquí en más sólo cabe especular, pero no es improbable que Johnson recibiera información del artefacto con el objeto de divulgar su existencia y por esta vía promover el interés en algún poder comprador en el imperio británico que requiriera agua desalada.

Tampoco se debe obviar que este artículo aparece hasta ahora como la única publicación de este ingeniero que, al igual que Harding, no tuvo obituario en la Institution of Civil Engineers y de quien, por el momento, no se conoce nada más que lo ya señalado.

2.6.3 Precisiones: Charles Wilson y su testimonio.

No obstante parece ser que la respuesta de Johnson a Harding se originaba en la situación del mercado del agua en Iquique, aparentemente Charles Wilson no se enteró de esto, al menos por esa vía, pues su periódico de referencia fue el *Scientific American Supplement*⁴⁴⁸.

Pero, a pesar de ello, se puede atribuir a ese mismo contexto de pugna comercial con el agua potable de Iquique haber sido el acicate para que Charles Wilson Scot, inventor de la planta de Las Salinas y en ese entonces habitante de Iquique, comentara el texto de Harding publicado en Nueva York.

Su carta (Ver anexo 2), fechada el 3 de diciembre de 1883 y publicada el 15 de marzo de 1884, en su breve comunicación entrega una gran cantidad de claves, en términos de datos y análisis. Es de presumir que su conocimiento técnico le permitía estar al tanto de lo que ocurría en Iquique y le motivó a pronunciarse para dejar de manifiesto que la desalación contaba con una variante técnica que, implementada en el desierto de Atacama, debía ser válida también para el desierto de Tarapacá.

En sólo 20 líneas se divulgaron elementos técnicos, políticos y una somera aproximación biográfica que constituyen, por ahora, el único legado escrito que Wilson dejó a la ingeniería.

En su carta pública dirigida al editor de la revista primero informa haber leído el artículo de Harding que había circulado en el mismo medio dos meses antes. Es de suponer que una vez enterado de la existencia del texto pasó un breve tiempo antes que decidiera hacer llegar sus observaciones desde Iquique a Nueva York. Esta es la transcripción de la carta publicada⁴⁴⁹:

⁴⁴⁸ WILSON, Charles (1884) "The Wilson solar evaporator", *Scientific American Supplement*, N° 428, 15 de marzo, 6828.

⁴⁴⁹ La carta se puede traducir al castellano en los siguientes términos: El Evaporador solar de Wilson. *Al editor del Scientific American*. En el SUPLEMENTO del SCIENTIFIC AMERICAN, No 405, página 6461, tuve el placer de leer una ajustada descripción de un aparato de mi invención y establecido en Las Salinas, Antofagasta, en la costa de Bolivia, para convertir agua salina en agua dulce mediante la acción de los rayos solares. Permítame declarar que dicho establecimiento, aunque ya no se encuentra en mi posesión, se encuentra aún en buen orden de funcionamiento y produce la misma cantidad y calidad de agua fresca que cuando fue puesto en funcionamiento al comienzo. Hasta ahora en sus once años de existencia le ahorró a la posteridad la no insignificante cantidad de más de dieciséis mil toneladas de carbón, que de otra manera hubiese consumido la antigua caldera que se mantenía en el lugar hasta que esta intervención fue exitosamente instalada. [continúa página siguiente]

“The Wilson Solar Evaporator

To the editor of the Scientific American:

In the SUPPLEMENT of the SCIENTIFIC AMERICAN, No 405, page 6461, I have the pleasure of reading a fair description of an apparatus invented by me, and established at Las Salinas, Antofagasta, on the coast of Bolivia, for the conversion of salt water into fresh by the action of the sun’s rays. Allow me to state that the said establishment, although not now in my possession, is still in good working order, and produces the same quantity and quality of fresh water as it did when first established. It has now during the eleven years of its existence, saved to posterity the not insignificant amount of upward of sixteen tons of coal, which otherwise would have been consumed had the older boiler establishments remained that were on the spot when this intervention was successfully planted.

I also take the liberty to ask, and should be happy to learn through the columns of the SCIENTIFIC AMERICAN, if any prior invention of a similar nature has ever been recorded, or if the above mentioned apparatus is the first that practically has made use of the sun’s rays to supply a want than otherwise could only have been obtained by the use of a combustible.

Very respectfully yours,

Chas Wilson

Late of Brooklyn, N. Y.

Iquique, Peru, 3rd December, 1883.”

El ingeniero reconoce la gratificación que le produjo encontrar la descripción de su invento, la que califica como precisa (“fair description”). Este pronunciamiento deja entrever que Wilson y Harding no tenían contacto o al menos que no hubo premeditación conjunta, confabulación o arreglo para que el uno hablase por el otro.

Además, me tomo la libertad de preguntar, y estaría feliz de saber a través de las columnas del SCIENTIFIC AMERICAN, si alguna invención anterior de naturaleza similar ha sido registrada, o si el aparato mencionado anteriormente es el primero que ha hecho uso de los rayos solares para proveer lo esperado que de otra manera sólo podría haber sido obtenido a través del uso de un combustible. Respetuosamente suyo, Chas Wilson, Ex vecino de Brooklyn, N.Y. Iquique, Perú, 3 de diciembre de 1883. (Ver anexo 2 de esta tesis).

Corroborada enseguida que la ubicación de la desaladora era en Las Salinas, Antofagasta, en el país de Bolivia. La alusión geográfica combinada con el dominio político-administrativo no puede pasar desapercibido porque el ejército de ocupación chileno se encontraba en Antofagasta desde el 14 de febrero de 1879, sin una declaración de guerra previa y considerando que el Pacto de tregua se firmó recién el 04 de abril de 1884.

Enseguida toca el tema de la propiedad y Wilson señala que la instalación ya no está en su propiedad, pero no señala ni el traspaso ni el o los propietario/os que le sucedieron. Sin embargo, el dato es relevante en la medida que el inventor se adjudica la propiedad de la desaladora sin especificar el período de tiempo en que ello habría sido efectivo.

Con toda esta información arremete el sueco al tópico que parece ser más le ha removido y que constituye el corazón de la carta: la desaladora solar funciona en perfectas condiciones y produce exactamente la misma cantidad de agua que en sus inicios. Y no sólo se limita a hablar de cantidad, sino que alude directamente a la calidad: la misma cantidad y calidad de agua.

La cuestión de calidad, como ya se ha revisado con anterioridad en este mismo capítulo, es una condición muy destacada en la desalación de agua, por cuanto la complejidad del proceso físico-químico de desmineralización implicaba algunos efectos que tendían a desmejorar el sabor y añadirle factores de riesgo para la salud de los consumidores: humanos y animales.

Hecha su observación central, Wilson avanza a contraatacar y construir una imagen probablemente impensada en el ámbito de la ingeniería, en la que el uso del carbón ha de ser cuestionado. Revela que cuando la desaladora de Las Salinas fue establecida había máquinas desaladoras, en forma de calderas que consumían carbón. Y de manera contundente presenta el cálculo alternativo: el uso de la energía solar permitió el ahorro de 16.000 toneladas de carbón.

Este modo de comprensión de los factores técnicos es llamativo en un contexto en el que la contribución a la productividad que se esperaba de la ingeniería era la economía de escala o de velocidad o de continuidad, pero es consonante con la apreciación política que este ingeniero

hizo al calificar el ahorro de carbón como una cantidad no despreciable (“the not insignificant amount”), acentuando la óptica con la que selló su apreciación: el ahorro para la posteridad.

¿A cuánta gente y a quiénes les interesaba preservar los recursos naturales o servicios ambientales para la posteridad en el siglo XIX? Todavía más peculiar es pensar en un ingeniero del siglo XIX que se ubica a sí mismo fuera de las coordenadas del proyecto modernizador y cambia las reglas de cálculo del progreso alterando los criterios de calidad que debe satisfacer una solución técnica.

Este verdadero *abstract* -de un *paper* que no llegó a publicarse- remata con solidez su línea argumental desafiando con estilo polemista a la comunidad lectora del *Scientific American* a comprobar si este artefacto era el primer dispositivo capaz de reemplazar el uso de combustibles con el uso de la radiación solar.

Esta opinión pudo no haber sido recibida como una solución, sino como un problema, pues la explotación de la energía solar podía llegar a representar una amenaza considerable para la industria de la desalación del agua a través de máquinas evaporadoras o condensadoras no sólo para los controladores del mercado en Tarapacá y Atacama, sino, en el mundo del imperio británico.

Al respecto, recordemos que en 1910 Frank Normandy publicó: *A practical manual on sea water distillation: with a description of the necessary machinery for the process*, un manual clave para la ingeniería de la época. Aquí no aparece ninguna referencia a la existencia de la planta de Las Salinas o al uso de la energía solar. Y aunque poco después A. S. E. Ackermann sí la mencionó en su artículo publicado en el *Journal of the Royal Society of Arts* de Londres⁴⁵⁰, de Las Salinas sólo nos han ido quedando trazas de un relato incompleto⁴⁵¹.

Como se ha visto, el escenario y los actores implicados en la documentación hallada se encuentran casi exclusivamente circunscritos al medio anglosajón, con apenas una interacción

⁴⁵⁰ ACKERMANN (1915).

⁴⁵¹ ARELLANO, Nelson (2012b) Communication: “Exploration Of The Industrial Use Of Solar Energy In The Nineteenth Century.”, 39th Annual Meeting International Committee For The History Of Technology, Barcelona, Spain, 10–14 July, *Technology, the Arts and Industrial Culture*.

entre Reino Unido y Estados Unidos de América, además de la incursión satelital de los informes chilenos. Hasta aquí el caso se establece como una situación de colonialismo tecnológico en el que Las Salinas –como elemento técnico- tenía una conexión más fluida con Londres y Nueva York que con Valparaíso, Santiago de Chile, el propio Antofagasta, Iquique o algún centro de formación técnica en Sudamérica.

Pero, no obstante las certezas que proveen los registros compilados en esta investigación, no se puede soslayar el tercer texto contemporáneo acerca de Las Salinas. Publicado en castellano en 1885, en *La Gaceta Industrial* de Madrid⁴⁵², sin identificar al autor ni al traductor de un texto que cita como fuente original al periódico *El Espejo* (sic), de Nueva York.

No cabe duda de que esta acción de divulgación atravesó el cerco cultural, pero una vez más muestra cómo los esfuerzos realizados para otorgarle un lugar a las tecnologías que utilizaban energía solar eran obviadas una y otra vez en uno y otro lugar, porque además de diluirse el anuncio en el ambiente de ingeniería español, el hecho que se aluda a otro periódico implica que habría existido una cierta difusión fuera del círculo de las ingenierías.

El artículo de *La Gaceta Industrial* apareció dos años después de las publicaciones de Harding y comienza de manera desalentadora reproduciendo la información “A título de curiosidad”, no obstante el redactor cree posible encontrar una aplicación en algún punto de la costa del Levante, de la península Ibérica⁴⁵³.

Salvo esta breve introducción todo el resto del texto se encuentra entre comillas, sin reseñar que se trata del original en inglés, pero presentado en castellano y, además, como era habitual, sin establecer la responsabilidad o créditos por la traducción, que hay que atribuir a la redacción de la revista. En síntesis, se suministran datos del contexto geográfico, que varían de manera sustancial con los de Harding, pues contempla con zona árida el territorio desde Tumbes, en Perú, hasta Caldera, en Chile.

⁴⁵² *La Gaceta Industrial*, “Destilación Solar”, 25 de Julio de 1885, 213-214, no identifica al autor del texto.

⁴⁵³ No deja de ser interesante que durante el siglo XX se desarrollara una experiencia de desalación solar a escala industrial en la localidad de Las Marinas, en la zona de Almería.

Luego el testigo en este texto dice haber visitado la planta y también alude a Carlos Wilson como constructor del dispositivo en 1872, al que califica como único en su especie en el mundo, por lo que sabemos que no tuvo conocimiento de la desaladora solar de Sierra Gorda. Pero, en cuanto a Las Salinas, varía el dato de superficie de vidrio que Harding calculó en 51.200 pies cuadrados, mientras que en Madrid se publicó la cifra de 52.500 pies cuadrados.

En cuanto a la autoría atribuida a Charles Wilson la prueba más contundente se encuentra en el registro de invenciones como en el Diario Oficial de Chile, dejando fuera de toda duda la propiedad industrial del ingenio de Las Salinas y otorgando un privilegio exclusivo por un máximo de 10 años⁴⁵⁴.

Por entonces se afianzaba la era de las tecnologías del carbón y aparecía en la escena la electricidad y en el mundo gobernaban los intereses y las decisiones de las metrópolis más o menos presentes en todo el orbe, incluido, por supuesto, el desierto de Atacama.

Ante esa indiferencia la planta industrial de desalación solar de Las Salinas tal vez siguió funcionando algunos años más, pero el debate técnico se congeló y no volvió a ser tema de interés hasta que en 1949 la doctora húngara Maria Telkes desde el Massachusetts Institute of Technology (MIT) reflatara la memoria de este ingenio, pasándole la posta al profesor de la Universidad Técnica Federico Santa María de Valparaíso Julio Hirschmann Recht, quien se ocupó durante dos décadas de estudiarla y difundir el invento de Charles Wilson tanto como le fue posible⁴⁵⁵.

⁴⁵⁴ El 10 de julio de 1873 "Cárlos (sic) Wilson presentó un aparato para convertir el agua salada en dulce, aprovechando para ello únicamente el calor solar", inscrito en el *Registro (sic) general de patentes de invenciones 1840-1912*, del Ministerio de industria i obras públicas, informe elaborado por el Ingeniero Civil Arturo Montero, Jefe de la oficina de patentes de invención. Además, en el Diario Oficial de la República de Chile, el 14 de julio de 1877 se publicó que: "Don Carlos Wilson se ha presentado al Ministerio del Interior solicitando privilegio (sic) exclusivo (sic) para el uso de un aparato de su invención destinado a vaporizar líquidos salobres i condensar los vapores producidos en agua potable. Se avisa al público, en conformidad al supremo decreto de 16 de agosto de 1856. Santiago, julio 13 de 1877". La regulación a la que se hace referencia es la indicada por el Decreto Ley sobre Privilegios Exclusivos, del 9 de septiembre de 1840, modificada por "el Decreto de 1 de agosto de 1851, el cual se encarga de establecer los puntos a examinar por parte de los peritos nombrados conforme al decreto de 1840; el Decreto de 16 de agosto de 1856, que estableció la obligación de publicar por un período de 15 días todas las solicitudes de privilegios de introducción; la Ley de 8 de julio de 1872, que derogó el privilegio concedido para los meros introductores de inventos", según: MELÉNDEZ, Marcela (2009) *La historia de la propiedad industrial en Chile*, Memoria de prueba para optar al grado de licenciado en Ciencias Jurídicas y Sociales, Universidad de Chile.

⁴⁵⁵ ARELLANO (2014).

2.7 Los testigos de Las Salinas

El hallazgo de la desaladora de oficina Domeyko ha dejado desprovista a Las Salinas de su más impactante testimonio: la fotografía. Pero ante el riesgo de impugnación de la veracidad o precisión del relato de Josiah Harding esta investigación ha dado cuenta de la corroboración de un segundo ingeniero de la Institution of Civil Engineers, Charles Malcom Johnson, y la versión del propio inventor y constructor: Charles Wilson Scot, agregando al Ingeniero de Minas Alejandro Bertrand.

No obstante la alta relevancia de estos testimonios, esta situación sigue sosteniendo el curioso aislamiento o segregación de las ingenierías anglosajonas con respecto a la naciente ingeniería chilena.

Este ámbito de interés ha arrojado una interesante ampliación de las informaciones revelando que existió más de una industria desaladora solar, pero además, que hubo un segundo testigo presencial de Las Salinas, cuya apreciación parece haber sido obviada.

Alejandro Bertrand, ingeniero de minas, realizó una amplia exploración en los desiertos de Tarapacá y Atacama que plasmó en al menos 4 informes⁴⁵⁶. En uno de ellos informó al entonces ministro del interior de Chile, José Manuel Balmaceda, de la existencia del ingenio de Las Salinas, lo que se transcribe aquí:

“(..). En la tarde de ese mismo día fuimos en tren hasta Salinas, donde visitamos los aparatos de destilación solar que, en virtud de un privilegio exclusivo, funcionan en esa localidad. El agua la sacan de unos pozos que se han practicado cerca de la quebrada, al Norte de la estación; el punto ha sido elegido además para colocar unos molinos de viento que sirven de motor. Desde allí el agua estraida, que contiene

⁴⁵⁶ GUNDERMANN, Hans y GONZÁLEZ, Héctor (2009) “Sociedades indígenas y conocimiento antropológico: Aymarás y Atacameños de los siglos XIX y XX. *Chungará Revista de Antropología Chilena*, 41, 1, 113-164. Estos investigadores aluden a: BERTRAND, A. (1879a) *Noticias de los Departamentos de Tacna, Moquegua i Arequipa: i Algo Sobre la Hoya del Lago Titicaca*. Imprenta Nacional, Santiago; BERTRAND, A. (1879b) *Noticias del Departamento Litoral de Tarapacá i sus Recursos*. Imprenta Nacional, Santiago; BERTRAND, A. (1885a) *Memorias sobre la exploración a las cordilleras del desierto de Atacama*. Anuario Hidrográfico de la Marina, Vol. X; BERTRAND, A. (1885b) *Memoria sobre las Cordilleras del Desierto de Atacama i Rejiones Límitrofes Presentada al Señor Ministro del Interior*. Imprenta Nacional, Santiago.

disolución de diversas sales, es conducida por cañerías hasta el campo de destilación que dista como medio kilómetro al Sur de la estación del ferrocarril, en un terreno plano y a un nivel más bajo que la boca del pozo.

Los aparatos son muy sencillos; consisten en una serie de techos de vidrio que se levantan muy poco del suelo, los que cubren un canal plano muy poco inclinado por donde va el agua que viene de la cañería del pozo. Los rayos solares pasan a través de los vidrios sin calentarlos y producen evaporación en la superficie del agua, cuyo vapor se condensa en seguida en gotas que se pegan y resbalan por la superficie inferior de los vidrios; recójese esta agua en dos canaletas laterales que la llevan a otra cañería, donde se reúne en unos depósitos cilíndricos de hierro, pasando después a grandes estanques subterráneos⁴⁵⁷.

Se trata de la narración de la tarde del 31 de enero de 1880. En su segunda exploración, en 1884, anotó que el 28 de enero al pasar en tren por la zona que: “(...) en Salinas se divisan los molinos de viento de la destilación solar⁴⁵⁸”.

Cronológicamente Bertrand fue el primer testigo de Las Salinas que dejó registro de este emprendimiento curioso e inusual. Pero lo publicó dos años después que Harding y aún después que Wilson y Johnson. No obstante, su informe de carácter oficial inaugura una línea de investigación completamente nueva en el campo de la industrialización chilena, pues puso a disposición del gobierno la información básica de una tecnología sustentable y en operación.

Alejandro Bertrand, además, expone antecedentes complementarios a la visión de Harding, ocupándose de la posición y relieve en la que se encontraba la desaladora y desentramando un elemento de diseño muy interesante: los estanques de almacenamiento se encontraban bajo tierra.

Así, en definitiva y gracias a la concurrencia de nuevos testigos, la industria solar de Charles Wilson sigue siendo un caso fascinante acerca del cual todavía queda mucho que aprender.

⁴⁵⁷ BERTRAND (1885b:18-19).

⁴⁵⁸ BERTRAND (1885b:27).

2.8 Conclusiones del Capítulo 2

1872 no es un año cualquiera. Ese año se formalizó en Valparaíso la Compañía Huanchaca de Bolivia y comenzaba la construcción del ferrocarril que uniría en cerca de dos décadas Antofagasta con Oruro. Estos proyectos de gran envergadura debían enfrentar condiciones extremas como la situación hídrica en el desierto de Atacama, lo que le convierte en un escenario ideal para estudiar con una perspectiva histórica los efectos antrópicos en el uso del agua.

En este capítulo se comentó la situación del agua en el desierto de Atacama y su comportamiento estudiado en evaporación, radiación solar y salinidad ya en el siglo XIX.

Esta condición extrema a nivel mundial promovió la búsqueda de soluciones técnicas de variado orden para abastecer los asentamientos humanos que se generaron en función de las reglas productivas instituidas en virtud de los mercados mundiales centralizados por las metrópolis occidentales.

Al observar la aislada discusión sobre el uso de la energía solar para la desalación se podría atribuir a algunas prácticas culturales en la ingeniería el descarte de la tecnología. En primer lugar, el intercambio internacional mediado por las metrópolis: aunque el caso de interés se situara en los desiertos de Atacama y Tarapacá, las comunicaciones fueron canalizadas en Londres y Nueva York. En segundo lugar, el interés por la aplicación de la energía solar fue movilizadora por intereses comerciales; así lo hacen ver, por una parte, la precaria descripción física de la zona que establece Charles M. Johnson en su artículo hace pensar que se trata de un encargo a distancia en el que incluso el nombre del creador del artefacto es trabucado y, por la otra, el súbito y excéntrico interés de Harding en difundir una técnica que era exigente en diseños y conocimiento de meteorología. En tercer lugar, la completa ausencia de figuras de la ingeniería local en todos los eventos que hasta aquí se ha analizado⁴⁵⁹. En cuarto lugar, parece no haber quedado abierta la posibilidad de estudiar eventuales aplicaciones de la energía solar para desalación de agua en otras escalas que no fuera la industrial.

⁴⁵⁹ PARADA (2011).

Siguiendo la propuesta de Bertrand Gille⁴⁶⁰, se pueden distinguir al menos cuatro líneas técnicas. En primer lugar, el porteo de agua a través de la vía marítima, pues los barcos cisterna trasladaron agua desde las fuentes disponibles a varios cientos de kilómetros hasta Antofagasta, aunque el caso mejor documentado es el de la ciudad de Iquique. Hasta ahora el porteo por vía terrestre no ha sido estudiado en detalle y su relevancia parece menor.

La segunda línea técnica es la desalación de agua mediante combustión de carbón y leña, activando el proceso termodinámico de evaporación y posterior condensación materializado en máquinas, en su época, denominadas resacadoras en la zona de Atacama y Destiladoras en el ámbito de ingeniería.

La tercera línea técnica surgida en la localidad de Las Salinas fue replicada en la localidad de Sierra Gorda y en Oficina Domeyko, pero con la singularidad de haber utilizado un sistema de desalación movilizado por energía eólica para bombear el agua de pozo a través de molinos de viento (probablemente multipala), para luego explotar la radiación solar logrando la evaporación del agua y, secuencialmente, la transferencia de temperatura ambiental para el enfriamiento y condensación del vapor de agua, obteniendo agua destilada.

La cuarta y última línea técnica se constituye a través de aducciones y tuberías con capacidad de captación de aguas cordilleranas y despacho a las zonas pobladas a más de 300 kilómetros de distancia y con un diferencial de altitud que bordea los 3.000 metros, pero que se diseñaron sin contemplar el tratamiento necesario para la desmineralización de un agua que contenía grandes dosis de elementos químicos nocivos para la salud humana y animal.

De estas líneas técnicas el estudio se ha centrado en la desalación mediante la acción de la radiación solar, encontrando probable que los obstáculos para la difusión de esta tecnología se encontrasen en el complejo tecno-institucional del carbón en cuyo circuito participaban las máquinas desaladoras a carbón y que figuraban asociadas a los grandes consorcios, corporaciones y sociedad que regían las operaciones de producción y comercialización de la producción minera de la zona.

⁴⁶⁰ GILLE (1999).

Dado lo anterior la información acerca de la propiedad de la desaladora de Las Salinas podría ayudar a esclarecer si se trató de una experiencia de ampliación de la variedad técnica – poniendo a prueba una creación pertinente al lugar- o bien fue una acción independiente que logró demostrar la viabilidad técnica, económica y de sustentabilidad de un mecanismo organizado a partir de fundamentos completamente diferentes a los usuales en su momento.

En general, en términos de sustentabilidad, todas las líneas técnicas también deberían ser estudiadas en relación a sus respectivos impactos ambientales; preliminarmente se deben considerar la acción de importación de energía y materia que requería el desierto, cuya capacidad de carga ecológica debe ser considerada⁴⁶¹.

Se ha demostrado cómo la discusión de ingenieros europeos se concentró básicamente en la competencia entre el uso de combustibles fósiles y la energía solar y no se consideraron las obras lineales de conducción de agua en sus esquemas ni se discutió una adaptación en el tratamiento a dicha tecnología, de modo que la información técnica sobre la energía solar fue presentada no como un aporte a la diversidad creativa sino más bien como exabrupto al orden establecido, sin siquiera llegar a recriminar su existencia sino dejándola en el silencio de los asuntos irrelevantes o en el limbo de las fantasías tecnológicas.

De cualquier manera, el ingeniero sueco Charles Wilson dio cuenta de un pensamiento vinculable al concepto de sustentabilidad, anticipándose en la reflexión acerca del uso de los recursos naturales o servicios ambientales y proponiendo una exploración a las tecnologías que utilizaran la energía solar como fuente.

Un hallazgo novedoso de la investigación es la certificación oficial de la propiedad intelectual que Charles Wilson obtuvo entre 1873 y 1877. Estos antecedentes colaboran con el

⁴⁶¹ A nivel intuitivo la Apropiación Humana Neta de la Producción Primaria (HANPP por sus siglas en inglés) habría de calcular la pertinencia de la desalación solar como técnica apropiada para el tratamiento del agua y su desalación, dada la abundancia de radiación solar y la presencia de agua mineralizada y contaminada en condición natural por arsénico. No obstante ello, de acuerdo a los criterios de calidad generalizados en el ámbito de la economía y la ingeniería, la técnica seleccionada en su época fue la construcción de aducciones y canalización, sin ocuparse del tratamiento necesario. Ya en el siglo XXI la técnica seleccionada ha sido la Osmosis Inversa, que implica el tratamiento de desalación, pero con un costo energético elevado que sólo se incluye en los criterios de calidad para efectos de cálculo financiero, pero no en términos ambientales como lo plantean HABERL, ERB, FISCHER-KOWALSKI y KRAUSMANN (2007). Este análisis, desde luego, sobrepasa los alcances de la presente investigación y merece un tratamiento pormenorizado.

esclarecimiento o el fortalecimiento de ciertas hipótesis, pues, la solicitud de patente y el otorgamiento de patente concuerdan con el año 1883 como momento final de validez de un privilegio exclusivo para la explotación del invento; de ahí que la desaladora de Sierra Gorda apareciera en 1883, que Josiah Harding escribiera su artículo para *Minutes of the Proceedings* y que, en su carta al *Scientific American Supplement*, Charles Wilson fuese enfático en señalar que el establecimiento en 1883 ya no se encontraba en su posesión. Se reafirma así que Harding desarrollaba una búsqueda personal de una nueva línea de negocios a través de la divulgación de la desaladora de Las Salinas.

En otro plano de análisis, la aproximación al caso de Las Salinas expone el desequilibrio de las relaciones norte-sur y manifiesta el silenciamiento acerca de los actores locales que no tenían vías de contacto con las metrópolis occidentales. Como mucho, en el trabajo de investigación, se llegó a recopilar el nombre de Santos Palma, fogonero y mecánico de máquina desaladora en Cobija y luego en Peña Blanca, de quien no se sabe nada más⁴⁶². Asimismo, no se ha llegado a conocer algún dato relacionado con los operarios o trabajadores vinculados a la desaladora solar de Las Salinas ni mucho menos en Oficina Domeyko o Sierra Gorda.

De acuerdo al modelo teórico de George Basalla⁴⁶³ este capítulo demuestra cómo las líneas técnicas expresan contenidos ideológicos y la interacción intrínseca de un sistema social, concebido por Gregory Unruh basado en el trabajo de Thomas Hughes, como complejo tecno-institucional que direcciona una senda tecnológica y descarta otras.

El descarte artefactual, como componente activo de la evolución de la tecnología permite describir los criterios de calidad que no se consideran en los procesos de evaluación para la selección técnica y, en el caso de la desalación solar, se ha encontrado que: i. existe una contrariedad en la unidad de medida que se utilizaba, en tanto todo se reducía a unidades monetarias en función del volumen de agua calculando la relación costo-beneficio, pero esto sin incorporar factores como la importación neta de energía y materia para efectuar el trabajo que se demandaba. Respecto a las tecnologías del carbón, estas convertían carbón en agua y, en el caso de las aducciones, no se incorporó como criterio la calidad del agua que se estaba

⁴⁶² OSSA BORNE, Samuel (1932) “Don José Santos Ossa”, *Revista chilena de historia y geografía*, 76, 176-228.

⁴⁶³ BASALLA (2011).

entregando. ii. La compulsión por el uso de los conceptos de eficacia y eficiencia generaba ya en ese entonces una confusión con respecto al problema de la velocidad, entendiéndose eficiencia meramente por el ajuste de costos a rapidez. Esto es posible en una matriz de criterios de calidad restringida, donde los elementos a considerar en la decisión cubren una pequeña área de los intereses de los actores sociales.

Las experiencias pioneras de Las Salinas, Sierra Gorda y Oficina Domeyko siguen dejando un amplio conjunto de interrogantes y proponen desafíos tanto para la investigación como para la reflexión acerca de la tecnología y la sustentabilidad, pero de todas maneras comprueba que el modo de comprensión de la evolución de la tecnología que propone Basalla requiere el agregado de elementos de análisis y un conocimiento detallado de los factores participantes de los procesos de selección de artefactos.

Finalmente, el hallazgo y comprobación de una segunda y tercera desaladora solar de características similares y relativamente contemporáneas, además de ampliar el área de investigación, re-estructura la historia de la desalación solar tanto en cuestiones básicas, por ejemplo la fecha de cierre de operaciones de Las Salinas, Sierra Gorda y Oficina Domeyko, como en el tratamiento de una técnica difundida en su época para luego ser descartada y reutilizada de manera intermitente a través del tiempo.

3 Energía solar: 100 años de investigación.

El fenómeno de descarte artefactual de la desalación solar en escala industrial es sólo una parte de un proceso de selección en el que también se debe considerar la duración intermitente de los objetos. Esta concepción es importante en la medida que justamente se ha llegado a tener conocimiento del caso de Las Salinas a través de un ejercicio de recuperación de memoria, ampliando la información a Sierra Gorda y Oficina Domeyko.

En el ejercicio de rescate del olvido jugaron su papel tanto científicos como ingenieros, pero entre ellos se destacan las figuras de Maria Telkes y Julio Hirschmann, quienes actuaron como verdaderos albaceas o curadores de la existencia de la industria de Charles Wilson. Sus trayectorias laborales nos llevarán indefectiblemente a la búsqueda de los pioneros de la investigación de la energía solar del siglo XIX, no sin antes dar cuenta del serio déficit que la historiografía tiene con este ámbito de la ciencia y la tecnología.

3.1 La Energía Solar en la Historia de la tecnología

Es significativo que la historia de la tecnología le haya prestado poca atención a las aplicaciones técnicas que utilizan energía solar en tanto la rama de la ingeniería hidráulica que intenta resolver el problema de la demanda de agua dulce a partir del tratamiento del agua salada ha aportado las únicas informaciones conocidas.

Así, en la Sociedad de Historia de la Tecnología (SHOT por sus siglas en inglés), que es probablemente la sociedad científica más relevante e influyente en esta área del conocimiento, encontramos tres indicios relevantes: su principal medio de difusión, *Technology and Culture* que publica 4 ediciones anuales desde 1959, sólo ha publicado un par de artículos relativos a temas de energía solar y con una óptica institucional y académica; en 1998 *Technology and Culture* publicó un estado del arte acerca de investigación de tecnología y medio ambiente, sin que este excelente y profuso trabajo mencione más que un par de aproximaciones tangenciales a la energía solar; la SHOT tiene una comisión o grupo de investigadores interesados en tecnología

y medioambiente, denominado EnviroTech y, hechas las consultas, habiendo investigadores interesados en temas de energía, ninguno trabaja con energía solar⁴⁶⁴.

Esta situación se replica en la Sociedad Europea de Historia de Ciencia y la Tecnología (ESHS por sus siglas en inglés) que en sus cinco congresos tuvo sólo una comunicación acerca de energía solar⁴⁶⁵ o el Comité Internacional para la Historia de la Tecnología (ICOHTEC por sus siglas en inglés)⁴⁶⁶.

Una situación similar, aunque con aproximaciones tangenciales, se atestigua en la Sociedad Newcomen para la historia de la ingeniería y la tecnología y, en Francia, a través de la revista – aparentemente descontinuada- *Documents pour l'histoire des techniques* (DHT) coeditada por Centre d'histoire des techniques et de l'environnement du Cnam (CDHTE-Cnam) y la Société des élèves du CDHTE-Cnam (SeCDHTE). Incluso la Sociedad Internacional de Energía Solar (ISES por sus siglas en inglés) y su publicación *Solar Energy*, sólo han generado breves aproximaciones a la historia de estas tecnologías, centrando casi todo su interés en el rendimiento y las características físico-químicas de los fenómenos asociados a la radiación solar.

En cierta medida hay una paradoja en el desinterés que parece haber en las biografías e historias de generaciones de científicos e inventores que han contribuido a la conformación de un cuerpo de conocimiento que, a día de hoy, se intuye como trascendental para el futuro de la humanidad y del planeta.

En esta tendencia general algunas excepciones las encontramos, por ejemplo, en el Comité des travaux historiques et scientifiques que en 1995 publicó algunos trabajos que formaron parte de las actas del 118 congreso nacional de sociedades históricas y científicas, realizado en Pau el

⁴⁶⁴ Véase *Technology and Culture* para corroborar la escasez de estudios sobre historia de la energía solar: STINE & TARR (1998); STRUM, Harvey (1985) “The Association for Applied Solar Energy/Solar Energy Society, 1954 – 1970”, *Technology and Culture*, 26, 3, 571-578; LAIRD (2003). Para la relación Agua y Energía Solar, esta misma situación se ha corroborado con el grupo ENVIROTECH de la Society for History of Technology (SHOT).

⁴⁶⁵ ARELLANO, Nelson (2012c) Communication: “Four biographies in the history of industrial solar desalination. A century of pioneers (XIX-XX)”, 5th Conference of the European Society of History of Science. Athens, Greece. 1st-3rd November.

⁴⁶⁶ ARELLANO, Nelson (2012b).

año 1993⁴⁶⁷. En las doce comunicaciones que se presentan se cubre el período del siglo XVIII al XX, con énfasis en la historia reciente.

Investigaciones como la de Peggy Aldrich Kidwell G. and C. Merriam Company⁴⁶⁸ "Prelude to solar energy: Pouillet, Herschel, Forbes and the solar constant" son una excepción, tal como el trabajo de Jean Gosse⁴⁶⁹ o el de Hoyt C. Hottel, del Massachusetts Institute of Technology, donde menciona una lista de investigadores franceses y estadounidenses mucho más breve de lo que ameritaba⁴⁷⁰. Esto es especialmente evidente al constatar que la información estaba disponible con varias décadas de anterioridad, considerando el estudio de Ackermann, que en 1915 reportó una exhaustiva indagación acerca de la utilización de la energía solar publicada en el *Journal of the Royal Society of Arts*, en Londres⁴⁷¹. Sin embargo, considerando que Ackermann brinda un gran aporte no se puede omitir que en sus resultados hay datos que contienen errores significativos, como atribuir la invención de la desaladora de Las Salinas a Josiah Harding.

No obstante el reducido número de trabajos de investigación acerca de los artefactos solares en el siglo XIX, el interés por una época de invenciones como la industria desaladora, una imprenta, un motor, el horno y artefactos de medición solarimétricos cuenta con una producción heurística, como se verá a continuación en los trabajos de conservación de la memoria de los artefactos activados por la energía solar.

3.2 El rescate de la memoria perdida: Maria Telkes y Julio Hirschmann.

A pesar que la comunidad ingenieril tuvo acceso a la información básica de la existencia de una experiencia de desalación solar a escala industrial, no hubo otra situación que replicara sus características ni tipología en ningún otro lugar del mundo fuera del desierto de Atacama. Y la historia de Las Salinas, la de Sierra Gorda y la de Oficina Domeyko quedaron en el olvido

⁴⁶⁷ HERLÉA, Alexandre (1995) *L'énergie solaire en France*, Paris, éditions du cths.

⁴⁶⁸ KIDWELL, Peggy & COMPANY, Merriam (1981) "Prelude to Solar Energy: Pouillet, Herschel, Forbes and the Solar Constant." *Annals of Science*, 38, 457-476.

⁴⁶⁹ GOSSE, Jean (1995) "Propos sur la détermination empirique de la température du Soleil", 17-34, en HERLÉA (1995).

⁴⁷⁰ HOTTEL, Hoyt C. (1951) "The Engineering Utilization of Solar Energy", *Proceedings of the American Academy of Arts and Sciences*, 79, 4, 313-318.

⁴⁷¹ ACKERMANN (1915).

hasta que a mediados del siglo XX la investigadora María Telkes recordó el ingenio de Charles Wilson y le atribuyó, equivocadamente, la fotografía de Oficina Domeyko. De cualquier manera, hizo del invento un hito relevante que no podía seguir pasando inadvertido.

3.2.1 Maria Telkes: de Budapest a Boston.

Hasta ahora y pese a la gran relevancia que tuvo la figura de Maria Telkes, tanto desde el punto de vista científico, como en sus aspectos vitales, ya sean de condición migratoria o de género, entre otros, no se ha escrito su biografía⁴⁷². De ella se sabe que nació en 1900 en Budapest, Hungría, y estudió Física Química en la Universidad de Budapest, llegando a doctorarse en 1924; pronto viajaría a EEUU y en 1934 accedió a la ciudadanía estadounidense. Su labor entorno a la energía solar la desarrolló, entre otros lugares, en la década de los 40s en el Massachusetts Institute of Technology (MIT)⁴⁷³, desde 1953 en la Universidad de New York y más tarde en la Universidad de Wisconsin y la Universidad de Delaware, sucesivamente. Entre sus muchos aportes probablemente el más conocido es la invención de un sistema de desalación de agua de mar con energía solar para balsas salvavidas que fue utilizado por las fuerzas navales de EEUU en la segunda guerra mundial⁴⁷⁴.

Fue esta científica quien divulgó a mediados del siglo XX la existencia de la desalación solar a escala industrial desde el siglo XIX⁴⁷⁵.

Hasta ahora se desconocen los antecedentes acerca de cómo llegó a obtener las fotografías ni de qué manera se enteró de la existencia de la Planta de Las Salinas que en un comienzo ella situaba en la localidad costera de Coloso, a unos 150 kilómetros de Las Salinas y al sur del

⁴⁷² Comunicación personal con Dr. Anthony Stranges, Texas A&M University, 30 de Julio de 2012.

⁴⁷³ SLICHTER, Louis B., and TELKES, Maria (1942) "Electrical Properties of Rocks and Minerals", en *Handbook of Physical Constants*, editado por Francis Birch and others. pp. 299-319. National Research Council, Geological Society of America, Special Paper, 36. TELKES, Maria, "Thermoelectric Couple", United States Patents 2,229,481 and 2,229,482. U. S. Patent Office, Official Gazette, January 21, 1941.

⁴⁷⁴ PEGGY, Saari y STEPHEN, Allison (1996) *Scientists. Volume 3, P-Z: the lives and works of 150 scientists*, Detroit, U*X*L. Más información a través de: <http://www.bookrags.com/biography/maria-telkes-woc/>; otras fuentes: <http://web.mit.edu/invent/iow/telkes.html> y <http://cbsolaroven.blogspot.com/2009/05/maria-telkes-1900-1995.html>; una fotografía de Maria Telkes es accesible en el sitio web de la Biblioteca del Congreso de los Estados Unidos (<http://www.loc.gov/pictures/item/95504502/>).

⁴⁷⁵ HIRSCHMANN, Julio (1961) "A Solar Energy Pilot Plant for Northern Chile", *Solar Energy*, 5, 2, 37-43.

puerto de Antofagasta⁴⁷⁶. Estas incógnitas abren una serie de nuevas interrogantes acerca de las fuentes de información, las líneas de conexión de Las Salinas con el hemisferio norte e incluso con el desarrollo de la técnica en su época.

Ilustración 30. Destiladores portátiles diseñados por Maria Telkes



Fuente: Archivo del Laboratorio de Energía Solar
de la Universidad Técnica Federico Santa María (UTFSM)

Lo que se ha constatado hasta ahora es que a principios de la década de los 40s Telkes ya sabía de la invención de Charles Wilson a juzgar por su propia literatura, en la que cita un reporte inédito de su autoría: *Distilling water with solar energy* del mes de enero de 1943⁴⁷⁷. Tampoco debe pasar desapercibido que en 1951 ella citó el trabajo de Ackermann, donde Las Salinas figuraba entre los artefactos que utilizaban energía solar⁴⁷⁸.

Además, tampoco se ha podido establecer cuál fue la motivación que promovió el interés de la Dra. Telkes para investigar e inventar artefactos que utilizaran energía solar, pero debemos contar con la relevancia del descubrimiento que en 1901 A. Kalecsinsky presentó ante la

⁴⁷⁶ Comunicación personal con Carlos Espinosa Arancibia, 5 de enero de 2012.

⁴⁷⁷ TELKES (1953, 1956a, 1956b)

⁴⁷⁸ TELKES (1951) "Future uses of solar energy", *Bulletin of the Atomic Scientists*, 7, 7, 217-219.

Academia Húngara de la Ciencia y que pudo haber formado parte del acervo con el que ella pudo haber sido formada.

Aquella situación comenzó con el descubrimiento de un fenómeno singular en unos lagos salinos del distrito húngaro de Szováta, en donde se midió una gradiente de temperatura del agua que variaba positivamente mientras mayor era la profundidad, lo que desde luego era un fenómeno contraintuitivo. La explicación se encontró en la acumulación de radiación solar en los cristales de sal que se encontraban depositados en el fondo de estos lagos y que por sus características almacenaban energía⁴⁷⁹.

Aún cuando no se ha establecido si las influencias en su formación académica provinieron de Hungría, de los Estados Unidos o la muy probable combinación de ambos, en los trabajos de Maria Telkes se constata que contaba con un profuso y acabado conocimiento acerca de los antecedentes históricos del tópico. En distintas ocasiones cita los reportes y artículos de Lavoisier, de Mouchot, de Wheeler, de Evans y –el más importante para la historia de Las Salinas- de Harding⁴⁸⁰.

Telkes, en pleno desarrollo de su carrera y su interés por la energía solar, conoció en 1958 a Julio Hirschmann Recht en un congreso internacional donde le comentó los antecedentes de la existencia de la planta de Wilson, abriendo una nueva línea de investigación para la desalación solar que fue atendida por Hirschmann en la medida de sus posibilidades: la historia de la Planta de Las Salinas.

En el epílogo de sus años de trabajo el contexto social y político dejó de estimular la experimentación con técnicas que utilizaran energía solar directa y entonces Maria Telkes abrió su campo de exploración a la energía nuclear sin dejar de investigar en el área de la energía solar, aunque con énfasis distintos⁴⁸¹. Así, en la revista *Life* se publicó el 1º de enero de 1963

⁴⁷⁹ “Sun-Heat accumulation by water”, *Engineering*, April 28, 1905, 548-549.

⁴⁸⁰ TELKES (1951); TELKES (1953); TELKES (1956); TELKES (1956b).

⁴⁸¹ Por ejemplo: Memorandum de Maria Telkes a K. W. Boer. Asunto: “Solar Water Heaters”. Institute of Energy Conversion, University of Delaware, 27 de Junio de 1973. Folder II.C.1. Solar Water Heaters (M. Telkes) (#42). Special Collections, University of Delaware Library.

una fotografía de ella tomada por Alfred Eisenstaedt a propósito de la investigación en síntesis química utilizada en misiles Polaris⁴⁸².

Ilustración 31. Destilador solar diseñado por Maria Telkes



Fuente: Archivo de colecciones especiales, Universidad de Delaware

En diciembre de 1995 falleció en Budapest y han sido popularizados sus apelativos de “Reina del sol” y el de “Madre de la casa solar”⁴⁸³.

⁴⁸² SHNEER, David (2010) “Picturing Grief: Soviet Holocaust Photography at the Intersection of History and Memory”, *The American Historical Review*, 115, 1, 28-52. Eisenstaedt (1898-1995) fue un destacado fotógrafo que retrató a relevantes figuras del siglo XX.

⁴⁸³ Su participación en el proyecto de casa solar del que se pueden conocer detalles en: DENZER, Anthony (2013) *The Solar House: Pioneering Sustainable Design*, New York, Rizzoli, 256; SCHNEIDER, Michel et BERGER, Xavier (1995) “Les recherches en habitat”, 69-84, en HERLÉA (1995). Otros antecedentes en: <http://mariatelkes.blogspot.com>. En una reciente publicación acerca del proyecto de casa solar figuran los nombres de algunos de los investigadores con los que ella trabajó, pero su nombre no fue consignado, ver en: BARBER, D. A. (2014) “Tomorrow's House: Solar Housing in 1940s America”, *Technology and Culture*, 55, 1, 1-39.

Ilustración 32. Maria Telkes premiada por The Society of Women Engineers



Fuente: Corbis (Capturada en internet el 11 de septiembre de 2012)

Ilustración 33. Maria Telkes, Julio Hirschmann y otros investigadores.



Al centro el embajador chileno en Italia.

Fuente: Archivo Laboratorio de Energía Solar Aplicada, UTFSM, Chile

3.2.2 Julio Hirschmann: para bien de la humanidad.

De Julio Hirschmann Recht se sabe que nació el 25 octubre de 1902 en Cochabamba, Bolivia, y que al menos nació con dos nacionalidades. Hijo de Martin Hirschmann Rehfish, boliviano, y Luisa Recht Damote, chilena; presumiblemente ambos padres eran de ascendencia alemana, aunque acerca de sus padres no hay mayores informaciones disponibles.

En su curriculum vitae⁴⁸⁴, redactado por él mismo hacia mediados de la década de 1970, se constata una larga lista de fronteras que fue capaz de atravesar. Se desconoce dónde realizó sus estudios de primaria, pero se sabe que la secundaria la hizo en Alemania y, a continuación, estudió Ingeniería mecánica en la Universidad Técnica de Braunschweig.

Su testimonio indica que fue ayudante del profesor Carl Pfeleiderer, quien desde 1912 fue catedrático de vapor, capitán de artillería en la primera guerra mundial, para luego centrar gran parte de su investigación en el bombeo de fluidos, llegando a publicar en 1925 un trabajo sobre bombas centrífugas que se convirtió en un referente relevante en el área.

Para Hirschmann los difíciles años de la Alemania de entre guerras presumiblemente se vieron agravados por la rápida ascensión del partido nacional-socialista y el envolvente endurecimiento de una legislación orientada a la segregación y posterior persecución antisemita. Aunque unos pocos indicios vincularían a Julio Hirschmann con la masonería, si que su ascendencia judía es reconocida. Así se puede entender que en 1932, anticipándose a la persecución nazi, se dirigiera a la Unión Soviética (U.R.S.S.), comenzando a trabajar en 1933 en la Universidad de Leningrado. Este paso impresionante, visto hoy, le llevó desde la Alemania nazi a la Rusia de Stalin en un solo viaje⁴⁸⁵; pero no se cuenta con antecedentes precisos acerca de los mecanismos institucionales que le facilitaron a un judío transitar en medio del antisemitismo cuyos vientos anticipaban grandes convulsiones⁴⁸⁶.

⁴⁸⁴ Archivo Laboratorio de Energía Solar Aplicada, UTFSM, Chile.

⁴⁸⁵ WEITZ, Eric D. (2007) *Weimar Germany: Promise and Tragedy*, New Jersey, Princeton University Press, 496.

⁴⁸⁶ KARLIP, Joshua M. (2013) *The Tragedy of a Generation: The rise and fall of Jewish nationalism in Eastern Europe*, Harvard University Press.

El interés de Julio Hirschmann por ir a la Unión Soviética parece haber sido movilizado por una simpatía con el discurso socialista, aunque su arribo no fue fácil. Para este tiempo parece que ya se encontraba casado con María Sander Scholz, junto a quien sobrevivía gracias a la venta puerta a puerta de productos de limpieza⁴⁸⁷. Pero de manera sorprendente llegó a trabajar en la sección de Bombas Hidráulicas y Compresoras del Instituto Estatal de Máquinas para la Industria Química de Rusia y, además, desde 1934 fue Ingeniero Comisionado en la Universidad de Leningrado⁴⁸⁸.

En 1937 la Universidad Técnica Federico Santa María, desde Chile, le reclutó como parte del plan de contratación docente que buscaba profesores alemanes, aunque dada su condición de judío no se deben descartar otros factores⁴⁸⁹. Curiosamente él anotó en su curriculum vitae: “En 1936 regresó a Chile y ejerció su profesión de ingeniero.”, afirmación que habla de una repatriación de la que no se tienen datos.

Pero, de cualquier manera, a sus 35 años había vivido en Europa y Sudamérica y por lo que sus habilidades lingüísticas incluían al menos castellano, alemán y ruso, aunque además llegó a manejarse con fluidez en inglés y francés. Con todo ello, a lo largo de toda su carrera mantendrá la vinculación internacional de manera consistente.

La participación de Hirschmann en el ámbito internacional, facilitada en ocasiones por su condición políglota en ocasiones fue factible gracias a la gestión de recursos disponibles, por ejemplo, en organismos como el Servicio Alemán de Intercambio Académico (DAAD por sus siglas en alemán) que aportaban becas para la asistencia a congresos y seminarios⁴⁹⁰. Esta capacidad de captación de recursos facilitó que otros investigadores tuvieran la posibilidad de asistir a eventos de intercambio de conocimiento técnico y científico, como se desprende de la participación de la delegación chilena en Melbourne, Australia, compuesta por Germán Frick,

⁴⁸⁷ Comunicación personal con Roberto Sota, 14 de agosto y 06 de septiembre de 2012, Valparaíso.

⁴⁸⁸ Curriculum Vitae de Julio Hirschmann Recht en el Archivo del Laboratorio de Energía Solar de la UTFSM.

⁴⁸⁹ Comunicación personal con Roberto Sota, 14 de agosto y 06 de septiembre de 2012, Valparaíso. Otros elementos de análisis de esta situación fueron reportados en MATUS, Mario (2013) “El gran reto. La recepción de 13.000 refugiados judíos entre 1936 y 1940 por organizaciones judías de acogida”, comunicación presentada en: *Imaginarios, [Trans]fronteras y realidades múltiples. XX Jornadas de Historia de Chile*, Iquique, 12 – 14 de Agosto.

⁴⁹⁰ HIRSCHMANN, Julio (1973b) *Informe sobre mi participación en los congresos sobre energía solar en México y París. Junio/Julio 1973*. Documento mimeografiado, 12 páginas, Archivo Laboratorio Energía Solar UTFSM; Comunicación personal con Carlos Espinosa, Antofagasta, 04 de enero de 2012.

Arnold Keller, Roberto Reed y Henry Surh. Tal como lo destaca el propio Julio Hirschmann, esta fue la única delegación latinoamericana que asistió a esta conferencia realizada en 1970⁴⁹¹. Asimismo, Hirschmann estuvo representado en otras ocasiones por sus colaboradores⁴⁹².

Ilustración 34. Julio Hirschmann y otros investigadores en Australia.



De Izquierda a derecha: Profesores John Duffie, Julio Hirschmann e Ichimatsu Tanishita en un encuentro en Melbourne, Australia. Fuente: Laboratorio de Energía Solar UTFSM.

Durante esos veinte años Julio Hirschmann Recht, solo y junto a otros investigadores⁴⁹³ difundió en varios artículos científicos la existencia de la Planta de Las Salinas, analizando varias de sus características, centrándose fundamentalmente en los materiales y el rendimiento, generalmente utilizando esos datos como parámetro para sus propias investigaciones. Un aspecto puntual a resaltar es que Hirschmann comenta en su artículo de 1968 haber tenido

⁴⁹¹ HIRSCHMANN, Julio (1970) *Informe sobre la participación de la delegación chilena en la Conferencia Internacional de Energía Solar en Melbourne, Australia del 2 al 6 de marzo de 1970*, Documento mimeografiado, 4 páginas, Archivo Laboratorio Energía Solar UTFSM.

⁴⁹² HIRSCHMANN, Julio (1976) *Mathematical approximative equations for solar radiation incidental to a determined site*, comunicación presentada en el Congreso de UNESTO sobre mediciones de radiación solar en Ginebra. Documento mimeografiado, 11 páginas incluidos anexos, Archivo Laboratorio Energía Solar UTFSM. Esta comunicación fue leída el 31 de agosto de 1976 por el Dr. Pedro Roth en Ginebra.

⁴⁹³ FRICK and HIRSCHMANN (1973).

contacto con los investigadores en energía solar Anthony Delyannis y su esposa Emmy Delyannis, de Grecia⁴⁹⁴.

Este mismo espíritu transfronterizo lo proyectó al funcionamiento del Laboratorio de Energía Solar de la UTFSM, instituido en 1960, alimentando incansablemente la conexión de esa unidad académica con el resto del mundo; durante casi veinte años los vínculos que se establecieron implicaron intercambios docentes con instituciones de Canadá, Francia e Israel, además de organismos multilaterales, como la UNESCO y contactos en Australia, Grecia, India, URSS, entre muchos otros países⁴⁹⁵.

Este ingeniero y académico participó en plenitud del quehacer de una generación de investigadores e investigadoras que contribuyeron a la configuración de una imagen, a la vez, global y planetaria, como queda fielmente retratado en el informe de Talbert, Eibling, Löf, Wong y Sieder, abordando tanto los aspectos técnicos como algunos temas sociales del uso de la energía solar para la desalación de agua⁴⁹⁶. En ese trabajo queda de manifiesto que los responsables del manual tomaron contacto directo con Julio Hirschmann.

A esta imagen de Hirschmann sólo le falta agregar que desempeñó cargos de relevancia en Valparaíso en el Instituto chileno-norteamericano de cultura y obtuvo reconocimientos de organizaciones como el Club de Rotarios. En este ámbito cabe conjeturar que sus vínculos y/o intereses también hubiesen podido tocar los círculos sociales de la masonería.

En términos profesionales fue miembro del Colegio de Ingenieros de Chile, Verein Deutscher Ingenieure, International Solar Energy Society, fundador del Rotary Club Almendral de Valparaíso, fundador de la Asociación chilena para la energía solar aplicada y presidente del Centro de Estudios del Pacífico.

Con todas sus habilidades no es de extrañar que Julio Hirschmann haya dejado una prolífica producción académica difícil de resumir.

⁴⁹⁴ Explicación de Emmy Delyannis en comunicación personal el 04 de noviembre de 2012, Atenas, Grecia.

⁴⁹⁵ HIRSCHMANN, Julio (1971:1-2) *El laboratorio de energía solar de la Universidad Técnica Federico Santa María, su creación y funcionamiento*. Documento mimeografiado del archivo del Laboratorio de Energía Solar de la UTFSM.

⁴⁹⁶ TALBERT, EIBLING, LOF, WONG & SIEDER (1970).

3.2.2.1 Producción Académica

Cuando Hirschmann ingresó a la UTFSM en 1937 lo hizo como profesor de máquinas hidráulicas y termología. Muy pronto, en 1944, fue nombrado decano de la Facultad de Mecánica y, al año siguiente, Vice-rector de la universidad, cargo que ocupó hasta el 24 de agosto de 1965, cuando recibió el título de profesor benemérito y continuó dedicándose a la docencia, la investigación y la extensión.

Su producción de publicaciones es extensa aunque claramente focalizada en dos áreas. El profesor Hirschmann desarrolló en la primera parte de su carrera, en las décadas de 1930 a 1950, los temas Bombas y termología seguramente debido al influjo de su formación en Braunschweig; esto habría quedado retratado en el artículo de 1933 “Principios fundamentales para la estandarización de turbocompresores y bombas centrífugas”, publicado en la revista técnica rusa *Химическое Машиностроение*, es decir, *Ingeniería Química*⁴⁹⁷. A este trabajo se añadirá una publicación del año 1958 bajo el sello de la Editorial Universitaria titulada *Bombas*. Asimismo, también se consignan algunos textos mimeografiados, sin que se conozca su año de edición, titulados: *Termología técnica elemental*, *Bases técnicas* e *Instrucciones para Ensayos en el Laboratorio de Termología*.

Unos cuantos artículos más fueron publicados en revista *Scientia* de la UTFSM, como por ejemplo en 1939: “Sobre la realización del ciclo ‘Carnot’”, las doce lecciones “Bombas”, publicadas entre 1939 y 1942, “Sobre la compensación de áreas en la construcción de cajas espirales de bombas centrífugas”, aparecido en 1944 o “El diagrama de entropía y su aplicación a la turbina de gas”, de 1947.

Esta primera fase le abrirá paso a una búsqueda más específica que se desarrollará durante el resto de la vida académica de don Julio, como le llamaban habitualmente sus colaboradores, y que concentrará sus esfuerzos en torno a la energía solar y sus aplicaciones.

⁴⁹⁷ Podría tratarse de *Химическое Машиностроение*, es decir, la revista *Ingeniería Química*. Sin embargo, hasta ahora no ha sido posible encontrar pistas o un ejemplar de este artículo que según la hoja curricular de Hirschmann habría sido publicado en octubre de 1933 con la colaboración de Adolf Scholl.

El primer paso en esa dirección lo dará con su artículo “Consideraciones sobre el consumo de energía de nuestro país” publicado en 1949 en el tomo XVI de la revista *Scientia* de la UTFSM, número 75.

Su exploración también incorporó otras fuentes energéticas que no eran la solar y en 1954 publicó “Sobre las posibilidades de aprovechar la energía geo-térmica en Chile” y, en 1956, “Clasificación de reactores nucleares de fisión”.

Los amplios márgenes de esta exploración resultaban completamente aceptables en una época en la que la energía nuclear era presentada como una energía limpia y en el que además existía un gran esfuerzo internacional para su propagación⁴⁹⁸.

Sin embargo, el foco principal y más robusto se sitúa a partir de mediados de la década de 1950 y hasta la mitad de la década de 1970, cuando Hirschmann aportó investigaciones en energía solar en castellano, inglés, francés y alemán. En esta trayectoria es que la experiencia de la planta de energía solar de Las Salinas para la desalación de agua cobró una relevancia especial.

3.2.2.2 La Energía solar en la carrera de Hirschmann

Según el propio Hirschmann el rector de su universidad, Francisco Cereceda, hacia 1951 le sugirió ocuparse del problema del abastecimiento de energía en Chile. Su opción fue concentrarse en la zona norte de Chile y luego de analizar alternativas optó por las fuentes eólica y solar. Su testimonio dice que en 1954 pudo leer:

“(…) en la revista ‘Engineering’ un artículo de Harold Heywood con información muy completa sobre las posibilidades de utilizar la energía solar para fines domésticos e industriales. Este artículo fue traducido al castellano y luego publicado en la edición de

⁴⁹⁸ HURTADO, Diego (2005) “De "átomos para la paz" a los reactores de potencia: Tecnología y política nuclear en la Argentina (1955-1976)”, *Revista iberoamericana de ciencia, tecnología y sociedad*, 2, 4, 41-66.

diciembre de 1954 de la revista ‘Scientia’ de nuestra Universidad y –a mi entender- ha sido la primera divulgación sobre esta materia dentro de nuestro país.”⁴⁹⁹.

El autor de aquel artículo, Harold Heywood (1905-1971), fue un físico e ingeniero nacido en Manchester que llegó a ser profesor en el Imperial College de Londres y que luego de su retiro continuó sus investigaciones en la Universidad Tecnológica de Loughborough. En el ámbito de la energía solar fue consultor para los gobiernos de Egipto y Malta⁵⁰⁰.

En su amplia producción se cuentan tres artículos publicados en *Solar Energy*⁵⁰¹ y su libro de 1957 *Report on the utilization of solar energy*⁵⁰². Sin embargo, parece que el único trabajo que Julio Hirschmann consideró o llegó a conocer fue el artículo publicado en *Engineering*⁵⁰³.

Por otra parte, y en paralelo, se ha constatado que en 1951 Maria Telkes ya contaba con los antecedentes del texto de Josiah Harding. En abril de aquel año ella presentó el artículo "Fresh Water from Sea Water by Solar Distillation", el que fue publicado por la revista *Industrial & Engineering Chemistry* en 1953, cuando ella aún trabajaba en el MIT. En su publicación se comenta que el texto fue presentado previamente en la centésimo decimonovena reunión de la Division of Agriculture and Food Chemistry, de la American Chemical Society, en Boston, Massachusetts. Es posible que en los círculos afines a la química el tema resultara suficientemente lejano como para no llegar a despertar interés y, por lo tanto, parece ser que la etapa de difusión del ingenio de Charles Wilson comenzó más bien en el simposium de Energía Solar Aplicada de Phoenix, Arizona, realizado entre el 1º y el 5 de noviembre de 1955 (algunos documentos mencionan Menlo Park, California); allí Telkes expuso la existencia de la planta de Las Salinas como antecedente de sus investigaciones.

⁴⁹⁹ HIRSCHMANN (1971:2).

⁵⁰⁰ ALTON, Jeannine and WEISKITTEL, Harriot (1976) *Report on the papers of Professor Harold Heywood (1905-1971)*, CSAC 46/ 10/76, London, Contemporary scientific archives centre, Supported by the Royal Society and the Council of Engineering Institutions.

⁵⁰¹ HEYWOOD, Harold (1966) “The computation of solar radiation intensities Part 2—Solar radiation on inclined surfaces”, *Solar Energy*, 10, 1, 46-52; HEYWOOD, Harold (1965) “The computation of solar radiation intensities Part I—Standard date periods with declination limits”, *Solar Energy*, 9, 4, 223-225; HEYWOOD, Harold (1959) “3 Solar water heating in Great Britain”, *Solar Energy*, 3, 3, 29-30.

⁵⁰² HEYWOOD, Harold (1957) *Report on the utilization of solar energy*, Londres, Valleta.

⁵⁰³ La relevancia de la ingeniería británica en el campo de la energía solar queda de manifiesto en la discusión acerca de las ventajas y desventajas de su utilización en técnicas de desalación a fines del siglo XIX y que, como se puede apreciar, continuó hasta mediados del siglo XX con sus propias intermitencias: ARELLANO y ROCA-ROSELL (2013).

Aunque no esté totalmente esclarecido si fue través de este o de otros encuentros internacionales, es en estas instancias que Maria Telkes habría generado los contactos que luego mantuvo con investigadores chilenos. Se incluye aquí un grupo de investigación de la Universidad Federico Santa María de Valparaíso, encabezado por Julio Hirschmann y otro de académicos de la ciudad de Antofagasta. En apariencia, este contacto le permitió al profesor Hirschmann entregar la información conocida acerca de la planta de destilación en una conferencia convocada por la Organización de Naciones Unidas (ONU) en 1958 y, luego, profundizar una investigación técnica a la que añadió una valiosa arista social e histórica⁵⁰⁴.

Ese mismo año revista *Scientia* de la UTFSM publicó en su tomo XXV, números de 106 al 108, tres artículos referidos a un viaje a Europa: “Observaciones de una visita a Londres”, “Visita a cuatro universidades alemanas” y “Visita al Rensselaer Polytechnic Institute”.

Por otro lado la vinculación con los investigadores de la Universidad de Wisconsin se intensificó luego de la visita de Farrington Daniels⁵⁰⁵. En 1975 Hirschmann nuevamente publicó la fotografía de Oficina Domeyko adjudicándole identidad de Las Salinas y la supuesta fotografía de Charles Wilson.

Por su parte, luego de su fundación en 1961, el laboratorio de Energía Solar colaboraba con sus evaluaciones solarimétricas y de radiación con la oficina meteorológica de Chile, con la Empresa Nacional de Electricidad (ENDESA) y con las redes mundiales de registro, cuyo archivo central se encontraba a cargo del servicio hidro-meteorológico de la Unión Soviética, en Leningrado.

A lo anterior debemos agregar que en 1963 se funda la Asociación Chilena de Energía Solar Aplicada (ACHESA), que fuera presidida por Julio Hirschmann, siendo secretario Carlos Espinosa. Se abrazaba la idea de realizar el Congreso Mundial de Energía Solar en Chile para

⁵⁰⁴ HIRSCHMANN, Julio (1958) “Evaporadores y destiladores solares en Chile.” *Conferencia de las Naciones Unidas sobre Nuevas Fuentes de la Energía*, Valparaíso, Universidad Técnica Federico Santa María.

⁵⁰⁵ HIRSCHMANN, Julio (1961) “Memorandum sobre la visita del Profesor Dr. Farrington Daniels a nuestra universidad y viaje con él a Antofagasta”, *Scientia* [Valparaíso], XXVIII, 14, 59.

1972, utilizando como hito el centenario de la construcción de la desaladora de Charles Wilson en el desierto de Atacama⁵⁰⁶.

Finalmente el congreso no se realizó en Chile pero, a mediados de 1972, la asociación organizó una ceremonia de conmemoración en Las Salinas y se efectuaron experimentos que realizaron réplicas del destilador de Wilson, así como modificaciones de éste en la búsqueda de mejoras de rendimiento técnico y/o económico. Todo ello, sumado a la implementación de la estación experimental de destilación solar de Quillahua, en el desierto de Atacama⁵⁰⁷.

Este tiempo veía coronar largos esfuerzos, ya señalados en el Capítulo 2, y a inicios de 1973 el CIESA recibió la visita del científico francés Felix Trombe quien promovió un programa de investigación que por dos años (1978-1979) habría contado con el apoyo conjunto de la Corporación de Fomento de la Producción de Chile (CORFO) y el Centro Battelle de Ginebra, Suiza. El mismo año 1973 la Universidad Católica del Norte crea el Magíster en Ciencias con mención en Energía Solar, que no llegó a implementarse a cabalidad pues su primer día de clases era el día martes 11 de septiembre; después del golpe de Estado y la intervención de las universidades por las fuerzas armadas los grupos de investigación tendieron a la disgregación y un lento proceso de desintegración⁵⁰⁸.

Otra arista del laboratorio fue la promoción de la interacción del quehacer académico con empresas públicas y privadas para la comercialización de algunos aparatos solares diseñados para el uso doméstico como ocurrió con la empresa Somela que adaptó diseños para la producción y comercialización de paneles solares con sus respectivos estanques de almacenamiento de agua caliente. En esta misma senda de colaboración se puede inscribir la colaboración con la Empresa Nacional de Electricidad (ENDESA) que, además de aportar información solarimétrica, incorporó a su planificación la idea de utilizar energía solar para

⁵⁰⁶ Audio en cinta magnetofónica de reunión del Laboratorio de Energía Solar, probablemente en 1970. Archivo personal de Roberto Sota.

⁵⁰⁷ HIRSCHMANN (1968).

⁵⁰⁸ Comunicación personal con Carlos Espinosa Arancibia que corroboró esta información. Este proceso de afectación al ámbito científico tecnológico es apreciable en otras áreas de investigación de frontera o experimentales. Por ejemplo: MEDINA, Eden (2006) "Designing freedom, regulating a nation: Socialist Cybernetics in Allende's Chile", *Journal of Latin American Studies*, 38, 3, 571-606; MEDINA, Eden (2013) *Revolucionarios Cibernéticos*, Santiago, Lom.

calentar agua con usos domiciliarios calculando un ahorro nacional neto de dos millones de dólares anuales⁵⁰⁹.

Ilustración 35. Visitas en el Laboratorio de Energía Solar UTFSM, Chile.



Fuente: Archivo Laboratorio de Energía Solar Aplicada, UTFSM, Chile.

Asimismo, la atención que le brindaba a la descripción de detalles le llevó a compilar una variedad de datos relativos a la desaladora de Las Salinas que sin tener relevancia técnica representa un aporte muy destacado a la reconstrucción de la memoria del ingenio. La curiosidad le movilizó para encontrar las fuentes originales de los datos y le puso en disposición de recibir y difundir informaciones que han permitido profundizar en la semblanza del inventor Charles Wilson y ejercer la curaduría de la memoria de la existencia de la industria desaladora solar del siglo XIX.

A inicios de la década de 1970, como hemos dicho, Julio Hirschmann comentaba sus intenciones de promover el congreso mundial de energía solar en Chile en 1972, relevando el

⁵⁰⁹ ENDESA (1973) *Minuta Utilización de la Energía Solar para calentar agua para usos domiciliarios*, Oficina de Planificación N° 3/73, 9 de enero de 1973, 5 páginas.

centenario de la construcción de la planta de Las Salinas. Esto no llegaría a suceder, pero si se llegó a realizar una ceremonia de conmemoración. El homenaje fue realizado en el mismo lugar donde se presume estuvo emplazada la planta de destilación; se contó con la presencia de académicos de varias universidades de Sudamérica, Julio Hirschmann leyó un discurso escrito por él, se inauguró una placa recordatoria y se dejó en exhibición una réplica del artefacto. Por cierto, para brindarle un mínimo resguardo a la pequeña zona se instaló un cerco con postes y malla de alambre a su alrededor, pero antes de dos meses todo lo que se había implementado desapareció presa del saqueo y del homenaje sólo nos ha quedado la copia del discurso de Julio Hirschmann y unas fotografías atesoradas en los archivos del profesor Carlos Espinosa⁵¹⁰.

En sus últimos diez años de vida académica el profesor Hirschmann continuó divulgando el quehacer y la relevancia de la investigación en torno a la energía solar, incorporando nuevos elementos a su complejo análisis. Abrió nuevas aristas incorporando el plano matemático del fenómeno termodinámico⁵¹¹ y la vinculación del aprovechamiento energético con los desafíos de la contaminación del medio ambiente y el abastecimiento de alimentos⁵¹².

Para mediados de la década de 1970 el desarrollo del conocimiento que había alcanzado este profesor le permitió presentar el cálculo de costos necesarios para estudiar la radiación solar en Chile durante 50 años, justificando este período de tiempo porque incluía dos períodos del ciclo solar, de 22 años cada uno⁵¹³.

Esta misma perspectiva amplia del conocimiento le llevaba a comenzar sus clases de energía solar en la UTFSM con una imagen de la estela de Akhenaton y Nefertiti (exhibida en el museo egipcio de Berlín, Alemania). Introducía de esta manera el elemento místico, vernáculo, culturalista y transgeneracional que le daba soporte al planteamiento técnico del procedimiento de explotación de la energía solar.

⁵¹⁰ Comunicación personal miércoles 04 de enero de 2012, Antofagasta.

⁵¹¹ HIRSCHMANN, Julio (1974b) "The cosine function as a mathematical expression for the processes of solar energy", *Solar Energy*, 16, 2, 117-124. HIRSCHMANN (1976).

⁵¹² HIRSCHMANN, Julio (1976b) "Radiación solar: Energía sin contaminación ambiental", *Interciencia*, 1, 2, 79-84.

⁵¹³ HIRSCHMANN, Julio (1974c) *Utilización tecnológica de la Energía Solar en Cultivos intensivos y en Desalinación del agua necesaria en el Norte Grande*, Documento mimeografiado, 6 páginas, Archivo Laboratorio Energía Solar UTFSM.

Ilustración 36. Hirschmann en conferencia de zonas áridas, 1963, Argentina.



Fuente: Archivo Laboratorio de Energía Solar Aplicada, UTFSM.

Julio Gerardo Hirschmann Recht falleció en Valparaíso en 1981 y hasta ahora no se ha elaborado una biografía en la que se haya realizado el necesario y merecido ejercicio de rescate y valorización de su memoria⁵¹⁴.

3.3 Energía solar e ingeniería en Chile

El estudio historiográfico de la ingeniería en Chile tiene una vasta área de maniobra. Las aproximaciones de Claudio Gutiérrez⁵¹⁵ y Jaime Parada⁵¹⁶ dejan claras evidencias de la relevancia que este campo tiene para la constitución de una historia de la tecnología local y, como lo ha planteado Eden Medina⁵¹⁷, para el análisis de la circulación de las ideas y la transnacionalización del conocimiento. Esto es todavía más cierto cuanto más específico es el

⁵¹⁴ ARELLANO (2014).

⁵¹⁵ GUTIÉRREZ, Claudio y GUTIÉRREZ, Flavio (2006) “Física: Su Trayectoria en Chile (1800-1960)”. *Historia* (Santiago), 39, 2, 477-496.

⁵¹⁶ PARADA (2011). Otra contribución a considerar es COUYOUMDJIAN (2003).

⁵¹⁷ MEDINA (2013).

tópico que se trate, pues así sucede con el caso de Justicia Espada Acuña Mena, la primera mujer que obtuvo el título de ingeniero en Chile, en 1919⁵¹⁸. En el caso de ella, la variable de género ha tenido un peso gravitante tal como parece ocurrir con Maria Telkes, para la energía solar.

La vinculación de la biografía de los actores con la evolución de los artefactos permite explorar las trazas de mentalidades que operan a la hora de activar los procesos de invención y selección técnica. La vinculación de continuidad e innovación, de la que nos habla Basalla⁵¹⁹ debe incluir una mirada a las trayectorias de los sujetos participantes por cuanto su acción y ejercicio raras veces responde a un destello genial que irrumpe de manera revolucionaria, como nos hace creer el relato modernizador que intenta realzar las supuestas capacidades refundacionales de las hegemonías más recientes. La evolución de la tecnología dista mucho de esta idea que se ha instalado en el imaginario colectivo.

En esto hay pleno acuerdo con la apreciación de Eden Medina acerca del problema de dar cuenta del desempeño de los tecnólogos en una historiografía dicotómica que sólo admite flujos “desde arriba” o “desde abajo”⁵²⁰ en circunstancias que la posición articuladora de la ingeniería expresa la conjunción de valores sociales que físicamente se materializan en objetos y sistemas que, la mayor parte del tiempo, se encuentran en coexistencia, covariación y coevolución con artefactos de características similares pero con variaciones que les dotan de una cierta singularidad.

Este podría ser el problema sociotécnico con el que se encontró Hirschmann a mediados de la década de 1970. En 1970 fue publicado el informe de Talbert y otros en el que se comunicaron las estimaciones de rendimiento financiero de las industrias de desalación solar en todo el mundo. La apreciación fue contundente para describir este sistema técnico como demasiado caro para la gran escala, aunque reconocía la conveniencia de su uso en áreas apartadas donde el costo de las fuentes de energía de los hidrocarburos tampoco era competitiva.

⁵¹⁸ SÁNCHEZ MANRÍQUEZ, Karin. (2006) “El ingreso de la mujer chilena a la universidad y los cambios en la costumbre por medio de la ley 1872-1877”, *Historia* (Santiago), 39, 2, 497-529.

⁵¹⁹ BASALLA (2011).

⁵²⁰ MEDINA (2013:11).

El informe Talbert de 1970 puede que sea un indicio más de la pérdida de soporte internacional para la investigación de las aplicaciones de la energía solar. Otras señales se encuentran en el cambio de foco de interés de muchos y muchas investigadores/as que dejando la energía solar se adentraron en la energía nuclear, como Maria Telkes.

En Chile ocurrieron hechos similares considerando que los largos procesos de concatenación del ámbito académico con los ambientes políticos y productivos sencillamente no prosperaron en la década de 1980 a pesar del impulso que connotadas figuras prestaron el apoyo y colaboración que les era factible.

El impulso que podría haber movilizadado a este ingeniero tal vez podría encontrarse en las palabras de cierre de su Discurso con ocasión de celebrarse el Centenario de la planta de destilación solar de Charles Wilson en Las Salinas el día 26 de agosto de 1972: “Conmovidos rendimos homenaje póstumo a la memoria de Carlos Wilson Scott, genial precursor de la utilización de la energía solar para bien de la humanidad (...)”.

Pero no obstante lo anterior, se ha visto que en las trayectorias de Maria Telkes y Julio Hirschmann se encarnan las condiciones de un contexto que insistió con la difusión de las aplicaciones de la energía solar⁵²¹. Con el paso del tiempo su esfuerzo, dedicación y persistencia fueron cayendo en el silencio y el olvido, aunque han subsistido las huellas de su pertenencia a una comunidad científico-tecnológica muy amplia, cosmopolita y al mismo tiempo selecta e iniciática que, en la primera parte del siglo XX, cumplió con la labor de curaduría del conocimiento acumulado durante el siglo XIX.

3.4 Investigadores e inventores del siglo XIX.

En este punto parece pertinente argüir una advertencia. Se trata de recoger la inquietante reflexión de Walter Benjamin acerca del progreso y su alegoría del ángel de la historia para

⁵²¹ Comunicación personal, Emmy Delyannis, 04 de noviembre de 2012, Atenas, Grecia.

entender el campo del uso de la energía solar como un caso de estudio en el ámbito del conocimiento⁵²².

Lo anterior porque el tratamiento usual que se le otorga al uso de las tecnologías de la energía solar revela el alcance del discurso modernizador y su empeño por la hegemonía de la memoria cimentado en el pensamiento revolucionario y su obsesión por la refundación, la autoría y el futuro; esta concepción del tiempo y la creación humana resulta contraria a la idea común instalada en los diálogos del siglo XXI acerca de la producción de conocimiento relacionada con la energía solar del siglo XIX.

Al respecto resulta difícil discriminar si se trata de una negación de la relevancia de los pioneros o del olvido y el silencio o, en términos de reproducción cultural, de la extinción de un linaje que resurge de tanto en tanto en lugares diferentes.

Pero la advertencia es que aquel ángel de la historia que no ve más que una sola gran devastación, a la que no puede retornar para enmendar la tragedia, no encontraría la destrucción de los modos de vida de la humanidad de los últimos centenares de años, pues se encuentra en medio de todo ello la voluntad de darle curso a la curiosidad y abrirle paso a la creatividad dejando la imaginación a su libre albedrío.

Desde luego se cuenta con los procesos hegemónicos perpetuados por la selección tecnológica, pero habida cuenta de su existencia resulta pertinente la indagación en las trayectorias de los/as investigadores/as del siglo XIX pues, no hay nada más intermitente que la duración de este conocimiento.

Si bien es cierto, en principio la búsqueda de fuentes energéticas y el uso de la radiación solar cuenta con los casos de las industrias desaladoras en el siglo XIX (Las Salinas, Sierra Gorda y Oficina Domeyko), la ruta a seguir demanda conjeturar con otras experiencias que diseñaron alternativas viables a los artefactos que la selección tecnológica nos ha puesto entre las manos⁵²³.

⁵²² BENJAMIN (2012).

⁵²³ BASALLA (2011).

Si seguimos el listado presentado en el artículo de Ackermann⁵²⁴ tenemos los nombres de: Solomon de Caux, Horace Benedict de Saussure, John Herschel, Claude Pouillet, C.L. Althans, Carl Gütner, Augustin Mouchot, John Ericsson, C. H. Pope, William Adams, Abel Pifre, S.P. Langley, Charles Wilson (que no es mencionado por Ackerman, porque en su lugar nombra a Josiah Harding, quien en realidad sólo describió el invento de Wilson), Alessandro Battaglia y Charles Luis Abel Tellier. A esta lista se debe agregar a Manuel António Gomes⁵²⁵.

Como se ve, las ideas que cimentaron la explotación de la radiación solar tuvieron sus inicios en el siglo XVIII, como nos lo señala Carlos Espinosa:

“...si te imaginas la línea del tiempo... en el año 2000, 1900 y 1800, resulta que la energía solar [se investiga] alrededor de esta época [1800] donde estaban los físicos suizos. De Saussure hizo un experimento que causó sensación, pues hizo hervir agua con energía solar sin espejos ni lupas, con una caja con tres vidrios y desconcertó a medio mundo porque en Suiza y Europa estaban con los espejos parabólicos y lentes gigantes para la astronomía...”⁵²⁶.

Horace Bénédicte de Saussure (1740-1799) fue un explorador suizo con un amplio espectro de intereses, entre los que se encontraba la radiación solar. A él se atribuye el primer heliómetro de calidad, cuyo diseño ha sido escasamente mejorado desde su invención hacia 1783; este fue el instrumento con el que se realizaron mediciones del influjo de la luz solar en diferentes altitudes⁵²⁷. Además construyó un tipo de cocina solar que permitía calentar agua con la energía del sol⁵²⁸.

Luego, según el conocimiento del profesor Espinosa, hubo un segundo paso para el incremento de la producción de la investigación de los usos de la energía solar:

⁵²⁴ ACKERMANN (1915).

⁵²⁵ COLLARES-PEREIRA, M. (2006) “Solar energy research through the years”, *Solar Energy*, 80, 7, 743-745.

⁵²⁶ Comunicación personal con Carlos Espinosa Arancibia miércoles 04 de enero de 2012, Antofagasta.

⁵²⁷ KIDWELL & COMPANY (1981); SIGRIST, René (1995) “Les capteurs solaires de Horace-Bénédict de Saussure”, 107-126, en HERLÉA (1995).

⁵²⁸ BUTTI & PERLIN (1980).

“...alguien lo tomó en cuenta, un francés que para mí es el héroe de la energía solar en el mundo: Pouillet, porque él le dio importancia a la energía solar; él inventó un instrumento que hasta el día de hoy se usa –el pirheliómetro- para medir la potencia del sol...”⁵²⁹.

El padre de Pouillet era un reconocido naturalista cuyo trabajo era bien valorado incluso por figuras como Humboldt. Claude Pouillet (1791-1868), por su parte, abordó un aspecto que su padre apenas llegó a desarrollar y se ocupó meticulosamente del problema de la medición de la radiación solar. Su esfuerzo aportó valiosa información con la que se ahondó en los conocimientos acerca de la variabilidad de la radiación en la superficie terrestre, cuestión que luego sería perfeccionada a lo largo de varias generaciones de investigadores⁵³⁰.

El trabajo de Pouillet abrió un debate que llegó a ver la luz en medios de comunicación para la difusión de la ingeniería. Fue así que la revista *Engineering* publicó un artículo de John Ericsson en 1868 donde comentó algunos de los resultados de Pouillet, los de John Herschel y divulga la existencia de algunos artefactos capaces de desarrollar movimiento a partir de la energía solar⁵³¹.

La figura de Ericsson tiene características muy singulares y que podrían hacer que en el desarrollo de las aplicaciones de la energía solar tuviese un lugar aún más relevante que el que se le ha otorgado. De John Ericsson (1803-1889) se debe decir que fue un inventor sueco cuyos aportes han sido agrupados en: desarrollo de máquinas calóricas, la construcción naval y experimentos con el uso de la energía del sol. A partir de los 23 años viajó a Inglaterra, en donde permaneció hasta 1839 para luego radicarse en los Estados Unidos por el resto de su vida sin retornar jamás a su tierra natal. Fue en este último período donde se expresó abiertamente su vivo interés en algunas aplicaciones de la energía solar⁵³².

⁵²⁹ Comunicación personal con Carlos Espinosa Arancibia miércoles 04 de enero de 2012, Antofagasta. La grabación de la entrevista (minuto 4:00-4:20) corrobora que Espinosa habla de potencia. No obstante ello, se puede entender que tal vez no utiliza el concepto físico sino que se trata de un uso coloquial del lenguaje.

⁵³⁰ KIDWELL (1981).

⁵³¹ ERICSSON, John (1868) “Solar Heat”, *Engineering*, 27 de noviembre, 468.

⁵³² BISHOP (1977).

En el caso de Ericsson se cuenta con la investigación de su biógrafo William Conant Church, quien en 1890 publicó *The Life of John Ericsson*⁵³³. Su semblanza releva un perfil multifacético, capaz y competitivo capaz de asumir desafíos como el de 1829 que le hizo enfrentar con Stephenson construyendo una locomotora que pretendía lograr mayor velocidad. Como ya se sabe, el duelo fue ganado por su rival con “The Rocket”⁵³⁴. Por su parte, años más tarde, generó el diseño de una nave que inauguró una nueva época en los combates navales y asentó su renombre. *The Monitor* fue un buque blindado con torre giratoria para efectuar disparos de cañón que desde la guerra civil de EE. UU. le dio nombre a toda la serie de barcos que contaban con estas características.

De su paso por Inglaterra interesa un evento relacionado con la producción de sal. Ericsson participó en las pruebas de un aparato para fabricar sal en el condado de Cheshire, donde se situaban las mayores y más antiguas explotaciones de sodio del Reino Unido. Esto sucedió durante 1829⁵³⁵; se trataba de una máquina convencional, pues su interés por la energía solar se hizo presente cerca de tres décadas más tarde. No obstante ello, no puede pasar inadvertido el hecho que las pruebas consideraron plantas experimentales en Liverpool y Winsford. Este último sitio se encuentra a poco más de una docena de kilómetros del distrito de Crewe, escenario que Josiah Harding conocería en la década de 1860 del siglo XIX para luego trabajar en la construcción de ferrocarriles entre Liverpool y Manchester antes de llegar a Chile⁵³⁶.

Estas situaciones, aunque circunstanciales y mediatas, al menos dan cuenta de una cercanía laboral y otra geográfica de ambos ingenieros con el proceso de desalación. Por lo demás, abre la posibilidad de que Josiah Harding hubiese conocido los trabajos de juventud de John Ericsson. Para precisar el valor de esta información se debiera explorar como pista para despejar la incógnita del interés de Harding en la desaladora de Las Salinas, cuando todo su trabajo siempre circuló en torno a los ferrocarriles y obras civiles. Ya en otro plano de la vida de Ericsson su residencia en Estados Unidos podría ser también un dato significativo.

⁵³³ CHURCH, William (1890) *The Life of John Ericsson*, New York, Scribner, 2 v.

⁵³⁴ CLARKE, Barry (2012) “The 2011 James Forrest Lecture – engineering education – a historical perspective of the future”, *Civil Engineering and Environmental Systems*, 29, 3, 191-212.

⁵³⁵ BISHOP (1977:44).

⁵³⁶ ARELLANO (2011).

Según se sabe, Charles Wilson –inventor del ingenio de Las Salinas- también era sueco; nacido en Estocolmo siguió la ruta migratoria de una parte importante de sus compatriotas, quienes emigraron masivamente a mediados del siglo XIX empujados por una grave crisis económica que trastocó el desarrollo del país⁵³⁷. Vivió en Brooklyn a juzgar por la carta suya que se publicó en *Scientific American Supplement*, pero lamentablemente de Wilson se desconoce prácticamente todo. El hecho de compartir ciudadanía con Ericsson podría haber facilitado una relación como miembros de la misma colonia, lo que se ve incrementado por la condición de colegas de profesión y, todavía más, por haber compartido el raro interés en la energía solar.

No obstante lo anterior, también se ha de considerar que los trabajos de Wilson y Ericsson sobre máquinas solares se desarrollaron prácticamente en paralelo⁵³⁸. También es apreciable una larga diferencia de intenciones de cada ingeniero, en tanto, Ericsson fue un prolífico inventor hoy venerado por sus creaciones bélicas y máquinas a vapor, mientras que el único testimonio directo de Wilson da cuenta de su preocupación por minimizar el uso del carbón, generando una planta de desalación energéticamente sustentable⁵³⁹.

En Francia, con sus propios atributos Augustin Mouchout (1825-1912) fue un inventor que se habría doctorado en Dijon⁵⁴⁰. Su figura ha sido reconocida por el desarrollo de un colector solar parabólico. A propósito de sus investigaciones acerca de la radiación se publicó en 1869 su artículo “Utilisation de la chaleur Solaire”⁵⁴¹ en *Le Génie Industrielle* dando a conocer que desde 1861 puso en funcionamiento algunas maquinarias utilizando aire caliente; luego, en 1866, construyó una pequeña máquina a vapor. Con inventos de este tipo en sus experimentos obtuvo algunos “efectos impresionantes” en la destilación de alcohol, la fusión de sulfuro y la cocción de alimentos y pan.

En 1870 *Le Génie Industrielle* volvió a publicar un artículo de Mouchot bajo el título de “Utilisation Industrielle de la chaleur Solaire”, esta vez divulgando aplicaciones en el bombeo

⁵³⁷ HULT and NYSTRÖM Eds. (1992).

⁵³⁸ SPENCER, L.C. (1989) “A comprehensive review of small solar-powered heat engines: Part I. A history of solar-powered devices up to 1950.”, *Solar Energy*, 43, 4, 191-196.

⁵³⁹ ARELLANO (2011).

⁵⁴⁰ PHARABOD, Francois (1995) “Des Miroirs ardents aux centrales solaires”, 35-68, en HERLÉA (1995).

⁵⁴¹ MOUCHOT, Auguste (1869) “Utilisation de la chaleur Solaire”, *Le Génie Industrielle*, 217-218.

de agua y la evaporación de líquidos, informando de la capacidad de preparación de alimentos a razón de un kilogramo por cada cuatro horas de cocción⁵⁴².

En esta ocasión aparece un par de hechos relevantes: en primer lugar Mouchot menciona la máquina de John Ericsson y, segundo, compara esto con sus propios resultados en máquinas de aire caliente anunciando una cierta ventaja en proceso de desalinización, producción de azúcar, destilación y otras aplicaciones.

Con toda la importancia que tiene esta conexión que revela las capacidades, intereses y el traspase de fronteras para dar forma a un debate internacional cabe prestar atención a otro detalle: Auguste Mouchot menciona varias veces el trabajo de su discípulo Abel Pifre⁵⁴³.

Como ya se ha dado cuenta que es habitual en la historia de la energía solar, tampoco se han hallado indicios de una investigación biográfica de Pifre, aunque la biblioteca nacional de Francia cuenta con alguna documentación referida a su trabajo y ciertos datos lo podrían vincular al funcionamiento de “Établissements Abel Pifre”⁵⁴⁴.

Otros datos puntuales acerca del trabajo de Pifre se encuentran en la revista *Hebdomadaire Illustré* del 16 septiembre de 1880, mediante el artículo “Physique: Perfectionnement des appareils Mouchot pour l’utilisation de la chaleur solaire”⁵⁴⁵.

En este reporte se registró el evento del 28 de marzo de 1878 denominado “Conférence sur l’Utilisation directe et industrielle de la chaleur solaire”. Este hecho destaca junto con la impresión del boletín oficial de la reunión de la Union Francaise de la Jeunesse efectuada en el

⁵⁴² MOUCHOT, Auguste (1869) *La Chaleur solaire et ses applications industrielles*, Paris, Gauthier-Villars.

⁵⁴³ LAMI, Eugène-Oscar (1882) *Dictionnaire encyclopédique et biographique de l’industrie et des arts industriels*, t. 2, 504

⁵⁴⁴ Ancienne Maison Abel Pifre Ascenseurs monte charge escaliers roulants. Société anonyme constituée en 1880. Siège social à Paris 178 rue de Courcelles 17e. Registre du commerce de la Seine n 66709. Acteurs de la institution 1888-1897, Vigreux Charles Antoine, Directeur des établissements Abel Pifre 1896-1899. Garric Antoine Ingénieur à la Maison Abel Piffre. Capturado en internet el 12 de junio de 2012: <http://www.inarchive.com/>

⁵⁴⁵ PIFRE, Abel (1880) “Physique: Perfectionnement des appareils Mouchot pour l’utilisation de la chaleur solaire”, *Hebdomadaire Illustré*, 16 septiembre, 491-492.

Jardin des Tuileries en Paris el 6 de agosto de 1882, cuando se puso en exhibición una imprenta solar⁵⁴⁶.

Los datos publicados comentan que el artefacto consistía en un espejo cóncavo de tres metros y medio de diámetro que contenía al centro una caldera cilíndrica que movilizaba un pequeño motor de 2/5 de caballo de fuerza con el que se activaba una imprenta tipo Marioni.

Aunque es evidente que se requiere una base documental mayor, los antecedentes disponibles tienen un valor intrínseco que debe ser explotado y multiplicado, considerando las carencias de información en torno a las relaciones entre las figuras destacadas de la energía solar aplicada.

Los avances realizados por De Saussure, Pouillet, Herschel, Forbes⁵⁴⁷, Ericsson y Wilson requieren ser revisitados y parece del todo recomendable agregar a este análisis los aportes de Tyndall⁵⁴⁸, Mouchot, Pifre, Gomes y otros, cuyas investigaciones en el siglo XIX no sólo sentaron las bases de los trabajos de los científicos del siglo XX sino que lograron establecer parámetros que siguen siendo válidos en la actualidad.

3.5 Conclusiones del Capítulo 3

Tal como se pudo apreciar en el capítulo 2 mientras la ingeniería británica tomaba una opción decidida por las fuentes energéticas de los combustibles fósiles y demostraba un ambiente abiertamente escéptico a la explotación de la energía solar, hubo un reducido grupo de estudiosos e inventores en Francia, Estados Unidos y sus respectivas circulaciones, que

⁵⁴⁶ PHARABOD (1995). A esta información se debe agregar que en el boletín *Industria é Invenções* de Octubre-Diciembre de 1883 se registra la introducción de una patente a nombre de la “Société Centrale d'Utilisation de la Chaleur solaire” y que *Annales Industrielles*, de Frédureau & Cie. Ingenieurs Civils, publicó el 30 de marzo de 1883 en la página 797 el registro N° 154562 de la SOCIÉTÉ CENTRALE D'UTILISATION DE LA CHALEUR SOLAIRE: “Perfectionnements aux appareils destinés à l'utilisation de la chaleur solaire”.

⁵⁴⁷ KIDWELL (1981).

⁵⁴⁸ BROCK, William (1996b) *Science for all: Studies in the history of Victorian science and Education*, Collected Studies Series 518. Ashgate Publishing Company.

procuraron una búsqueda de fórmulas y combinaciones de materiales y artefactos para poner en práctica los conocimientos empíricos.

Desde el punto de vista de la información y el conocimiento los problemas técnicos de la utilización de la radiación solar comenzaban a obtener solución. Pero, no obstante ello, la selección tecnológica persistió en fomentar otras alternativas.

Este punto podría contener una clave relevante, pues las tendencias de investigación y desarrollo estimularon aquellas formas de solución que ofrecieron mejor control de variables y una ampliación de las áreas de negocio.

Otros casos de descarte artefactual ofrecidos por Basalla apuntan en una dirección similar. Considérese, por ejemplo, la historia del ferrocarril atmosférico⁵⁴⁹.

En el caso de la investigación y desarrollo de los artefactos que utilizan energía solar directa ha quedado en evidencia la tendencia al abandono que tiene esta área científico-tecnológica. Esta situación se manifiesta en al menos tres grandes dimensiones que conforman el fenómeno como un conjunto: En primer lugar, la precariedad del reconocimiento social que han tenido los investigadores, desde el siglo XIX hasta la actualidad. La vida de los sujetos que fueron precursores y pioneros ha estado por completo afuera del foco de atención de biógrafos e historiadores, habiéndose desarrollado algunos acercamientos sucesivos que en mayor o menor medida ha sido generado por un interés en otras facetas de los actores sociales destacados. A este respecto se constata el grave déficit que subsiste en el conocimiento necesario acerca del pensamiento y planteamiento ideológico y político que pudieron haber escogido los investigadores de la energía solar, especialmente considerando la versatilidad con la que cada quien pudo desarrollar sus respectivas trayectorias laborales y de investigación. En general se puede apreciar que la mayor parte del grupo indagado transitó por los temas solares, pero participó activamente en otras líneas técnicas

En segundo lugar, también es un área relegada por la ingeniería. La búsqueda de la multiplicación veloz de los resultados, sea por escala, tiempo o velocidad, y el aumento de la

⁵⁴⁹ BASALLA (2011:216-220).

productividad demandan la disposición de materias y energías controlables y con rangos de predictibilidad estables. Estos criterios de calidad son componentes activos de la construcción social de la ideología ingenieril y le imprime unas condiciones iniciales de selección que establece una selección prejujada y obediente a un esquema de administración en el que los factores vinculados a la resiliencia socioambiental simplemente no son considerados⁵⁵⁰. Esta última apreciación, que parece tan propia del siglo XX luego de la crisis del petróleo de 1973, o de la divulgación de la Declaración de Coyococ⁵⁵¹, debe ser estudiada en sus eventuales manifestaciones en el siglo XIX.

Una tercera dimensión de la desafección por el tema de la energía solar es la intermitencia o los frecuentes eclipses, en palabras de François Pharabod⁵⁵², que ha tenido el tratamiento del fenómeno técnico. La persistencia de la desmemoria añade una nueva dificultad que no ha logrado ser resuelta: luego de una generación de científicos, inventores e ingenieros suele haber un vacío y no se llega a constituir un linaje capaz de sostener y dar continuidad al conocimiento acumulado y, por lo tanto, cada nueva generación ha tendido a reactivar el proceso de procesamiento de datos, acumulación de información y producción de conocimiento.

Fuera de todas estas condicionantes se debe añadir la circunstancia territorial en tanto no resulta inmediatamente comprensible el hecho que durante todo el siglo XIX y buena parte del XX la producción teórica tenga sus puntos de origen en los Estados Unidos de América y Europa y vuelve a reforzar la pregunta por la capacidad de difusión que las técnicas de uso de la energía solar pudieron haber tenido, a nivel local, en zonas como el desierto de Atacama.

⁵⁵⁰ BERKES, Fikret & FOLKE, Carl (2000) *Linking social and ecological systems for resilience and sustainability.* , London, Cambridge University Press.

⁵⁵¹ OJEDA, Juan (1999) “Naturaleza y desarrollo. Cambios en la consideración política de lo ambiental durante la segunda mitad del siglo XX”, *Papeles de Geografía*, 30, 103-117.

⁵⁵² PHARABOD (1995:37).

4 DESCARTE ARTEFACTUAL Y DURACIÓN INTERMITENTE DE LA DESALACIÓN SOLAR

La historia de la industria de desalación solar de Las Salinas es una experiencia poliédrica en la que cada cara del fenómeno se pliega al resto dotándole de un volumen en el que se despliegan aristas que combinan los fenómenos físico-químicos con los intereses, intrigas, ideales y estructuras sociales en que se movilizaron los actores de una época determinada.

La narración presentada establece el acaecer de la ingeniería y el problema de la energía, con sus acontecimientos y estructuras situadas en los procesos del colonialismo occidental en el siglo XIX (Capítulo 1), la conjunción de informaciones halladas respecto al suministro de agua en los desiertos de Atacama y Tarapacá en tiempos del ingenio de Charles Wilson y las desaladoras de Sierra Gorda y Oficina Domeyko (Capítulo 2), vistos como parte de un proceso ligado a la investigación y desarrollo de la energía solar y su historiografía (Capítulo 3).

Es así que el cúmulo de informaciones combinadas permite afirmar que el caso de la desalación solar ofrece un ejemplo excepcional para describir cómo opera el fenómeno de la selección tecnológica y comprender el lugar de la sustentabilidad en ello.

Mientras, por una parte, es posible argumentar que el problema de la sustentabilidad en el siglo XIX ya tenía presencia, por otra, es factible demostrar que la cultura occidental con sus principios antropocéntricos estaba plenamente vigente entonces. También es posible concebir una continuidad en el encuadre ideológico del período 1872-1981, considerando como hitos la construcción de la industria desaladora de Las Salinas y la muerte de Julio Hirschmann Recht.

Aquella continuidad deja en evidencia que la tecnología no es autónoma y que no parece apropiado concebir la tecnología como la conductora de la historia; ello en tanto se entienda que los criterios de selección son previos a la discriminación entre objetos existentes y las innovaciones que pretenden reemplazarlos. En esta investigación, gracias a la carta de Charles Wilson, se ha demostrado que justamente los criterios de selección están constituidos por criterios de calidad que interactúan con la institucionalidad y los recursos disponibles.

El núcleo del proceso de descarte artefactual se constituye con la interacción de estos elementos: criterios de calidad y criterios de selección, los que son modelados de acuerdo a los parámetros de lo admisible y tolerable en una cultura determinada, la incidencia que tiene sobre los sujetos que la integran y los alcances y definiciones de las instituciones sociales que manifiestan el control normativo-valórico que cohesiona/tensiona la sociedad.

Desde este nivel de análisis es posible describir y comprender aquellas interacciones, como sucede por ejemplo, con la aproximación desde la economía ecológica, que integra las condiciones biofísicas del entorno ya no sólo para el cálculo de stock de recursos naturales, sino que aborda la dimensión de los servicios ambientales que no sólo son útiles para el ser humano sino que –al mismo tiempo- contienen, generan y son parte de la sustentabilidad de un territorio determinado⁵⁵³.

En este punto es que la desalación solar en el siglo XIX provee una perspectiva inigualable. En el territorio del desierto de Atacama se pusieron a prueba distintas técnicas para suministrar un recurso o servicio ambiental básico y vital, como es el agua dulce, pero con enfoques, alcances, magnitudes e intervenciones que generaban un amplio espectro de efectos.

La situación del agua en el desierto de Atacama en el siglo XIX anticipó en varias décadas el estado de situación que enfrentaría el mundo entero cerca de 100 años más tarde⁵⁵⁴.

Sin embargo, la naturalización de los criterios desarrollados por la economía clásica y su pretensión de la autonomía y segregación del dinero y las finanzas de la producción primaria (que genera la naturaleza y que provee la materia prima para su transformación mediante la acción técnica humana), reduce la responsabilidad técnica a la rentabilidad financiera, eximiéndole de los efectos al entorno⁵⁵⁵.

⁵⁵³ MARTÍNEZ-ALIER (2009); MARTÍNEZ-ALIER, Joan y ROCA, Jordi (2001) “El debate sobre la Sustentabilidad”, *Economía Ecológica y Política Ambiental*, México, Fondo de Cultura Económica, 367-420; HABERL, ERB, FISCHER-KOWALSKI y KRAUSMANN (2007); NORGAARD, Richard (1984) “Coevolutionary development potential, *Land Economics*, 60, 2, 160-173.

⁵⁵⁴ ONUDI (2003).

⁵⁵⁵ GEORGESCU-ROEGEN, Nicholas (1977) “¿Qué puede enseñar a los economistas la termodinámica y la biología?”, *Atlantic Economic Journal*, V, 13-35, (en el original publicado en inglés).

Desde luego, la construcción de criterios de calidad según atiendan mayor o menor número de variables y/o exigencias a satisfacer estimula sendas tecnológicas diferentes; George Basalla ilustra esto a través de los ejemplos de la desaparición de objetos útiles, como la canoa, la cerámica, el arco y la flecha en algunas islas de Oceanía, caso estudiado por W. H. R. Rivers, y las industrias del dirigible, el automóvil, el aeroplano y de los superconductores⁵⁵⁶.

Ahora bien, la historia de la desalación solar en Atacama es efectivamente un caso de descarte artefactual, pero que contiene el rasgo que Basalla recoge de Kubler: la duración intermitente, pues, como se comentó en el capítulo 2, las plantas de desalación solar proliferaron durante la década de 1960 para sucumbir luego del informe de Talbert y otros, cuando se las remitió a una condición de artefactos financieramente viables solo en condiciones excepcionales.

4.1 Descarte artefactual y sustentabilidad.

Usualmente el imaginario colectivo occidental concibe que el uso industrial de la energía solar es materia del siglo XX. Por ello la experiencia del desierto de Atacama a partir de 1872 resulta sorprendente; esto también puede ser porque el desarrollo de la energía solar para la producción de electricidad se ha promulgado como el modo contemporáneo, moderno y exclusivo de cosecha de radiación solar.

Bajo ese prisma el ingenio de Wilson apela a unos parámetros en alguna medida contraintuitivos para el pensamiento moderno, pues pone en acción un control de procesos físico-químicos con un bajo nivel de intervención y un grado de afectación al entorno muy reducido integrando los tiempos del proceso del recurso energético a sus tiempos de operación.

La contracara de estas bondades incluye, en primer lugar, una desadaptación a la lógica de la producción en serie pues las condiciones y características del artefacto deben ser integradas al diseño mismo obedeciendo a las restricciones que impongan la geografía, el clima y la

⁵⁵⁶ BASALLA (2011:228-229).

meteorología. En segundo lugar, se reinterpreta el aumento de la productividad vía economía de velocidad, pues el uso de energía solar permitió el funcionamiento del dispositivo exclusivamente en horas de día, por la imposibilidad obvia que se mantiene por la noche. En tercer lugar, como la productividad tiene una velocidad determinada la economía de escala sólo era factible en una banda de resultados cuyo techo eran los 18.000 litros diarios en verano, sin que hasta ahora se conozca el piso productivo (el rendimiento más bajo), que debió ser en invierno en días soleados, dado que los días nublados en la zona son estadísticamente tan marginales como las precipitaciones que se calculan en torno a un promedio de 5 milímetros al año⁵⁵⁷.

El conjunto de estas convicciones, fundantes del esquema ideológico dominante, se manifiestan en expresiones como la del ingeniero escéptico que a través de la revista *Engineering* ironizaba en 1914 con la imposibilidad de capturar toda la energía que sol prodiga sobre el planeta tierra cada día⁵⁵⁸. Y esto podría interpretarse como el principal temor y amenaza para el pensamiento moderno y sus afanes por el progreso como proyección de mejora continua según devela Walter Benjamin. En definitiva, la labor ingenieril busca predictibilidad, porque su principal capital es el control. Este es el criterio de calidad que mayoritariamente se espera de una alternativa tecnológica y es lo que ha convertido a la Osmosis Reversa en la opción ganadora en el siglo XXI⁵⁵⁹, pues el control de procesos y productos es más relevante que el consumo intensivo de energía, pues en todos los casos la unidad de medida siempre se reduce al valor de cambio y costo de oportunidad. De ahí que la perspectiva economicista clásica de la tecnología, no obstante, suele llevar a equívocos, pues los cálculos se realizan en base a una pequeña fracción de variables y, parafraseando a Charles Wilson, se transfiere a la posteridad el costo del aumento del esfuerzo de extracción de recursos para la activación de las máquinas y herramientas.

En el momento del desarrollo técnico del último cuarto del siglo XIX la ingeniería en general, pero la británica en particular, se encontraba en su fase de afianzamiento del prestigio ganado

⁵⁵⁷ RIVERA, Mario y DODD, Justin (2013) “Domesticando el desierto: medio ambiente y ocupaciones humanas en Ramaditas, desierto de Atacama”, *Diálogo Andino*, 41, 45-60.

⁵⁵⁸ SCEPTIC (1914).

⁵⁵⁹ MEZHER, FATH, ABBAS and KHALED (2011).

con esfuerzo. Por entonces se configuraba la imagen de racionalidad y precisión incuestionable y una capacidad de generar certezas que, podemos considerar, no tiene.

La ingeniería británica era uno de los instrumentos del imperio y su presencia en las colonias exigía un modo de vida a sus profesionales que traspasaba la mera incumbencia técnica, como sucedió con James Grey Adamson y su apoyo al ejército invasor chileno en Antofagasta y con el propio Josiah Harding y su intervención en la delimitación de la frontera entre Chile y Bolivia, que eventualmente terminó favoreciendo el acceso al agua a Chile. Estas iniciativas, si bien podrían categorizarse como reacciones personales o concebirse como fruto de la acción individual, parece oportuno verlas como parte de un programa imperial en el que se conjugaban el colonialismo económico con el colonialismo tecnológico.

El proceso de selección técnica continuó en el desierto de Atacama y se ajustó a aquellas alternativas diseñadas en la metrópoli, marginalizando la circulación de ideas e investigaciones relacionadas con el uso de la energía solar en el siglo XIX. Pero la situación fue todavía más compleja porque el proceso de selección no obedece a una estricta racionalidad que administre las posibilidades de acuerdo a un debate abierto y democrático ni es tampoco la magia de la mano invisible.

Entre las diferentes líneas técnicas disponibles a fines del siglo XIX finalmente terminó predominando durante el siglo XX la canalización de agua desde la cordillera de Los Andes, pero sin tratamiento para la desalación, tema que resultaba irrelevante en algunos círculos de ingeniería, según se proyecta del pronunciamiento del ingeniero en minas Lorenzo Barraza Salvatierra y su folleto de 1973⁵⁶⁰, a pesar que en el ámbito sanitario los datos estaban disponibles.

Para el siglo XXI terminó por imponerse en la ciudad de Antofagasta el tratamiento vía Osmosis Reversa que, aunque consideró el factor situación de salud de la población, parece haberse impuesto a la canalización debido al agotamiento del recurso hídrico en la zona interior y altiplánica ante el ingente aumento del consumo de agua de las faenas mineras. Esto último, sin embargo, debe ser investigado y esclarecido. Lo que sí es un hecho, es que la

⁵⁶⁰ BARRAZA (1973).

selección de la Osmosis Reversa exige un gran consumo de electricidad que, por las características actuales del mercado eléctrico del Sistema Interconectado del Norte Grande (SING) implica un alto consumo de hidrocarburos para la generación termoeléctrica, en el territorio con mayor radiación solar del mundo.

4.2 Descarte y duración intermitente.

George Basalla describió la duración intermitente como un rasgo del descarte artefactual⁵⁶¹. Constituye verdaderamente una pieza fundamental en el proceso global de comprensión de la evolución de la tecnología porque es justamente el componente que denuncia la confusión que se introdujo en el pensamiento social que quiso asumir mecánicamente la teoría darwinista de la evolución de las especies.

Lejos de haber extinciones masivas provocadas por cataclismos que hicieran desaparecer clases completas de objetos, lo que ocurre es que artefactos utilizados en épocas anteriores recuperan el protagonismo que llegaron a perder en determinados momentos.

En el caso de la desalación solar a escala industrial el salto temporal cubrió cerca de 50 años. Luego de la desaparición de las instalaciones en el desierto de Atacama la técnica fue reeditada e implementada en los cinco continentes llegándose a construir la mayor desaladora solar del mundo en la isla griega de Patmos⁵⁶², para dejar de operar a los pocos años, anunciando así un nuevo declive general de esta línea técnica.

Sin embargo, no se puede hablar de extinción, pues a lo largo del siglo XX y en los inicios del XXI continuaron desarrollándose distintas experiencias, siempre asociadas a zonas áridas,

⁵⁶¹ BASALLA (2011:227-228).

⁵⁶² Construida en 1967. Ver en: DELYANNIS, A. and PIPEROGLOU, E. (1968). En comunicación personal, el 04 de noviembre de 2012 en Atenas, Emmy Delyannis comentó que la experiencia de Patmos podía ser estudiada para establecer recomendaciones de cómo no construir una desaladora solar. Uno de los principales problemas que enfrentó, en su opinión, fue la falta de cuidado que la población vecina –y beneficiaria del agua desalada- tuvo con el dispositivo. Aquí se pone de manifiesto una vez más que los factores socio-culturales son parte constituyente de la configuración sociotécnica de los artefactos, idea que Tim Ingold expresa muy certeramente: “(...) las funciones de las cosas no son atributos sino narrativas. Son las historias que contamos acerca de ellas.”, en: INGOLD (2011:56).

todavía más, considerando el hallazgo de otras desaladoras solares en la misma zona y dentro del mismo período de expansión del ciclo salitrero en el desierto de Atacama en el siglo XIX.

Además, el proceso de invención, experimentación, investigación, desarrollo y divulgación de las tecnologías de energías renovables merece un tratamiento distinto del que se les ha otorgado hasta ahora. Eso por cuanto el lapso de explotación de los hidrocarburos ha requerido de la formación de un imaginario colectivo en el que otras fuentes de energía para tecnologías viables han sido descartadas, tal como lo ha demostrado Andreas Mulm con su investigación acerca de los resultados de la competencia entre las líneas técnicas para la producción de algodón en el Reino Unido según utilizaran energía hidráulica o carbón⁵⁶³. La narrativa que construyó el imaginario de la Revolución Industrial se quedó con el carbón y omitió el resto de las energías.

Desde luego, parte del fenómeno de descarte con duración intermitente que enfrenta la desalación solar no se encuentra sólo en el lado de la investigación y desarrollo de este artefacto, que hasta ahora no ha contado con el complejo tecno-institucional que podría volverle una opción competitiva, sino en el lado de la demanda del servicio ambiental que ofrece, pues uno de los aspectos que debe ser intervenido para hacer que la técnica sea apropiada es justamente la administración y uso del agua según sus distintos usuarios.

La planta de desalación solar de Las Salinas, en conjunto con las desaladoras de Sierra Gorda y Oficina Domeyko, permite evidenciar los efectos en el ahora presente del acaecer de las tecnologías de depuración de agua y constata la relevancia de perfeccionar un modelo teórico de la evolución de la tecnología para comprender la complejidad de la sustentabilidad.

⁵⁶³ MULM, Andreas (2014) “Fleeing the Flowing Commons: Robert Thom, Water Reservoir Schemes, and the Shift to Steam Power in Early Nineteenth-Century Britain”, *Environmental History*, 19, 55-77; MULM, Andreas (2013) “The Origins of Fossil Capital: From Water to Steam in the British Cotton Industry”, *Historical Materialism*, 21.1, 15–68.

5 CONCLUSIONES

Las materias de mayor relevancia de la investigación que aquí se ha presentado, teniendo como punto de referencia la propuesta de George Basalla, son el fenómeno de la evolución de la tecnología, la cuestión del método para investigarlo y la relevancia del estudio historiográfico de las técnicas de desalación.

Respecto de ello cabe establecer, en primer lugar, que el modelo teórico que ha servido de cedazo analítico para estudiar las experiencias pioneras, con énfasis en el caso de Las Salinas ha aportado un marco pertinente y oportuno para comprender un hecho extraordinario en el ámbito del uso de las energías.

En la visión general de la evolución de la tecnología el caso estudiado se inscribe en el espectro de los inventos útiles que aportan alternativas viables frente a los objetos ganadores designados por la selección.

Se ha demostrado que en la tarea del suministro de agua en los desiertos de Atacama y Tarapacá se utilizaron al menos cuatro líneas de artefactos, tres de ellos anteriores a la desalación solar, que representaban la continuidad: barcos para portear agua dulce desde zonas lejanas, máquinas desaladoras que requerían la combustión de carbón o leña y tuberías que mejoraban la pérdida de agua por evaporación que sufrían las canalizaciones abiertas. El proceso de selección siempre les privilegió.

Pero la cuarta línea técnica -representada por los dispositivos construidos en las localidades de Estación Las Salinas, Sierra Gorda y Oficina Domeyko, todas en el desierto de Atacama- constituyó una novedad en el más pleno sentido que se pueda concebir, pues se trata de un elemento que conjugó de manera imaginativa la combinación de una serie de elementos ya disponibles, como los molinos de viento, los destiladores de agua, las tuberías, para producir un sistema mecánico único, capaz de sortear la situación de escasez de combustibles en la zona

utilizando el conocimiento acumulado y explotando los recursos disponibles en mayor abundancia en la localidad: el viento y el sol.

Sin embargo, la cultura, como último factor de fomento a la novedad, jugó un papel paradójico, pues a la vez que se permitió la experimentación de una técnica novedosa interpuso los obstáculos necesarios para la contener la difusión de la tecnología desarrollada, aunque también es posible decir que el ambiente cultural no percibió ningún estímulo que le alentara a adoptar una tecnología que requería un modo de vida diferente.

El modelo teórico de Basalla permite comprender que la selección tecnológica conjugó valores sociales, factores socioeconómicos y factores sociales y culturales que valorizaron la continuidad de los artefactos anteriores para el suministro de agua mientras que descartaba la novedad.

Por lo tanto, es razonable aseverar que la lectura teórica de Basalla al mismo tiempo que logra configurar una apreciación global del fenómeno, con lo que se transforma en una herramienta analítica necesaria, también hace manifiesta la necesidad de enriquecer el alcance interpretativo. Esto se consiguió gracias a la contribución conceptual de las líneas técnicas, la integración de la dimensión sociotécnica a través de los complejos tecno-institucionales para así dar lugar a la apreciación del trasfondo cultural concebido como el imaginario que transita entre la ideología y la utopía en el modo de vida ingenieril que se estudió.

En el afán de interiorizarse en los detalles y la interacción de los elementos de continuidad, novedad y selección del proceso de evolución de la tecnología, la investigación concentró la atención en el grupo de sujetos (los técnicos) que actuaron como ambiente cultural promotor de las distintas soluciones para el problema del suministro del agua, primordialmente a través de la desalación y, con mayor precisión, en el ámbito de la desalación solar.

A través de los registros de las actividades que desarrolló la cultura ingenieril fue posible configurar un modo de comprensión del mundo que expresaba una cierta jerarquía de valores y concepción de la dicotomía naturaleza-cultura.

Este umbral, de una puerta dibujada por el modelo de Basalla, requirió avanzar hacia la precisión de aquellos aspectos teóricos que serían interrogados por las evidencias pesquisables en los archivos, por lo que para dejar constancia de su presencia se recurrió a un antagonista; así, por ejemplo, frente a la configuración ideológica del progreso se dispuso la visión escéptica con el futuro o bien una posición autogenerativa acerca del presente; ante la sujeción de la naturaleza por parte del ser humano se modeló una lectura co-evolutiva; los principios de la economía clásica centrados en la crematística se contrastaron los principios de la economía ecológica y su apuesta por una lectura fractálica del todo.

El ejercicio comprensivo basculó una apreciación y otra y favoreció la discusión acerca del sentido de lo cultural sin buscar el enjuiciamiento sino deslindando el alcance de las distintas perspectivas ideológicas que se sostuvieron en el tiempo en que se desplegaban las alternativas tecnológicas en su marco de desarrollo.

El proceso de producción de información suministró la base suficiente para sustentar algunas certezas y, mayormente, contribuir a los debates en el campo de evolución de la tecnología y la sustentabilidad, pues el invento de un ingeniero sueco desarrollado en el desierto de Atacama demostró tener capacidad de aportar una solución viable que, no obstante sus evidentes beneficios, sólo tuvo continuidad en el mismo desierto donde fue creado durante unas décadas, antes de olvidarse casi por completo⁵⁶⁴.

Uno de los aportes de la investigación es la compilación y el incremento documental relacionado con la desaladora de Las Salinas, en tanto se detectaron 6 registros que comprueban la existencia de la planta: 2 publicaciones de Harding, la carta de Wilson, otra comunicación anónima generada en Madrid, la publicación de Johnson y el testimonio de Alejandro Bertrand. Se considera todavía más significativo el esclarecimiento de la fotografía de la desaladora solar de Oficina Domeyko, atribuida por alrededor de 60 años a Estación Las Salinas. Junto con ello la constatación de la existencia de documentos gráficos, es decir, las fotografías de Oficina Domeyko, alientan la pesquisa de más información acerca de este segundo caso, a pesar que en el orden cronológico es el tercero, dado el hallazgo de los

⁵⁶⁴ ARELLANO (2011).

testimonios de los exploradores Valdés y Muñoz y sus referencias a la industria solar de Sierra Gorda, instalación nunca antes sindicada en estudios del siglo XX en adelante.

A pesar de estos avances en el conocimiento de la situación, aún siguen siendo desconocidas las autorizaciones de acceso al agua o mercedes de agua que facultaron el acceso al recurso para su tratamiento, a diferencia del privilegio exclusivo relativo a la invención que fue detectado. Se constató que el manejo de la desaladora solar estuvo bajo la responsabilidad de Charles Wilson durante algún tiempo y que para 1883 esto ya no era así. Por su parte, en Sierra Gorda, del propietario Juan Oliveira no se han recabado otros antecedentes. La situación en Oficina Domeyko resulta menos clara, pero con señales auspiciosas pues este establecimiento era representado por Casa Gibbs⁵⁶⁵.

Por lo tanto, se ha corroborado que la información existente era mayor y más compleja que la que hizo circular en el siglo XX, ampliando las posibilidades de memoria acerca de la experiencia pero, además, ampliando el área de influencia geográfica conocida previamente a esta investigación –incorporando a la costa Este de Estados Unidos y España- y dejando en evidencia las restricciones de las relaciones norte-sur, pues hasta ahora el tópico de las técnicas de desalación tiene una carga importante de colonialismo tecnológico.

En principio parecía que las trazas de información técnica de las desaladoras se habían generado, circulado y quedado en el hemisferio norte, pero la información básica también fue elemento de circulación en algún ámbito chileno de ingeniería. Queda en las sombras aún las eventuales repercusiones que pudo haber tenido en Bolivia y, quizás, también en Perú.

Aquellas finas hebras con el pasado, no obstante, no han dejado constancia de la historia completa y sigue sin ser posible establecer fechas y causas de cierre de las desaladoras solares; esta dimensión continúa siendo un misterio, por lo demás, muy importante de llegar a conocer para esclarecer del todo la trayectoria evolutiva de la tecnología de nuestro interés.

⁵⁶⁵ PINTO, Julio (1994:85) “Historia y minería en Chile: estudios y fuentes”, *América Latina en la Historia Económica*, 1, 1, 65-88. Aquí se señala que: “El Archivo Gibbs está depositado en la Guildhall Library de Londres, y ha sido sistemáticamente revisado por historiadores como Eduardo Cavieres, Luis Ortega, John Mayo, Thomas O’Brien y otros.”.

A cambio de este eslabón perdido los datos auspician novedades interesantes en el ámbito de la difusión de la técnica en el propio territorio del desierto de Atacama, tanto en la localidad de Sierra Gorda en 1883 y en la oficina salitrera Domeyko del cantón Aguas Blancas. Por lo mismo no hay razón para descartar el área del puerto de Coloso ni el poblado de Antofagasta.

El estado de situación previa a esta investigación fue sostenida por una memoria débil que desfiguró los datos contemporáneos a la desaladora de Wilson reportados por Josiah Harding y que a través del siglo XX se fueron ritualizando y quedando desprovistos de significado técnico para adquirir un rol patrimonial que lo fosilizó en el imaginario colectivo de los/as investigadores/as de la desalación solar.

Este entorno poco estimulante, en el ex post de las desaladoras solares, ya acontecía durante la existencia de las industrias solares cuando dominaban la escena las configuraciones ideológicas de las ingenierías imperiales y, con cierto énfasis, la ingeniería británica, ambiente en el que la energía solar ni siquiera logró prosperar al menos como referente para la solución de problemas de cierta escala y velocidad⁵⁶⁶.

La historia reservó sus podios a otros inventores y dejó en la zona oscura del olvido a aquellos⁵⁶⁷ que buscaron la solución en la forma de aprovechar la energía disponible para toda la humanidad. La investigación y desarrollo de la energía solar en el siglo XIX es un área que requiere profundización porque representa justamente la búsqueda que fue suspendida y congelada junto con la problematización de los límites del crecimiento o, nuevamente parafraseando a Charles Wilson, la desresponsabilización por la posteridad. Investigadores en Suiza, Francia, Portugal, Italia, Inglaterra, Estados Unidos, Bolivia, Chile y seguramente otros lugares del mundo deben ser revisitados.

En el espectro de las alternativas técnicas que facilitaban la habitabilidad y actividad extractivista minera, se instituyó el complejo tecno-institucional del carbón, el que desarrolló un interés puntual y definido en la zona de Atacama, activando sus formas de control y redes comerciales que le permitieron sostener supremacía hasta la instalación de aducciones y

⁵⁶⁶ ARELLANO y ROCA-ROSELL (2013).

⁵⁶⁷ Conviene recalcar que los protagonistas visibles de esta historia, según la información disponible hasta ahora, son todos hombres con la excepción de la Dra. Maria Telkes.

tuberías, mediado ello por las doctrinas limítrofes de los Estados nacionales de Bolivia y Chile y las estrategias geopolíticas de los grupos de interés con operaciones en la zona.

La visión del progreso tecnológico fue cooptada por la maquinaria capaz de producir más rápido y en mayor volumen puesto que, aunque generaba costos mayores, dotaba de un grado razonable de estabilidad y control al sistema productivo. Sin embargo, esto no implicaba eficiencia, dado que la desalación solar obtenía mejores resultados en costos y uso de recursos, exceptuando el suelo, que era el único recurso en disputa que requería de manera intensiva.

De acuerdo a la propuesta de Basalla una teoría operativa de la evolución tecnológica requiere deshacerse de la idea tradicional de progreso tecnológico que usualmente utiliza indicadores parciales que tienden a sintetizar los resultados de manera reduccionista. Pero este teórico de la historia de la tecnología asume que en su reemplazo se puede concebir “un progreso limitado hacia una meta cuidadosamente seleccionada en un marco delimitado”⁵⁶⁸.

El matiz propuesto, al menos en el caso de la desaladora solar de Las Salinas, parece insuficiente, en tanto la historia de esta invención revela que la mayor dificultad para la sostenibilidad es su carácter de tópicos proveniente de una mentalidad que pone en entredicho a la cultura occidental y su proyecto modernizador. En otras palabras, es un ataque directo a un modo de vida que, vistos los resultados de su desempeño a través de los siglos, es resistido, denunciado y cuestionado por sus afanes hegemónicos y los efectos adversos significativos que es capaz de generar en el medio ambiente.

Este es un aspecto a revisar en el modelo teórico, puesto que no parece apropiado intentar identificar pequeños progresos técnicos ni tecnologías intermedias, en tanto el descarte artefactual en buena medida es la cristalización de un pensamiento lateral que no se inscribe en la lógica dominante.

Charles Wilson, a través de su ingenio y mediante el testimonio de su carta desnudó la concepción crematística de la economía clásica con su extremo reduccionismo de la relación naturaleza-cultura y profundización de una dicotomía que -por oposición- debe ser vista como

⁵⁶⁸ BASALLA (2011:263).

una relación agonal co-evolutiva en vez de jerárquica. La visión de la Institution of Civil Engineers representa aquel paradigma en que el saber-poder está destinado a dominar la naturaleza y, en ese esquema lógico y valórico, se dificulta encontrar posibilidades de un progreso que no sea el incremento del rendimiento.

Muy por el contrario, las desaladoras solares debieran ser examinadas para comprobar si fueron actividades industriales capaces de no dejar rastro en los términos actuales del impacto ambiental.

Por lo mismo, la memoria acerca de Las Salinas, Sierra Gorda y Oficina Domeyko actualiza los conflictos del pensamiento modernizador que apela a la desmemoria como mecanismo de perpetuación de las decisiones tomadas, acto fundamental para comprender el descarte artefactual y pieza componente del modelo teórico de George Basalla que integra los mecanismos histórico-culturales de selección de artefactos en la evolución de la tecnología⁵⁶⁹.

Para profundizar en aquella caja negra, con que suele representarse al concepto de cultura, fue pertinente recurrir a la noción de ideología contrapuesta a la utopía, que encontramos representada en la línea editorial de *Engineering* y en línea opuesta al informe de Harding y la carta de Wilson. La continuidad y la novedad enfrentadas esgrimieron sus argumentos exponiendo sus disímiles criterios de calidad. Las búsquedas de unas y otras líneas técnicas satisfacían intereses divergentes.

Otro encuadre del fenómeno podría conducir a verificar por qué los mecanismos tecnoinstitucionales que impidieron la diseminación de la desalación solar como solución para la purificación de agua en el desierto no lograron su desmantelamiento con mayor rapidez.

La cultura, y sus dispositivos de regulación de la contingencia de la relación ideología-utopía, ha sido vista tanto en la dimensión del sujeto como individuo como en el sujeto colectivo, granuralizando la relevancia de cada actor social pero integrado a una red de pensamiento que nunca resulta exclusivamente contemporánea sino más bien diacrónica y cuyos procesos de

⁵⁶⁹ ARELLANO (2013).

descarte e intermitencia se expresan en los objetos, considerando que la cultura material es simbiótica con la cultura simbólica.

En segundo lugar, en el plano del método utilizado, una de las mayores complicaciones de la realización de esta investigación se presentó al encontrar en la revisión al campo de estudio una cierta desafección de la Historia de la Tecnología en relación al uso directo de la energía solar, con efectos bastante perceptibles como que, por ejemplo, ninguna de las cuatro figuras principales ha sido materia de estudio ni cuenta con una biografía apropiada⁵⁷⁰. Se pudo establecer que la historia de las tecnologías que utilizan energía solar ha tenido un tratamiento en el que queda mucho campo por explorar⁵⁷¹.

Por otra parte, la colección de imágenes disponibles hace recomendable la realización de un estudio de los imaginarios visuales de la industria de la energía solar. Ese tipo de aproximación cuenta con la capacidad de revelar otras lecturas sobre el historial técnico de los artefactos, tal como sucede con el misterio de la correspondencia entre la descripción de Harding y la fotografía atribuida tantos años a Las Salinas y que resultó ser de Oficina Domeyko⁵⁷².

En cuanto a la plasticidad del pluralismo metodológico aplicado en la investigación y el dominio transdisciplinario que le condujo, los resultados se acoplan a las realidades múltiples que fue posible describir y han puesto de relieve los espacios sociales a los que no ha sido posible acceder.

Este punto podría abrir una discusión acerca de la perspectiva historiográfica inspiradora de la investigación de los casos de las desaladoras solares del desierto de Atacama. Si bien existe una ruta seguida desde la microhistoria, trazando las mentalidades y tradiciones de la historia de las ideas de la que eran portadores los distintos actores sociales de la ingeniería y la industria del

⁵⁷⁰ ARELLANO (2014); ARELLANO, (2012b).

⁵⁷¹ ARELLANO (2013).

⁵⁷² BARTHES (2009).

agua y entornos asociados, el rasgo distintivo de la investigación es aquello que Ginzburg quiso incentivar: “Aunque la documentación sea exigua, dispersa y difícil, puede aprovecharse”⁵⁷³.

Por otra parte, la muy valorada propuesta de la historia desde abajo no resulta del todo representativa de las acciones indagadas⁵⁷⁴. Esto también ha sido apreciado en otras investigaciones de historia de la tecnología cuyo eje de rotación está en las relaciones norte-sur⁵⁷⁵. Sólo en una lectura de segundo orden, se podría considerar la subordinación de una técnica a las técnicas hegemónicas aunque ello no resulta del todo convincente, en la medida que justamente fue gracias a los medios de comunicación oficiales de la época que se concretó la escasa difusión de los eventos.

En estas reflexiones se puede recurrir a la posición social de los implicados para conceptualizar un tipo de enfoque apropiado. Esta mezcla de fundamentos de la microhistoria y la historia desde abajo debe ubicarse en otro ángulo de la interpretación historiográfica pues la ingeniería más bien se le caracteriza por el reconocimiento de sus efectos, pero no por los procesos que los desatan. En este sentido el punto de fuga de la narración se encuentra en lo que se puede concebir como la tramoya, las bambalinas o lo que Erwin Goffman designó como la escena trasera⁵⁷⁶.

En definitiva esta no es una historia desde las sombras, porque no ha existido clandestinidad ni oscurantismo en los procedimientos técnicos –cuestión que podría ser diferente en el ámbito comercial- porque más bien ellos dependen de la difusión y persuasión del uso de los artefactos, ya sean de continuidad o de novedad.

Por lo tanto, puede ser aceptable hablar de una historia desde atrás o concebirlo como la historia entre bastidores. Se agrupan aquí las acciones de asesoría, la concreción material de las discusiones políticas y el tejido de las racionalidades que conducen la organización social.

⁵⁷³ GINZBURG (1981:6).

⁵⁷⁴ SHARPE (2003) en BURKE (Ed.) (2003).

⁵⁷⁵ MEDINA (2013).

⁵⁷⁶ BRISSETT, Dennis & EDGLEY, Charles (2005) *Life As Theater: A Dramaturgical Sourcebook*, New Jersey, Transaction Publishers.

Un encuadre de este tipo canalizó la utilización de las fuentes que el ambiente ingenieril generó en el afán de constituir comunidad y de esculpir un imaginario compartido. De cualquier manera, el alcance de las interpretaciones debe asumir los riesgos del paso por el desfiladero del juego de espejos que produce la enunciación pública y el cuidado en disimular los aspectos críticos de las opiniones que se vierten.

Esta es una limitación importante de la investigación historiográfica sobre la desalación solar, que no cuenta con un acumulado abundante de fuentes a las que recurrir y que, por ello, sólo es capaz de desarrollar un alcance interpretativo muy definido.

En tercer y último lugar, la relevancia de esta investigación se emplaza en la observación del fenómeno del descarte artefactual con su rasgo peculiar de duración intermitente.

En el último cuarto del siglo XIX se produjo un momento de inflexión en el que comenzaron a dominar la escena nuevas fuentes energéticas. El explosivo proceso de electrificación y la invención de técnicas más eficaces en el uso de hidrocarburos relegaron a un segundo plano las aplicaciones de la energía solar, así como la energía eólica.

En el caso de la energía solar existe una cierta tradición científico-tecnológica que ha sido explorada desde el punto de vista técnico y muy escasamente en su dimensión histórica, social, política y cultural. Las aclaraciones que se puedan establecer en este ámbito del conocimiento pueden resultar esclarecedoras para la comprensión de la evolución de la tecnología.

En términos generales, la dimensión del descarte artefactual ha sido abordada, por ejemplo en el ámbito de la historia de la electrificación o la propagación de la energía nuclear, y ha permitido analizar los procesos que articulan las esferas de la continuidad tecnológica con la innovación a través de los procesos socio-culturales y bélicos que intervienen en ello. Sin embargo, en lo que respecta a la energía solar aplicada a nivel industrial la duración intermitente parece haber sido un fenómeno sostenido desde el siglo XIX. Esto es un aspecto a sondear.

Por lo anterior las desaladoras del desierto de Atacama representan un momento significativo para las aplicaciones de la energía solar pues aparecen como las experiencias pioneras de escala industrial de larga duración. Desde su historia podemos imaginar una nueva narrativa de alternativas viables a las innovaciones que finalmente fueron escogidas, y aquí cabe reflexionar acerca en una escala temporal mayor, donde Las Salinas, Sierra Gorda y Oficina Domeyko no fueron experiencias únicas ni aisladas, por lo que el desierto de Atacama no fue el único lugar donde se construyó y operó un sistema de desalación de agua de estas características en tanto múltiples experiencias acontecieron a mediados del siglo XX, casi 100 años después de la construcción de la primera de todas las experiencias.

No obstante, el encadenamiento de Desierto, Salitre y Energía es un fenómeno peculiar cuya singularidad debe ser puesto en relieve. En este sentido los elementos que permitieron que la energía solar fuese una fuente competitiva con respecto a las tecnologías del carbón es un conjunto que, además de ser interesante, es un desafío metodológico. Entre esos elementos han de ser considerados aquellos aspectos histórico-culturales que integraron el desierto de Atacama con Londres y los campos de cultivo en Alemania, que incidieron en la especulación financiera, la represión y las guerras, revisando las fuerzas y sinergias capaces de generar asentamientos y culturas locales ad-hoc a las condiciones materiales de estilos de vida aparentemente inviables sin el uso intensivo de energía y materia.

Mientras el desarrollo industrial incrementó sus alcances durante el siglo XIX valiéndose de las circunstancias del Imperio Británico, la valoración del riesgo del *lock-in* tecno-institucional del carbón favoreció la investigación de los usos de la energía solar en el nuevo orden hegemónico de los Estados Unidos luego de la segunda guerra mundial.

Desde el punto de vista de la sustentabilidad, el ingenio de Charles Wilson representa la conjunción de los elementos técnicos que explotaron apropiadamente su entorno y vincularon los elementos materiales, energéticos y culturales y, por lo tanto, en la actualidad pone en debate la necesidad de reestudiar los significados de los conceptos de eficiencia y eficacia y las confusiones con los problemas de la escala y la velocidad.

En definitiva, la revisión general de los aspectos relativos a la investigación de la radiación solar y la actividad de inventores e ingenieros de la energía solar aplicada nos aporta una visión del desarrollo científico y tecnológico y facilita la comprensión global de los fenómenos de la

modernidad que, a mediados del siglo XIX, se desataron con tal fuerza que a miles de kilómetros de distancia fueron capaces de transformar territorios y generar asentamientos efímeros que se podrían asimilar, en términos incluso paradójicos, a culturas trashumantes⁵⁷⁷.

Considérese que el acceso al agua ha sido un problema permanente en las zonas desérticas de Atacama y Tarapacá. De ahí la importancia que en 2003 *El Mercurio* -de Santiago de Chile- publicara la noticia de la construcción de la nueva planta desaladora de Osmosis Reversa para la ciudad de Antofagasta. Esto parecía ser la solución definitiva al problema con el que nació la ciudad, pero ¿es esta la senda tecnológica que se debe recomendar en todos los casos? ¿qué tendencias tiene la opinión pública al respecto? Y antes que todo ello ¿cuáles han sido las soluciones implementadas para resolver el problema de la escasez de agua en el norte grande de Chile?

Nos encontramos en una encrucijada. Todas las demandas de agua son crecientes. La gran minería, el crecimiento urbano, la industria turística y los pueblos originarios se encuentran en procesos de crecimiento de distinta magnitud, pero cuyos alcances territoriales requieren un análisis de conjunto.

Un *trade-off* de las tecnologías de desalación de agua para el futuro de las zonas áridas requiere la incorporación de antecedentes de variada índole porque, además de la necesidad de una profundización en la recapitulación de la historia técnica, también se deben considerar el contexto y las demandas sociales acerca de la sustentabilidad del uso de energía y materia.

Cabe recordar lo señalado al comienzo de esta investigación refiriendo a la Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial y su clara posición en la década anterior: “Los elevados costes energéticos de la desalinización también sugieren la necesidad de considerar las plantas desaladoras como un sistema de suministro de agua de urgencia que se utilizaría

⁵⁷⁷ Al respecto una óptica que se puede explorar es la consideración de los ingenieros del siglo XIX como trashumantes. María Cristina Hevilla y Matías Molina, por ejemplo exploran los datos de grupos trashumantes en la cordillera de Los Andes que reportó el ingeniero británico Ignacio Rickard en la década de 1860. Podemos presumir que la influencia positivista y colonizadora actuó en esta obra, en donde se identificó como trashumantes a las comunidades locales, obviando Rickard su propia condición de persona que cambia periódicamente de lugar. Ver en: HEVILLA y MOLINA (2010) “Trashumancia y nuevas moviidades en la frontera argentino-chilena de Los Andes centrales”. *Revista Transporte y Territorio*, 3, 40-58.

durante picos de demanda o periodos de sequías, en vez de una forma básica de suministro.⁵⁷⁸

Esto bien puede ser un llamado a la puerta de la Investigación y Desarrollo y un regreso a la investigación acerca de las aplicaciones de la energía solar para la destilación de agua, que se realizaron a mediados del siglo XX por parte de investigadores/as de todo el mundo pero, esta vez, promoviendo el diálogo y los acuerdos para la sustentabilidad.

Esta situación debe ser vista y caracterizada más ampliamente porque su alcance toca al problema de la energía, asumiendo que además se trata de un fenómeno complejo que requiere un análisis detallado y cuidadoso.

En todo caso, es apreciable que la evolución de las tecnologías de la desalación se encuentra en proceso y según los desafíos actuales debemos preparar el camino para abrirle paso a la innovación, al mismo tiempo que se reconozca que los desiertos de Atacama y Tarapacá fueron durante algún tiempo los sitios más prolíficos del mundo en la generación de tecnologías de desalación.

Esto es, por supuesto, una invitación a analizar la importancia de la tecnología para la co-evolución planetaria y reflexionar acerca de la naturaleza, cuya entidad fue capaz de generar una especie como la humanidad que, una vez puesta en pie, cambió de manera dramática el curso de la historia ambiental.

⁵⁷⁸ ONUDI (2003:309).

6 Referencias

6.1 Comunicaciones y entrevistas

- Dra. Margarita Alvarado, 16 de abril de 2014, Santiago de Chile.
- Dra. Emmy Delyannis, 04 de noviembre de 2012 en Atenas, Grecia.
- Geol. Patricio Espejo Leupin, 16 de enero al 30 de mayo de 2014, Santiago de Chile.
- Dr. H.C. Carlos Espinosa Arancibia, 04 y 06 de enero de 2012, Antofagasta.
- Ing. Lourdes García Rodríguez, 13 de julio de 2011, Sevilla, España.
- Dr. José Antonio González Pizarro, 10 de octubre de 2012, correspondencia electrónica.
- Ing. José Tomás Monares Dañobeytia, 23 de febrero de 2012, Santiago de Chile.
- Ing. Pedro Serrano, 05 de julio de 2012 y 11 de junio de 2014, Valparaíso, Chile.
- Met. Roberto Sota K., 14 de agosto y 06 de septiembre de 2012, Valparaíso.
- Dr. Anthony Stranges, 30 de julio de 2012, correspondencia electrónica.
- Ing. Luis Valenzuela Godoy, septiembre de 1999 a julio 2013, Valparaíso, Chile.
- Téc. Francisco Vargas, 26 de junio de 2013, Valparaíso, Chile.

6.2 Archivos consultados

- Archivo Nacional de Chile: Fondo Del Salitre, Fondo Intendencia de Atacama, Archivo Judicial de Antofagasta. Santiago de Chile.
- Archivo Del Laboratorio de Energía Solar “Julio Hirschmann Recht”, Universidad Técnica Federico Santa María. Valparaíso.
- Archivo de La Dirección General de Aguas (DGA), Ministerio de Obras Públicas. Santiago de Chile.
- Ateneu Barcelonès. Barcelona.
- Biblioteca Nacional: Sala microformatos, Sala Medina, Sección chilena, Salón Investigadores, Fondo General, Salón de lectura Gabriela Mistral. Santiago de Chile.
- British Library. Correspondencia desde Londres.
- Fondo Budge, Pontificia Universidad Católica de Valparaíso. Valparaíso.

Fondo Histórico, Escuela Técnica Superior de Ingeniería Industrial de Barcelona, Universidad
Politécnica de Cataluña. Barcelona.

Institution of Civil Engineers, Archive collections (<http://www.ice.org.uk/>)

Ministerio de Educación, Oficina de legalizaciones y certificaciones.

Special Collections/Morris Library, University of Delaware. Correspondencia desde Newark.

6.3 Archivos personales

Emmy Delyannis.

Carlos Espinosa Arancibia.

Patricio Espejo Leupin.

Arturo Harding.

Roberto Sota K.

Nichollas Twohill.

Luis Valenzuela Godoy.

6.4 Diarios, periódicos y revistas

Andes

Anuario Filosófico

Atlantic Economic Journal

Boletín de la Academia Chilena de la Historia

Bulletin of the Atomic Scientists

Chungará, Revista de Antropología Chilena

Civil Engineering and Environmental Systems

Comparative Studies in Society and History

Daedalus

Desalination

Diálogo Andino

El Caracolino

El Industrial

El Imparcial

Engineering

Environmental History

Era Solar

Estudios Arqueológicos

Estudios Atacameños

Foreign Affairs, an American Quarterly Review

Frontera Norte
Hebdomadaire Illustré
Historia (Santiago de Chile)
Historia 396 (Valparaíso)
Historical Materialism
History Workshop Journal
Horizontes Antropológicos
Interciencia
Journal of Chemical Engineering
Journal of Health, Population and Nutrition
Journal of Hydrology
Journal of Interamerican Studies and World Affairs
Journal of Latin American Studies
Journal of Photochemistry and Photobiology
Journal of the Royal Geographical Society of London
Journal of the Royal Society of Arts
Land Economics
Latin American Perspectives
La Gaceta Industrial
La Nature
Le Génie Civil
Le Génie Industrielle
Media History
Minutes of the Proceedings (ICE)
Nature
New Monthly Series
Nueva Antropología
Nueva Historia
Papeles de Geografía
Physics and Chemistry of the Earth
Quaderns d' Història de l' Enginyeria
Quipu, Revista Latinoamericana de Historia de las Ciencias y la Tecnología
Renewable and Sustainable Energy Review
Revista Bibliográfica de Geografía y Ciencias Sociales
Revista Chilena de Historia y Geografía
Revista de chilena de Pediatría
Revista de Geografía Norte Grande
Revista de Indias
Revista Española de Investigaciones Sociológicas
Revista iberoamericana de ciencia, tecnología y sociedad
Revista Internacional de Desarrollo Local

Science
Science Technology Human Values
Science, New Series
Science, Technology, & Human Values
Scientia
Scientific American Supplement
Si somos americanos. Revista de Estudios Transfronterizos
Solar Energy
Studies in the History of Victorian Science and Education
Sun at Work
Technology and Culture
The Engineering Magazine
The Hispanic American Historical Review
The Journal of Economic History
The Journal of Modern History
The National Geographic Magazine
The Public Historian
Transactions of the Newcomen Society
Trocadero

6.5 Bibliografía y fuentes

- ABBOT, Charles G. (1926) “Measuring the sun’s heat and forecasting the weather. The National Geographic Society to maintain a Solar Station in a remote part of the World to Coöperate (sic) with Smithsonian Institution Stations in California and Chile”, *The National Geographic Magazine*, XLIX, 1, Washington, National Geographic Society.
- ACKERMANN, A.S.E (1915) "The Utilization of Solar Energy", *Journal of the Royal Society of Arts*, LXIII, 537-565.
- AGAMBEN, Giorgio (1998) *Homo Sacer. El poder soberano y la nuda vida*, Valencia, Pre-Textos.
- AGAMBEN, Giorgio (2005) *Lo que queda de Auschwitz. El archivo y el testigo. Homo Sacer III*, Valencia, Pre-Textos.
- AGAMBEN, Giorgio (2008) *El Reino y la Gloria. Por una genealogía teológica de la economía y del gobierno*, Valencia, Pre-Textos.
- AGAMBEN, Giorgio (2013) *Altísima pobreza. Reglas monásticas y formas de vida*, Buenos Aires, Adriana Hidalgo-editora.
- AGUILAR, Inmaculada (2012) *El discurso del ingeniero en el siglo XIX: aportaciones a la historia de las obras públicas*, Madrid, Fundación Juanelo Turriano y Consellería de Infraestructuras, Territorio y Medio Ambiente, Generalitat Valenciana.
- AGUILERA RÍOS, Sara (2000) “Quipú (sic): Una revista Latinoamericana de la Historia de las Ciencias y la Tecnología”, *Biblio 3W. Revista Bibliográfica de Geografía y Ciencias Sociales*, 212, 28 de febrero de 2000, capturado en internet el 05 de junio de 2014 [online: <http://www.ub.edu/geocrit/b3w-212.htm>].
- AHLSTRÖM, Göran (1993) “Technical education, engineering, and industrial growth: Sweden in the nineteenth

- and early twentieth centuries”, 115-140, en FOX, Robert and GUAGNINI, Anna (1993) *Education, technology and industrial performance in Europe, 1850-1939*, Cambridge University Press, Editions De La Maison des Sciences de L’Homme.
- ALBION, Robert G. (1981) “Capital Movement and Transportation: British Shipping and Latin America, 1806-1914”, *The Journal of Economic History*, 11, 4, 361-374;
- ALCAYAGA, Orlayer y PORTILLO, Carlos (2010) *Algunos antecedentes para el desarrollo de la Energía Solar en el desierto de Atacama, Chile*, <http://www.hostgeni.com/host-info/fondenor.cl>, capturado en Internet el 09 de noviembre de 2010.
- ALTON, Jeannine and WEISKITTEL, Harriot (1976) *Report on the papers of Professor Harold Heywood (1905-1971)*, CSAC 46/ 10/76, London, Contemporary scientific archives centre, Supported by the Royal Society and the Council of Engineering Institutions.
- ALVARADO, M., y MASON, P. (2001) “La desfiguración del otro: sobre la historia de una técnica de producción del retrato 'etnográfico.'”, *Aisthesis*, 34, 242-257.
- ARCE, Isaac (1997) *Narraciones históricas de Antofagasta*, Segunda Edición, Antofagasta, Ilustre Municipalidad de Antofagasta [Primera Edición: 1930].
- ARELLANO, Nelson (2011) “La planta solar de desalación de agua de Las Salinas (1872). Literatura y memoria de una experiencia pionera”, *Quaderns d’ Història de l’ Enginyeria*, XII, 229-251.
- ARELLANO, Nelson (2012) Communication: “Four biographies in the history of industrial solar desalination. A century of pioneers (XIX-XX)”, 5th Conference of the European Society of History of Science. Athens, Greece. 1st-3rd November.
- ARELLANO, Nelson (2012b) Communication: “Exploration Of The Industrial Use Of Solar Energy In The Nineteenth Century”, 39th Annual Meeting International Committee For The History Of Technology, Barcelona, Spain, 10–14 July *Technology, The Arts And Industrial Culture*.
- ARELLANO, Nelson (2013) “Salitre, desierto y energía: investigación y desarrollo en la historia del uso industrial de la energía solar en el Cantón Central de Antofagasta (1872-1908)” en: Sergio González (Ed.), *La sociedad del salitre: protagonistas, migraciones, cultura urbana y espacios públicos (1870 -1940)*, Santiago de Chile, RIL Editores.
- ARELLANO, Nelson (2014) "Para bien de la humanidad: Julio Hirschmann Recht (1902 – 1981) y la Energía Solar en Valparaíso", *Historia* 396, 4, 1, 11-34.
- ARELLANO, Nelson y ROCA-ROSELL, Antoni (2013) “La Ingeniería Británica y La Desalación de Agua en el Siglo XIX: El uso de energía solar (1872) y su descarte”, *Quiju Revista Latinoamericana de Historia de las Ciencias y la Tecnología*, 15, 2, 163-191.
- ARELLANO, Víctor J. (1892) *Guerra Civil de Chile. Batallas de Concón y Placilla. Reminiscencias de un ex-tercerano*, autoeditado, Buenos Aires.
- ARENDT, Hannah (2003) *La condición humana*, Buenos Aires, Paidós Estado y Sociedad
- ARJUNAN, T.V., AYBAR, H.S. y NEDUNCHEZHIAN, N. (2009) “Status of solar desalination in India”, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 13, 2408–2418.
- ARTAZA, Pablo (1998) *A 90 años de los sucesos de la escuela Santa María de Iquique*, Santiago de Chile, LOM.
- ARTAZA, Pablo, GONZÁLEZ, Sergio y JILES, Susana (eds) (2009) *A cien años de la masacre de Santa María de*

Iquique, Santiago de Chile, LOM.

- ASTABURUAGA, Francisco (1897) *Diccionario Geográfico de la República de Chile*, Santiago de Chile.
- AZOFEIFA, Yonhy (2002) “Utopía e Ideología: un acercamiento desde el pensamiento de Paul Ricoeur”, *Comunicación*, 12, 2, capturada en internet el 08 de febrero de 2013 [online: <http://www.redalyc.org/redalyc/pdf/166/16612204.pdf>]
- BANCO INTERAMERICANO DE DESARROLLO (2003) *Planta Desalinizadora de Antofagasta (CH-0171) Informe de Impacto Ambiental y Social*, responsables del informe: John Binkley, Raúl Sánchez Fernández-Bernal, Esteban Sarzosa, Robert Montgomery, Ernesto Monter y Ecology and Environment (E&E), capturado en internet el 23 de abril de 2009 [online: <http://idbdocs.iadb.org/wsdocs/getdocument.aspx?docnum=442108>].
- BARBER, D. A. (2014) “Tomorrow's House: Solar Housing in 1940s America”, *Technology and Culture*, 55, 1, 1-39.
- BARRAZA, Lorenzo (1973) *El problema del agua de Antofagasta. La Solución: lógica, rápida y económica*, autoeditado, mimeografiado, 27. Archivo de la Dirección General de Aguas del Ministerio de Obras Públicas de Chile.
- BARTHES, Roland (2009) *La Cámara Lúcida*, Barcelona, Editorial Paidós.
- BASALLA, George (1967) “The Spread of Western Science”, *Science, New Series*, 156, 3775, 611-622;
- BASALLA, George (1992) “Reviewed work: Technology in World Civilization: A Thousand-Year History by Arnold Pacey”, *Technology and Culture*, 33, 2, 347-348.
- BASALLA, George (1982) “Transformed Utilitarian Objects”, *Winterthur Portfolio*, 17, 4, 183-201;
- BASALLA, George (2011) *La evolución de la tecnología*, Barcelona, Editorial Crítica; segunda edición, traducido de: BASALLA, George (1988) *The evolution of technology*, Cambridge University Press.
- BELESSIOTIS, V. y DELYANNIS, E. (2000) “The history of renewable energies for water desalination”, *Desalination* 128, 147-159.
- BENJAMIN, Walter (2012) “Sobre el concepto de historia” en *Escritos Políticos*, Madrid, Abada Editores.
- BENJEMAA, Fethi, HOUCINE, Imed, CHAHBANI, Mohamed (1998) “Desalination in Tunisia: Past experience and future prospects”, *Desalination*, 116, 2-3, 123-134.
- BERKES, Fikret & FOLKE, Carl (2000) *Linking social and ecological systems for resilience and sustainability*. London, Cambridge University Press.
- BERTRAND, Alejandro (1879a) *Noticias de los Departamentos de Tacna, Moquegua i Arequipa: i Algo Sobre la Hoya del Lago Titicaca*, Imprenta Nacional, Santiago.
- BERTRAND, Alejandro (1879b) *Noticias del Departamento Litoral de Tarapacá i sus Recursos*, Imprenta Nacional, Santiago.
- BERTRAND, Alejandro (1885a) “Memorias sobre la exploración a las cordilleras del desierto de Atacama”. *Anuario Hidrográfico de la Marina*, Vol. X.
- BERTRAND, Alejandro (1885b) *Memoria sobre las Cordilleras del Desierto de Atacama i Rejiones Limítrofes Presentada al Señor Ministro del Interior*, Imprenta Nacional, Santiago.
- BIALOSTOCKI, Jan (1965) “Book Review George Kubler, The Shape of time (...)”, *The Art Bulletin*, 47, 1, 135-

139.

- BIRKETT, James D. (1984) "A Brief Illustrated History Of Desalination From the Bible to 1940", *Desalination*, 50 17-52.
- BISHOP, P. W. (1977) "John Ericsson (1803-89) in England", *Transactions of the Newcomen Society*, 48: 41-52. Paper for The Newcomen Society, read at the Science Museum, London, January 12th.
- BLAKEMORE, H., (1996) *Historia del Ferrocarril de Antofagasta a Bolivia 1888-1988*, Edición Mercedes Gajú- Impresos Universitarios, Santiago, en GONZALEZ, Sergio (2010:88).
- BLAKEMORE, Harold (1965) "The Chilean Revolution of 1891 and Its Historiography", *The Hispanic American Historical Review*, 45, 3, 393-421.
- BLANCO, Luis Armando (2013) "Hirschman: un gran científico social", *Revista de Economía Institucional*, 15, 28, 47-64.
- BRAVO, Carmen Gloria (2000) *La Flor del Desierto. El mineral de Caracoles y su impacto en la economía chilena*, Santiago de Chile, LOM Ediciones.
- BRAVO, Pedro (1993) *Santa María de Iquique 1907: documentos para su historia*, Santiago de Chile, Eds. del Litoral.
- BRISSETT, Dennis & EDGLEY, Charles (2005) *Life As Theater: A Dramaturgical Sourcebook*, New Jersey, Transaction Publishers.
- BRITTON, John A. (2007) "The Confusion Provoked by Instantaneous Discussion. The New International Communications Network and the Chilean Crisis of 1891–1892 in the United States", *Technology and Culture*, 48, 729-757.
- BROCK, William (1996) "Science, Technology and Education in *The English Mechanic*", en *Studies in the History of Victorian Science and Education*, Norfolk, Galliard, 1-13.
- BROWN, John K., DOWNEY, Gary, DIOGO, Maria Paula (2009) "Engineering Education and the History of Technology", *Technology and Culture*, 50: 4, 737-752.
- BROWN, Joseph R. (1958) "The Chilean Nitrate Railways Controversy", *The Hispanic American Historical Review*, vol. 38, 4 (Nov.), 465-481.
- BRUNER, Jerome (1988) *Desarrollo Cognitivo y Educación*, Madrid, Ediciones Morata.
- BRUNER, Jerome (2002) *Acción, pensamiento y lenguaje*, Madrid, Alianza Editorial.
- BUCHANAN, Robert Angus (1989) *The engineers: a history of the engineering profession in Britain, 1750-1914*, Londres, Kingsley.
- BURKE, Peter (ed.) (2003) *Formas de hacer historia*, Madrid, Alianza Ensayo.
- BUTLER, Judith (2009) *Vida precaria. El poder del duelo y la violencia*, Buenos Aires, Paidós.
- BUTTI, Ken & PERLIN, John (1980) *A Golden Thread, 2500 Years of Solar Architecture and Technology*. New York: Cheshire Books.
- BUTTI, Ken and PERLIN, John (1980) "Horace de Saussure and his hot boxes of the 1700s", *The Solar cooking archive*, Solar cookers net world, en: ZUCHORA-WALSKE, Christine (2013) *Solar Energy. Innovative Technologies*, North Mankato, ABDO Publishing Company.

- CAMUS, Pablo (2004) “Los bosques y la minería del norte chico, s. XIX. Un mito en la representación del paisaje chileno”, *Historia*, 37 (2), 289-310.
- CAPALDO, Adriana, DAMM, Diego y ODOÑO, Carolina (2010) “Sobre el habitar la pampa del Toco (1890-1920)”, *Si somos americanos. Revista de Estudios Transfronterizos*, X, 2, 175-198.
- CARASA, Pedro (2007) “Una mirada cultural a las élites políticas en los primeros pasos del estado constitucional”, *Trocadero*, 19, 31-54.
- CARDOSO, Ana, DIOGO, Paula, GOUZEVITCH, Irina, GRELON, André (2009) *The quest for a professional identity: Engineers between training and action*, Lisboa, Ediciones Colibrí.
- CARDWELL, Donald (1972) *The Organisation of Science in England*, London, Heinemann Educational.
- CARMAGNANI, Marcello (1998) *Desarrollo Industrial y Subdesarrollo Económico. El caso chileno (1860-1920)*, Santiago de Chile, Dirección de Bibliotecas Archivos y Museos (el original publicado en lengua italiana en 1971).
- CARPENTIER, Alejo (1981) *La novela latinoamericana en vísperas de un nuevo siglo y otros ensayos*, Madrid, Ed. Siglo XXI.
- CARPENTIER, Alejo (1990) “Conciencia e Identidad de América”, *Obras Completas volumen 13. Ensayos*, México D.F., Editorial Siglo XXI, 131-140.
- CARRASCO, Gonzalo (2012) “Charles Wilson y la primera planta desalinizadora solar. Las Salinas, 1874-1914”, 248-255, en: ALONSO, Pedro (2012) *Deserta*, Santiago de Chile, Ediciones ARQ.
- CASTRO, M. L. (2006) “Presencia de Arsénico en el agua de bebida en América Latina y su efecto en la salud pública”. CEPIS-SB/SDE/OPS, *Internacional Congress*, Mexico City, 20-24 de Junio.
- CASTRO, Luis (1998) *Cuando el susurro del agua se acalló en el desierto*, Tesis para optar al grado de Artium en Historia, inédito.
- CASTRO, Luis (2009) “Visión histórica del manejo de los recursos hídricos en el Norte Grande de Chile (fines del siglo XIX y comienzos del XX)” en Simposio: *El acceso al agua en América: historia, actualidad y perspectivas*, México D.F., 1-63.
- CASTRO, Luis (2010) *Modernización y Conflicto Social. La Expropiación de las Aguas de Regadío a los Campesinos del Valle de Quisma (Oasis de Pica) y el Abastecimiento Fiscal a Iquique, 1880-1937*, Valparaíso, Editorial de la Universidad de Valparaíso.
- CENTNER, Charles William (1942) “Great Britain and Chilean Mining 1830-1914”, *The Economic History Review*, 12, 1/2, 76-82.
- CHALONER, William Henry (1973) *The social and economic development of Creve, 1780-1923*, New Jersey, Manchester University Press.
- CHURCH, William (1890) *The Life of John Ericsson*, New York, Scribner, 2 v.
- CLARKE, Barry (2012) “The 2011 James Forrest Lecture – engineering education – a historical perspective of the future”, *Civil Engineering and Environmental Systems*, 29, 3, 191-212.
- COCKELL, Charles, MCKAY, Christopher, WARREN-RHODES, Kim y HORNECK, Gerda (2008) “Ultraviolet radiation-induced limitation to epilithic microbial growth in arid deserts – Dosimetric experiments in the hyperarid core of the Atacama Desert”, *Journal of Photochemistry and Photobiology*, 90, 2, 79-87.

- COLLARES-PEREIRA, M. (2006) “Solar energy research through the years”, *Solar Energy*, 80, 7, 743-745.
- CONANT, James (1957) *Harvard case histories in experimental science*, Cambridge, Harvard University Press.
- CORTÁZAR, Julio (1967) *Carta dirigida a Roberto Fernández Retamar*, fechada el 10 de mayo en Saignon, Francia en CÉSPED, Irma (1972) “El montaje como recurso en Rayuela”, *Revista Chilena de Literatura*, 5/6, 111-132.
- COULTER, Raymond C. and BOEHLERT, C. Richard (1972) *Saline water conversion act, Volumen 3, Partes 1-2*, United States, Office of Saline Water, Universidad de Michigan.
- COUYOUMDJIAN, Juan (2000) *La industria salitrera de Tarapacá, Álbum de las salitreras de Tarapacá; L. Boudat y Ca.*, Santiago, Biblioteca Nacional.
- COUYOUMDJIAN, Juan (2003) “Dos ingenieros escoceses en Chile en el siglo XIX y comienzos del XX”, *Boletín de la Academia Chilena de la Historia*, 112, 45-66.
- CULVER, William W. and REINHART, Cornel J. (1989) “Capitalist Dreams: Chile's Response to Nineteenth-Century World Copper Competition”, *Comparative Studies in Society and History*, 31, 4, 722-744.
- DANIELS, Farrington (1964) *Direct Use of the Sun's Energy*, Yale University Press.
- DE CERTEAU, Michel (2010) *La invención de lo cotidiano*, México, Universidad Iberoamericana.
- DE LA CRUZ, Carlos (2006) “La desalinización de agua de mar mediante el empleo de energías renovables”, *Documento de trabajo 88/2006*, Fundación Alternativas.
- DE SHAZO, Peter (1979) “The Valparaiso Maritime Strike of 1903 and the Development of a Revolutionary Labor Movement in Chile”, *Journal of Latin American Studies*, 11, 1, 145-168.
- DELGADO, Daniel J.; MORENO, Pablo (2008) *Desalination Research Progress*, New York, Nova Science Pub Inc.
- DELYANNIS, A. and PIPEROGLOU, E. (1968) “The Patmos Solar Distillation Plant”, *Solar Energy*, 12, 113-115.
- DELYANNIS, A.A. & DELYANNIS, E.A. (1970) “Solar desalting”, *Journal of Chemical Engineering*, 19, 136.
- DELYANNIS, A.A. y DELYANNIS, E. (1984) “Solar Desalination”, *Desalination*, 50, 71-81.
- DELYANNIS, A.A., (1965) “Solar stills provide an island's inhabitants with water”, *Sun at Work*, 10, 1, 6.
- DELYANNIS, Anthony and DELYANNIS, Emmy (Eds) (1973) *Proceedings of the International Symposiums on Fresh Water from the Sea. Fourth Symposium*, Heidelberg, European Federation of Chemical Engineers.
- DELYANNIS, E. (2003) “Historic background of desalination and renewable energies”, *Solar Energy*, 75, 357-366.
- DENZER, Anthony (2013) *The Solar House: Pioneering Sustainable Design*, New York, Rizzoli.
- DESBORDES, Rhoda (2008) “Representing ‘Informal Empire’ In The Nineteenth Century. Reuters in South America at the time of the War of the Pacific, 1879-83”, *Media History*, 14, 2, 121-139.
- DESCOLA, Phillip y PALLSON, Gísli (2001) *Naturaleza y sociedad. Perspectivas antropológicas*, México, Siglo XXI.
- DEVÉS, Eduardo (1989) *Los que van a morir te saludan: historia de una masacre: Escuela Santa María, Iquique, 1907*. Santiago, Documentas.
- DEVÉS, Eduardo (2003) *El pensamiento latinoamericano en el siglo XX. Tomo II. Desde la Cepal al neoliberalismo (1950-*

- 1990), Buenos Aires, Editorial Biblos.
- DICTUC (2012) *Estudio Impacto Ambiental Ampliación de Pampa Blanca*, Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA), capturado en internet el 20 de enero de 2014 [online: http://seia.sea.gob.cl/expediente/expedientesEvaluacion.php?modo=ficha&id_expediente=6567575].
- DIOGO, Maria Paula (2012) “From Railways to Politics: The Portuguese Pink Map Project and the British Empire”, 5th International Conference of the European Society for the History of Science: *Scientific cosmopolitanism and local cultures: religions, ideologies, societies*, Athens, Institute of Historical Research/National Hellenic Research Foundation.
- DONALD, M. B. (1936) “History of the Chile nitrate industry I”, *Annals of Science*, 1: 1, 29-47.
- DONALD, M. B. (1936) “History of the Chile nitrate industry II”, *Annals of Science*, 1: 2, 193-216.
- DONOSO, Carlos (2003) *Aguas de Iquique: desde tiempos precolombinos hasta 1912*, Santiago, Universidad Bolivariana.
- DOUGHERTY, Carolyn (2005) “George Stephenson and Nineteenth Century Engineering Networks”, 555-565 en: *Prosopography Approaches and Applications*, Unit for Prosopographical Research, Oxford, Linacre College.
- DURAND, Leticia (2002) “La relación ambiente-cultura en Antropología: recuento y perspectivas”, *Nueva Antropología*, XVIII, 61, 169-184.
- EDGERTON, David (2004) “De la innovación al uso: diez tesis eclécticas sobre la historiografía de las técnicas”, *Quaderns d' Història de l' Enginyeria*, VI, 1-23.
- EDGERTON, David (2007) *Innovación y tradición: historia de la tecnología moderna*, Barcelona, Editorial Crítica.
- EDGERTON, David (2010) “Innovation, Technology, or History What is the Historiography of Technology About?”, *Technology and Culture*, 51, 3, 680-697.
- EDMUNSON, William (2011) *The Nitrate King: A Biography of "Colonel" John Thomas North*, New York, Palgrave Macmillan.
- EIBLING, J. A.; TALBERT, S. G.; LOF, G.O.G. (1971) “Solar Sails for Community Use - Digest of Technology”, *Solar Energy*, Vol. 13, 263-276.
- ENDESA (1973) *Minuta Utilización de la Energía Solar para calentar agua para usos domiciliarios*, Oficina de Planificación N° 3/73, 9 de enero de 1973, 5 páginas.
- ERICSSON, John (1868) “Solar Heat”, *Engineering*, 27 de noviembre, 468.
- ERLANDSON, D.A., HARRIS, E.L., SKIPPER, B.L. and ALLEN, S.D. (1993) *Doing naturalistic inquiry. A guide to methods*, Newsbury, Sage.
- ESCANDELL, J. J. (2005) “Espontaneidad de la mónada y metafísica de lo posible en Leibniz”, *Anuario Filosófico*, 38(1), 241-253.
- ESPINOZA, Vicente (1988) *Para una historia de los pobres de la ciudad*, Santiago de Chile, SUR Ediciones.
- ESTEVAN, Antonio (2008) *Desalación, energía y medio ambiente*, Panel Científico-Técnico de Seguimiento de la Política de Aguas del Convenio Universidad de Sevilla-Ministerio de Medio Ambiente de España, Fundación Nueva Cultura del Agua.
- ESTRADA, Baldomero (2006) “La colectividad británica en Valparaíso durante la primera mitad del siglo XX”,

- Historia* (Santiago), 39, 1, 65-91.
- FAIGUENBAUM, Isaac (2009) *Vivencia Personal: El Agua Potable de Antofagasta*, capturado en internet el 17 de abril de 2009, [online: <http://www.ambientesanitario.cl>]
- FAJNZYLBER, F. (1983) *La industrialización trunca de América Latina*, México D.F., Centro Editor de América Latina.
- FELICÍSIMO, Ángel (1992) *Aplicaciones de los modelos digitales del terreno en las ciencias ambientales*, Tesis Doctoral, Instituto de Recursos Naturales y Ordenación del Territorio (INDUROT), Universidad de Oviedo, España.
- FERNÁNDEZ, Manuel (2013) “El cónsul falaz y malandrín Charles Noel Clarke y su informe al Foreign Office sobre la matanza de la Escuela Santa María, 1907”, 63-94, en: GONZÁLEZ (2013).
- FERRECCIO, Catterina y SANCHA, Ana María (2006) “Arsenic Exposure and Its Impact on Health in Chile“, *Journal of Health, Population and Nutrition*, 24, 2, 164-175.
- FETTER, Frank W. (1931) *Monetary Inflation in Chile*, Princeton University Press.
- FIGUEROA, Virgilio (1929) *Diccionario Histórico, Biográfico y Bibliográfico de Chile*, Tomo III, Santiago, Impr. y Litogr. La Ilustración.
- FLECK, James (1992) “Selectionism Dominant: An Essay Review” *Science, Technology, & Human Values*, 17, 2, 237-248.
- FLENDRIG, L.M., SHAH, B., SUBRAHMANIAM, N., RAMAKRISHNAN, V. (2009) “Low cost thermoformed solar still water purifier for DyE countries”, *Physics and Chemistry of the Earth*, 34, 50-54.
- Flick, Uwe (2004) *Introducción a la investigación cualitativa*. Ediciones Morata, Madrid, España.
- FLYVBJERG, Bent (2004) “Cinco malentendidos acerca de la investigación mediante los estudios de caso”, *Revista Española de Investigaciones Sociológicas*, 106, 33-62.
- FOUCAULT, Michel (1988) “El Sujeto y el Poder”, *Revista Mexicana de Sociología*, 50, 3, 3-20.
- FOUCAULT, Michel (1997) *Esto no es una pipa. Ensayo sobre Magritte*, Barcelona, Anagrama.
- FREETH, T., JONES, A., STEELE, J. M., & BITSAKIS, Y. (2008) “Calendars with Olympiad display and eclipse prediction on the Antikythera Mechanism”, *Nature*, 454(7204), 614-617. [online: doi:10.1038/nature07130]
- FRICK, German and HIRSCHMANN, Julio (1973) “Theory and Experience with Solar Stills in Chile”, *Solar Energy*, 14, 405-413.
- FRIEDMAN, J. y MORALES, R. (1985) “Planeación transfronteriza: Un caso de ‘provocación sofisticada’”, *Estudios Fronterizos*, III, 7-8, citado en WONG GONZÁLEZ, Pablo (2005) “La emergencia de regiones asociativas transfronterizas: Cooperación y conflicto en la región Sonora-Arizona”, *Frontera Norte*, 17, 33, 77-106.
- GARCÍA C., Néstor (2012) *Culturas híbridas. Estrategias para entrar y salir de la modernidad*, México D. F., Random House Mondadori.
- GEERTZ, Clifford (2003) *La Interpretación de las culturas*, Barcelona, Gedisa.
- GEORGESCU-ROEGEN, Nicholas (1977) “¿Qué puede enseñar a los economistas la termodinámica y la

- biología?”, (de F. Aguilera Klink, V. Alcántara (Comp.), *De la Economía Ambiental a la Economía Ecológica*, Fuhem e Icaria, 1994, pp.188-198), Edición electrónica revisada en 2011 CIP-Ecosocial [online: <http://www.fuhem.es/media/ecosocial/File/Actualidad/2011/N.Georgescu-Roegen.pdf>]. Original en inglés: “What Thermodynamics and Biology Can Teach Economists”, *Atlantic Economic Journal*, V, 13-21.
- GILLE, Bertrand (1999) *Introducción a la historia de las técnicas*, Barcelona, Editorial Crítica.
- GINZBURG, Carlo (1981) *El queso y los gusanos: el cosmos de un molinero del siglo XVI*, Barcelona, Muchnik.
- GOLDENFELD, Nigel and KADANOFF, Leo P. (1999) “Simple Lessons from Complexity”, *Science*, 284 (5411), 87-89.
- GONZÁLEZ, José Antonio (2005) “Isaac Arce Ramírez, Historiador y Testigo del Ciclo del Salitre de Antofagasta”, *Diálogo Andino*, 25, 9-41.
- GONZÁLEZ, José Antonio (2008) “La conquista de una frontera. Mentalidades y tecnologías en las vías de comunicación en el desierto de Atacama”, *Revista de Geografía Norte Grande*, 40, 23-46.
- GONZALEZ, José Antonio (2010b) “La provincia de Antofagasta. Creación y consolidación de un territorio nuevo en el Estado chileno: 1888-1933”, *Revista de Indias*, LXX, 249, 345-380.
- GONZÁLEZ, Sergio (2009) “El norte grande de Chile: la definición histórica de sus límites, zonas y líneas de fronteras, y la importancia de las ciudades como geosímbolos fronterizos”, *Revista idea*, 2, 13, ediciones electrónicas, [online: <http://www.revistaidea.usach.cl/ojs/index.php/historiasocial/article/viewFile/98/89#>]
- GONZALEZ, Sergio (2010) “El cantón Bolivia o central durante el ciclo de expansión del nitrato”, *Estudios atacameños*, 39, 85-100.
- GONZALEZ, Sergio (Ed.) (2013) *La sociedad del salitre: protagonistas, migraciones, cultura urbana y espacios públicos (1870-1940)*, Santiago de Chile, RIL Editores.
- GOOSEN, M.F.A., SABLANI, S.S., PATON, C., PERRET, J., AL-NUAIMI, A., HAFAR, I., AL-HINAI, H. y SHAYYA, W.H. (2003) “Solar energy desalination for arid coastal regions: development of a humidification–dehumidification seawater greenhouse”, *Solar Energy*, 75, 413-419.
- GOOSEN, Mattheus F.A., SABLANI, Shyam S., SHAYYA, Walid H., PATON, Charles y AL-HINAI, Hilal (2000) “Thermodynamic and economic considerations in solar desalination”, *Desalination*, 129, 63-89.
- GOSSE, Jean (1995) “Propos sur la determination empirique de la température du Soleil”, 17-34, en HERLÉA (1995).
- GREZ, Sergio (1997) *De la “Regeneración del pueblo” a la huelga general. Génesis y evolución histórica del movimiento popular en Chile (1810-1890)*, Santiago de Chile, Ediciones RIL y DIBAM.
- GREZ, Sergio (2007) *Los anarquistas y el movimiento obrero: la alborada de “la Idea” en Chile, 1893-1915*, Santiago de Chile, Lom.
- GROVE, Lilly (1892) Proceedings of the Royal Geographical Society and Monthly Record of Geography, *New Monthly Series*, 14, 10, 708-709.
- GUNDERMANN, Hans y GONZALEZ, Héctor (2009) “Sociedades indígenas y conocimiento antropológico: Aymarás y Atacameños de los siglos XIX y XX. *Chungará Revista de Antropología Chilena*, 41, 1, 113-164.
- GUTIÉRREZ, Claudio y GUTIÉRREZ, Flavio (2006) “Física: Su Trayectoria en Chile (1800-1960)”. *Historia*

- (Santiago), 39(2), 477-496.
- GUTIÉRREZ, Javier (2000) “Sistemas de Información Geográfica: funcionalidades, aplicaciones y perspectivas en Mato Grosso do Sul”, *INTERAÇÖES Revista Internacional de Desenvolvimento Local*, 1, 1, 41-48.
- HABERL, H., ERB, K-H., Plutzar, C., FISCHER-KOWALSKI, M. y KRAUSMANN, F. (2007) “Human appropriation of Net Primary Production (HANPP) as an indicator for pressures on Biodiversity”, en: HÁK, T., MOLDAN, B. and International Council for Science, Scientific Committee on Problems of the Environment (2007) *Sustainability indicators: a scientific assessment*, Washington D.C., Island Press.
- HARDING, Josiah (1877) “The Desert of Atacama (Bolivia)”, *Journal of the Royal Geographical Society of London*, 47, 250-253.
- HARDING, Josiah (1883a) “Apparatus for solar distillation”, *Minutes of the Proceedings*, 73, 2933, January, Institution of Civil Engineers, 284-288.
- HARDING, Josiah (1883b) “Apparatus for Solar Distillation of fresh water from salt water”, *Scientific American Supplement*, 405, 6 de octubre, Nueva York, 6461-6462.
- HARPER, Gavin D. J. (2007) *Solar Energy Projects for the Evil Genius*, New York, McGraw-Hill Professional.
- HARRIS, Marvin (1979) *El desarrollo de la teoría antropológica: Historia de las teorías de la cultura*, México, Siglo XXI de España Editores.
- HARRY, Gilberto (2000) *Cinco estudios revisionistas sobre emigración de chilenos e inmigración extranjera en Chile durante el siglo XIX*, Valparaíso, Ediciones Facultad de Humanidades Universidad de Playa Ancha.
- HAWKINS, Mike (1998) *Social Darwinism in European and American Thought, 1860-1945: Nature as Model and Nature as Threat*, Cambridge, Cambridge University Press.
- HEADRICK, Daniel (1989) *Los instrumentos del Imperio. Tecnología e imperialismo europeo en el siglo XIX*, Madrid, Alianza Editorial.
- HENDERSON, Kathryn (1991) “Flexible Sketches and Inflexible Data Bases: Visual Communication, Conscriptio Devices, and Boundary Objects in Design Engineering”, *Science Technology Human Values*, 16, 4, 448-473.
- HERLÉA, Alexandre (1995) *L'énergie solaire en France*, Paris, éditions du CTHS.
- HEVILLA, María Cristina y MOLINA, Matías (2010) “Trashumancia y nuevas movilidades en la frontera argentino-chilena de Los Andes centrales”, *Revista Transporte y Territorio*, 3, 40-58.
- HEYWOOD, Harold (1957) *Report on the utilization of solar energy*, Londres, Valleta.
- HEYWOOD, Harold (1959) “3 Solar water heating in Great Britain”, *Solar Energy*, 3, 3, 29-30.
- HEYWOOD, Harold (1965) “The computation of solar radiation intensities Part I—Standard date periods with declination limits”, *Solar Energy*, 9, 4, 1965, 223-225.
- HEYWOOD, Harold (1966) “The computation of solar radiation intensities Part 2—Solar radiation on inclined surfaces”, *Solar Energy*, 10, 1, 46-52.
- HIRSCHMAN, Albert O. (1981) *Essays in Trespassing, Economics to Politics and Beyond*, USA, Cambridge University Press.
- HIRSCHMANN, Julio (1958) “Evaporadores y destiladores solares en Chile.” *Conferencia de las Naciones Unidas*

sobre Nuevas Fuentes de la Energía, Valparaíso, Universidad Técnica Federico Santa María.

- HIRSCHMANN, Julio (1961) “A Solar Energy Pilot Plant for Northern Chile”, *Solar Energy*, 5, 2, 37-43.
- HIRSCHMANN, Julio (1961b) “Memorandum sobre la visita del Profesor Dr. Farrington Daniels a nuestra universidad y viaje con él a Antofagasta”, *Scientia* [Valparaíso], 28, 14, 59.
- HIRSCHMANN, Julio (1968) “Evaporación solar y su aplicación práctica en Chile.” *Scientia* [Valparaíso], 136, 10-27.
- HIRSCHMANN, Julio (1970) *Informe sobre la participación de la delegación chilena en la Conferencia Internacional de Energía Solar en Melbourne, Australia del 2 al 6 de marzo de 1970*, Documento mimeografiado, 4 páginas, Archivo Laboratorio Energía Solar UTFSM.
- HIRSCHMANN, Julio (1970b) *Primera Información sobre Salares y Salinas en Chile, copiada de la “Crónica” de Gerónimo de Bibar, 1558*, mimeografiado.
- HIRSCHMANN, Julio (1971) *El laboratorio de energía solar de la Universidad Técnica Federico Santa María, su creación y funcionamiento*. Documento mimeografiado del archivo del Laboratorio de Energía Solar de la UTFSM.
- HIRSCHMANN, Julio (1973) “Experiencias con destilación solar en Chile”, *Scientia* [Valparaíso], 149, 74-83.
- HIRSCHMANN, Julio (1973b) *Informe sobre mi participación en los congresos sobre energía solar en México y París. Junio/Julio 1973*. Documento mimeografiado, 12 páginas, Archivo Laboratorio Energía Solar UTFSM.
- HIRSCHMANN, Julio (1974) “The cosine function as a mathematical expression for the processes of solar energy”, *Solar Energy*, 16, 2, 117-124.
- HIRSCHMANN, Julio (1974b) *Utilización de la Energía Solar en Chile*, Encuentro de zona árida Latinoamericana, Mendoza.
- HIRSCHMANN, Julio (1974c) *Utilización tecnológica de la Energía Solar en Cultivos intensivos y en Desalinización del agua necesaria en el Norte Grande*, Documento mimeografiado, 6 páginas, Archivo Laboratorio Energía Solar UTFSM.
- HIRSCHMANN, Julio (1975) “Solar Distillation in Chile”, *Desalination*, 17, 17-30.
- HIRSCHMANN, Julio (1976) “Radiación solar: Energía sin contaminación ambiental”, *Interciencia*, 1, 2, 79-84.
- HIRSCHMANN, Julio (1976b) *Mathematical approximative equations for solar radiation incidental to a determined site*, comunicación presentada en el Congreso de UNESTO sobre mediciones de radiación solar en Ginebra. Documento mimeografiado, 11 páginas incluidos anexos.
- HIRSCHMANN, Julio, sin fecha. *Traducción Apparatus for solar distillation by Josiab Harding, M. Inst. C.E. (Paper N° 1933) Proc. Inst. Civil Engr. N° 37, 1883*. Archivo del Laboratorio de Energía Solar de la Universidad Técnica Federico Santa María, Valparaíso, Chile.
- HOPWOOD, Nick (2012) “A Marble Embryo: Meanings of a Portrait from 1900”, *History Workshop Journal*, [online: doi: 10.1093/hwj/dbq051]
- HOTTEL, Hoyt C. (1951) “The Engineering Utilization of Solar Energy”, *Proceedings of the American Academy of Arts and Sciences*, 79, 4, 313-318.
- HOWE, Everett D. (1974) *Fundamentals of Water Desalination*, Environmental Science and Technology series, vol. 1, New York, Marcel Dekker, Inc.

- HUGHES, Thomas (1981) "Convergent Themes in the History of Science, Medicine, and Technology", *Technology and Culture*, 22, 3,550-558.
- HUGHES, Thomas (1993) *Networks of power: electrification in Western society, 1880-1930*, Baltimore, John Hopkins University Press.
- HUGHES, Thomas (1987) "The Evolution of Large technological Systems", 51-82, en: BIJKER, HUGHES and PINCH *The Social Construction of Technological Systems*, Mass., MIT Press.
- HULT, Jan and NYTRÖM, Bengt Editors (1992) *Technology y Industry. A Nordic Heritage*, Science History Publications/USA.
- HURTADO, Diego (2005) "De "átomos para la paz" a los reactores de potencia: Tecnología y política nuclear en la Argentina (1955-1976)", *Revista iberoamericana de ciencia, tecnología y sociedad*, 2, 4, 41-66.
- INGOLD, Tim (2007) *Lines: A Brief History*, Oxon, Routledge.
- INGOLD, Tim (2011) *Being Alive, Essays on movement knowledge and description*, Oxon, Routledge.
- JAIME ILLANES Y ASOCIADOS CONSULTORES S.A. (2012) *Estudio de Impacto Ambiental Ampliación Pampa Blanca*, Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA) capturado en internet el 20 de enero de 2014 [online:
http://seia.sea.gob.cl/expediente/expedientesEvaluacion.php?modo=ficha&cid_expediente=6567575].
- JOHNSON, Charles Malcom (1884) "Water-Supply in some parts of Peru; and Probyn's Distilling Apparatus at Iquique", *Minutes of the Proceedings*, 77, 2014, Londres, 342-346.
- KALOGIROU, Soteris (2009) *Solar Energy Engineering: Processes and Systems*, Academic Press. MA, USA.
- KAMPF, Stephanie K., TYLER, Scott W. , ORTIZ, Cristián A., MUÑOZ, José F. y ADKINS, Paula L. (2005) "Evaporation and land surface energy budget at the Salar de Atacama, Northern Chile", *Journal of Hydrology*, 310, 1-4, 236-252.
- KAPP K. W. (1976) "El carácter de sistema abierto de la economía y sus implicaciones", en AGUILERA F. y ALCÁNTARA V. (1994.) *De la economía ambiental a la economía ecológica*, Barcelona, CIP-Icaria.
- KARLIP, Joshua M. (2013) *The Tragedy of a Generation: The rise and fall of Jewish nationalism in Eastern Europe*, Harvard University Press.
- KIDWELL, Peggy & COMPANY, Merriam (1981) "Prelude to Solar Energy: Pouillet, Herschel, Forbes and the Solar Constant." *Annals of Science*, 38, 457-476.
- KIERNAN, V. G. (1955) "Foreign Interests in the War of the Pacific", *The Hispanic American Historical Review*, 35, 1, 14-36.
- KIRSCH, Henry (1977) *Industrial Development in a Traditional Society: The Conflict of Entrepreneurship and Modernization in Chile*, Gainesville, University Press of Florida.
- KNOCHE, Walter (1911) "Determinación del contenido de emanación en el agua de mar y de la actividad inducida del aire en la costa chilena y la Isla de Pascua", *Revista Chilena de Historia y Geografía*, 4, 573-582.
- KNOCHE, Walter (1916) "Breve información sobre la ley de la evaporación y su significado para la irrigación", *Revista Chilena de Historia y Geografía*, 23, 120-137.
- KNOCHE, Walter (1916) "Gran evaporación en corto tiempo", *Revista Chilena de Historia y Geografía*, 24, 43-46.

- KNOCHE, Walter (1919) “Estudio sobre la evaporación en Chile”, *Revista chilena de historia y geografía*, 26, 398-441.
- KUBLER, George (1988) *La Configuración del tiempo: Observaciones sobre la historia de las cosas*, Madrid, Nerea.
- LAFUENTE, Antonio, ALBERTO, Elena y ORTEGA, María Luisa (Eds.) (1993) *Mundialización de la ciencia y cultura nacional*, Madrid, Doce Calles.
- LAIRD, Frank N. (2003) “Constructing the Future. Advocating Energy Technologies in the Cold War”; *Technology and Culture*, 44, 1, 27-49.
- LAMI, Eugène-Oscar (1882) *Dictionnaire encyclopédique et biographique de l'industrie et des arts industriels*, t. 2, 504.
- LARRAÍN, Jorge (2010) *El concepto de ideología. Vol. 4. Postestructuralismo, Postmodernismo y Postmarxismo*, Santiago, Lom.
- LARSON, Ronal y EMMETT, Ronald (1996) “Implementation of solar thermal technology”, volumen 10, *Solar Heat Technologies*, Fundamentals and Applications Series, MIT Press.
- LIRA, Elizabeth y LOVEMAN, Brian (1999) *Las suaves cenizas del olvido. Vía chilena de reconciliación política 1814-1932*, LOM Ediciones-Dirección de Bibliotecas, Archivos y Museos.
- LIRA, Elizabeth y LOVEMAN, Brian (2000) *Las ardientes cenizas del olvido. Vía chilena de reconciliación política 1932-1994*, LOM Ediciones-Dirección de Bibliotecas, Archivos y Museos, Santiago de Chile, Lom.
- LLANOS, Claudio (2010) "Imperialismo inglés y ciencia. La Sociedad Geográfica Real de Londres, 1830-1870.", *Boletín americanista*, 60, 209-225.
- LLANOS, Claudio (2011a) “Pueblos y paisajes en la Royal Society de Londres. Las ciencias humanas y el imperialismo británico (1860 - 1918)”, *Historia*, 30, 1, 306-331.
- LLANOS, Claudio (2011b) “Ilusiones y cegueras: miradas sobre Europa entre 1922 y 1939 desde el Royal Institute of International Affairs”, *Historia Crítica*, 45, 144-159.
- LORENZO, Eduardo (2004) “El destilador solar de las salinas (1874-1914) y la máquina de Juanelo (siglo XVI)”, *Era solar*, N° 120, especial de Energías renovables, 18-27.
- MAGACIC, Jorge (2009) *Los que dijeron No. Historia del movimiento de los marinos antigolpistas de 1973*, Vol. 1, Santiago de Chile, Lom.
- MAHMOUDI, Hacene, SPAHIS, Nawel, GOOSEN, Mattheus. F., SABLANI, Shyam, ABDUL-WAHAB, Sabah. A., GHAFFOR, Noredine, DROUCHE, Nadjib (2009) “Assessment of wind energy to power solar brackish water greenhouse desalination units: A case study from Algeria”, *Renewable and Sustainable Energy Review*, 13, 2149-2155.
- MAINO, Valeria y RECARREN, Floreal (2010) *Historia del agua en el desierto más árido del mundo*, Santiago de Chile, Aguas Antofagasta.
- MARTÍNEZ-ALIER, Joan y ROCA, Jordi (2001) “El debate sobre la Sustentabilidad”, 367-420, en: MARTÍNEZ-ALIER, Joan y ROCA, Jordi (2001) *Economía Ecológica y Política Ambiental*, México D.F., Fondo de Cultura Económica.
- MARTÍNEZ-ALIER, Joan (2009) *El ecologismo de los pobres, Conflictos Ambientales y lenguajes de valores*, Madrid, Editorial Icaria Antrazyt.
- MARTYKANOVA, Darina, ISAACS Ann Katherine, HÁLFDANARSON, Guðmundur (2010) *Reconstructing Ottoman Engineers. Archaeology of a Profession (1789-1914)*, Volume 16 of Doctoral dissertations, Plus-Pisa

University Press.

- MARX, Leo (1994) “The idea of ‘Technology’ and Postmodern Pessimism”, en SMITH, Merritt and MARX, Leo (1994) *Does Technology drive History?. The Dilemma of Technological Determinism*, Cambridge, MIT Press.
- MATUS, Mario (2011) “El azote inflacionario sobre los salarios durante el Ciclo salitrero en Chile (1880-1930)”, comunicación presentada en la mesa “Empresarios, salarios y asentamientos salitreros”, *XIX Jornadas de Historia de Chile*, Universidad Diego Portales, 8 al 11 de noviembre de 2011.
- MATUS, Mario (2013) “El gran reto. La recepción de 13.000 refugiados judíos entre 1936 y 1940 por organizaciones judías de acogida”, comunicación presentada en: *Imaginario, [Trans]fronteras y realidades múltiples. XX Jornadas de Historia de Chile*, Iquique, 12-14 de Agosto.
- MAYO, John (1980) “Critique of Thomas F. O'Brien's "The Antofagasta Company: A Case Study of Peripheral Capitalism"”, *The Hispanic American Historical Review*, 60, 4, 676-679.
- MAYO, John (1981) “Britain and Chile, 1851-1886: Anatomy of a Relationship”, *Journal of Interamerican Studies and World Affairs*, 23, 1, 95-120.
- MC LEOD, Roy (1980) “On visiting the ‘moving metropolis’: Reflections on the architecture of Imperial Science”, *Historical Records of Australian Science*, 5, 3, 1-16.
- MEDINA, Eden (2006) “Designing freedom, regulating a nation: Socialist Cybernetics in Allende’s Chile”, *Journal of Latin American Studies*, 38, 3, 571-606.
- MEDINA, Eden (2013) *Revolucionarios Cibernéticos*, Santiago de Chile, Lom.
- MEDINA, Eden, DA COSTA MARQUES, Ivan, HOLMES, Cristina (2014) *Beyond Imported Magic: Essays on Science, Technology, and Society in Latin America*, Cambridge, MIT Press.
- MELÉNDEZ, Marcela (2009) *La historia de la propiedad industrial en Chile*, Memoria de prueba para optar al grado de licenciado en Ciencias Jurídicas y Sociales, Universidad de Chile.
- MEINEL, Aden B. y MEINEL, Marjorie Pettit (1982) *Aplicaciones de la energía solar*, Madrid, Editorial Reverté.
- MEZHER, Toufic, FATH, Hassan, ABBAS, Zeina, KHALED, Arslan (2011) “Techno-economic assessment and environmental impacts of desalination technologies”, *Desalination*, 266, 263–273.
- MICALE, Giorgio, RIZZUTI, Lucio y CIPOLLINA, Andrea (2009) *Seawater Desalination: Conventional and Renewable Energy Processes*, Palermo, Edit. Springer.
- MISA, Thomas J. (1988) “How Machines Make History, and How Historians (And Others) Help Them to Do So”, *Science, Technology, & Human Values*, 13, 3/4, 308-331.
- MISA, T. J. (2004) *Leonardo to the Internet: Technology and Culture from the Renaissance to the Present*, Baltimore, JHU Press.
- MONTEÓN, Michael (1975) “The British in the Atacama Desert: The Cultural Bases of Economic Imperialism”, *The Journal of Economic History*, 35, 1, 117-133.
- MONTEÓN, Michael (2003) “John T. North, The Nitrate King, and Chile’s Lost Future”, *Latin American Perspectives*, 30, 69-90.
- MORTIMER, John (2005) *Zerab Colburn the Spirit of Darkness*, Bury St Edmunds, Arima Publishing.

- MOUCHOT, Auguste (1869) “Utilisation de la chaleur Solaire”, *Le Génie Industrielle*, 217-218.
- MOUCHOT, Auguste (1869) *La Chaleur solaire et ses applications industrielles*, Paris, Gauthier-Villars.
- MULM, Andreas (2013) “The Origins of Fossil Capital: From Water to Steam in the British Cotton Industry”, *Historical Materialism*, 21,1, 15-68.
- MULM, Andreas (2014) “Fleeing the Flowing Commons: Robert Thom, Water Reservoir Schemes, and the Shift to Steam Power in Early Nineteenth-Century Britain”, *Environmental History*, 19, 55-77.
- MUÑOZ, Santiago (1894) *Jeografía descriptiva de las provincias de Atacama i Antofagasta*, Santiago de Chile, Imprenta Gutemberg.
- NAIM, Mona M. y ABD EL KAWIB, Mervat A. (2002) “Non-conventional solar stills. Part 1. Non-conventional solar stills with charcoal particles as absorber medium”, *Desalination*, 153, 55-64.
- NORGAARD, Richard (1984) “El potencial del desarrollo coevolucionista”, traducido al castellano por María Isabel Núñez Vera y Federico Aguilera Klink para usos docentes (Universidad de La Laguna, España), original en inglés: “Coevolutionary development Potential”, *Land Economics*, 60, 2, 160-173.
- NORMANDY, Frank (1909) *A practical manual on sea water distillation*, London, Charles Griffin and Co.
- NUÑEZ, L. (1984) *Tráfico de complementaridad de recursos entre las tierras altas y el Pacífico en el área centro sur andina*, Universidad de Tokio, Departamento de Antropología Cultural, Vol. II. Tesis Doctoral Inédita, en GONZÁLEZ, José Antonio (2008).
- NUÑEZ, Lautaro y VARELA, Juan (1968) “Sobre los recursos de agua y el poblamiento prehispánico de la costa del Norte Grande de Chile”, *Estudios Arqueológicos*, 3-4,7-41.
- O'BRIEN, Thomas F. (1980) “The Antofagasta Company: A Case Study of Peripheral Capitalism”, *The Hispanic American Historical Review*, 60, 1, 1-31.
- OJEDA, Juan (1999) “Naturaleza y desarrollo. Cambios en la consideración política de lo ambiental durante la segunda mitad del siglo XX”, *Papeles de Geografía*, 30, 103-117.
- ONUDI, Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial (2003) “Capítulo 9, Agua y Energía” en *El Agua, una responsabilidad compartida*, Nueva York, ONU.
- ORTEGA, Luis (1981) “Acerca de los orígenes de la industrialización chilena”, *Nueva Historia*, 1, 2, 3-54.
- ORTIZ, Fernando (2005) *El movimiento obrero en Chile, 1891-1919*, Santiago de Chile, Lom.
- OSSA BORNE, Samuel (1932) “Don José Santos Ossa”, *Revista chilena de historia y geografía*, 76, 176-228.
- PALLADINO, Paolo and WORBOYS, Michael (1993) “Science and Imperialism”, *Isis*, 84, 1, 91-102.
- PARADA, Jaime (2011) “La Profesión de Ingeniero y los Anales del Instituto de Ingenieros de Chile. 1840-1927”, ix-lxxvii, en: Rafael Sagredo (Ed.), *Anales del Instituto de Ingenieros de Chile. Ingeniería y sociedad 1889-1929*, Santiago de Chile, Centro de Investigaciones Diego Barros Arana de la Dirección de Bibliotecas, Archivos y Museos, Santiago, 341.
- PEGGY, Saari y STEPHEN, Allison (1996) *Scientists. Volume 3, P-Z: the lives and works of 150 scientists*, Detroit, U*X*L.
- PFEIFFER, Jack (1952) “Notes on the Heavy Equipment Industry in Chile, 1800-1910”, *The Hispanic American*

- Historical Review*, 32, 1, 139-144.
- PHARABOD, Francois (1995) “Des Miroirs ardents aux centrales solaires”, 35-68, en HERLÉA (1995).
- PIFRE, Abel (1880) “Physique: Perfectionnement des appareils Mouchot pour l’utilisation de la chaleur solaire”, *Hebdomadaire Illustré*, 16 septiembre, 491-492.
- PINTO, Julio (1994) “Historia y minería en Chile: estudios y fuentes”, *América Latina en la Historia Económica*, 1, 1, 65-88.
- PLATT, D. C. M. (1971) “Problems in the Interpretation of Foreign Trade Statistics before 1914”, *Journal of Latin American Studies*, 3, 2, 119-130.
- POPKIN, Roy (1969) *Desalination. Water for the World’s future*, New York, Frederick A. Praeger Publishers. (primera edición de 1968).
- PRINS, Gwyn (2003) “Historia Oral”, 144-176, en: BURKE (2003).
- PUGA, F., OLIVOS, P., GREIBER, R., GONZÁLEZ, I., HERAS, E., BARRERA, S., y GONZÁLEZ, E. (1973) “Hidroarcanismo crónico. Intoxicación arsenical crónico en Antofagasta. Estudio epidemiológico y clínico”, *Revista de chilena de Pediatría*, 44, 3, 215-223.
- RABINOW, Paul y DREYFUS, Hubert I. (2001) *Michel Foucault: Más allá del estructuralismo y la hermenéutica*, Buenos Aires, Nueva Visión Argentina.
- RAMÍREZ, Hernán (1961) “El gobierno británico y la Guerra contra la Confederación Perú-Boliviana”, *Revista Chilena de Historia y Geografía*, 129, 122-139.
- REDCLIFT, Michael R. (2006) “Sustainable development (1987-2005) – An oxymoron comes of age”, *Horizontes Antropológicos*, 12, 25, jan./jun., 65-84.
- RICHARDSON, Ingrid (2010) “Faces, Interfaces, Screens: Relational Ontologies of Framing, Attention and Distraction”, *Transformation*, 18 [online: www.transformationsjournal.org]
- RICOEUR, Paul (1994) *Ideología y utopía*. Barcelona, Gedisa.
- RIPPY Fred J., and PFEIFFER, Jack (1948) “Notes on the Dawn of Manufacturing in Chile”, *The Hispanic American Historical Review*, 28, 2, 292-303.
- RIPPY, J. Fred (1947) “British Investments in Latin America, End of 1913”, *The Journal of Modern History*, 19, 3, 226-234.
- RIVERA, M. (1983). *El camino del Inca en el despoblado de Atacama*, Santiago de Chile, Editorial Universitaria.
- RIVERA, Mario y DODD, Justin (2013) “Domesticando el desierto: medio ambiente y ocupaciones humanas en Ramaditas, desierto de Atacama”, *Diálogo Andino*, 41, 45-60.
- ROBERTSON, Frances (2013) “David Kirkaldy (1820–1897) and his museum of destruction: the visual dilemmas of an engineer as man of science”, *Endeavor*, 37, 3, 125-132.
- ROJAS, Mauricio (1988) “Reflexiones acerca del debate sobre los orígenes de la industrialización latinoamericana y de su entorno ideológico”, *Neoestructuralismo, neomonetarismo y procesos de ajuste en América Latina*, Colección Estudios CIEPLAN N° 23, 67-86.
- SAATY, Thomas L. (1990) *Decision Making for Leaders: The Analytic Hierarchy Process for Decisions in a Complex World*,

Pittsburgh, RWS Publications.

- SALDAÑA, Juan José (1984) “Presentación”, *Quiju Revista Latinoamericana de Historia de las Ciencias y la Tecnología*, 1, 1, 5-6.
- SÁNCHEZ, Pedro (1914) “Cartas Geográficas del desierto de Atacama”, *Revista Chilena de Historia y Geografía*, 4, 10, 198-208.
- SÁNCHEZ MANRÍQUEZ, Karin. (2006) “El ingreso de la mujer chilena a la universidad y los cambios en la costumbre por medio de la ley 1872-1877”, *Historia* (Santiago), 39, 2, 497-529.
- SANTORO, Calogero y LATORRE, Claudio (2009) “Propuesta metodológica interdisciplinaria para poblamientos humanos Pleistoceno tardío/Holoceno temprano, precordillera de Arica, Desierto de Atacama Norte”, *Andes*, 7, 13-35.
- SATER, William F. (1979) “Chile and the World Depression of the 1870s”, *Journal of Latin American Studies*, 11, 1, 67-99.
- SCHILLING, Tom (2013) “Uranium, geoinformatics, and the economic image of mineral exploration”, *Endeavor*, 37, 3, 140-149.
- SCHNEIDER, E. D. & KAY, J. J. (1994) “Complexity and thermodynamics: towards a new ecology”, *Futures*, 26, 6, 626-647.
- SCHNEIDER, Michel et BERGER, Xavier (1995) “Les recherches en habitat”, 69-84, en HERLÉA (1995).
- SCHUMACHER, E. F. (2001) “Problemas sociales y económicos que demandan el desarrollo de la tecnología intermedia”, en *Lo pequeño es hermoso, Volumen 1*, Madrid, Ediciones AKAL, 149-164.
- SCHURZ, William L. (1924/1925) “Communications in South America”, *Foreign Affairs, an American Quarterly Review*, 3:1/4, 624-636.
- SHAHEEN, Esber I. (1977) *Energy/pollution: illustrated glossary*, Chicago, Engineering Technology.
- SHARPE, Jim (2003:47) “Historia desde abajo”, 38-58, en: BURKE (2003).
- SHNEER, David (2010) “Picturing Grief: Soviet Holocaust Photography at the Intersection of History and Memory”, *The American Historical Review*, 115, 1, 28-52.
- SIGRIST, René (1995) “Les capteurs solaires de Horace-Bénédict de Saussure”, 107-126, en HERLÉA (1995).
- SILVER, R. S. (1970) *Desalination and its role in water supply / text by The United Kingdom Atomic Energy Authority*, London, British information Services by the Central Office of Information.
- SIMON, Josep & ZARZOSO, Alfons (2013) “Visual representations in science”, *Endeavor*, 37, 3, 121-122.
- SIMON, Josep y ZARZOSO, Alfons (2011) “Dossier Escola de Primavera Representacions visuals en ciència. Més que il·lustracions, imatges carregades de significat.” *Actes d'Història de la Ciència i de la Tècnica*, 4, 119-145.
- SINGER, Charles, HOLMYARD, E.J., HALL, A.R., and WILLIAMS, Trevos I. (1958:254) “The late nineteenth century, c. 1850 to c. 1900” *A history of technology*, Volume V, Oxford at the Clarendon Press.
- SLICHTER, Louis B., and TELKES, Maria (1942) “Electrical Properties of Rocks and Minerals”, en *Handbook of Physical Constants*, editado por Francis Birch and others. pp. 299-319. National Research Council,

- Geological Society of America, Special Paper, 36.
- SPENCER, L.C. (1989) "A comprehensive review of small solar-powered heat engines: Part I. A history of solar-powered devices up to 1950." *Solar Energy*, 43, 4, 191-196.
- STAUDENMAIER, John M. and SEELY, Bruce (2010) "In This Issue", *Technology and Culture*, 51, 1.
- STINE, Jeffrey & TARR, Joel (1998) "At the intersection of Histories, Technology and The Environment", *Technology and Culture*, 39, 4, 601-640.
- STONE, Lawrence (1971) "Prosopography", *Daedalus*, 100, 1, 46-79.
- STOREY, William K. ed. (1996) *Scientific aspects of European expansion*, Brookfield, Vt., Variorum.
- STRAUSS, Anselm y CORBIN, Juliet (2002) *Bases de la investigación cualitativa. Técnicas y procedimientos para desarrollar la teoría fundamentada*. Antioquia, Editorial Universidad de Antioquia.
- STRUM, Harvey (1984) "Eisenhower's Solar Energy Policy", *The Public Historian*, 6, 2, 37-50.
- STRUM, Harvey (1985) "The Association for Applied Solar Energy/Solar Energy Society, 1954-1970", *Technology and Culture*, 26, 3, 571-578.
- TALBERT, S.G.; EIBLING, J.A.; LOF, G.O.G.; WONG, C.-M. and SIEDER, E.N. (1970) *Manual on solar distillation of saline water; Research and Development Progress Report No. 546*, U.S. Department of the Interior, Contract No. 14-01-0001-1695.
- TAYLOR, Steven y BOGDAN, Robert (1988) *Introducción a los métodos cualitativos de investigación. La búsqueda de los significados*, Barcelona, Paidós Básica.
- TELKES, Maria (1951) "Future uses of solar energy", *Bulletin of the Atomic Scientists*, 7, 7, 217-219.
- TELKES, Maria (1953) "Fresh Water from Sea Water by Solar Distillation", *Industrial y Engineering Chemistry*, 45(5) (May) 1108-1114.
- TELKES, Maria (1956a) "Solar Stills Proceedings of the World", *Symposium. on Applied Solar Energy*, Menlo Park, California.
- TELKES, Maria (1956b) Research on methods for solar distillation, Res. y Dev. Progr. Rept. No. 13, for Office of Saline Water, Dec.
- TELKES, Maria, "Thermoelectric Couple", United States Patents 2,229,481 and 2,229,482. U. S. Patent Office, Official Gazette, January 21, 1941.
- THOMPSON, I. y ANGERSTEIN, D. (1997) Historia del ferrocarril en Chile. Dirección de Bibliotecas Archivos y Museos, Centro de Investigaciones Diego Barros Arana, Santiago, en GONZALEZ, Sergio (2010:88) "El cantón Bolivia o central durante el ciclo de expansión del nitrato" *Estudios Atacameños Arqueología y Antropología Surandinas*, N° 39/2010.
- TIÓ I SAULEDA, Salvador (2007) *Ferran i Paulí: La instantaneidad en fotografía*, Barcelona, Cátedra UNESCO de Técnica i Cultura.
- TONDA, Juan (1993) *El oro solar y otras fuentes de energía*, D.F. México, Fondo De Cultura Económica.
- TWOHILL, Nicholas (2010) "The British world and its role in the relationship between New Zealand and the southern cone countries of South America, 1820-1914", *Historia*, 43, I, 113-162.

- UNESCO (1957) *Utilisation des Eaux Salines. Compte rendu de recherches*, NS. 56, III 5 F, Paris, 77-79.
- UNRUH, Gregory (2000) “Understanding Lock-in Carbon”, *Energy Policy*, 28, 817-830.
- UNRUH, Gregory (2002) “Escaping carbon lock-in”, *Energy Policy*, 30, 4, 317-325.
- UNRUH, Gregory and CARRILLO-HERMOSILLA, Javier (2006) “Globalizing Carbon Lock-in”, *Energy Policy*, 34, 10, 1185-1197.
- USEROS, Ana y RENDUELES, César (2012) “Encontrarse en una ciudad. Los escritos políticos de Walter Benjamin.”, en BENJAMIN (2012).
- VALDÉS, Samuel (1886) *Informe sobre el estudio minero i agrícola de la rejón comprendida entre el paralelo 23 y la laguna de Ascotán presentado al Ministerio de Lo Interior*, Santiago de Chile, Imprenta Nacional.
- VALENTINES, Jaume (2012) *Tecnocràcia i catalanisme tècnic a catalunya als anys 1930. Els enginyers industrials, de l'organització del taller a la racionalització de l'estat*, Tesis doctoral Universitat Autònoma de Barcelona. Departament d'Història Moderna i Contemporània.
- VARAS, Augusto (1975) *El desarrollo industrial de Chile en la integración subregional andina. Notas para un análisis del proceso*, Santiago de Chile, Biblioteca FLACSO-Chile.
- VERBOVEN, Koenraad, CARLIER, Myriam, and DUMOLYN, Jan (2007) “A short manual to the art of prosopography”, en *Prosopography Approaches and Applications*, Unit for Prosopographical Research Linacre College, 35-70.
- VILCHES, Flora, REES, Charles y SILVA, Claudia (2008) “Arqueología de asentamientos salitreros en la Región de Antofagasta (1880-1930): síntesis y perspectivas”, *Chungará, Revista de Antropología Chilena*, 40, 1, 19-30.
- WEITZ, Eric D. (2007) *Weimar Germany: Promise and Tragedy*, New Jersey, Princeton University Press, 496.
- WHITE Jr., Lynn (1967) “The Historical Roots of Our Ecologic Crisis”, *Science*, 155(3767), 1203-1207.
- WHITE Jr, Lynn (1964) *Medieval Technology and Social Change*, Oxford, Oxford University Press, 194.
- WILLIAMSON, James y KHOSHAIM, Bakr (1982) *Solar storage: Proceedings of the third SOLERAS Workshop*, April, Jeddah , King Abdulaziz University.
- WORLD SYMPOSIUM on Applied Solar Energy (1956) *Proceedings of the World Symposium on Applied Solar Energy*, Menlo Park: Stanford Research Institute, 304.
- ZARZA MOYA, Eduardo (1991) *Desalinización de agua del mar mediante Energías Renovables*, Plataforma solar de Almería-CIEMAT, Atenas, Morris y Hanbury.
- ZARZA MOYA, Eduardo (1999) *Desalinización de agua de mar mediante Energías Renovables*, Plataforma Solar de Almería-CIEMAT, capturado en internet el 16 de abril de 2009 [online: dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/566687.pdf]

7 Anexos.

ANEXO 1

HARDING, Josiah (1883) “Apparatus for solar distillation”, *Minutes of the Proceedings*, 73, 2933, January, Institution of Civil Engineers, 284-288.

*(Paper No. 1933.)***“Apparatus for Solar Distillation.”**

By JOSIAH HARDING, M. Inst. C.E.

THE total absence of potable water in many parts of the world, to which the existence of valuable mineral deposits attracts a considerable population, has called for the invention of some artificial means of supplying this, the greatest of all the necessaries of life. Perhaps in no part of the world has more attention been given to the subject than in the northern part of Chile, “the desert of Atacama.” This region was traversed by Indian posts in the time of the Incas, the runners being supplied with water at various points on the road, with an immense expenditure of labour. The water was carried long distances, in large earthenware jars; and the inconvenience was reduced to a minimum by the care bestowed in laying out the roads, so as to take the greatest advantage of the fresh-water springs at the foot of the Andes. The quantity of water required was, of course, insignificant, and in no way compares with the difficulty of supplying a large number of men and animals, in districts far removed from even the small springs above mentioned.

It is probably about thirty years since the method of procuring fresh water from the sea by distillation was commenced. The original form of apparatus, and one that is even now largely in use, on account of its simplicity and small first cost, consisted merely of a Cornish boiler, the steam from which passed through a coil of wrought-iron pipes in an open tank, often of wood. Various improvements have been made from time to time, principally in the direction of enclosing the coils and conducting the steam given off to secondary, and thence to tertiary, condensers, similar to the apparatus designed by Dr. Normandy. The consumption of coal per unit of water in the original open condensers is usually about one-sixth, but with care and attention a ratio of one-eighth has been obtained; whereas, with several condensers and an air-pump on the last, a ratio of one-sixteenth is regularly obtained in daily work.

The apparatus for distilling fresh water from the natural water in Las Salinas, by the action of the sun’s rays, was designed by Mr. Charles Wilson in 1872. The primary causes which rendered

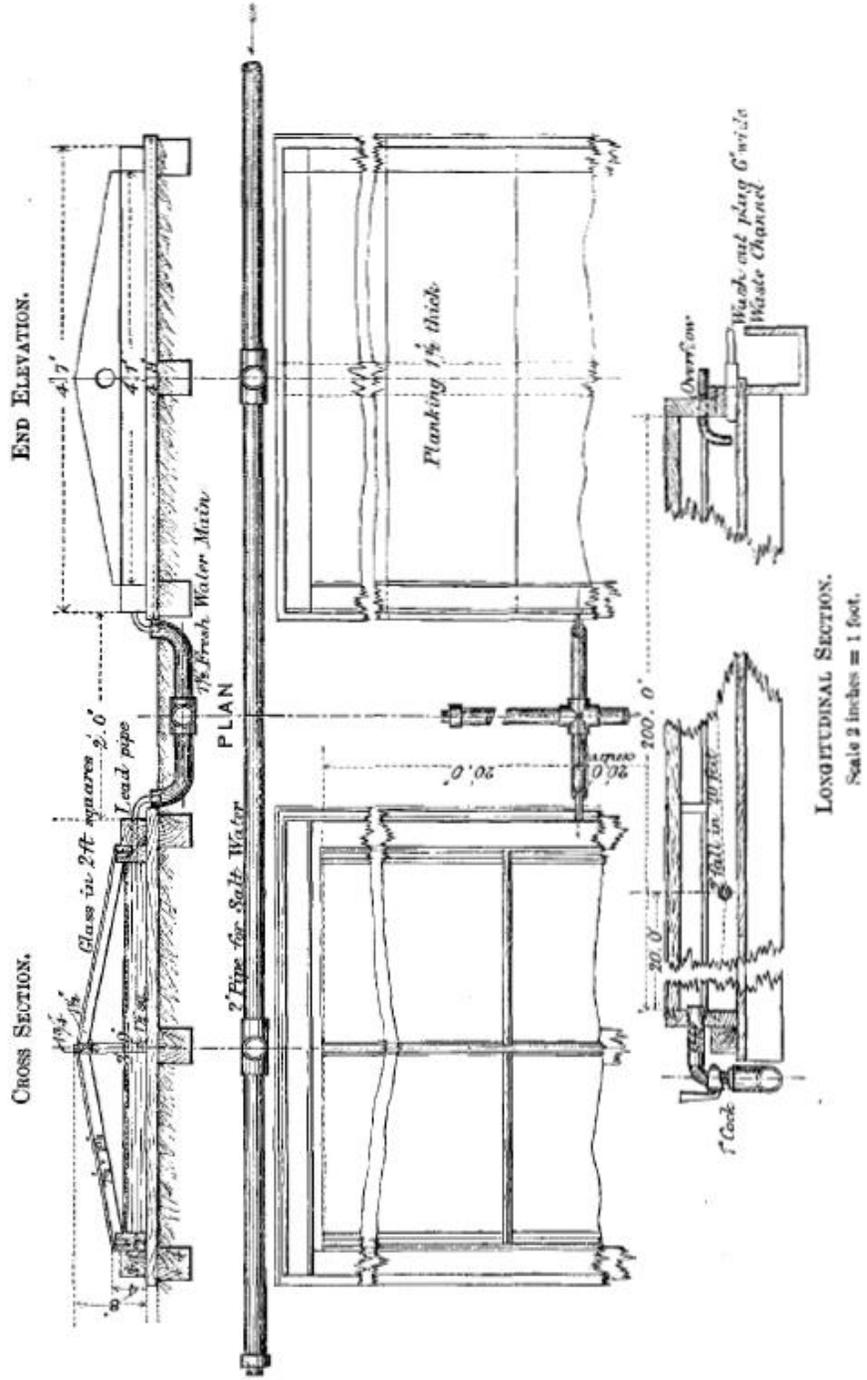
Papers.] HARDING ON APPARATUS FOR SOLAR DISTILLATION. 285

such an apparatus desirable were : the excessively bad quality of the water for use in a steam-boiler, as it contains about 14 per cent. of salts—the principal of which are chloride of sodium and the sulphates of lime, soda, and magnesia,—and the enormous freight on coals from the port. At the time when the apparatus was designed, the freight on coals was from \$3 to \$3½ per 100 lbs. Taking into consideration the loss on the road, and the expense of repairs to boilers, condensers, &c., the cost of the water was about 4 cents per gallon.

Las Salinas is situated about 70 miles inland from the port of Antofogasta, and is about half-way on the road to Caracoles, a great silver-district, requiring, when in full work, the employment of about eight hundred carts and four thousand mules, which passed through Salinas, on an average, about once a week. The site selected for the establishment was a smooth plain, with an inclination of about 1 in 100 towards the old watercourse, in which are the wells for salt water, and along which passes the cart-road. It was necessary to place the establishment at some distance from the road, to avoid the too constant covering of the glass from the clouds of dust raised by the carts.

The apparatus used at Salinas (see Diagram) consists essentially of a number of long shallow troughs, filled with water, and covered by a sloping glass roof. The water is evaporated by the sun's rays passing through the glass; the vapour is condensed on the under-surface of the glass, runs down to grooves cut in the wooden frame, and thence, by a system of pipes, to the fresh-water tank. There are in the establishment at Salinas sixty-four frames, each 200 feet long by 4 feet broad, giving a total area of 51,200 square feet of glass. Each frame is composed of two principal parts, the water-trough and the roof. The trough is constructed of three longitudinal sleepers, 4 inches by 4 inches, on which the planking (1½ inch thick) is laid. The sides are composed of timbers, bolted to the sleepers at every 6 feet, the whole being carefully jointed inside with putty, to render it perfectly watertight, and having an inclination of about 1 inch in the total length in the direction of the wash-out plug. The roof is constructed in ten lengths of 20 feet each. The sides are of pine, with the upper edge properly cut to receive the glass, and a groove for conveying the condensed water to the outlet-pipes, which are placed at the lower end of each section, the grooves having an inclination of 2 inches in 20 feet, in addition to the inclination of the trough. The end frames of the 20-foot sections of the roof, excepting those which coincide with the ends of the troughs, are carried down to a little

286 HARDING ON APPARATUS FOR SOLAR DISTILLATION. [Selected



Papers.] HARDING ON APPARATUS FOR SOLAR DISTILLATION. 287

below the water-level, to prevent the escape of vapour in the joint, there being, in fact, no outlet for the vapour, excepting by the small lead pipes which carry off the condensed water. The object of constructing the roof in sections is for facility of cleaning, two men being able to remove the sections. The ridge is supported by the end frames and intermediate uprights, resting on the bottom of the trough. The sash-bars are movable, not being attached to either the ridge or the side frames, so as to suit varying widths of glass.

The salt water is admitted by a 1-inch brass cock at the higher end of the trough, and for washing out there is provided, at the lower end, a wooden plug, 6 inches wide and $1\frac{1}{2}$ inch thick. There is also, at the lower end, an overflow-pipe, the point of which is turned down below the water, to prevent the escape of vapour. The salt water is pumped from the wells by a windmill into a tank at the upper end of the grounds, sufficiently large to contain about four days' supply. The water from the tank is distributed to the various troughs by a 2-inch wrought-iron pipe, with the necessary connections. The fresh water is collected from the small lead pipes into a $1\frac{1}{2}$ -inch wrought-iron pipe running between the troughs, and connecting with a 2-inch main-pipe at the end, which leads to the storage tanks. To increase the evaporation, the bottoms of the troughs are blackened with logwood and alum, and are washed out every second day, by running salt water through them.

When first set to work, the establishment produced daily, in summer, upwards of 5,000 gallons of fresh water, about equal to 1 lb. of water per square foot of glass; but after the opening of the railway the owners grew careless, and allowed the troughs to get out of repair, so that, through leakages and insufficient cleansing, the production gradually fell off to about one-half of the above. When not properly attended to, crystals of sulphate of soda and lime (Glauberite) form in the troughs, directly diminishing the production, and indirectly leading to loss by leakage when the crystallisation takes place between the planks, and so forces open the joints. When properly maintained, the cost of water, including interest on capital, renewals of glass, &c., amounted to less than 1 cent per gallon. The principal item of expense is the renewal of glass broken by whirlwinds, which are very frequent in the locality. The staff consists of a clerk, who keeps the accounts, sells the water, and manages the business generally; and of a glazier, and two labourers for cleaning and repairs, and at intervals a carpenter to restore the woodwork.

288 HARDING ON APPARATUS FOR SOLAR DISTILLATION. [Selected

The following defects have been found in the working of the establishment:—The frames being laid on the ground, it is difficult to discover a leak, and the wood in the sides of the roof, between the fresh-water groove and the salt water, is apt to crack in the part above the level of the salt water, and cause a loss of fresh water by its leaking back into the trough. The first defect could be remedied, at a moderate cost, by raising the longitudinal timbers on cross-sleepers placed 4 or 5 feet apart, and the second defect by lining the grooves with thin sheet-lead or tin. In the warm vapour under the glass, iron is very quickly destroyed. The temperature of the water in the troughs at noon (when the thermometer stands at 80° in the shade), is from 140° to 150° Fahrenheit. The distillation usually begins at about 10 A.M., and ends at about 10 P.M.

Some experiments were made, but very incompletely, to try the effect of warming the water in a boiler before it entered the troughs, especially for use during the night and early morning. From the little that was done, it appeared probable that good results might be expected; but, as upon the opening of the railway, the demand for water fell off, the owners of the distillery did not feel themselves justified in going to any further expense. On cloudy days the production is less than one-half, about 40 per cent., of that on sunny days. Cloudy days are, however, very rare.

The total cost of the establishment, with pumps, windmills, and tanks, was about \$50,000, or \$1 per square foot of glass. This is much more than it would have been if the glass had been ordered direct from England, as in that purchased on the coast the broken glass is more than 50 per cent. of the whole. The freight on the material was a very large item; but unfortunately no details of the expenditure of the capital exist. An approximate estimate of the cost of such an establishment, under similar conditions, would be about 80 cents for each lb. of water required daily.

Las Salinas is about 4,300 feet above sea-level, and, from experiments tried in various parts, it is found that the water produced per foot of glass increases with the height above the sea. On the coast the production is about 25 per cent. less than in Salinas, probably in some degree owing to the greater number of cloudy days.

The communication is accompanied by a tracing, from which the wood-block has been prepared.

ANEXO 2

WILSON, Charles (1884) “The Wilson solar evaporator”, Scientific American Supplement, N° 428, 15 de marzo, 6828.

rapidity of about twenty shots per minute, but the time required, if the shots are carefully aimed, is far greater. The following are the principal dimensions:

Caliber	37 mm.	1.46 in.
Length of bore (30 calibers)	740 mm.	29.14 in.
Number of grooves	12	12
Depth of grooves (uniform)	0.4 mm.	0.016 in.
Width of lands (uniform)	2 mm.	0.08 in.
Pitch of rifling (in calibers)	29.9	29.9
Angle of rifling	6 deg.	6 deg.
Weight of gun	33 kilos.	72.9 lb.
Length of gun without the stock	840 mm.	33.08 in.
Total length of gun with the stock	1140 mm.	3 ft. 8.88 in.
Weight of pivot and socket	25 kilos.	55 lb.
Ammunition.		
Total weight of shell charged and fused	450 gr.	15.84 oz.
Bursting charge	22 gr.	0.77 oz.
Length of projectile	33 mm.	1.30 in.
Charge of powder	80 gr.	2.8 oz.
Weight of metallic cartridge case	95 gr.	3.34 oz.
Total length of complete cartridge	167 mm.	6.57 in.
Total weight of complete cartridge	630 gr.	1.2 lb.
Initial velocity with ordinary French Ripault cannon powder	402 m.	1318 ft.

The manipulations for loading and firing are: 1. The lever handle is thrown down by pressing with the thumb of the right hand. 2. The cartridge is inserted with the left hand. 3. The lever is returned to place with palm of the hand, which raises the block to its proper position, when the gun is ready for fire. After firing, the lever is thrown down sharply, and the empty cartridge shell is thrown clear of the gun.

The manner in which the gun is fitted on the torpedo boat will greatly depend on the construction of the vessel, but in most cases placing it on the conning tower appears the easiest and best, as nothing else is necessary but to bolt the socket on the top of the tower. The gunner is fairly protected by the conning tower and the mounting of the gun itself against the enemy's fire. On the second-class torpedo boats, the single barrel rapid firing gun can usually be mounted sufficiently high so as to clear the funnel, thus giving an all round fire. A light grating is then necessary for the gunner to stand upon so as to give him the necessary height to work the gun. This arrangement has been tried in Denmark and Austria with entire success, and is shown in Fig. 11.

In the first-class and larger boats where the funnel is placed about the conning tower, and too high to be cleared by the gun, it will often be found advisable, so as to obtain a fore and aft fire, to use a pair of single barrel guns, one mounted on each side of the vessel, an arrangement adopted by the Russian and Victorian (Australia) navies, but this manner of placing the guns would only be practical on large torpedo boats, as it requires columns fitted like boats, davits, which can be dismantled if necessary, and small hinged gratings projecting over the sides of the boat for the men to kneel upon to work the guns. The total of fittings in this case would make about 150 lb. additional weight for each gun. (See Figs. 12 and 13.)

By mounting one of the guns on each side of the conning tower, instead of on special columns, a fore and aft fire can be obtained with less weight than in the preceding case, as the socket for the gun pivots can be fitted direct to the sides of the conning tower, and its strength can be utilized for absorbing the action of recoil (Fig. 14).

In large torpedo boats, the revolving cannon will be best mounted on the conning tower as shown in Fig. 15.

The number of rounds of ammunition for each gun will naturally be greatly affected by the total weight considered possible for the boat to carry without too great a loss of speed. The time any torpedo boat would be able to use its gun will be extremely short, and therefore no doubt 120 rounds per gun would be sufficient, particularly for the boats attached to the larger vessels, in which case the replenishment of ammunition is comparatively easy.

The total weight of gun, ammunition, etc., would be distributed as follows for a single barrel Hotchkiss gun:

	Kilos.	Lb.
Weight of 37 millimeter single barrel rapid firing gun	34	74.8
Weight of universal pivot for same	15	33
" " socket and fastenings	10	22
" " accessories and reserve parts	7	15.4
120 rounds of ammunition, each 630 gr.	75.5	166
Two steel plate ammunition chests, each to carry 60 rounds, each 10 kilos 250 gr.	20.5	45.1
Total	162	

THE WILSON SOLAR EVAPORATOR.

To the Editor of the Scientific American:

In the SUPPLEMENT of the SCIENTIFIC AMERICAN, No. 405, page 6491, I have had the pleasure of reading a fair description of an apparatus invented by me, and established at Salinas, Antofagasta, on the coast of Bolivia, for the conversion of salt water into fresh by the action of the sun's rays. Allow me to state that the said establishment, although not now in my possession, is still in good working order, and produces the same quantity and quality of fresh water as it did when first established. It has now during the eleven years of its existence, saved to posterity the not insignificant amount of upward of sixteen thousand tons of coal, which otherwise would have been consumed had the old boiler establishments remained that were on the spot when this invention was successfully planted.

I also take the liberty to ask, and should be happy to learn through the columns of the SCIENTIFIC AMERICAN, if any prior invention of a similar nature has ever been recorded, or if the above mentioned apparatus is the first that practically has made use of the sun's rays to supply a want that otherwise could only have been obtained by the use of a combustible.

Very respectfully yours,
 CHAS. WILSON,
 Late of Brooklyn, N. Y.
 Iquique, Peru, 3d December, 1883.

A \$2,000 HOUSE.

We give plans and elevations of a Western cottage designed by D. S. Hopkins, architect, Grand Rapids, Mich.

"The plan," he says, "is one that generally pleases the people of this section, and is admirably adapted to their wants. I built this house during the past season for a speculator, under contract for \$1,740, without plumbing. I call it a \$2,000 house, however, as the contractor says it can not be built for much less. It is of a semi-colonial style—not so much so, perhaps, as some of the houses East, but I think more pleasing, and certainly more adapted to the climate of this State. —Builder and Wood-Worker."

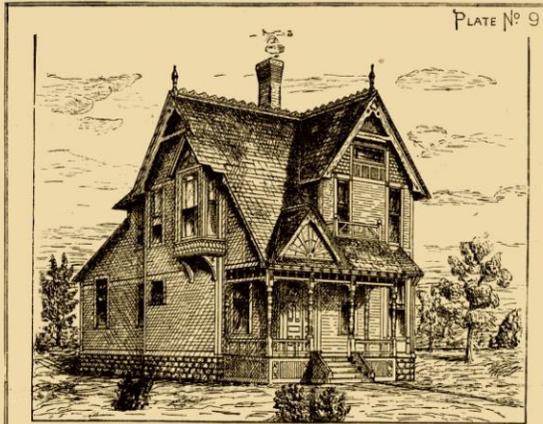
THE NEW HOUSE OF PARLIAMENT IN VIENNA.

By removing the walls that formerly surrounded the center or old part of the city of Vienna, an enormous tract of land was made available as building plots, and the Austrian Government, as well as the municipality and citizens of Vienna, have availed themselves of the opportunity of making the city one of the finest in the world, by erecting ornamental and handsome edifices on the Ring Strasse, which forms a circle in the heart of the city, in place of the old fortress walls.

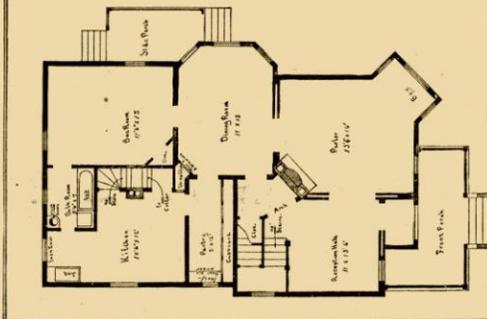
Among some of the handsome buildings erected here are the Votive Church by Ferstel, the Museum of History and the Museum of Natural Sciences by Semper

above mentioned square buildings the two assembly halls are located, one for the House of Lords, and the other for the House of Representatives. In front of the building two curved inclined approaches are arranged, which lead from a point near the end pavilions to the central portico, to serve as carriage driveways. The columns and ornamentation on the front are all in the Corinthian style, and the outer appearance of the building is so arranged that it distinctly shows the arrangement of the interior.

In the central part of the building, the front of which is formed by the portico, is a vestibule corresponding to the porches of the Greek temples, which contains the staircase which leads to the first story from the sub-story. Beyond the vestibule a grand hall for State festivities is arranged, which is decorated most lavishly. It is a temple 134 feet long, 75 feet wide, and 41 feet high; the roof is supported by two rows of twelve columns, each 29 feet high, and consisting of a monolith of red marble provided with a gilt capital. The columns form a passage 28 feet wide around the hall in the same manner as in a hypæthral temple. The walls are covered with bluish gray Pavonazzo marble, and the floor is formed of polished light gray tiles, each surrounded by a red border. The columns support a highly ornamented lacunar ceiling, provided with numerous sky-lights, and the naos is provided with a glass roof ornamented with iron branches, which is a substitute for the open naos of the Grecian temples. Below the ceiling is a frieze 28 feet long painted in encaustic colors on a gold ground, representing the



D. S. Hopkins, Arch't.
 Grand Rapids, Mich.



A \$2,000 HOUSE.

and Hasenauer, the University, in the Renaissance style, by Ferstel, the Gothic Town Hall by Schmidt, the New Court Theater, and finally the new House of Parliament, designed by and erected under the supervision of the well-known architect Theophil von Hansen. Von Hansen has made the Greek style of architecture a specialty, and by his last great work, the above mentioned House of Parliament, he has given ample proof that a building of this kind can be erected as well in the Grecian style of architecture as in the Renaissance and Gothic, which styles have usually been employed in such buildings heretofore.

The new House of Parliament is 468 feet long, and 440 feet wide. The building is only one story high, but is provided with a very high sub-story or basement of rustic masonry work, which gives the entire building a massive and imposing appearance. In the middle of the building a grand portico crowned by a pediment is erected, which contains twelve columns arranged in two rows, the columns being 40 feet high. At both sides of the portico wings are erected, the facades of which are formed of upright columns supporting the entablature, between which columns windows are arranged. The end pavilions are each provided with a portico supported by six columns, and behind the same square buildings are erected, which are crowned by attics ornamented with sculptures and figures. The corners are highly ornamented by means of niches, and support bronze choriots drawn by horses, which are driven by Goddesses of Liberty carrying the chariots. At each end of the building a porte cochère supported by caryatides is arranged. In the

history of mankind. The beauty of the proportions, the brilliancy of the material, and the combined influences of the design in general and the beauty of execution produce an effect that is grand and marvelous. This central hall forms the heart of the structure, and is to be used for State occasions, for instance when the Emperor is to meet his Peers and Representatives, etc.

The halls for the Peers and Representatives are arranged as semicircular amphitheatres; the straight wall behind the President's chair or desk is ornamented by porticoes of four columns, between which niches and spaces for pictures and statues are arranged; the semicircular side is provided with two galleries supported by eighteen Herms of white marble. Each hall is provided with a glass roof, the pediment the hall for the Representatives being ornamented, but the hall of the Peers is left plain, according to their wishes. Besides the above mentioned rooms, reading rooms, restaurants, libraries, and other rooms for clerks, etc., are arranged in different parts of the building. All parts are painted or otherwise ornamented in color. Mr. Hansen desires to give the facade throughout a polychromatic ornamentation, but it is doubtful whether his wishes will be carried out or not. Several parts of the front have been ornamented in this manner, and seem to verify his statement that the building will only be complete, and will produce the effect desired, only when provided with this polychromatic ornamentation.

The cut given opposite is taken from the *Illustrirte Zeitung*.

THE WILSON SOLAR EVAPORATOR.

To the Editor of the Scientific American :

In the SUPPLEMENT of the SCIENTIFIC AMERICAN, No. 405, page 6461, I have had the pleasure of reading a fair description of an apparatus invented by me, and established at Salinas, Antofagasta, on the coast of Bolivia, for the conversion of salt water into fresh by the action of the sun's rays. Allow me to state that the said establishment, although not now in my possession, is still in good working order, and produces the same quantity and quality of fresh water as it did when first established. It has now during the eleven years of its existence, saved to posterity the not insignificant amount of upward of sixteen thousand tons of coal, which otherwise would have been consumed had the old boiler establishments remained that were on the spot when this invention was successfully planted.

I also take the liberty to ask, and should be happy to learn through the columns of the SCIENTIFIC AMERICAN, if any prior invention of a similar nature has ever been recorded, or if the above mentioned apparatus is the first that practically has made use of the sun's rays to supply a want that otherwise could only have been obtained by the use of a combustible.

Very respectfully yours,

CHAS. WILSON,

Late of Brooklyn, N. Y.

Iquique, Peru, 3d December, 1883.