

# El cemento Portland (1)

(Conclusión)

## II. EL CEMENTO PORTLAND EN CHILE.

### A.—RESEÑA HISTORICA Y ESTADISTICA

Desde los primeros años de la Colonia hasta fines del siglo XIX, las construcciones importantes de Chile usaron cal como adhesivo de la piedra o del ladrillo en las albañilerías. Las construcciones corrientes y las modestas emplearon el adobe ya sea sólo o en tabiques con estructura de madera; en el Sur predominó la construcción de madera. Santiago se aprovisionó de cal en Maipú, Lo Prado, Lonquén, Calera de Tango, Polpaico y otras minas.

A fines del siglo pasado, y principios del presente, se usó en Chile, además de la cal, el cemento romano, importado de Inglaterra o de EE. UU.; su uso se limitó a obras delicadas o de lujo. En La Calera se instaló una fábrica de cemento natural que trabajó poco tiempo.

A principios del siglo XX en Chile se empezó a usar en pequeña cantidad, el cemento Portland importado. El terremoto de 1906, junto con demoler gran parte de Valparaíso, despertó a los chilenos del sueño colonial en que vivían y les hizo pensar en el cemento Portland y en el concreto armado, cuya técnica ya había adquirido suficiente madurez en Europa y en EE. UU. En esa época se proyectaba además de la reconstrucción de Valparaíso, la construcción del puerto naturalmente a base de cemento Portland.

#### I.—LA SOCIEDAD FÁBRICA DE CEMENTO DE "EL MELÓN"

En estas circunstancias, un grupo de chilenos de clara visión y de espíritu progresista, los Sres. Rafael Ariztía, Juan Brown y José Cortés, se propusieron crear una primera fábrica chilena de cemento Portland financiada principalmente a base de sus propios capitales.

Por Decretos Supremos de 13 de Julio y 15 de Septiembre de 1906, fué declarada legalmente instalada la Sociedad Fábrica de Cemento de "El Melón". Durante los 38 años de existencia han sido sucesivamente sus presidentes los señores Rómulo Soruco, Rafael Ariztía, Guillermo Förster, Adolfo Eastman y Gustavo Muñoz (actual), y gerentes los señores Carlos Barroilhet, P. H. Ipsen, Walter Galloway y Enrique Ariztía (actual).

Con un capital inicial de \$ 1.700.000 la Sociedad ha ido ampliando prudente y progresivamente el volumen de sus operaciones hasta su capital actual de \$ 120.000.000 que con fondos de reserva asciende a \$ 301.292.342.

(1) En la primera parte de este trabajo, publicada en los Anales de Septiembre, figuran los siguientes errores tipográficos:

Pág. 251, línea 28, dice *Eris*, debe decir *Erie*.

Pág. 255, línea 11, dice 1889, debe decir 1899.

La fábrica fué construída en La Calera por la firma danesa especialista en fábricas de cemento F. L. Smidth & C<sup>o</sup>., de Copenhagen. Su capacidad inicial de 40.800 toneladas anuales, ha sido aumentada en sucesivos ensanches hasta su capacidad acual de 425.000, tons. nominales. Como capacidad práctica el promedio de los últimos 5 años ha sido de 365.000, tons./año. Actualmente está terminando otro ensanche que elevará su capacidad práctica a una cifra próxima a 500.000 tons./año. Hasta 1920 el personal técnico fué principalmente danés, de la citada firma F. L. Smidth & C<sup>o</sup>. Desde entonces ingenieros chilenos fueron reemplazando a ese personal, y desde hace alrededor de 20 años, esta industria es manejada exclusivamente por técnicos nacionales, habiendo tenido a su cargo la administración general sucesivamente los ingenieros Sres. Enrique Ariztía y Enrique Delgeon, y como jefes de sección los ingenieros Sres. J. Calvo, C. Valenzuela, R. Mateluna, E. Simián, E. Drouilly y otros. Como consultores en diversos ramos han actuado el Dr. J. Brüggén, Ings. H. Edwards, L. Monge y otros. Actualmente, en la diversas faenas, la Sociedad ocupa alrededor de 2.200 hombres, incluyendo empleados y obreros.

La primitiva fábrica trabajó con calizas de 80% provenientes del yacimiento contiguo a la Estación El Melón, y con arcillas de diversas partes. Más tarde se reemplazaron estas arcillas por caliza arcillosa de La Calera (70-74%) mezclada con las de El Melón, mezcla natural adecuada de calizas arcillosas; finalmente una vez agotadas las minas de "El Melón", en 1931 se cambió la explotación de caliza de alta ley a las de "El Navío" (84%), situadas a 4 Kms. de la Estación El Melón y a 16 Kms. de la fábrica. Actualmente proporcionan la materia prima las minas de El Navío y las de La Calera. Todas las calizas se explotan por minas usando el método de salones y pilares. La explotación diaria de ambos grupos es del orden de 2.000 Tns. de piedra caliza con una ley de 77% como promedio general.

Las materias primas se preparan por el procedimiento seco. Hasta hace dos años, se usaba la energía eléctrica de la Cía. Chilena de Electricidad Ltda. derivada a 42.000 volt de la subestación de Las Vegas. Desde 1942 la Sociedad consume energía propia de la central hidroeléctrica de "Los Quilos" ubicada al Oeste de Río Blanco (Aconcagua) la que suministra la totalidad del consumo de la Sociedad y entrega el exceso de energía a la Cía. Chilena de Electricidad Ltda.

Se usa como combustible carbón mineral, mezcla de carbones pesados de Lota o Schwager y de carbones livianos de Lirquén, empresa controlada por la Soc. El Melón y por la Cía. de Refinería de Azúcar de Viña del Mar.

La Sociedad produce cuatro tipos de cementos Portland: el "Melón Corriente", principal producto cuyo precio actual es de \$ 23,26 por saco de papel de 42,5 Kgs. puesto sobre carro F. C. en la fábrica; "Melón Impermeable", \$ 27.—; "Super Melón" de alta resistencia, \$ 34.— y "Cemento Blanco" \$ 4,50 por Kg. Además de los cementos, la Sociedad fabrica cales corrientes y cales finas, y en el ramo de abonos fabrica el "Fosfato Melón" con apatitas de sus yacimientos en la provincia de Coquimbo y "Carbonato de Calcio Melón".

Desde su creación hasta fines de 1943, la Sociedad "El Melón" ha producido alrededor de 5.000.000 de Toneladas de cemento Portland, totalmente empleado en obras nacionales. Ha contribuído en forma efectiva al progreso de Chile y es un exponente honroso digno de imitarse de la iniciativa chilena, como asimismo de la capacidad de sus hombres de negocios y de sus técnicos y de la eficiencia de los operarios nacionales.

## 2.—ESTADÍSTICAS PASADAS.

Durante los últimos 32 años (1912-1943 ambos inclusivos) Chile ha consumido un total de 6.551.427 toneladas de cemento Portland de las cuales 5.009.383 tons. han provenido de la Fábrica "El Melón" y el resto, 1.542.044 tons. han sido importadas de diversos países de Europa, EE. UU., Argentina y Japón.

El Gráfico III exhibe las curvas de consumo, producción e importación desde 1922-1943. Ahí puede verse el consumo creciente hasta 1929 época de bonanza en todo el mundo; a esta época siguió la crisis mundial de 1931-32. A partir de esa crisis, el consumo nacional de cemento recuperó con creces el régimen anterior. Desde 1932 hasta 1939 la producción de Melón alcanzó a satisfacer la demanda creciente.

Desde 1939 hasta este momento se observa una aguda escasez de cemento en el país; por una parte, el aumento anual de necesidades ha sobrepasado la capacidad productora de la Soc. El Melón, que, como máximo fué de 385.082 Tons. en 1940 y en promedio es de 365.000 Tons. (1939-1943); por otra parte, la desvalorización de nuestra moneda y los altos fletes colocan al cemento importado a precios que resultan prohibitivos, motivo por el cual las importaciones se han reducido a un mínimo.

Somos poco previsores, y sólo cuando estamos ahogados por un problema empezamos a estudiar su solución. Así ha pasado con el cemento. Desde 1939 se han creado diversas comisiones especiales para estudiar las soluciones de este problema que es bien grave, y cuya solución no admite mayores esperas.

Con respecto al crecimiento vegetativo del consumo pasado de cemento en Chile, las comisiones han estado de acuerdo en considerar como época adecuada de estudio, el período 1922-1939, por varias razones. Antes de 1922, el consumo fué incipiente y errático; después de 1939 el consumo no traduce las necesidades ni la demanda, que han sido muy superiores; además, el citado período comprende las mayores bonanzas y crisis por que ha atravesado la economía nacional.

Considerando los consumos de los años 1922 y 1939, extremos de este período, se deduce un crecimiento medio vegetativo igual al 8,5% acumulativo anual, índice que las comisiones han estado de acuerdo en aceptar como legítimo aunque es bastante inferior al promedio compensado, según puede verse en el Gráfico III. Por lo demás, el índice aceptado es análogo al que arroja el crecimiento vegetativo de otros consumos esenciales como gas, carbón, electricidad y otros.

Otro dato de interés que revela la estadística es, con respecto a las variaciones estacionales de la demanda, la relación entre el mes de mínima demanda y el término medio mensual deducido del consumo anual. La observación de la estadística mensual destaca al mes de Junio como mínimo en casi todos los años; el promedio de los años 1937-1940 establece que en el mes mínimo, la demanda equivale al 81% del promedio mensual del año.

En obsequio a la brevedad, no expondré otras conclusiones de menor importancia que se deducen del estudio estadístico de los consumos de cemento Portland en Chile en períodos pasados.

## B.—SITUACION ACTUAL.

Hemos dicho que desde 1939 la situación en Chile es de suma escasez de cemento Portland, situación que es pública y notoria. Numerosas obras se paralizan por esta causa; las oficinas de distribución de cemento se ven concurridas por muchedumbre de consumidores que necesitan mayores cantidades que las dis-

ponibles; aparte de esto, muchas obras no se incian sólo por el temor de tener que paralizarlas por falta de cemento.

En estas circunstancias, desde hace varios años el cemento no es un artículo de libre adquisición en Chile; su distribución es controlada por la Junta de Racionamiento de Cemento, la que sólo autoriza las prioridades de entregas después de clasificar la importancia relativa de los distintos pedidos de cada mes. Sólo con estas autorizaciones, la Compañía Distribuidora Nacional (Codina) que es agente de distribución del cemento Melón, puede entregar cemento a los consumidores. Para consumos pequeños, la Comisión de Racionamiento autoriza reducidas entregas a determinados depósitos subagentes que venden al detalle.

Para tener una idea del déficit de cemento en el presente año, cifra que es imposible de aquilatar directamente, el Ing. señor Rafael Guzmán, delegado de la Dirección de Obras Públicas en la Comisión de Racionamiento del Cemento, en informe de 5 de Julio 1944, presentado al Director de Obras Públicas hace el siguiente atinado raciocinio: la demanda mensual mínima en el presente año ha sido la de Junio con 910.000 sacos (38.675 Tons.); comparando con las variaciones estacionales de otros años deduce como demanda media mensual del presente año la de 48.344 Tons. y como demanda anual para 1944 la de 580.128 Tons.; como la capacidad media efectiva de El Melón es de 365.000 Tons. el déficit del presente año sería de 215.000 Tons.

La Sociedad El Melón tiene avanzado la instalación de un ensanche cuya capacidad práctica será de 120.000 toneladas anuales, el que empezaría a funcionar a fines del presente año; de manera que no alcanzará a reducir el déficit previsto para 1944. Se ha autorizado la importación de 900.000 sacos (38.250 Tons.); el precio resultante es de \$ 56, por saco, mientras el precio del cemento nacional es de \$ 23.26 en La Calera; operación tan onerosa, por un valor de \$ 50.000.000, sólo se justifica por los perjuicios que ocasionaría no disponer de esta cantidad de cemento, que representa sólo un 17% del déficit previsto para el presente año. Estas cifras dan una idea de la magnitud y de la intensidad de la actual crisis de cemento Portland en Chile y de los trastornos económicos graves que acarrea.

### C.—CALCULO DE NECESIDADES FUTURAS

Con el conocimiento de la estadística pasada, de las tendencias actuales y de los factores extraordinarios de consumos, se hará el cálculo de necesidades futuras de cemento Portland en Chile. La estadística pasada ha sido analizada más atrás.

#### 1.—TENDENCIAS ACTUALES.—CRITERIO PARA CALCULAR NECESIDADES FUTURAS.

Chile es un país que debe llegar a ser gran consumidor de cemento Portland.

Por una parte, la actividad sísmica en todo el territorio, el clima lluvioso de la parte más poblada y la estructura arcillosa de sus suelos, son factores físicos que imponen edificación asísmica y caminos pavimentados como necesidad y no como lujo.

Por otra parte, las leyes de previsión social chilenas a través de las respectivas Cajas, capacitan a todo hombre de trabajo para construir su propia casa aunque no disponga de capital alguno. Estas leyes, dictadas hace 20 años, han empezado ya a producir sus frutos bien visibles, en barrios enteros y poblaciones nuevas totalmente edificadas por empleados sin medios de fortuna. El standard de vida medio de Chile ha cambiado más en los últimos 20 años que en el resto de los 400 años de existencia de Santiago. Y en lo que a la habitación se refiere, esta evolución,

lejos de estar confinada a los privilegiados de la fortuna, se observa especialmente en las habitaciones de empleados y obreros.

Hemos visto que en Chile se han consumido en 30 años alrededor de 6.500.000 Tons. de cemento Portland; vemos en las principales ciudades algunas grandes construcciones de concreto, barrios enteros de edificación moderna; vemos las calles y algunos caminos pavimentados. A primera vista parece que esto fuera mucho; y, observado con ligereza podría pensarse que de las necesidades potenciales de cemento del país, una gran parte hubiera ya sido satisfecha.

Sin embargo la realidad es muy distinta.

Sin considerar las construcciones antiguas, deficientes y peligrosas o que faltan por hacer, tanto en obras públicas como particulares, existe un déficit de viviendas en Chile que en 1932 se estimó de 300.000 habitaciones, con un aumento anual de 12.000 habitaciones. Podemos observar que en los suelos más valiosos de Chile, es decir, en el Centro de Santiago, por cada edificio moderno, quedan varios edificios antiguos, en su mayor parte ruinosos; en provincias el caso es tanto o más visible que en Santiago; en el Sur de Chile se ven muy contados edificios de concreto, siendo la casi totalidad de madera. Los terremotos y los incendios nos obligan a ver lo que falta por hacer con cemento Portland en Chile.

En el rubro de pavimentación, sólo se ven las calles de las principales ciudades y algunos caminos de lujo de la Zona Central con pavimentación adecuada. Estos caminos sólo son muestras de lo que debe ser a lo menos la red caminera primaria de Chile, en especial de la Zona Austral. Sobre un total de 44.770 Kms. de caminos en Chile, hay sólo 1.022 Kms. de caminos pavimentados, o sea el 2.3%.

Este ligero cuadro demuestra que lo que se ha hecho en Chile con cemento Portland es poca cosa comparado con lo mucho que queda por hacer.

Las consideraciones anteriores, y otras que se omiten en obsequio a la brevedad llevan a la conclusión de que la tendencia futura en cuanto a crecimiento vegetativo del consumo de cemento en Chile es de aumento con respecto al pasado durante un período largo de tiempo.

Como estimación moderada, todas las comisiones han aceptado para el cálculo de las necesidades normales u ordinarias en el futuro, las que derivan de aplicar el mismo índice pasado de crecimiento aceptado, como se dijo, en 8,5% acumulativo anual. El Gráfico III muestra la prolongación de esta curva hasta 1952.

Además del consumo ordinario fijado en esta forma, existen a la vista los consumos extraordinarios de importancia, el Plan Extraordinario de Obras Públicas, el Plan de Defensa Nacional, los programas de habitaciones populares, la reconstrucción de las provincias del Sur en lo que bien poco se ha hecho, el déficit acumulado durante los años de escasez de cemento, y muchos otros rubros; en conjunto representan necesidades extraordinarias importantes que deben sumarse al cálculo de necesidades normales previsible.

Además, debe tenerse muy presente el hecho de que el consumo de cemento dentro de ciertos límites no es previo a la instalación de una fábrica sino consecuencia de ella. En otros términos, la instalación de una fábrica crea un consumo regional absolutamente nuevo por razón de la facilidad en adquirirlo y llevarlo a la obra. Este fenómeno es general a casi todas las industrias y elementos esenciales.

En resumen, las tendencias ordinarias actualmente previsible, estimadas muy moderadamente, consisten en un aumento vegetativo ordinario de 8,5% acumulativo anual; a este régimen hay que agregar una cuota anual para consumos extraordinarios superior a 150.000 toneladas anuales, durante un largo período.

Aparentemente este criterio puede ser objetado en el sentido de que posibles crisis harían rebajar las cifras así calculadas.

A este respecto no hay que olvidar que la cesantía, derivada de crisis generales, exige para absorberla la ejecución de obras que son genuinas consumidoras de cemento; y en todo caso, la experiencia demuestra que a cada crisis sigue una reacción que compensa con creces las transitorias disminuciones de demanda.

Por lo demás, la capacidad de la industria debe estar calculada para satisfacer a lo menos la demanda media previsible. Si sólo se calculara para satisfacer las demandas mínimas, el país sufriría de escasez durante casi todo el tiempo, con grave perjuicio para su economía y su progreso. Esta situación es la que vive el país desde 1939. Si, al contrario, se calculara la capacidad de la industria para satisfacer las demandas máximas, los productores resultarían relativamente perjudicados porque sólo en pocos momentos trabajaría la industria a plena carga; al calcular la capacidad para las necesidades medias preVISIBLES, se adopta una posición justa y equitativa desde todo punto de vista.

Por sobre todo, debe tenerse presente que el régimen de sobreproducción en períodos limitados es el más eficaz factor de estímulo para que los industriales se preocupen seriamente de rebajar sus costos de producción y mejorar la calidad de sus productos a fin de afrontar eventuales competencias.

## 2.—CÁLCULO DE NECESIDADES FUTURAS.

Aplicando el criterio recién establecido a las tendencias explicadas en el párrafo anterior, se deduce el Cuadro V.

Para basar este cuadro en cifras moderadas, se ha reducido la cuota para necesidades extraordinarias (Columna D) a cantidades que fluctúan entre 40.000 y 60.000 Tons. anuales.

CUADRO V.—Necesidades futuras de cemento Portland en Chile.

Años	A. Cifras base	B=0,085 A. Crecimiento vegetativo	C= A + B. Necesidades Ordinarias	D. Necesidades Extraordin.	E = C + D. Necesidades totales.
	Tons.	Tons.	Tons.	Tons.	Tons.
1944.....	565.000	(Informe 4 Julio-944 Ing. Sr. R. Guzmán)			565.000
1945.....	565.000	48.000	613.000	40.000	653.000
1946.....	613.000	52.000	665.000	50.000	715.000
1947.....	665.000	57.000	722.000	60.000	782.000
1948.....	722.000	61.000	783.000	60.000	843.000
1949.....	783.000	67.000	850.000	60.000	910.000
1950.....	850.000	72.000	922.000	60.000	982.000
1951.....	922.000	78.000	1.000.000	60.000	1.060.000
1952.....	1.000.000	85.000	1.085.000	60.000	1.145.000

Con los valores de la última columna se ha construído en el Gráfico III la curva "Necesidades futuras calculadas en 1944".

Todas las comisiones e instituciones que han estudiado la cuestión están prácticamente de acuerdo en establecer como programa de la futura industria nacional el de llegar en conjunto a *la capacidad efectiva de 1.000.000 de toneladas anuales en 1950.*

### 3.—ANÁLISIS DE LOS MERCADOS NACIONALES DE CEMENTO.

Establecida en forma global para todo el país las necesidades de cemento pre-  
visibles, 1.000.000 de toneladas anuales para 1950, para seguir en un orden lógico, es indispensable analizar en seguida los mercados parciales previsibles que en conjunto absorberán ese tonelaje o, en otros términos, el porcentaje probable que cada provincia representa dentro de ese total.

He observado que este punto por lo general ha sido subestimado, quizás por no atribuírsele importancia. Esto proviene de que en Chile nos hemos acostumbrado a aceptar como natural y lógico el que una sola fábrica atienda el abastecimiento de todo el país y en casos, a que se importe cemento Portland desde cualquier país, Argentina, EE. UU., Japón, Inglaterra, Alemania, Noruega, Yugoslavia, etc. Este criterio es errado, especialmente en Chile.

Se dijo más atrás, que el cemento es un artículo sedentario que no debe recorrer largas distancias. La importación de cemento debe desecharse en principio y sólo debe ser aceptada como resolución transitoria y eventual para satisfacer cortos déficits de demandas "peak". En este orden de ideas, no sólo cada país, sino cada mercado parcial debe tener su fábrica propia, siempre que alcance a justificarla y siempre que no perturbe el ejercicio económico de las demás.

Este concepto rige con especial fuerza en el caso de Chile, debido a su forma singularmente alargada y al alto costo de transportes no sólo terrestres sino marítimos, incluyendo las operaciones en puertos. Estas peculiaridades de nuestro país imponen aquí con especial fuerza la necesidad de estudiar el mayor fraccionamiento posible de mercados de cemento con sus respectivas fábricas.

Para este objeto he estudiado los consumos detallados por provincias en cada mes de los años 1937-38-39-40 y he deducido el porcentaje del total correspondiente a cada provincia y la variación estacional de la demanda de cemento. La observación de las estadísticas indica que los coeficientes respectivos tienen poca variación de un año a otro, siempre que el país tenga todo el cemento que necesita.

La distribución media de los consumos de cemento por zonas o mercados, asciende a los porcentajes indicados a continuación:

CUADRO VI.—Distribución geográfica de los consumos de cemento Portland en Chile previsibles para 1950.

ZONAS	PORCENTAJES (1937-38-39-40)		CONSUMOS PROBABLES PARA 1950	
			Tons. / año	Tons. / año
<b>Zona Norte</b>				
Tarapacá, Antofagasta Atacama, Coquimbo....	5%	5%	50.000	50.000
<b>Zona Central</b>				
Aconcagua, Valparaíso . Santiago .....	16% 50%	66%	160.000 500.000	660.000
<b>Zona Centro-Sur</b>				
O'Higgins, Colchagua... Curicó, Talca, Linares .. Maule, Ñuble.....	5% 4% 4%	13%	50.000 40.000 40.000	130.000
<b>Zona Austral</b>				
Concepción, Arauco .... Bío-Bío, Malleco .....	6% 3%		60.000 30.000	
Cautín..... Valdivia, Osorno .....	3% 3%		30.000 30.000	
Llanquihue.....	1%	16%	10.000	160.000
<b>Total.....</b>		100%		1.000.000

#### D.—PROGRAMA PARA LA FUTURA INDUSTRIA CHILENA DEL CEMENTO PORTLAND

##### 1.—CONDICIONES GENERALES.

Establecida la capacidad total que debe tener la futura industria chilena de cemento Portland (1.000.000 de Tons./año en 1950) y el detalle por zonas (Cuadro VI), procede determinar ahora las zonas estratégicas en que conviene instalar nuevas fábricas. Para ello hay que tener presente las condiciones generales siguientes:

a) El tráfico ferroviario deseable es el de Norte a Sur porque en este sentido predomina el equipo vacío y por consiguiente, hay más equipo disponible y la Empresa otorga rebajas especiales.

b) Fábricas de cemento demasiado pequeñas no son económicas; conviene no bajar de 75.000 toneladas anuales en el caso nuestro.

c) De preferencia deben buscarse yacimientos próximos a grandes centros de consumo, a fin de obtener reducidas distancias medias de transporte, entre cada fábrica y sus mercados respectivos.

d) Los yacimientos deben contar con reservas mínimas suficientes para 50 años de explotación de la fábrica respectiva. Esta condición deriva de la necesidad de contar con tiempo suficiente de amortización económica de todas las construcciones e instalaciones y de contar con margen de reservas para futuros ensanches.

e) Los yacimientos que se elijan deben ofrecer factores naturales que satisfa-



gan las exigencias técnicas y económicas de la industria a fin de obtener cementos de calidad al menor costo. Así por ejemplo, deben preferirse yacimientos explotables en cantera, con facilidades para obtener combustible, energía y agua en cantidades suficientes a bajo costo. Además de estos factores que afectan el costo de producción en fábrica, la ubicación del yacimiento elegido debe ser tal, que el costo de transporte del cemento a su mercado sea bajo.

f) El proyecto mismo debe inspirarse en la técnica moderna, que según hemos visto ha evolucionado sustancialmente desde 1930. Sería un error crear una nueva industria que naciera anticuada, gravitando este error sobre los costos de toda la producción futura.

g) La mecanización de las operaciones elementales debe ser llevada al mayor grado; con ello se eleva algo del costo inicial de instalación, pero se reducen los costos de operación y, sobre todo, se reduce al mínimo un serio factor de perturbaciones en la continuidad del trabajo.

h) Las nuevas fábricas no deben dañar los legítimos intereses de la industria existente.

Estas y otras consideraciones generales dictadas por la experiencia y por los conocimientos especializados en la industria deben presidir la elección de yacimientos y de métodos.

## 2.—DETERMINACIÓN DE ZONAS ESTRATÉGICAS PARA UBICAR NUEVAS FÁBRICAS.

El Cuadro VI (pág. 296), fija el programa de mercados por Zonas para 1950. Este es el punto de partida para determinar técnicamente las zonas estratégicas para proyectar nuevas fábricas de cemento.

En seguida deben analizarse los mercados racionales de la Fábrica de El Melón y de la de Juan Soldado, a fin de no perturbar el ejercicio de esas industrias.

La Fábrica Juan Soldado anuncia 200.000 toneladas anuales de capacidad. El mercado de la Zona Norte (Tarapacá a Coquimbo, 50.000 Tons./año en 1950) será lógicamente atendido por esta Fábrica. El saldo de 150.000 Tons./año se transportaría por mar a la zona Austral (Concepción a Llanquihue, 160.000 Tons./año en 1950). Déficit 10.000 Tons./año.

La Fábrica de El Melón quedará con una capacidad de 485.000 Tons./año una vez ensanchada. Su producción será totalmente absorbida por las tres provincias de la Zona Central (Aconcagua, Valparaíso, Santiago, 660.000 Tons./año en 1950), quedando un déficit de 175.000 Tons. anuales.

La Zona Centro-Sur (O'Higgins a Ñuble, 130.000 Tons./año en 1950) quedaría enteramente desatendida, con un déficit igual a 130.000 Tons./año.

Se deduce, que funcionando las fábricas de El Melón ensanchada y Juan Soldado a plena carga, quedaría un déficit en 1950 de:

Zona Central.....	175.000 Tons./año.
Zona Centro-Sur.....	130.000 » »
Zona Austral.....	10.000 » »

Total..... 315.000 Tons./año

Aplicando las condiciones generales expuestas al caso preciso, se deduce que debe instalarse una nueva fábrica en la Zona Central, próxima a Santiago, con capacidad mínima de 175.000 Tons./año. Otra en la zona Centro-Sur con capacidad

mínima de 140.000 Tons./año. Por varias razones conviene proyectarlas de 200.000 Tons/año la fábrica próxima a Santiago y de 150.000 Tons./año la de la Zona Centro-Sur. Estas son las zonas económicamente estratégicas en que deben instalarse dos nuevas fábricas de las capacidades indicadas.

### 3.—ELECCIÓN DE YACIMIENTOS DENTRO DE LAS DOS ZONAS ESTRATÉGICAS.

Continuando en el orden lógico que hemos seguido, tenemos ya el problema circunscrito a los términos siguientes: comparar y elegir yacimientos que satisfagan en la mejor forma los dos siguientes programas: para una fábrica próxima a Santiago, con reservas mínimas de 15.000.000 de Tons. de caliza; y para una fábrica en la Zona Centro-Sur (O'Higgins a Ñuble) con reservas mínimas de 12.000.000 de Tons. Por otras razones, los yacimientos que se elijan no deben bajar de 20.000.000 de Tons. de caliza cada uno.

Localizado el problema en estos términos, he comparado numerosos yacimientos que he tenido oportunidad de estudiar en las zonas estratégicas indicadas; en total he tenido a la vista los antecedentes de 240 yacimientos calcáreos nacionales de los cuales he visitado alrededor de 170.

Descartada en primer término una gran mayoría de yacimientos por razones de magnitud, de ubicación o de otros factores desfavorables, se hizo una comparación sistemática de 4 yacimientos para la fábrica próxima a Santiago y de 3 yacimientos para la de la Zona Centro-Sur.

### 4.—FÁBRICA PRÓXIMA A SANTIAGO.—PROYECTO DE POLPAICO.

El análisis comparativo de factores destacó los yacimientos de Polpaico como los que presentaban el conjunto más favorable de factores industriales y económicos para la fábrica de 200.000 Tons. próxima a Santiago.

Estudiados en forma preliminar en diversas oportunidades desde 1918, estos yacimientos gozaban del prestigio de constituir una base seria para una fábrica de cemento Portland. Después de los estudios comparativos de yacimientos que practiqué en 1939-40, los depósitos calcáreos de Polpaico quedaron consagrados como los *más* adecuados de la Zona Central para la fábrica próxima a Santiago. Los estudios definitivos que practiqué en 1940-41-42 confirmaron ampliamente la conclusión anterior. Por lo demás, ningún yacimiento de Chile reúne un mayor número de informes favorables de técnicos de alta calidad, extranjeros y chilenos, que los de Polpaico. Enunciaré algunos: C. Pontoppidan, C. R. Smidh, C. Goldschmidt, C. Mayer, F. Schubert, Amne, Gieseke & Konegan, Hermann Radefelt & Co. Ltda. (Dr. A. C. Aichel), T. Bird, C. Barroilhet, M. Frank, J. Brügger, M. M. Smith, Separation Process Co., H. Flores, A. Rosselot, C. Céspedes, E. Bianchi, L. Monge y otros. En esta enumeración están comprendidas firmas especialistas en cemento de reputación mundial como las de F. L. Smidh & Co. de Copenhagen, G. Polysius, de Dessau, Kennedy-Van Saun de Nueva York, y en este conjunto están estudiados en forma definitiva todos los factores industriales, económicos y comerciales de los yacimientos.

Los estudios definitivos de estos yacimientos fueron llevados a cabo en forma rigurosamente técnica con un costo de \$ 1,400.000. Consistieron en trincheras, calicatas, piques y sondajes; muestreos sistemáticos y levantamientos topográficos; pruebas metalúrgicas; estudios geofísicos, químicos e hidrológicos; anteproyecto de fábrica y sus anexos; fuerza motriz, servicios de agua, caminos, ramal de

ferrocarril, etc. Los estudios fueron ejecutados por los ingenieros chilenos C. Plata, J. Valenzuela y L. Monge como ingeniero jefe, con la colaboración de los Sres. R. Serrano y G. Escanilla. Esta comisión que contrató especialmente la Caja de Seguro Obligatorio para este objeto, trabajó desde 1939 hasta Noviembre de 1942.

Las reservas positivas del yacimiento ascienden a 32.000.000 de Tons. de caliza de 74.%  $\text{CaCO}_3$ . Las cubicaciones probables exceden, por mucho, de 100.000.000 de Tons. de caliza y mayores cantidades de arcilla. Todo este material es susceptible de trabajarse en canteras a cielo descubierto, las que empezarán a trabajar desde la inmediata vecindad de la fábrica con transporte gravitacional hasta sus stocks o tolvas primarias.

Las disponibilidades de agua (superficial o subterránea) que están debidamente constatadas son superabundantes para las necesidades domésticas e industriales, aún para una fábrica de mayor capacidad en los años más secos de la historia meteorológica de Santiago.

La energía se adquirirá de la Compañía Chilena de Electricidad cuyas disponibilidades serán suficientes una vez que la planta hidroeléctrica de Sauzal empiece a funcionar. Se presentan dos alternativas: derivar la corriente de la línea primaria de transmisión a 110 K. V. que cruza el yacimiento, mediante una subestación contigua a la fábrica o prolongar el terminal secundario de Rungue de 42 K V. a 18 Kms.

Una vez que esté construída la autovía longitudinal Norte, la distancia de la fábrica de Polpaico al Barrio Cívico de Santiago será de 40 Kms. por camino de primera clase, sin cuestras. Esta circunstancia permitirá un transporte directo de fábrica a obra para el mercado de Santiago, muy sencillo y económico.

La fábrica se proyecta por sistema húmedo. La dosificación de las materias primas se basa en la mezcla de materias primas diferentes de alta ley respectivamente en cal, sílice y alúmina, todas de los mismos yacimientos a componer con una base muy económica de caliza y de arcilla al barrer. En esta forma, el laboratorio podrá actuar en condiciones químicas perfectas y la industria trabajará en forma expedita y económica para producir a voluntad diversos tipos de cementos Portland modernos, todos de alta calidad. La única materia prima que se traerá de fuera será el yeso que se consume en pequeña dosis.

El proyecto mismo consulta los progresos últimos de la técnica del Cemento Portland, de modo que esta fábrica será, no sólo la más nueva sino también una de las más modernas de América. Para más pormenores sobre el proyecto de Polpaico, recomiendo leer un resumen descriptivo en el N.º 1 de la Revista Chilena de Ingeniería.

Los estudios generales sobre el problema nacional del cemento, los estudios especiales sobre el yacimiento de Polpaico y nuestros proyectos de fábrica de cemento Portland de 200.000 Tons. han sido cuidadosamente revisados por diversas comisiones especialmente creadas para estudiar los programas que se formulan, siendo las principales las siguientes: Comisión del Cemento del Ministerio de Fomento (Ings. Sres. Servando Oyanedel, R. Simon, W. Müller, J. Alessandri, G. Vicuña y R. Mebus); Comisión del Cemento de la Asociación de Ingenieros de Chile (Ings. Sres. E. Aguirre, S. Vial, H. Contreras y J. Sierralta); Depto. de Minas, Min. de Economía (Ings. Sres. E. Bianchi y E. Simián); Comisión de Economía y Fomento de la Junta Central Radical (Ings. Sres. A. Alcaíno, A. Rosselot y C. Fuenzalida). Comisión de Industrias del 1.er Congreso Chileno de Ingeniería (Ings. Sres. J.

Leniz, E. Silva, etc.); Comisión de Ingeniería del X Congreso Científico Chileno (Dres. Sres. H. Schmidt y E. Bernard, Ings. Sres. B. Maldonado y A. Lazo) y otras.

A nuestro proyecto de fábrica de cemento en Polpaico cupo la honra exclusiva de ser aprobado por la unanimidad de las comisiones, las que han recomendado su realización al Gobierno y a los particulares. Cabe destacar entre otras, la bien fundada recomendación del Primer Congreso Chileno de Ingeniería con voto de aplauso a sus autores y a las entidades que han financiado estos estudios, según acuerdo publicado en el N.º 1 de la Revista Chilena de Ingeniería; y la campaña permanente de apoyo que la Asociación de Ingenieros de Chile le ha prestado desde 1941 hasta los actuales momentos.

Los señores Gildemeister & Co. Ltda. que habían estudiado este yacimiento en 1924 por medio de técnicos de alta reputación, como los Ings. Sres. C. Pontoppidan, C. R. Smith, C. Barroilhet, T. Bird, A. C. Aichel, J. Brüggen y otros, tomaron parte activa en nuestros estudios de 1939-41. La Caja de Seguro Obligatorio que me encomendó esta campaña de estudios, desistió de llevar a la práctica este proyecto, por razones ajenas a su bondad, a pesar de la unánime aprobación que mereció de todos los círculos técnicos.

En estas circunstancias, la firma Gildemeister & Co. Ltda. adquirió los yacimientos de Polpaico a principios del presente año. Está construyendo una planta de cal y carbonato de abono y se propone organizar a fines de este año la empresa para llevar a la realidad nuestros proyectos de Fábrica de Cemento Portland, bajo nuestra dirección técnica. Se calcula que iniciará su producción durante 1948; así está indicado en el Gráfico III.

La financiación de la empresa se hará a base de capital particular y ya se encuentra debidamente preparada.

En esta forma se está llevando a la práctica la creación de la tercera fábrica de cemento Portland de Chile, que ocupa un sitio lógico dentro de la planificación racional de la industria de cemento en el futuro.

##### 5.—FÁBRICA EN LA ZONA CENTRO-SUR.

Según hemos visto, la zona estratégica correspondiente a esta fábrica, que sería la cuarta fábrica de cemento Portland de Chile, corresponde a algún punto entre las provincias de O'Higgins y Ñuble. Al Norte de O'Higgins están los mercados lógicos de "El Melón" y de Polpaico; al Sur de Ñuble está el mercado que tomaría Juan Soldado (por mar). Hemos visto que la fábrica de la Zona Centro-Sur debe programarse con capacidad de 150.000 Tons. de cemento Portland al año.

Esta zona se caracteriza por contar con unos pocos yacimientos calcáreos de grandes reservas situadas en la Cordillera de Los Andes, y por algunos yacimientos más pequeños situados en la de la Costa. El mercado de esta zona se caracteriza por estar distribuído a lo largo de ella en varios centros medianos de consumo, muy diferente de la zona Central en la que Santiago es un centro concentrado de consumo que absorbe el 50% del consumo nacional.

Eliminando aquellos yacimientos que no ofrecen reservas suficientes para el objeto perseguido o que presentan otros inconvenientes esenciales, hemos eliminado algunos de nuestro campo preliminar de comparación.

He tenido oportunidad de practicar los estudios preliminares de los principales yacimientos conocidos de esta zona, y he completado el estudio preliminar selectivo de yacimientos con informaciones proporcionadas por el Departamento de

Minas de la Corporación de Fomento y por el Departamento de Minas y Petróleo del Ministerio de Economía.

La comparación preliminar de yacimientos, con los antecedentes que he tenido a la vista, destaca los de "Vega de El Flaco" como los más adecuados para la cuarta fábrica que nos ocupa. Los factores naturales se presentan favorables a través de los primeros estudios; su distancia a la red ferroviaria se subsanaría con la solución de transporte hidráulico de la caliza molida. La ubicación de esta fábrica, próxima a San Fernando, sería favorable con respecto al transporte ferroviario del cemento a los mercados de la Zona Centro-Sur; las reservas, calidad, fuerza eléctrica y factores naturales de este yacimiento parecen favorecer esta elección.

En Junio del presente año quedaron terminados los estudios preliminares de este yacimiento, a cargo de los Ings. de minas Sres. J. Benoist y H. Ruegenberg y del ingeniero civil que habla.

A fines del presente año se iniciará la campaña formal de estudios definitivos de estos yacimientos y de las fábricas de cemento, abonos y eventualmente otras industrias calcáreas a cargo de los mismos técnicos financiada por capital particular. Si los estudios definitivos confirman los buenos resultados de los estudios preliminares, y si la financiación consiguiente de la empresa no sufre tropiezos, esta fábrica podría entrar en funciones en 1950, según se indica en el Gráfico III.

Esta fábrica se financiaría a base de capital particular, y su proyecto se inspiraría como la de Polpaico, en la técnica moderna de la elaboración del cemento Portland y demás industrias.

\* \* \*

De lo expuesto se deduce que los proyectos de las dos nuevas fábricas, Polpaico y otra en la Zona Centro-Sur, probablemente en San Fernando, son racionales porque su concepción ocupa un lugar lógico dentro del plan general bien estudiado y porque ayudan a satisfacer necesidades nacionales sin perjudicar los legítimos intereses de la industria congénere; la elección de los respectivos yacimientos obedece a una comparación técnica, económica e imparcial; y ambas fábricas serán destacados exponentes de la técnica moderna del cemento, significando un positivo adelanto en la industria chilena del ramo con evidente beneficio de los consumidores, de la economía nacional y del progreso de Chile.

En resumen, el plan expuesto consiste en dotar a Chile de 4 fábricas de cemento Portland: la de "El Melón" con el ensanche que entrará en funciones dentro de pocos meses; la de Juan Soldado que funcionaría en 1945; la de Polpaico en 1948 y la de la Zona Centro-Sur en 1950. La capacidad total sería de 1.035.000 Tons./año, lo que da un promedio de 259.000 Tons./año por fábrica, capacidad media muy conveniente.

La fábrica Juan Soldado (19% de la capacidad nacional) estará financiada por capital mixto, particular y semifiscal; las otras tres (81% de la capacidad nacional) estarían controladas por capital particular. Atenderán en la mejor forma sus respectivos mercados, con las siguientes distancias medias de transportes del cemento:

Fábrica Polpaico	40 Kms.	(Zona Central)
» El Melón	105 »	(Zona Central)
» Centro-Sur	172 »	(Zona Centro-Sur)
» J. Soldado	931 »	(Zonas Norte y Austral).

Queda demostrado que el programa expuesto satisface en forma necesaria y suficiente las necesidades previsibles para 1950; y que el fraccionamiento adoptado es el más racional, compatible con la bizarra forma de Chile, con la distribución geográfica de sus mercados consumidores, con la caprichosa ubicación de yacimientos adecuados y con los intereses de la industria existente o en construcción.

Por lo que se refiere a las dos nuevas fábricas, las opiniones aquí sustentadas han sido aprobadas por el 1.er Congreso de Ingenieros de Chile, por la Asociación de Ingenieros de Chile, por el Instituto de Ingenieros de Minas de Chile, y por todas las comisiones que se han ocupado del gravísimo problema nacional del cemento Portland.

\* \* \*

Quiero aprovechar esta oportunidad para recomendar a los futuros ingenieros que me escuchan, la orientación de sus actividades no sólo hacia la ingeniería civil pura sino también hacia la industria.

El país necesita desarrollar la producción. Esto lo oímos en todos los discursos. Chile no es un país de riqueza fácil ni en la agricultura ni en la minería; por esto, producir es aquí sinónimo de industrializar.

Por lo general, nuestros ingenieros jóvenes, abandonan la Universidad fascinados por la belleza de las matemáticas —puras o aplicadas— y orientan sus actividades hacia la ingeniería civil, restringida al campo de sus aplicaciones inmediatas. Parecen ignorar, o en todo caso, olvidar, que en gran parte los cálculos ingenieriles son sólo un elemento necesario para dar forma material a una industria o a una concepción económica. Y parecen desconocer que los profesionales llamados a dirigir las industrias y la economía pública y privada del país, son precisamente los ingenieros.

El profesional más apto para dirigir industrias, (no sólo en los tópicos técnicos) es el ingeniero. Este concepto no es sólo una doctrina, pues la práctica lo demuestra en nuestras principales industrias, cuyas gerencias, administraciones y jefaturas de departamentos están desempeñadas con éxito por ingenieros. Entre otros ejemplos me bastará citar las industrias chilenas del cemento, papel, azúcar, electricidad, tejidos, gas, industrias químicas, vidrios, salitre, abonos, minas, maestranzas, etc. El ingeniero chileno además de labrarse un porvenir personalmente satisfactorio en el campo industrial, cumplirá con una función social que el país necesita satisfacer con apremio, realizando así la más genuina misión de nuestra profesión, cual es la de transformar la riqueza potencial en riqueza viva.

\* \* \*

Antes de terminar debo agradecer al Centro de Estudiantes de Ingeniería de la Universidad Católica, la oportunidad que me ha proporcionado para cooperar con un grano de arena a la campaña que los ingenieros viejos nos hemos propuesto desarrollar en bien del país, y en bien de nuestros colegas, con el objeto de abrir los ojos de los jóvenes y orientarlos hacia la industria.

Les he expuesto, con toda fidelidad, y en el mismo orden que he seguido en la práctica, un resumen de trabajos desarrollados en varios años para establecer las bases racionales de la industria del cemento Portland en Chile. Me atrevo a creer que el método seguido no es errado porque ha sido aprobado por todos los colegas

que lo han revisado. Me atrevo a confiar que sea de alguna utilidad darlo a conocer a los futuros ingenieros.

Una vez trazado un plan, hay que desarrollarlo con riguroso método y paciencia —mucho paciencia—; trabajarlo con reposo, aunque las circunstancias nos apremien; no olvidar jamás que Chile es un país pobre en que no se construyen fábricas cada día, y en que, por lo tanto, una precipitación errada compromete a varias generaciones de consumidores. Estos estudios deben ser inspirados en una fría imparcialidad al elegir soluciones; y las decisiones deben estar inspiradas solamente en un criterio técnico y económico dominado en forma rígida por los altos principios de la ética profesional.

---

