

# Memorias de Título y Tesis de Grado

## INGENIERIA CIVIL

JUAN C. LARRAIN SANTIBAÑEZ  
RENATO A. VARGAS SALAZAR

Tema: Propiedades reológicas de pastas de cemento”.

Prof. Guía: FEDERICO DELFIN

Fecha: 30/07/81.

Considerando la importancia del hormigón en estado fresco, se presenta una metodología de ensayo para pastas de cemento y un método de evaluación con el objeto de determinar las propiedades reológicas de cementos chilenos.

Las propiedades reológicas, como límites de fluidez y la viscosidad, se obtuvieron con un reómetro de rotación del tipo Coutte que permite introducir una velocidad de deformación angular y una tensión de corte en la pasta.

En la determinación de estas propiedades influyen una serie de variables, de las cuales se analizaron: tipo de cemento, razón agua-cemento, tiempo de preparación de la pasta, velocidad de aplicación de la sollicitación, intensidad de mezclado, rugosidad del cilindro interior y abertura entre cilindros, obteniéndose curvas de flujo para diferentes razones agua-cemento.

Se estudió un modelo matemático para relacionar el límite de fluidez y la tensión de corte con la velocidad de deformación angular, a través de la ecuación de flujo o tensiones de corte en el reómetro de Coutte. A partir de este modelo se obtiene una curva característica de cada cemento la cual es independiente de la razón agua-cemento y por lo tanto representativa del comportamiento fluido de cada cemento.

JORGE CAMPOS SAPIAIN

Tema: “Análisis de excavaciones de longitud finita mediante elementos finitos”.

Prof. Guía: PEDRO ORTIGOSA DE P.

Fecha: 10/06/81.

## RESUMEN

La construcción de edificios con 2 a 4 niveles subterráneos ha originado la necesidad de materializar excavaciones profundas en espacios reducidos y con estructuras colindantes existentes. Esto ha motivado problemas relacionados con la estabilidad y deformabilidad del corte vertical de suelo que limita dichas excavaciones.

La gran mayoría de estas excavaciones se materializan en el área urbana de la ciudad de Santiago

## NOTICIAS

por lo que se eligió el perfil estratigráfico de la "Grava de Santiago". A su vez, como sistema de entibación - socalizado, se ha elegido el de pilas "rígidas" de hormigón armado con tramos de suelo entre ellas no entibados, por ser el sistema comúnmente utilizado en la práctica.

El estudio de este problema se realizó mediante elementos finitos tridimensionales haciendo uso del programa de computación SAP-IV, analizándose casos con diferentes longitudes libres entre pilas "L" y alturas de pilas "H". Estos valores variaron entre:

$$H = 3.0 - 6.0 \text{ m.}$$

$$L = 3.0 - 5.0 \text{ m.}$$

Las propiedades mecánicas asignadas a la grava de Santiago corresponden a valores obtenidos de estudios y experiencias anteriores. Adicionalmente se realizó un ensayo de tracción a 9 m. de profundidad obteniéndose un valor de la tensión última a la tracción de  $0.8 \text{ t/m}^2$ .

Se determinó que los máximos desplazamientos laterales se producen en el eje de simetría del frente de excavación entre pilas y que dichos desplazamientos dependen fundamentalmente de la longitud libre entre ellas.

Con respecto al empuje que actúa sobre la cara posterior de la pila este es asimilable a una variación de tipo hidrostático con un valor del coeficiente de presión lateral del orden de 0.25 para pilas rígidas no desplazables. Este coeficiente resulta virtualmente independiente de la combinación altura-luz libre del sistema. Para pilas rígidas con desplazamiento lateral en el tope superior de 0.0150/o de su altura el valor de K resulta menor y del orden de 0.11.

**CORNELIO WESTENENK**

Tema: "Modelación matemática del flujo superficial y su aplicación al caso de un simulador de lluvias".

Prof. Guía: XIMENA VARGAS M.

Fecha: 06/10/81.

### RESUMEN

A través del análisis, implementación y validación de modelos matemáticos de flujo superficial existentes, se ha pretendido lograr un conocimiento adecuado de las propiedades hidráulicas de estos

escurrimientos de profundidades muy pequeñas. Estas propiedades, están íntimamente ligadas al papel que desempeña el flujo superficial como agente erosivo en cuencas naturales.

Todos los modelos de flujo superficial recientes, se han basado en las ecuaciones de continuidad y cantidad de movimiento, utilizando las ecuaciones convencionales o el concepto de onda cinemática. Sin embargo, la solución simultánea de estas ecuaciones plantea serias dificultades que han sido resueltas por diversos caminos. El esquema más difundido, corresponde al uso del método de las características que puede llevar a obtener soluciones analíticas o numéricas.

En este trabajo se ha recopilado y analizado la bibliografía existente, para estudiar los distintos tipos de modelos propuestos. Tres de ellos fueron seleccionados para un detallado análisis, implementados en programas computacionales y finalmente, validados utilizando datos experimentales extraídos de la bibliografía, obtenidos en un simulador de lluvias artificial.

En base a los resultados obtenidos, la aproximación de onda cinemáticas se perfila como un enfoque de gran utilidad, que simplifica enormemente el problema de modelación del flujo superficial.

Por otra parte, la extrapolación de fórmulas de hidráulica convencional, para utilizarlas en escurrimientos de alturas tan pequeñas puede producir grandes distorsiones, por lo que se recomienda un estudio experimental que defina los límites de validez de estas fórmulas.

**JAVIER MORONI BLAÑA,**  
**CRISTIAN FENNER R.**

Tema: "Deterioro de viviendas económicas".

Prof. Guía: VICTOR FARAGGI H.

Fecha: 08/05/81

### RESUMEN

El presente trabajo tuvo como objetivo efectuar una evaluación del nivel de deterioro de Viviendas Económicas.

Este estudio tiene la finalidad de aportar algún beneficio para el mejoramiento de la construcción habitacional de nuestro país, más aún cuando se pretende aminorar el déficit histórico, con un auge de la construcción en los últimos años.

Para ello fue necesario detectar y analizar las causas del deterioro prematuro más importante en

la disminución de la vida útil de una vivienda y la forma de evaluarlo.

Paralelamente, se realizó un completo estudio físico ambiental de la vivienda tipo, a fin de conocer el comportamiento de ella frente a los agentes del medio ambiente.

El criterio utilizado en la evaluación del nivel de deterioro, fue la medición de la magnitud física deteriorada, la que es representada como porcentaje del costo de construcción. Esto tiene la ventaja que los niveles de deterioro son comparables, tanto para los elementos constituyentes de la vivienda como para el global.

Estudios de esta naturaleza podrían servir de base a mejoramientos de la legislación técnica y por ende aportar un beneficio a la construcción de viviendas.

**RUBEN VALENZUELA MENDEZ**

Tema: "Estudio sobre la retracción del hormigón influencia de la base granular".

Prof. Guía: FEDERICO DELFIN A.

Fecha: 30/04/81

#### RESUMEN

Se investiga, en forma experimental, la influencia de las propiedades elásticas de los áridos, del contenido de agregado grueso por unidad de volumen de hormigón, y de la razón agua-cemento A/C, en la retracción del hormigón. Para estos efectos, se diseñó la dosificación de un hormigón típico, al cual se varían los parámetros antes señalados.

Se hace además, una comparación entre los resultados experimentales obtenidos con resultados teóricos que arrojan algunos de los modelos deducidos por diversos investigadores para predecir la retracción del hormigón.

Se concluye que la relación retracción del hormigón/retracción del mortero es independiente de la edad de las probetas y de la razón A/C; que el método de dosificación usado, método ACI, entrega hormigones cuya retracción para una misma concentración volumétrica del árido grueso, es inversamente proporcional a la razón A/C; que para una razón A/C constante la retracción es inversamente proporcional a la concentración volumétrica del árido grueso; que se observa una cierta reducción (12,50/o) de la retracción en hormigones con árido chancado para valores altos de ra-

zón A/C (0,7) y concentración volumétrica (0.5); y que la retracción en hormigones con arcilla expandida es en promedio un 150/o superior a la experimentada en hormigones de igual composición, pero con árido grueso corriente. Además se concluye que los modelos de la Cement and Concrete Association, y el de G. Pickett se ajustan en buena forma a los valores experimentales.

**CARLOS VALLEJOS DE FERRARI**

Tema: "Estudio experimental sobre el comportamiento mecánico del acero estructural frente al fuego: Protecciones".

Prof. Guía: GABRIEL RODRIGUEZ J.

Fecha: 28/04/81

#### RESUMEN

El advenimiento de la construcción de edificios con estructuras de acero, ha hecho aconsejable realizar un estudio experimental para investigar el modo en que se comportará este material frente a altas temperaturas originadas durante un incendio.

Mediante una serie de ensayos mecánicos efectuados en probetas de acero estructural A 37-24 es principalmente y a diferentes niveles térmicos, se llegó a determinar una temperatura crítica sobre la cual un elemento ve disminuida peligrosamente sus propiedades resistentes.

Por otro lado, se hicieron varios ensayos de resistencia al fuego sobre probetas confeccionadas en base a materiales aislantes disponibles en el mercado nacional, tales como asbesto - cemento, volcánita y pinturas intumescentes, a los cuales se les simuló un incendio estandarizado, analizándose su comportamiento y el grado de protección entregado a una estructura de acero; se incluye como complemento sugerencias para el modo de colocación de tales protecciones y determinar el espesor necesario.

Este es un trabajo pionero en la materia en nuestro país y servirá de base a futuras investigaciones en el horno normalizado que IDIEM está implementando en el Centro Experimental de Cerrillos.



## NOTICIAS

### **INGENIERIA CIVIL INDUSTRIAL**

**JOSE L. HERRERA AMENABAR**

Tema: "Estimación de preferencias por modos de transporte en el sistema urbano de Santiago. Caso de los propietarios de automóvil".

Prof. Guía: LUIS ESCOBAR A.

Fecha: 02/10/81.

#### **RESUMEN**

Este trabajo forma parte de las investigaciones que desarrolló el Departamento de Ingeniería Industrial, referente a la planificación y evaluación de proyectos de transporte urbano. Entre éstos se encuentra la demanda y herramientas que permitan su estimación, como son las demandas desagregadas, modelos de comportamiento, los que son materia de esta memoria.

Los modelos de comportamiento, contienen el conjunto de variables que explican las decisiones de modo de transporte de los individuos. Su aplicación en el proceso de estimación de la demanda global, ha creado, a priori, la necesidad de desarrollar un modelo para cada sector del sistema urbano que sea afectado por el proyecto de infraestructura que se pretende evaluar.

En estas circunstancias, en este trabajo se pretende analizar si las variables que explican las decisiones de modo de transporte de las familias, tienen igual importancia o ponderación en todos los sectores del sistema urbano.

Con este propósito, el Gran Santiago se divide en cuatro sectores, planteándose para cada uno de ellos, y el total, una ecuación que represente su criterio de selección modal, como son los modelos de comportamiento.

Para concretar este objetivo, son seleccionadas sólo aquellas familias con automóvil que viajan en el horario peak de la mañana con el propósito trabajo.

Teóricamente, los modelos de comportamiento mencionados se basan en la teoría del consumidor, y el problema que enfrenta éste, en el caso del transporte urbano, es seleccionar aquella alternativa de transporte en que los atributos que lo definen, generan la máxima utilidad. De la solución a este problema, se obtiene el valor de los parámetros de las variables que rigen las decisiones de modo de transporte, para lo cual se utiliza el modelo Logit multinomial. Para decidir si el criterio de selección modal es el mismo o no en todo sec-

tor, se plantean test de hipótesis de igualdad individual y conjunta de los parámetros estimados.

Se concluye que para las familias en estudio, existe un modelo que representa sus decisiones de modo de transporte, independiente de su sector de residencia, siendo este modelo el estimado para todo el sistema. Con respecto a las estimaciones por sector, se observa que existen ponderaciones relativamente diferentes de las variables que explican sus decisiones de modo, cuyas ponderaciones conjuntas son similares a las del modelo único.

Los modelos estimados tienen buenos estadísticos de bondad de ajuste y sus parámetros son significativos para un nivel de confianza del 100/o, correspondiente al nivel de significación de las décimas de hipótesis.

**FRANCISCO J. SILVA PRADEL**

Tema: "Análisis y selección de alternativas de fabricación de aceites esenciales en el país".

Prof. Guía: WOLFGANG ENGLANDER

Fecha: 25/09/81

#### **RESUMEN**

El objetivo central de la presente tesis es el análisis de alternativas de producción de aceites esenciales en Chile, su posterior evaluación y consideraciones que se desprenden del desarrollo metodológico tradicional en un estudio de factibilidad.

En general, se puede señalar que la producción a nivel nacional de estos productos analizados es bastante escasa y de un desarrollo tecnológico casi nulo, no obstante se prevee un mercado potencial interesante si se consideran las ventajas comparativas que presenta la situación de uso de suelos en el país.

El desarrollo del trabajo se concentró en los aceites de Menta Piperita y Lavanda e incluye etapas de análisis de mercado, selección de productos, alternativas de producción de las materias primas (suelo propio v/s arriendo de terrenos), alternativas de procesos de extracción, localización, obtención de información de tipo económico (costos, precios, etc. las que convergen a una evaluación privada final de la que se concluye básicamente:

- a) Es conveniente producir en terreno propio en condiciones pesimistas (precio mínimo y bajo nivel de producción), en cambio en situaciones de punta (alto precio y producción) se hace atractivo el arriendo del terreno.



- b) La obtención de otros subproductos a los considerados en la evaluación (hojas de menta piperita ya procesadas para uso en forraje, té de hojas secas de menta, flores secas de lavanda como aromatizantes) es factible y conveniente en este tipo de operación.
- c) La implementación del proyecto conlleva beneficios tales como:
- Mejor aprovechamiento de suelos en desuso
  - Demanda por mano de obra en las fases de cultivos y cosechas
  - Rentabilidad superior a muchos cultivos tradicionales.

Los indicadores correspondientes a la alternativa seleccionada (compras de terrenos para los cultivos y venta de subproductos) son:

TIR = 29,45

BNA (10%) = US\$ 316.701

BNA (18%) = US\$ 110.014

**ROBERTO MURIALDO J.**

Tema: "Racionalización de las inversiones del fondo nacional de desarrollo Regional".

Prof. Guía: ALEJANDRO GOMEZ

Fecha: 28/08/81

#### RESUMEN

El proceso de inversiones puede considerarse como una actividad de 3 etapas consecutivas que son las llamadas de preinversión, de ejecución y de operación.

Por etapa de preinversión, debe entenderse al conjunto de subetapas que van desde la identificación preliminar de las ideas de proyecto hasta la posterior selección y asignación de los recursos necesarios para su ejecución.

La racionalización propuesta consiste básicamente en una reestructuración y formalización de las diferentes subetapas involucradas en la preinversión, la que está orientada hacia una mejor asignación de los recursos desde el punto de vista socioeconómico. Para lograr lo anterior, fue necesario desarrollar los siguientes puntos:

- Una breve descripción del proceso de inversiones.
- Un análisis del F.N.D.R. y del impacto causado por sus inversiones, proyectos y la proposición

de una alternativa para este proceso con sus ventajas y desventajas.

- Una aplicación de la alternativa propuesta.
- Algunos comentarios respecto a los estudios complementarios al presente que es necesario realizar.

Todo el análisis realizado fue a nivel regional, por ser ese el ámbito de acción del F.N.D.R.

La alternativa propuesta tiene las siguientes ventajas con respecto a la actualmente en operación.

- Afianza el proceso de regionalización
- Plantea una alternativa para la planificación regional en base a una mejor asignación de los recursos.
- Formaliza la labor que le corresponde a cada uno de los organismos partícipes en el proceso.
- Consolida la información respecto a las inversiones públicas en cada región.
- Permite detectar los déficit en los diferentes sectores a nivel regional.
- Lograr que los organismos que seleccionan las inversiones no sean los mismos que las identifican.
- Lograr que exista un organismo con una visión global de cada sector a nivel regional.

Por otra parte, la racionalización planteada se caracteriza por ser de una fácil implementación y consistente con la forma de operar del resto de los fondos de inversión pública. En la actualidad, la alternativa propuesta se encuentra en la puesta en marcha, la que se estima tiene un transiente de al menos un año, por ser el período entre dos discusiones presupuestarias.

**JORGE L. GARCIA HUIDOBRO**

Tema: "Estudio de factibilidad técnico-económica para la instalación de una fábrica de envases plásticos".

Prof. Guía: ALEJANDRO GOMEZ

Fecha: 24/07/81

#### RESUMEN

El objetivo de este estudio es determinar la factibilidad técnico - económica de instalar una fábrica de envases plásticos, para abastecer la demanda de cosméticos derivada del Laboratorio Davis.

La metodología utilizada en el estudio es la de proyectar los flujos de caja y luego determinar la tasa interna de retorno (TIR).

## NOTICIAS

Para determinar la factibilidad del proyecto se usó la teoría de escenarios para la cual se evaluaron dos alternativas, una optimista y otra pesimista.

La alternativa optimista considera el mejor de los casos en cada una de las sensibilidades efectuadas y la alternativa pesimista el peor de los casos en dichas sensibilidades.

En el estudio se sensibilizaron los siguientes parámetros: Precio Transferencia, Mercado, Inversión, Costos Fijos, Capital de Trabajo y otros.

Los resultados obtenidos para las dos alternativas consideradas son los siguientes:

- i) Para el proyecto sin financiamiento el TIR del proyecto para la alternativa optimista es de un 26,850/o con una inversión de US\$ 456.609.  
Para la alternativa pesimista el TIR es de un 13,20/o con una inversión de US\$ 466.349.
- ii) Para el proyecto con financiamiento el TIR del proyecto para la alternativa optimista es de un 34,690/o con una inversión de US\$ 288.908.  
Para la alternativa pesimista el TIR es de un 16,250/o con una inversión de US\$ 302.648.

**RAUL ALCAINO LIHN.**

**FRANCISCO J. KAISER GATTI**

Tema: "Racionalización de sistemas físicos en una gran empresa distribuidora".

Prof. Guía: FERNANDO RAGA C.

Fecha: 26/06/81

### RESUMEN

Se aborda en esta tesis, la problemática propia de una empresa distribuidora que recibe bienes o productos generados por otras organizaciones y los entrega a través de una red distribuida espacialmente, consistente en bodegas de almacenamiento y locales de venta, a los usuarios finales de dichos bienes. La distribución espacial de los componentes del sistema plantea el problema del transporte de productos y las interfases entre productor - usuario define el problema de almacenamiento y manejo de inventario.

Al analizar el problema de transporte se observa una innegable relación con los niveles de inventarios, pero su rigidez y la configuración espacial del problema permite tratarlo en forma separada. El modo obtenido finalmente para realizar el transporte es a través de camiones y los resultados defi-

nen, para cada producto, zonas de influencia de productores y locales de venta.

El problema de cuanto y cuando comprar se resolvió utilizando la regla del lote económico de Wilson previo cálculo de todas las variables involucradas. El modelo da para todos los productos estudiados, que abarca aproximadamente el 850/o de las ventas totales y que fueron escogidos de acuerdo a la aplicación de las curvas ABC, los niveles óptimos de inventarios y los puntos de reordenamiento. Estos resultados son, en estricto rigor, los aportes reales más útiles para la implementación de este estudio.

Para chequear inconsistencias, se validó el modelo a través de una simulación en que incluso fueron analizados productos con estacionalidades. Los resultados de esta simulación son los niveles de agotamiento para los distintos productos. Las ventas perdidas, de acuerdo a estos resultados, no sobrepasaron el 70/o de las ventas totales, es decir, están dentro de los márgenes previamente establecidos.

La implementación de este sistema para operar en la empresa distribuidora estudiada dependerá de la veracidad con que se alimenta el modelo y del control que se haga de todas las variables en juego.

La empresa podrá, al utilizar la metodología sugerida en esta tesis, jerarquizar sus problemas, diagnosticar aquellos que le son más relevantes y optimizar sus flujos de transporte y costos de inventario que es en definitiva el problema esencial que toda empresa de distribución debe abordar científicamente para permanecer en el mercado.

## INGENIERIA CIVIL ELECTRICA

**JULIO C. PEREZ PEREZ**

Tema: "Transporte Electromotriz"

Prof. Guía: RAUL SANDOVAL G.

Fecha: 07/10/81

### RESUMEN

En este trabajo se analizan las características del transporte urbano de superficie en la ciudad de Santiago, para determinar las bases de comparación son:

1. Definición de las alternativas de transporte electromotriz.



## 2. Determinación de un recorrido urbano teórico.

Posteriormente se estudian los distintos modos de transporte electromotriz, y se realiza una comparación técnica con los vehículos convencionales de combustión interna.

A continuación, para el recorrido teórico, se efectúa una comparación económica desde el punto de vista social de las siguientes alternativas de transporte: Bus convencional, Bus eléctrico, Trolebus simple y Trolebus articulado.

Finalmente se procede a determinar los niveles de tráfico de pasajeros en que las alternativas analizadas resultan apropiadas, obteniéndose como conclusión que existe un amplio rango de niveles de flujo en los cuales los vehículos eléctricos son competitivos con los convencionales.

**EDUARDO J. YAÑEZ GOMEZ**

Tema: "Mallas de tierra en terreno estratificado".

Prof. Guía: NELSON MORALES

Fecha: 21/09/82

### RESUMEN

En este trabajo se elabora un modelo matemático basado en el método de las imágenes, para el análisis de una malla de tierra considerando la existencia de más de una capa en el terreno. Mediante el método citado, se calculan las expresiones del potencial eléctrico generado en principio por una corriente puntual y posteriormente por una barra cilíndrica finita, en presencia de tres medios de características resistivas diferentes.

Subdividiendo una malla de tierra cualquiera en pequeños elementos, las expresiones anteriores permiten calcular la distribución de corrientes en la malla, y posteriormente el potencial en cualquier punto de su torno.

Se elaboró un programa de computación de características generales mediante el cual se analizó el comportamiento eléctrico de diversas mallas simples en función de los parámetros del terreno, tanto en el caso de fallas remotas como cercanas.

Se comparan valores entregados por recomendaciones internacionales (IEEE N° 80) con los determinados por el programa, encontrándose concordancia sólo cuando el terreno es aproximadamente homogéneo. Por otra parte en caso de una falla cercana, la tensión de paso puede alcanzar valores muy superiores a los que se presentan en una falla remota.

El procedimiento descrito puede además extenderse fácilmente para evaluar potenciales transferidos desde sistemas de tierra.

**SERGI JORDANA DE BUEN**

Tema: "Unidad procesadora de señales para osciloscopio".

Prof. Guía: HELMUTH THIEMER

Fecha: 29/07/81

### RESUMEN

Se ha desarrollado un sistema de procesamiento digital de un conjunto de señales análogas, basado en el microprocesador INTEL 8085, destinado fundamentalmente al análisis de las señales y a la presentación adecuada de éstas y de los resultados de los procesos, en un visor. El sistema se ha estructurado de tal forma que permita, por una parte, controlar el despliegue de la información, simulando un osciloscopio con memoria, o visualizando simultáneamente varias señales de salida; y por otra, realizar diferentes tipos de análisis, tales como linealización de funciones, calibración de equipos, análisis de mediciones y cálculo de parámetros estadísticos.

Está formado por una unidad de adquisición de datos, una unidad de proceso y una unidad de salida o de visualización de la información.

La unidad de adquisición posibilita el ingreso de señales al sistema, a través de ocho canales análogos diferenciales seleccionados secuencialmente.

Para minimizar los tiempos, tanto de adquisición como de procesamiento de la información, se ha incluido en la unidad de proceso un controlador de acceso directo a memoria (DMA), para las transferencias de las señales de entrada y de salida a memoria, y un procesador aritmético (APU) que además de realizar las cuatro operaciones básicas, permite evaluar funciones logarítmicas, exponenciales y trigonométricas.

La unidad de salida permite recuperar la información procesada de hasta ocho señales, en forma simultánea, a través de dos canales análogos, los cuales pueden usarse en forma independiente. Esto facilita el despliegue de la información en una pantalla de osciloscopio o en un inscriptor x-y.

Se incluye además, un conjunto de programas que definen los distintos modos de operación del sistema, tales como procesamiento en tiempo real y procesamiento secuencial. Los programas son de



## NOTICIAS

carácter general y abarcan tanto la habilitación de las distintas unidades, como el control de los barridos de salida, el procesamiento aritmético de la información y el ordenamiento de ésta en memoria.

**FERNANDO VICUÑA POBLETE**

Tema: "Análisis sobre la aplicabilidad de un sistema de control autooptimizante al modelo de una planta concentradora de minerales".

Prof. Guía: GUILLERMO GONZALEZ R.

Fecha: 10/07/81

### RESUMEN

En esta memoria se estudian las posibilidades de aplicación del Sistema de Control Autooptimizante (SCA) de Eykhoff y Smith a un modelo de una Planta Concentradora de Minerales.

Con el fin de adquirir los conceptos necesarios, primeramente se da una explicación nueva para el principio de funcionamiento del SCA en aquellas plantas que admiten un modelo simple de Hammerstein o de Volterra. A continuación, el SCA se aplica a algunas plantas sencillas, por medio de la simulación en un computador digital. Como resultado de esas simulaciones, al método de optimización original se le introducen diversas mejoras. Las modificaciones desarrolladas, que reducen en forma significativa el tiempo empleado por el control aplicado  $u(t)$  para converger a la vecindad del óptimo de equilibrio de la planta, se incorporan a los dos nuevos esquemas del SCA que se proponen. Se demuestra, entonces, que, con el esquema definitivo, el SCA opera satisfactoriamente aún en presencia de ruido.

Con la experiencia de la operación del SCA ya adquirida, se desarrolla un modelo simple de Hammerstein para la Planta Concentradora. Ese modelo aproximado, que se construye a base de las respuestas del modelo no simplificado de la Planta frente a un control de tipo escalón, se controla luego con el SCA. Se comprueba, entonces, que la aplicación del SCA al modelo de la Planta dado por Hammerstein es totalmente factible y no presenta problemas.

A continuación, se investiga la aplicabilidad del SCA en el modelo no simplificado de la Planta. Por medio de diferentes formas en que se hace operar el SCA, se encuentra que la Planta no consigue ser optimizada. Entonces, luego de someter a la Planta a algunas pruebas, se establece que el modelo no

simplificado de la Planta no admite una representación simple de Hammerstein cuando el control aplicado varía en forma sinusoidal. Se concluye, entonces, que a la Planta Concentradora no se le puede aplicar el SCA, ya que ella no satisface las condiciones de aplicabilidad de dicho método de optimización.

Por último, se desarrolla un método que permite verificar si una planta, que tiene óptimo, satisface algunas condiciones que se requieren para que ella pueda controlarse con el SCA.

### INGENIERIA CIVIL DE MINAS

**CARLOS VALENZUELA VEGA.**

Tema: "Control de polvo de mina El Salvador".

Prof. Guía: HANS GOPFERT H.

Fecha: 02/12/81

### RESUMEN

El polvo, definido por la Organización Internacional del Trabajo (O.I.T.) como un aerosol de partículas sólidas inanimadas, es uno de los problemas más graves que enfrenta la ventilación de minas subterráneas. Es de especial importancia el contenido de Sílice libre y el tamaño de las partículas de polvo nocivo que se inhala, puesto que junto con el tiempo de exposición, son los factores que inciden directamente en contraer la silicosis.

El presente tema de memoria se desarrolló con dos objetivos principales:

1. Realizar un diagnóstico y una evaluación de la situación actual, en cuanto a contaminación de polvo en la mina El Salvador. Este punto fue enfocado hacia dos aspectos: uno en que se evaluó las consecuencias producidas en las personas expuestas al riesgo silicógeno; y el otro en que se determinó los niveles de concentración de polvo respirable, existentes en las diferentes áreas típicas de exposición al riesgo.
2. Plantear medidas de control de polvo, puntuales y generales. Luego que se identificó y cuantificó el problema de la contaminación de polvo en la mina, se plantearon algunas medidas específicas, tendientes a solucionar las situaciones más críticas encontradas, para posteriormente ir atacando otras zonas de menor riesgo y con ello lograr paulatinamente condiciones ambientales óptimas en interior mina.

El estudio en general entrega pautas de trabajo, que permiten enfrentar el problema de la contaminación de polvo y verificar la efectividad de cualquier proyecto que tenga por finalidad proporcionar condiciones ambientales de trabajo adecuadas.

#### HECTOR MERY FARIAS

Tema: "Anteproyecto ampliación planta Romeral".

Prof. Guía: MANUEL ECHEVERRIA

Fecha: 30/10/81

#### RESUMEN

Se estudia la factibilidad técnico - económica de alternativas de ampliación en la planta de beneficio de Mina el Romeral.

El objetivo es: disminuir a partir del corto plazo, el contenido de impurezas en los productos, e incrementar a contar del mediano plazo, la proporción fino/granza en el total de concentrados, para recuperar al máximo sus reservas geológicas y permanecer en un mercado altamente restrictivo. El trabajo se fundamenta con pruebas metalúrgicas y análisis de mercado. Los resultados favorables del anteproyecto recomiendan pasar a la etapa de proyecto.

#### OSVALDO VICENCIO SALGADO

Tema: "Determinación del equipo de transporte para una mina explotada a cielo abierto".

Prof. Guía: HANS GOPFERT

Fecha: 16/10/81

#### RESUMEN

En esta memoria, se calcula el equipo de transporte que necesita el grupo de canteras "El Algarrobo", para trasladar anualmente 10.900.000 ton. de estéril y 5.400.000 ton. de mineral, de modo que el costo de carguío y transporte en la mina sea mínimo; considerando además, que los yacimientos tienen una vida limitada.

El objetivo anterior se alcanza si:

- Se usan palas 110B con baldes  $6y^3$  y  $4^{1-2}y^3$  para el estéril y mineral respectivamente.
- El mineral y estéril se transporta en camiones Lectra Haul de 85 y Haulpak de 35 ton. cortas respectivamente; y,

- Los camiones Lectra Haul se reemplazan cada 10 años y los Haulpak, cada 8 años.

La operación del equipo de carguío y transporte en las condiciones anteriores, permite ahorrar US\$ 250.000.- al año, en comparación a la utilización de un solo tipo de camiones en combinación con las palas 110B.

#### INGENIERIA CIVIL MECANICA

#### JACOBO CHACON FUENZALIDA

Tema: "Diseño y construcción de un compresor Roots".

Prof. Guía: FELIPE BASCUÑAN B.

Fecha: 30/09/81

#### RESUMEN

El diseño y construcción del Compresor Roots, ha sido realizado para su utilización en sistemas experimentales de Transporte Neumático de Materiales. Por tal motivo, los parámetros básicos de diseño, fueron determinados en función de condiciones que permitieran cumplir con tales objetivos.

Un aspecto importante en el desarrollo del presente trabajo, fue la construcción de los rotores, que son los elementos que mayor relevancia tienen en el comportamiento funcional del compresor, para ello se diseñó un sistema generado que permitió su construcción, mediante la generación de los perfiles del rotor.

El compresor diseñado para un caudal teórico de  $346 \text{ m}^3/\text{h}$ , con una elevación de presión de 1 atm., desarrolló en funcionamiento un caudal de  $246 \text{ m}^3/\text{h}$ , a la presión de diseño, es decir, un rendimiento volumétrico de 71% a plena carga, requiriendo una potencia de 15 HP.

#### JORGE RIVERA OLGUIN

#### LUIS WISTUBA OYARZUN

Tema: "Diseño, Construcción y pruebas de un quemador de combustibles sólidos de desecho".

Prof. Guía: RAMON FREDERICK

Fecha: 15/09/81

#### RESUMEN

La profunda crisis energética que vive el mundo de hoy, obliga a buscar soluciones mediante el uso

## NOTICIAS

de combustibles no tradicionales y económicos. El objetivo esencial de esta Memoria de Título es estudiar la Combustión del aserrín en suspensión, dentro de un quemador diseñado y construido para tal efecto, utilizando Kerosen como combustible auxiliar. Se pretende demostrar la factibilidad técnica de este sistema de producción de energía.

El estudio, en su primera parte, comienza con la presentación de los combustibles sólidos de desecho y sus características y, concluye con los fundamentos económicos que justifican la elección del aserrín de madera como el más adecuado.

La parte central de esta tesis, contempla el diseño y la experimentación de un quemador prototipo y sus equipos anexos. Las pruebas operativas del quemador dan origen a cambios correctivos que se traducen en un mejor funcionamiento del sistema y, en estas condiciones, se recogen todos los datos y análisis relevantes que permiten desarrollar y presentar en Tablas y gráficos algunas conclusiones respecto a la combustión del aserrín.

Para finalizar este trabajo se propone el diseño de un quemador de aserrín, en el cual se han hecho las modificaciones necesarias para suprimir los inconvenientes que presentaba el equipo experimental, utilizado durante las pruebas.

**TOMAS L. AMIAMA DI MARZIO**

Tema: "Estudio experimental y diseño de un sistema de captación de polvo de asbesto cemento".

Prof. Guía: FELIPE BASCUÑAN B.

Fecha: 09/09/81

### RESUMEN

En la industria del asbesto cemento el principal riesgo de enfermedad profesional es el producido por la dispersión de fibras de asbesto. Dicha enfermedad profesional es la asbestosis, que es de carácter irreversible y que abarca un área geográfica de población mayor que la directamente expuesta a la contaminación.

Esta enfermedad produce una insuficiencia pulmonar con sus agravantes y cuyo único tratamiento lógico es la prevención mediante una adecuada higiene.

Como consecuencia de esto nace la necesidad de eliminar la polución desde su origen, mediante el uso de sistemas de captación de polvo de gran eficiencia.

Para realizar un adecuado diseño de un sistema de captación de polvo se realizó un serie de experiencias tendientes a determinar los parámetros de diseño del sistema en estudio.

Una vez obtenidos los parámetros, se diseñó y dimensionó el equipo tomando en cuenta además otros factores como son los de operación y ubicación geográfica del equipo.

El equipo que se diseñó es del tipo filtro de mangas con tolvas de almacenamiento y evacuación mediante roscas de descarga.

## INGENIERIA CIVIL QUIMICA

**ARTURO NAHUM SORO**

**FRANCISCO THIERMANN B.**

Tema: "Estudio de factibilidad técnico - económica y anteproyecto para una planta de reducción directa de minerales y pellets de mineral de fierro por medio de reductores gaseosos".

Prof. Guía: RALPH WERKMEISTER

Fecha: 03/12/81

### RESUMEN

Frente al creciente déficit que se prevee para la década del 80 en la oferta de la chatarra de hierro, se plantea la posibilidad de instalar una planta de reducción directa de minerales de hierro para obtener HRD. Este producto puede además ser utilizado como materia prima en acerías de horno de arco eléctrico que permitan cubrir la demanda insatisfecha de acero bruto en el país.

Para cumplir los objetivos planteados, se ha diseñado una planta con capacidad de producción de 200.000 toneladas anuales de HRD utilizando el proceso MIDREX. Este proceso reúne las siguientes características.

- i) Utilizar reductor gaseoso (gas natural), de gran abundancia en el país.
- ii) Tener la mayor capacidad y cantidad de plantas instaladas.
- iii) Presentar un rango de capacidades que incluye el requerido en el país.
- iv) Poseer una de las mayores eficiencias energéticas.

La localización de la planta queda restringida a la XII Región Administrativa del país debido a la imposibilidad actual de transportar el gas natural hacia otras regiones. Los pellets de mineral de hie-



ro deben entonces ser trasladados desde su planta de producción en Huasco hasta el extremo austral del país.

De la realización del estudio de factibilidad técnico-económico se tiene que el Costo Físico Total de la planta es de US\$ 28.477.190 el cual se desglosa en un Activo Inmovilizado de US\$ 17.578.512 y en un Activo Nominal de US\$ 10.898.678.

La evaluación económica arroja una tasa interna de retorno del 16,41% y el estudio de sensibilidad de los indicadores económicos demuestra una mayor variación para el precio del HRD producto que para el precio de los insumos.

De lo anteriormente expuesto se concluye que el proyecto puede ser considerado atractivo desde el punto de vista de un inversionista privado, aunque es recomendable estudiarlo en forma más detallada para afinar el resultado.

RENE FLORSHEIM SCHINDLER  
HECTOR MARTINEZ BENGOCHEA

Tema: "Copolimerización catiónica de  $\beta$ -Pino con Vinilpirrolidona y con óxido de estireno".

Prof. Guía: FRANCISCO MARTINEZ D.  
Fecha: 05/08/81

#### RESUMEN

Se estudia la copolimerización catiónica de  $\beta$ -pino ( $\beta$ P) con vinil-pirrolidona (VP) y con óxido de estireno (OE). Las reacciones se efectúan en solución, empleándose diclorometano como solvente y tetracloruro de estaño como iniciador.

Se determinan las reactividades monoméricas ( $r_1$  y  $r_2$ ) para ambos copolímeros a una temperatura de 80°C y utilizando un 3% molar de iniciador. Estas reactividades se obtienen con los métodos de Lewis y Mayo, Kelen-Tüdös y Fineman-Ross, siendo sus valores los siguientes:

$r_1 = 0.095$  (VP) y  $r_2 = 0.295$  ( $\beta$ P);  $r_1 = 2.972$  (OE) y  $r_2 = 0.002$  ( $\beta$ P). De estos resultados se desprende que los copolímeros que contienen VP son casi perfectamente alternados, mientras que en aquellos con OE predomina fuertemente este monómero.

Por otra parte se encuentra que el rendimiento es máximo cuando la temperatura es de -100°C o cuando se usa un 4% molar de iniciador, para los copolímeros con VP. Para el otro par de monó-

meros el óptimo se tiene para una temperatura de -60°C o usando un 4.5% molar de iniciador.

Las mediciones de pesos moleculares realizadas con el osmómetro de presión de vapor arrojan valores entre 542 y 1214 (viscosidades intrínsecas entre 0.0039 y 0.0269 dl/gr) para los copolímeros con VP. Asimismo, para los copolímeros con OE se tienen pesos moleculares entre 630 y 2314 (viscosidades intrínsecas entre 0.0253 y 0.0695 dl/gr). Por último, del análisis de los espectros IR y <sup>1</sup>HNMR se desprende que la estructura más probable para ambos copolímeros es la de una cadena lineal.

JORGE NAVARRETE N.

Tema: "Factibilidad técnico-económica de la reducción de anhídrido sulfuroso a azufre en los gases del horno de reverbero por el proceso citrato".

Prof. Guía: RALPH WERKMEISTER  
Fecha: 28/09/81

#### RESUMEN

Esta memoria consiste en la evaluación técnico-económica de una planta de obtención de azufre a partir de emisiones diluidas de SO<sub>2</sub>. La recuperación y reducción del SO<sub>2</sub> se realiza por medio del proceso Citrato.

El consumo de azufre en nuestro país es del orden de las 120.000 (ton/año), de las cuales 90.000 se importan desde distintos mercados. En la actualidad la producción mundial alcanza a 38 millones de toneladas al año, siendo Norte América la principal área de producción y Europa la principal zona de consumo.

En el presente estudio, como materia prima se usa el SO<sub>2</sub> (2% V) que proviene del horno de reverbero de la fundición de Ventanas. La capacidad de tratamiento de gases de la planta se fija en 53.800 (Nm<sup>3</sup>/hr), que corresponde a la capacidad actual de operación del horno.

El estudio de mercado indica que el azufre producido encontraría venta en nuestro país, si su precio está a nivel internacional, o sea US\$ 200 la tonelada para el azufre de alta pureza (> 99,5%) y US\$ 180 la tonelada para el de pureza igual o inferior al 99,5%.

Del proceso Citrato se estudian dos alternativas, que difieren en el método de generación de H<sub>2</sub>S usado en la reducción del SO<sub>2</sub>.

## NOTICIAS

La capacidad instalada de la planta en cada caso es:

Caso A) Esta alternativa tiene una capacidad de producción de 10.044 (ton/año) de azufre de alta pureza.

Caso B) Se producen 32.055 (ton/año) de azufre de alta pureza, además de 24.55 (ton/año) de azufre de baja pureza.

A estas dos alternativas corresponden las siguientes inversiones.

Caso A) El costo físico total de la planta es de US\$ 6.248.468 y en el

Caso B) US\$ 8.468.598.

De operar 15 años cada alternativa, se obtiene el siguiente VPN para una tasa de actualización de un 20<sup>o</sup>/o.

Caso A) VPN: US\$ – 9.883.697

Caso B) VPN: US\$ – 14.742.278

De las alternativas estudiadas, el caso B podría ser factible, si el precio del azufre fuese un 20<sup>o</sup>/o superior al nivel actual en el país, es decir del orden de los US\$ 240 y US\$ 216 la tonelada según su pureza.

Es recomendable estudiar el Caso A), usando gas natural en vez de gas licuado para producir el H<sub>2</sub>S.

