



Estudiantes durante Laboratorio de Fundición
Fotografía: Rodrigo Calderón

En este Número:

Portada:

Día Nacional de la Ingeniería

Pág. 1

Editorial:

Dr. Oscar Bustos
Académico | Coord. Vinculación con el Medio

Pág. 2

Investigaciones en Pocas Palabras:

Carvajal et al., 2021

Pág. 2

Entrevista a:

Profesor Tucapel Montalva

Académico | Departamento de Ingeniería
Metalúrgica

Pág. 3-5

Destacados
Asistencia técnica
Agenda
Eventos de Interés

Pág. 5-6

Créditos:

Oscar Bustos | Coordinador General
Luisauris Jaimes | Editora

DÍA NACIONAL DE LA INGENIERÍA

El pasado 14 de mayo se celebró el Día Nacional de la ingeniería, pero fue decretado y publicado por el ministerio del interior el 6 de abril del año 2009. Si bien es una celebración de reciente data, se fundamenta en la conmemoración al gran operativo de remoción de escombros y reconstrucción que se inició al día siguiente del terremoto que azotó la ciudad de Santiago de Chile en plena noche el día 13 de mayo de 1647. Existen varios relatos que mencionan la gran destrucción ocurrida en Santiago a causa de ese violento movimiento telúrico, por un prolongado espacio de tiempo, que incluyó el derrumbe del edificio más importante de esos días: la catedral de Santiago.

Son precisamente las tareas y obras de reconstrucción las que inspiraron a elegir el día 14 de mayo como el Día Nacional de la

Ingeniería. En este sentido, la ingeniería se basa en el uso de principios científicos para diseñar y construir máquinas, estructuras y otros entes. Son los ingenieros los que aprovechan el cúmulo de conocimientos tecnológicos para la innovación, invención, desarrollo y mejora de técnicas y herramientas para satisfacer las necesidades y resolver problemas técnicos tanto de las personas como de la sociedad en la que nos desenvolvemos. De allí que, ser ingeniero es encontrar soluciones a problemas que nadie más sabe cómo resolver y la Universidad de Santiago de Chile, a través de nuestra Facultad de Ingeniería, lleva 106 años formando Ingenieros que han contribuido al desarrollo del país.

Redacción: Luisauris Jaimes



Dr. Oscar Bustos

Académico | Coord. Vinculación con el Medio
Departamento Ingeniería Metalúrgica

A través de este Nuevo número del Boletín del Departamento de Ingeniería Metalúrgica, saludamos afectuosamente a todos nuestros lectores.

Este medio tiene por objetivo principal difundir las actividades de nuestros académicos, funcionarios estudiantes y egresados, que conforman la Comunidad Metalúrgica. Esta Comunidad crece año tras año con titulados de Ingeniería de Ejecución e Ingeniería Civil en Metalurgia además de graduados de los programas de postgrado: Magister en Ciencias de la Ingeniería mención ciencia de materiales y metalurgia extractiva y Doctorado en Ciencias de la Ingeniería mención Ciencia e Ingeniería de Materiales, programas propios del departamento y como integrante del Programa de Doctorado en Ciencias de la Ingeniería mención Procesos

En este número presentamos una entrevista al Profesor más antiguo del departamento. El académico Tucapel Montalva Ramírez, profesor de muchas generaciones de ingenieros que seguramente lo recuerdan como su formador en los laboratorios de Fundición, pero principalmente por su enorme calidad humana. Innumerables generaciones de ingenieros seguramente recordarán las actividades extra académicas complementarias luego de las visitas a fundiciones y maestranzas.

Así mismo, en este número difundimos el campo de investigación del Dr. Linton Carvajal quien se ha especializado en la medición de propiedades elásticas por medio de técnicas de ultrasonido, esto se evidencia en una de sus publicaciones recientemente publicada en una revista científica indexada.

Finalmente, reportamos la visita de una delegación de la Escuela Politécnica Aeronáutica. Esta delegación visitó las instalaciones y laboratorios de varias dependencias de la Facultad de Ingeniería.

Investigaciones en pocas palabras

Evaluación ultrasónica de la influencia del laminado en frío y el recocido de recristalización en las constantes elásticas en un acero TWIP.

Linton Carvajal, María Sosa, Alfredo Artigas, Nelson Luco and Alberto Monsalve.

Resumen

Se analizó la evolución de las constantes elásticas, C33, C44 y C55, relación de Poisson y birrefringencia acústica de un acero Fe-0.5 wt% C-21.5 wt% Mn con plasticidad inducida por maclado (TWIP) con reducción por laminación en frío y recocido de recristalización; evaluado a partir de mediciones de los tiempos de vuelo de las ondas ultrasónicas que se propagan a lo largo del espesor de las placas laminadas. A medida que aumentaba la reducción, los cambios en las constantes elásticas dieron como resultado una ortotropía en constante aumento, que se mostró claramente por la relación de Poisson y la birrefringencia acústica. Aunque las mediciones de dureza y metalografía óptica mostraron que se logra una recristalización parcial o total después del recocido a 600 ° C y 700 ° C, las mediciones ultrasónicas revelaron que permanece un alto nivel de ortotropía.



Metodología

- Lingote de acero TWIP de 110 mm de largo, 150 mm de ancho y 20,7 mm de espesor se homogeneizó a 1000 °C por 1 hora, se laminó en caliente hasta una reducción del 50 % y enfriado al aire

16 cortes
Sométidos a:



- Laminación en frío con reducciones de espesor de 6, 16, 31, 52 y 70%
- Tratamiento térmico de recocido en horno
- Enfriado en agua

Se obtuvieron velocidades ultrasónicas, constantes elásticas y birrefringencia, se realizaron pruebas ultrasónicas antes y después de cada reducción y después de cada tratamiento térmico.



Resultados y Conclusiones

- ✓ El aumento de la reducción por laminación en frío disminuyó notablemente en C44, tuvo un pequeño efecto en C55 y aumentó en C33, aumentando así la ortotropía, lo que se reflejó en los valores de birrefringencia y el parámetro de relación de Poisson Δv .
- ✓ La curva de dureza versus reducción por laminación en frío presenta una pendiente variable, lo que puede estar relacionado con los mecanismos de deformación. Esta pendiente variable también está presente en las curvas de birrefringencia y Δv .
- ✓ Los efectos de la temperatura y el tiempo de recocido de recristalización se reflejaron tanto en la dureza como en los parámetros elásticos. Mientras que el primero muestra que para una deformación media a alta, hubo una recristalización sustancial tanto a 600 ° C como a 700 ° C, el último muestra que la ortotropía se mantuvo después de la recristalización.

Para obtener el artículo completo visite:
<https://doi.org/10.3390/ma14216559>

¿En qué año entró a estudiar metalurgia?

En 1945 a la Escuela de Artes. Estudié 5 años el grado de oficio y me pasé al grado de técnico, 3 años, tenía 17 años cuando entré al grado de oficio. Al quinto año entré a estudiar el grado de Técnico y me titulé como Técnico Fundidor y me fui a trabajar a la industria.

Entonces, ¿qué fue lo que lo llevó a estudiar en la UTE y en particular en la Escuela de Artes y Oficios?

Yo quería ir a la Marina a estudiar a la Escuela de Grumetes y en ese tiempo mi hermano mayor estaba en la Escuela de Artes y me dijo que no me fuera a la Marina y que diera examen en la EAO y siguiera un oficio o una profesión y eso me llevó guiado por mi papá y mi hermano a que siguiera una profesión en la Escuela de Artes y Oficios.

Y específicamente,**¿por qué metalurgia?**

Mi hermano estudiaba Metalurgia, entonces mi padre nos indicó: Una vez titulados ustedes después montan una fundición, pero mi hermano se recibió antes y se fue a trabajar y ya no nos pusimos de acuerdo. No estaban dadas las condiciones, porque en realidad somos hijos de padres de clase media y no estaban los recursos.

Con el Título de Técnico trabajé con un colega, ahí en su casa en Santiago, en Lo Ovalle. Formamos una fundición pequeña para fundir aleaciones no ferrosas. Instalamos un horno en un hoyo en el suelo y lo revestimos con ladrillo de construcción. Aún no teníamos ladrillos refractarios. Pusimos un ventilador y un crisol y empezamos a fundir con parafina. Teníamos un estanque y con tenazas sacábamos entre los dos el crisol el cual lo poníamos en el maneral, uno tomaba la cola y el otro las manillas. Moldeábamos perchas, cosas artísticas. Fuimos a la Avenida 10 de Julio donde consultábamos los maestros mecánicos qué piezas fundidas necesitaban.

En el año 1963 entro aquí a trabajar a la Escuela de Artes y Oficios de Santiago. Antes del 70, estando acá hice un curso de nivelación de un año para obtener el título de Ingeniero de Ejecución Metalurgista...

Nos dijeron que les mandaban a fabricar unas bombas de aluminio. Les dijimos que las podíamos hacer. Nos llevábamos los modelos, las fundíamos y ellos las mecanizaban. En eso estuvimos un año. Posteriormente me fui a una industria donde se fabricaban artículos para baño y cocina, fitting y grifería digamos. Nosotros las moldeábamos y fundíamos y en los talleres mecánicos las mecanizaban para entregar el paquete completo para la cocina o para el baño. Estuve un año ahí, pero me pagaban por semana y no me imponían. Aburrido de esto vine a la Escuela de Artes y Oficios y me comentaron que había una posibilidad de trabajo en Constitución, en una escuela industrial donde se moldeaba y se fundía en un cubilote de 1000 kg hora; se fabricaban piezas para barcos pesqueros, anclas, escobenes, repuestos para lanchas con motor fuera de borda; hélices de bronce, de aluminio, chumacera (donde van los remos) y

piezas para mecánica: tornillos mecánicos, prensas también. Había otro colega y entre los dos producíamos las piezas. Y a los mecánicos les enseñábamos a usar el maneral y a colar. Y ahí estuve casi 5 años. Llegando allá al poco tiempo me casé; necesitaba calor humano. Mi señora era de aquí de Santiago, nos conocíamos de la escuela primaria. Ganaba \$8,000; alcanzaba para comer para pagar la pensión o sea el arriendo y así empezamos con lo mínimo. Acudí a la EAO y pregunté si había trabajo y me dijeron que había una posibilidad para Temuco, año 1958, porque el jefe de taller murió, así que se necesitaba un técnico de aquí. Así que con mi mujer nos fuimos a Temuco; ahí me pagaban \$100.000; ahí estuve hasta el 63; allá me fui como jefe de la especialidad.

En el año 1963 entro aquí a trabajar a la Escuela de Artes y Oficios de Santiago. Antes del 70, estando acá hice un curso de nivelación de un año para obtener el título de Ingeniero de Ejecución Metalurgista, que don Juan Fernández, jefe de la especialidad



Profesor Tucapel Montalva

Académico

Departamento de Ingeniería Metalúrgica

inició. Se incluía el área extractiva.

Ud. ha trabajado enseñando toda su vida, pero, ¿también trabajó en investigación?

Sí, también un poco; con profesores de esa época, entre otros, Juan Pinto y Carlos Muñoz. Ellos fueron a Canadá y otros a EEUU. Yo el año 1969 estuve 6 meses en la siderúrgica de Volta Redonda, Brasil, en un curso latinoamericano. Había un argentino, un peruano, un ecuatoriano, un venezolano y un mexicano. Hicimos un recorrido por toda la usina, de sección en sección. Materias primas, coquería, fundición del alto horno, obtención del acero, laminación y vaciado en moldes metálicos.

En virtud de su larga trayectoria en nuestra institución y que son cientos los ingenieros a los que Ud. ha contribuido en su formación, ¿hay alguna anécdota que recuerde con cariño?

Algunas visitas de Estudio: A Chuquicamata, cuando estaba Juan Fernández como Director de la especialidad. Fuimos en una micro del recorrido Av. Matta. Salimos en la tarde; a mitad de camino dormimos, algunos en la micro, otros debajo, arropados, amanecía y partíamos. Nos quedamos en la escuela de minas de Antofagasta, y partimos a Chuquicamata donde estuvimos todo un día.

Continúa...

De vuelta nos fuimos a Tachna. Llevábamos cocaí para el camino y, como siempre los alumnos “¿cómo vamos a comer así no más?” Así que compraron un chuico de vino para el camino y el frío. Se lo habían tomado y fueron a comprar. Venían de vuelta con el chuico, se tropezaron y se les quebró. Estaban muy apenados porque no había que ponerle para el camino en la noche. Esa visita duraba casi un mes, porque de vuelta los alumnos tenían que hacer un laboratorio de metalurgia extractiva en la escuela de minas Copiapó, porque aquí en Santiago no había. Los cabros hacían maldades allá. Le pusieron corona a Juan Godoy. Le amarraron el cordón de la campana de la escuela, que tocaban a las seis para levantarse y después para ir a desayunar y luego para entrar a clases, porque era como un internado. El director mandó a todos a una residencial donde pasamos un par de noches antes de venimos.

Fuimos al sur varias veces, a Huachipato, Lota y alrededores. Luego había buses de la universidad, así que en las salidas podíamos pasar a servirnos algo después de las visitas, por ej., a Fundación Jofré. De vuelta comprábamos una carne, pasábamos al

Museo del Vino donde nos prestaban una parrilla, hacíamos un asado y le poníamos su traguito también. Ahora que se ariendan los buses les hago sándwiches; mi mujer sabe cuando salgo a visitas, porque en la mañana salgo a comprar jamón o jamonada y preparo los sándwiches. Antes con los choferes de aquí, como me conocían podíamos pasar por más tiempo. Ahora es más breve, una media hora o una hora a lo sumo y volvemos, así que llegamos temprano, y los muchachos en algún momento se acordarán de que fueron conmigo y pasaron y comieron un sándwich.

En una visita, a mitad de camino en Longaví, el chofer dijo ¿profesor, podemos pasar aquí? Yo tengo mi familia, así que pasamos. Y la familia preparó un fondo con huevo duro y pan amasado...y

tenemos un vinito de la zona. Sacaron el vino y estaba medio picado, así que los cabros quedaron todos como huasca. Partimos en la noche para llegar a Concepción. Iban tres alumnas, el funcionario que nos atendió se enamoró de una de ellas y no la dejaba tranquila. También hicimos un recorrido por toda la zona. Visitamos vidrios Lirquén, la fábrica de bolas para molino forjadas entre otras fábricas.

Si echa la vista hacia atrás, ¿cómo ha sido la evolución de la enseñanza de las ingenierías?

Ha avanzado. Según la carrera nuestra; a lo mejor puede parecer retrógrado lo que yo enseño, a moldear, a fundir en esos hornos, pero creo que es la única universidad

que enseña esto. Porque hay otras universidades que enseñan metalurgia, pero no lo que hacemos nosotros. Tenemos las dos ramas, adaptiva y extractiva. A lo mejor hay que renovar algo en metalurgia extractiva y aquí hay que renovar el horno de inducción porque ya falla, hace cortocircuitos. Entonces yo creo que hay que renovar eso. Es urgente. El especialista ha venido, pero queda igual. Nosotros con Roberto Jefe del taller de fundición preparamos

alguna aleación, una 85-5-5 o un latón. Lo que les enseño, a los ingenieros de ejecución es fundamental para su formación. Ayer les estábamos enseñando para qué sirven las almas, para sacar un vaciado en una pieza...ellos lo moldearon, lo fundimos y apareció la pieza con el vaciado. Están viendo y ellos cuando salgan van a ver cómo se emplea eso. Para los civiles también es importante, a los alumnos de Ingeniería Civil también les enseño. Ahora como tengo la ayuda de Roberto, cuando me vaya yo no sé quién irá a quedar además de Roberto, seguramente va a haber que traer otra persona, porque para mí es indispensable. A lo mejor vienen algunos que digan que eso es anticuado, pero les sirve a los

ingenieros de ejecución y civil. Ayer les estaba enseñando la muestra de estaño. Lingoteamos estaño, plomo y zinc y que vieran la diferencia. Doblé la barra y ¿qué sienten ustedes? Un ruido. Les paso una barra de cinc, haz lo mismo y se partió. Mira los granos, los cristales del cinc. El plomo es del color plomo y lo doblas y no se va a quebrar nunca.

Desde su punto de vista, ¿qué áreas de la ingeniería considera usted que hay mayor desarrollo y oportunidades laborales para los estudiantes?

Veo que han implementado muy bien el taller mecánico. Yo llevo a los niños que vean cómo se complementa metalurgia con mecánica. Así como hago el reparo del horno de inducción, en metalurgia extractiva veo que no está bien, falta equipamiento.

Y en términos laborales, ¿qué ha visto?

Hay pega, hubo un tiempo que se paró, pero ha repuntado. Huachipato y Jofré han contratado alumnas. También en Chagres. Por lo menos las niñas han tenido suerte. Hay campo, se está recomponiendo. En Las Rosas también han contratado. Estaba parado, pero eso está cambiando.

¿Le ha gustado su vida en la universidad?

Mira, me ha gustado, por eso me he quedado y no traté de irme para otro lado. Me afiaté en el asunto de enseñarle a los alumnos, enseñarle con cariño, el máximo posible. Que se desempeñen bien afuera, que tengan pachorra para trabajar y que no los sorprendan, porque quiere decir que la saben todas, porque no las saben todas. A veces un maestro sabe mucho más que un ingeniero, porque la práctica da mucho, enseña mucho, la experiencia es importante.

¿Algún mensaje que le daría a los estudiantes de enseñanza media?

Que se dediquen a estudiar, no a hacer maldades. Para que sean un buen chileno, un buen hombre, para bien personal y bien de la patria.

Continúa...

Y en relación con estudiar metalurgia, qué les diría:

Sí porque en nuestro país tenemos una industria siderúrgica, fundiciones; tenemos minerales. Hay campo para estudiar metalurgia y estudiar, estudiar. Ser un buen estudiante y un buen chileno. Salir adelante con nuestro país.

La familia, don Tuca, ¿qué papel ha jugado en todos estos años?

Es muy importante la familia, la esposa de uno y los hijos. Tiene que ser comprensivo con la esposa, para que la esposa se sienta a gusto y lo ayude a vivir, a criar los hijos, a tener un hogar digno y pasar una vida confortable, cómoda, alegre. Y vivir la vida porque es una sola no más. Saber ser compañeros de toda una vida, no unos años y separarse, por eso es conveniente portarse bien uno también, ser comprensivo con la mujer, quererla, adorarla.

¡Muchas gracias por su entrevista profesor Tucapel!

DESTACADOS

Fortalecimiento del vínculo universidad-empresa:

Delegación de Academia Politécnica Aeronáutica visita laboratorios de la Facultad de Ingeniería para colaboración en proyectos. En una instancia marcada por los deseos mutuos de cooperación, el Dr. Alberto Monsalve González, académico del Departamento de Ingeniería Metalúrgica, recibió a una delegación de la Academia Politécnica Aeronáutica de la FACH, la que visitó distintos laboratorios para conocer nuestra avanzada tecnología.

La vinculación con el medio es un eje estratégico fundamental para los objetivos de la Facultad de Ingeniería, y además, es una misión de la Universidad. En ese contexto, los académicos están en constante búsqueda de tender puentes con distintas organizaciones para concretar colaboraciones que involucren asistencias técnicas, prácticas profesionales y transferencia tecnológica.

Fue así como el miércoles 27 de abril, una delegación compuesta por un investigador de la Universidad de Toulouse (Francia), académicos, oficiales y alumnos de la Academia Politécnica Aeronáutica de la FACH, visitó los laboratorios de Ingeniería Metalúrgica, donde conocieron el equipamiento de avanzada con el que cuenta el lugar.

Diego Urrea Almonacid, Rafael Beltrán Palacios, Patricio Alborno, Yakza Letnic Vega, José Sepúlveda Gajardo, Gonzalo Melo, Nelson Véjar, Claudia Alvarado, Bruno Castanié, Pablo Figueroa, Danaisse Parra y Héctor Saavedra, también visitaron al laboratorio de prototipado del Centro de Innovación de la Facultad (<https://centroinnovacion.d/>) donde la delegación fue recibida por la gerente del Centro, Claudia Seco, y la encargada del laboratorio, Lorena Durán. En la ocasión, recibieron detalles de las tecnologías avanzadas con las que cuenta el Centro en materia de manufactura y materiales, como los escáner 3D, máquinas de manufactura aditiva, termoconformado y otros, con las que se apoyan distintos proyectos de I+D, emprendimientos tecnológicos y servicios para la industria.

Finalmente, la delegación fue recibida en los laboratorios de por la Dra. Marliza Páez.

'La visita de la Academia Politécnica Aeronáutica de la FACH y la del profesor Bruno Castanié, que es el director del Centro de Investigación en Materiales de la Universidad de Toulouse (Francia), tuvo por objetivo llevarlos a conocer los lugares donde estamos haciendo investigación cercana a las temáticas que trabaja este grupo que nos visitó. El profesor Castanié tiene una amplia trayectoria y tiene una relación con nosotros hace 25 años, por lo que su visita a Chile detonó este recorrido donde pudimos hablar de tecnologías, necesidades, soluciones en las que podríamos aportar y que fueron de gran interés para los oficiales FACH y profesores de la Academia, junto con investigadores del centro de investigación y desarrollo de ciencias aeroespaciales' señaló el Dr. Monsalve.

El profesor Roberto Solís, del Centro de Investigación, trabaja con materiales, satélites y aerofotografía, destacando que 'para nosotros es muy importante esta instancia y que los alumnos FACH vean las instalaciones de la universidad, aprovechando la visita del profesor Castanié y para que conversemos sobre espacios comunes de colaboración con el Centro que él dirige en Francia'.

Muchos proyectos han desarrollado el Dr. Monsalve y la Academia Politécnica y siempre está atento a que surjan nuevas ideas 'al concursar a los proyectos Fondecyt y al fondo de la Fuerza Aérea de Estados Unidos, que aporta para investigar en el campo aeroespacial acá en Chile'.

Por Macarena Polanco

Buscamos MEMORISTAS

Tema: Circuito de chancado en planta José Antonio Moreno
Duración: 6 meses
Detalle: Estudiar la formación de fino en la etapa del chancado, buscando encontrar la granulometría óptima a trabajar en el área de aglomerado y revisar la configuración de la etapa de chancado.
Área: Procesos-Chancado

Tema: Lixiviación de material en stock
Duración: 6 meses
Detalle: Estudiar bajo pruebas de lixiviación de material en stock el procesamiento del material para lograr un 80% de recuperación.
Área: Procesos-Lixiviación

Cierre Postulaciones 22 Junio

INTERESAD@S ENVIAR CORREO Y C.V A VALESKA.ARELLANO@USACH.CL

INGENIERÍA METALÚRGICA

Enviar correo y C.V a valeska.arellano@usach.cl



Polímeros | Los nuevos revestimientos de molino, compuestos por caucho-metal y caucho-cerámico promueven una mejora en la producción bajando costos de operación,



mantenimiento entre otros factores.

El LIMM-UdeSantiago realiza ensayos de laboratorio para los compuestos de caucho, el metal y/o cerámico además de las propiedades de adhesión entre materiales. Para llevar a cabo este control el laboratorio emplea ensayos a los compuestos de caucho bajo normas internaciones ASTM y UNE-EN de dureza, desgaste, tensión, compresión, deterioración mediante ozono, análisis químico, adhesión a sustratos rígidos y densidad. Además de los ensayos de laboratorio que se realizan para cerámicos y metales.

Contacto:

<http://limm.usach.cl/es/quienes-somos-2>

CORROSION
SCIENCE

FI 7.205
Q1

ACS
MATERIALS LETTERS

FI 8.312
Q1

SCIENCE CHINA
Materials

FI 8.273
Q1

MATERIALS
CHARACTERIZATION

FI 4.342
Q1



AGENDA



#ConexiónEmpresarial

CHARLA INFORMATIVA

GRADUADOS
2022

¡Hasta el 30 de junio está abierta la Convocatoria al Programa Graduados/as de Codelco! Si eres egresado/a o profesional recién titulado/a de nuestra Universidad, participa de esta actividad digital informativa para conocer más sobre las oportunidades que tiene esta empresa.

JUEVES 23 DE JUNIO

16:30 HORAS VÍA ZOOM



EVENTOS DE INTERÉS

Fifth International Conference on Block and Sublevel Caving

From August 29 to September 1, 2022. City of Adelaide, South Australia. Web: <https://www.acgcaving.com/>

International Conference on Corrosion of Nonferrous Metals and their Alloys

June 23-24, 2022 in Vienna, Austria.

Web: <https://waset.org/corrosion-of-nonferrous-metals-and-their-alloys-conference-in-june-2022-in-vienna>

MetPlant Conference 2023: Design of Metallurgical Plants and Operational Strategies

29 – 31 May 2023 in Perth, Australia.

Web: <https://www.ausimm.com/conferences-and-events/metplant/program/call-for-abstracts/>