

2007

Memoria | Report

2008





2007
Memoria | Report
2008





Contenido | Content

20
20

| | |
|---|---------|
| 1. Saludo Rector Welcome from the University President | 4 5 |
| 2. Unidad de Desarrollo Tecnológico de la Universidad de Concepción Technological Development Unit of Concepción University | 6 7 |
| 2.1 Antecedentes Principales Main Background | 8 9 |
| 2.2 Competencias Competence | |
| 2.3 Capacidades Capacities | |
| 2.4 Colaboradores Collaborators | 10 11 |
| 2.5 Infraestructura e Equipamiento Infrastructure and Equipment | 12 13 |
| 2.5.1 Infraestructura Infrastructure | |
| 2.5.2 Equipamiento Equipment | |
| 3. Áreas de Trabajo R&D Areas | 24 25 |
| 3.1 Área Biomateriales Biomaterial | 26 27 |
| 3.1.1 Descripción Description | |
| 3.1.2 Líneas de Investigación Projects | |
| 3.2 Área Bioenergía Bio-energy | 28 29 |
| 3.2.1 Descripción Description | |
| 3.2.2 Líneas de Investigación Projects | |
| 3.3 Área Productos Químicos Chemicals | 30 31 |
| 3.3.1 Descripción Description | |
| 3.3.2 Líneas de Investigación Projects | |
| 3.4 Área Medio Ambiente Environmental | 32 33 |
| 3.4.1 Descripción Description | |
| 3.4.2 Líneas de Investigación Research projects | |
| 3.5 Área Gestión Tecnológica Technological Transfer and Management | 34 35 |
| 3.5.1 Descripción Description | |
| 3.5.2 Líneas de Investigación Research and development | |
| 4. Resultados durante el periodo 2007-2008 Results | 36 37 |
| 4.1 Formación de Estudiantes Graduates and Postgraduates Work | 38 39 |
| 4.2 Publicaciones 2008 - 2007 Publications 2008 - 2007 | 44 45 |
| 4.3 Solicitudes de Patentes Industriales Industrial Patent Requests | 46 47 |
| 4.4 Licenciamiento y Creación de Empresas Spin-off Licensing and Spin-off | 48 49 |
| 4.5 Vinculación con Otras Reparticiones Universitarias Other University Collaboration | |
| 4.6 Colaboración Internacional International Collaboration | 50 51 |
| 5. Proyectos Projects | 52 53 |
| 5.1 Proyectos Área Biomateriales Projects of biomaterial area | 54 55 |
| 5.1.1 Extrusión reactiva Reactive extrusion | |
| 5.1.2 Nanocompuestos termoplásticos Thermoplastic nanocomposites | 56 57 |
| 5.1.3 Inyección madera - plástico Wood-plastic injection molding | 58 59 |
| 5.1.4 Plásticos biodegradables Biodegradable plastics | 60 61 |
| 5.1.5 Extrusión madera - plástico Wood-plastic extrusion | 62 63 |
| 5.2 Proyectos Área Productos Químicos Projects of Chemical Products | 64 65 |
| 5.2.1 Separación de componentes químicos de la madera Isolation and characterization of wood components | |
| 5.2.2 Polifenoles de corteza de pino Polyphenols from pine bark | 66 67 |
| 5.3 Proyectos Área Bioenergía Biopower Area Projects | 68 69 |
| 5.3.1 Combustibles y energía a partir de biomasa forestal Fuels and power from forest biomass | |
| 5.3.2 Combustibles líquidos Liquid fuels | 70 71 |
| 5.3.3 Combustibles gaseosos Gas Fuels | 72 73 |
| 5.4 Proyectos Área Medio Ambiente Environmental Area Projects | 74 75 |
| 5.4.1 Material particulado Particulate material | |
| 5.4.2 Compuestos orgánicos volátiles Volatile organic compounds | 76 77 |
| 5.4.3 Olfatometría Olfactometry | 78 79 |
| 5.4.4 Declaración de emisiones atmosféricas Atmospheric emission statement | 82 83 |
| 5.4.5 Tratamiento de RILes Industrial liquid waste treatment | 84 85 |
| 5.4.6 Dioxinas Dioxins | 86 87 |
| 5.4.7 Gestión de sustancias químicas Chemical substances management | 88 89 |
| 5.4.8 Valorización de residuos sólidos industriales Industrial solid waste valuation | 90 91 |
| 5.4.9 Software para gestión de residuos sólidos industriales Software for industrial solid waste management | 92 93 |
| 5.4.10 Gestión de residuos peligrosos Hazardous waste management | 94 95 |
| 5.4.11 Caracterización de materiales peligrosos Hazardous material characterization | 96 97 |
| 5.4.12 Manejo sustentable de recursos renovables Sustainable management of renewable resources | 98 99 |

A professional portrait of Sergio Lavanchy M., the Rector. He is a middle-aged man with dark hair, wearing a dark blue suit jacket, a white shirt, and a blue tie with a gold geometric pattern. He is standing with his arms crossed, looking directly at the camera. A small gold crest is visible on the left lapel of his jacket. The background is a plain, light grey.

Saludo | Welcome from the
Rector | University President

Sergio Lavanchy M. | Rector

1. Palabras del Rector

Con gran satisfacción presentamos a la comunidad científica, tecnológica y empresarial de la Región del Bío Bío y del País, el resultado del accionar de la Unidad de Desarrollo Tecnológico (UDT) de la Universidad Concepción, durante el periodo 2007 - 2008. De la revisión del contenido de la Memoria, es posible constatar que su desempeño ha permitido que esta Unidad haya aumentado significativamente en los últimos años su actividad de investigación y transferencia tecnológica, lo que sitúa su creación como una iniciativa señera que se ha traducido en un gran aporte en muchas áreas de relevancia tecnológica. Este reconocimiento ha traspasado nuestras fronteras, siendo su modelo materia de estudio por parte de instituciones y gobiernos de algunos países de Latinoamérica, que desean replicar esta experiencia.

Las capacidades desarrolladas por UDT, tanto humanas como físicas, son únicas en nuestro país. Su vinculación con el sector empresarial público y privado es creciente, y se ha manifestado en una interacción continua con las instituciones demandantes de servicios tecnológicos por la calidad de sus resultados y por la pertinencia y oportunidad con que éstos son generados.

Por otro lado, desde su origen, UDT ha tenido una fuerte relación con instituciones extranjeras, a través de la ejecución de proyectos internacionales, como también por la estadia en sus instalaciones, de estudiantes de postgrado de reconocidas universidades alemanas y de otros países europeos. Conocida es su capacidad en este ámbito, lo cual le ha significado un merecido reconocimiento de sus pares extranjeros, que le permite mirar con optimismo su futuro como un centro de investigación y desarrollo de nivel internacional.

Sin lugar a dudas, que el mayor patrimonio de UDT es su capital intelectual, representado por investigadores, profesionales y técnicos. La conformación de grupos de trabajo multidisciplinarios, estructurados sobre la base de personas con alta calificación y especialización, que dan soporte a sus actividades, constituye un elemento diferenciador muy significativo y relevante para enfrentar el desafío de producir conocimiento susceptible de generar nuevas empresas, productos y servicios tecnológicamente avanzados.

UDT ha cumplido los objetivos para los cuales fue creada y su desempeño ha sido notable. Así ha sido reconocido, en el último año, por CONICYT, organismo que a través del Programa de Financiamiento Basal para la creación de Centros de Excelencia, ha seleccionado a esta Unidad en la primera convocatoria, dentro del selecto grupo de instituciones de I+D que han recibido esta distinción. Este hecho trascendental, significará disponer de financiamiento basal durante 5 años, lo cual permitirá la creación de capacidades complementarias, un aumento en el nivel y cantidad de sus investigaciones, formación y captación de personal de investigación, transferencia de nuevas tecnologías y generación de valor a través de la aplicación del conocimiento. En síntesis, podemos afirmar que UDT es una institución consolidada, y estamos ciertos que continuará aportando al desarrollo científico tecnológico y productivo de la región y el país.

Sergio Lavanchy M.
Rector

1. Words from the Rector

It is a pleasure to present to the scientific, technological and business community of the Bio Bio Region and the Country, the result of the work done by the Technological Development Unit (UDT) of the University of Concepcion during the period of 2007 - 2008. From the revision of the content, it is possible to establish that the development of the Unit has allowed them to significantly increase their research and technological transference activity in the last years, which places their creation as an outstanding initiative that has been translated as a great support in many important areas related to technology. This recognition has gone beyond our borders, being their model a matter of study on the part of institutions and governments of some countries of Latin America that want to imitate this experience.

The abilities developed by UDT, human or physical, are unique in our country. Their bond with the public and private business sector is growing and it has been shown in the continuous interaction with the institutions plaintiff of technological services for the quality of their results and for the pertinence and opportunity which they are created.

On the other hand, from its origin, UDT has had a strong relationship with foreign institutions through the implementation of international projects, as well as for the stay in their facilities of postgraduate students from very important German universities or from other European countries. Their ability in this field is well-known, which has given to them a well-deserved recognition from their foreign colleagues that allow them to look with optimism their future as a research and development center of international level.

Undoubtedly, that the biggest heritage of UDT is their intellectual capital, represented by researchers, professionals and technicians. The creation of multidisciplinary work groups, established on the base of people with high qualification and specialization that give support to their activities, constitute a very significant and important distinguishing element to face the challenge of producing susceptible knowledge to create new technologically-advanced companies, products and services.

UDT has accomplished the objectives which were established at the beginning of its creation and its performance has been remarkable. Thus, it has been recognized in the last year by CONICYT, organism that through the Basal Funding Program for the creation of Centers of Excellence has chosen this Unit in the first official announcement, within the exclusive group of institutions of I+D that have received this distinction. This significant fact, will mean to have basal funding for five years, which will allow the creation of complementary abilities, an increase in the level and amount of researches, training and personal research capture, transference of new technologies and generation of value through the application of knowledge. In conclusion, we can state that UDT is a consolidated institution and we are sure that it will continue contributing to the productive and scientific-technological development of the region and the country.

Sergio Lavanchy M.
Rector

2007
2008

Unidad de Desarrollo
Tecnológico de la
Universidad de Concepción

Technological
Development Unit of
Concepción University



2. Unidad de Desarrollo Tecnológico de la Universidad de Concepción

2.1 Antecedentes Principales

La Unidad de Desarrollo Tecnológico (UDT) es un centro de investigación y desarrollo, dependiente de la Dirección de Investigación de la Universidad de Concepción, que inició sus actividades el año 1996 como ente de interfaz entre la investigación universitaria y las necesidades del sector productivo nacional; su campo de acción es la investigación aplicada y el desarrollo de innovaciones tecnológicas. Desde sus inicios, ha cumplido una importante labor con respecto al escalamiento de procesos, el desarrollo de productos y la prestación de servicios técnicos especializados; ejecutando numerosos proyectos con el sector productivo en diversos ámbitos. Su quehacer ha trascendido la Región del Bío - Bío, alcanzando una fuerte presencia nacional.

El año 2007, UDT logró un importante reconocimiento por parte de la Comisión Nacional de Investigación en Ciencia y Tecnología, CONICYT, al ser una de las ocho instituciones nacionales en ser favorecidas por el Programa de Financiamiento Basal para Centros Científicos y Tecnológicos de Excelencia (CCTE).

El ámbito temático de acción del CCTE-UDT es el desarrollo de tecnologías y productos relacionados con nuevos usos de biomasa forestal. Se trabaja junto a académicos de las Facultades de Ingeniería y Farmacia y otras reparticiones de la Universidad de Concepción, y en colaboración con otros grupos de investigación nacionales y extranjeros; a su vez, se colabora estrechamente con empresas del sector productivo.

Las áreas de trabajo de UDT son las siguientes: Biomateriales, Bioenergía, Productos Químicos, Medio Ambiente, Gestión Tecnológica y Administración.

2.2 Competencias

La Unidad de Desarrollo Tecnológico es un centro de investigación aplicada en el ámbito de la ingeniería de procesos. Su objetivo básico es establecer y mantener condiciones que favorezcan la aplicación industrial de los resultados de I&D.

Como CCTE, UDT se encuentra fortaleciendo su capacidad para realizar investigación de frontera en los ámbitos asociados a bio-refinerías forestales y crear condiciones propicias, para que los resultados de I&D se apliquen a escala industrial. Por tanto, a través de un trabajo mancomunado entre Universidad, Empresa y Estado se busca contribuir al desarrollo científico, tecnológico y económico de la sociedad.

2.3 Capacidades

La principal fortaleza de UDT radica en la capacidad para desarrollar proyectos de investigación aplicada en estrecha vinculación con el sector productivo, lo cual permite que los resultados de I&D sean transferidos a las empresas y se materialicen comercialmente, por ejemplo, a través del desarrollo de nuevas líneas de negocios o la creación de una nueva empresa. Lo anterior es ofrecido a través de los siguientes servicios:

- Servicios de investigación y desarrollo: considera la formulación, ejecución y transferencia de resultados de proyectos de I&D. Para ello, se cuenta con basta experiencia en la presentación y desarrollo de proyectos con financiamiento de fondos públicos, del tipo Fondef, Innova Chile e Innova Bio Bio, entre otros.
- Servicios de análisis de laboratorio: UDT cuenta con siete laboratorios: Medio Ambiente, Productos Químicos, Biotecnología, Forestal, de Materiales Plásticos, de Extracción y de Reactores, dentro de los que se realizan diversos ensayos y análisis, tanto para proyectos propios, como asesorías técnicas a instituciones públicas y privadas.



- Servicios de producción demostrativa: una de las principales fortalezas de UDT es la capacidad de escalar procesos, tarea que se lleva a cabo en las diferentes plantas piloto con las que se cuenta. Esta capacidad permite prestar servicios de producción demostrativa, favoreciendo la introducción de productos al mercado, antes de su producción masiva a escala industrial. Dentro de estas plantas destacan aquellas para la producción de materiales compuestos termoplásticos e inyección de plásticos; únicas en el país.



2. Technological Development Unit of Concepción University

2.1 Main Background

The Technologic Development Unit (UDT) is a research and development center guided by the Research Department of the University of Concepción. The center initiated its operations in 1996 as the interface between university research and the requirements of the national private sector. Its field of action is the applied research and development of technological innovations. Since its beginnings, it has conducted important scale-up of processes, developed products, provided specialized technical services and executed numerous projects with the private sector in diverse fields. Its work has gone beyond the Bio Bio Region, building a strong national presence.

In 2007 UDT was one of the eight national institutions granted a Basal Funding Program by the Comisión Nacional de Investigación Científica y Tecnológica, CONICYT. This program provides support to Scientific and Technological Centers of Excellence (CTCE).

The main field of CCTE-UDT is the research of technologies and related products with new application for forest biomass. UDT works mainly with professors from engineering and pharmacy departments of the University of Concepción and with other national and international research groups. These activities allow for extensive collaborations with the private sector.

UDT research areas include Biomaterials, Bioenergy, Chemicals, Environment and Technology Management.

2.2. Competence

UDT is an applied research center focused on process engineering. Its main objective is to establish and provide conditions that promote industrial applications of R&D results. As one of the national Scientific and Technological Centers of

Excellence, UDT is strengthening its capacities to do cutting-edge research in forest bio-refineries and to foster favorable conditions for R&D results to be applied at an industrial scale. Therefore, UDT seeks to contribute to the scientific, technological and economic development of society by working altogether with universities, private and public sectors.

2.3. Capacities

The main strength of UDT lies in its capacity to conduct applied research projects closely tied to the needs of the private sector. Thus, allowing the efficient transfer R&D results for product commercialization to our member companies, for example through the development of new business areas or start-ups.

The former is offered through the following services:

- R&D services that provide development and execution of projects with the transfer of obtained results. For this purpose, UDT counts with vast experience on presentation and execution of projects with financing provided through public funds, such as Fondef, Innova Chile and Innova Bio Bio among others.
- Analysis services are provided through its seven laboratories: Environmental Laboratory, Chemical Products Laboratory, Biotechnology Laboratory, Forest Laboratory, Laboratory of Plastic Materials, Extraction Laboratory and Reactors Laboratory. These services are also provided to the public and private institutions.
- Demonstrative production service is one of the main strengths of UDT with its capacity to scale processes in our pilot plants. This enables UDT to provide demonstrative production service, and hence facilitates the introduction of products to markets before their mass production at the industrial scale. Among these pilot-plants, stands out those for the thermoplastic composite production and plastic injection molding that are unique in this country.

2.4 Colaboradores | Collaborators

Dirección | Executive Office

Dr. Alex Berg

Director Ejecutivo

Executive Director

Área Medio Ambiente | Environmental Area

Prof. Claudio Zaror
 Prof. Fernando Márquez
 Sr. Juan Carlos Carrasco
 Dr. César Huiliñir
 Srta. Carla Pérez
 Dra. Nora Szarka
 Sr. Arcadio Ulloa
 Sra. Marcela Zacarías
 Sra. Claudia Esparza
 Sr. Jorge Halabi
 Sra. Ximena Matus
 Srta. Eliana Villegas
 Srta. Carolina Garrido

Investigador Principal
 Investigador Asociado
 Jefe de Área
 Investigador UDT
 Investigador UDT
 Investigador UDT
 Investigador UDT
 Investigador UDT
 Profesional UDT
 Profesional UDT
 Profesional UDT
 Profesional UDT
 Químico Analista

Principal Researcher
 Associate Researcher
 Area Leader
 Researcher
 Researcher
 Researcher
 Researcher
 Staff
 Staff
 Staff
 Staff
 Analytical Chemist

Área Bioenergía | Bioenergy Area

Prof. Alfredo Gordon
 Prof. Igor Wilkomirsky
 Prof. Eduardo Balladares
 Prof. Alberto Bezama
 Prof. Alfredo Devenin
 Prof. Ximena García
 Prof. Romel Jiménez
 Prof. Fernando Parada
 Prof. Roberto Parra
 Sr. Juan Carlos Carrasco
 Sr. Mauricio Flores
 Sr. Niels Müller
 Dra. Cristina Segura

Investigador Principal
 Investigador Principal
 Investigador Asociado
 Investigador Asociado
 Investigador Asociado
 Investigador Asociado
 Investigador Asociado
 Investigador Asociado
 Investigador Asociado
 Jefe de Área
 Investigador UDT
 Investigador UDT
 Investigador UDT

Principal Researcher
 Principal Researcher
 Associate Researcher
 Associate Researcher
 Associate Researcher
 Associate Researcher
 Associate Researcher
 Associate Researcher
 Associate Researcher
 Area Leader
 Researcher
 Researcher
 Researcher

Área Biomateriales | Biomaterial Area

Prof. Ljubisa Radovic
 Prof. Néstor Escalona
 Prof. Rafael García
 Prof. Bernabé Rivas
 Prof. Manuel Sánchez
 Sr. Álvaro Maldonado
 Dr. Jaime Bravo
 Sr. Juan Carrasco
 Sr. Ricardo Medina
 Dra. Saddys Rodríguez
 Sr. Alejandro Zuñiga
 Srta. Carolina Olivari
 Sra. Johanna Sanzana
 Sr. Gastón Alarcón
 Sr. Marco Antonio Rodríguez

Investigador Principal
 Investigador Asociado
 Investigador Asociado
 Investigador Asociado
 Investigador Asociado
 Jefe de Área
 Investigador UDT
 Investigador UDT
 Investigador UDT
 Investigador UDT
 Investigador UDT
 Profesional UDT
 Químico Analista
 Operador
 Operador

Principal Researcher
 Associate Researcher
 Associate Researcher
 Associate Researcher
 Associate Researcher
 Associate Researcher
 Area Leader
 Researcher
 Researcher
 Researcher
 Researcher
 Researcher
 Staff
 Analytical Chemist
 Operator
 Operator





Área Productos Químicos | Chemical Products Area

Prof. Dietrich von Baer
 Dra. Claudia Mardones
 Sr. Álvaro Maldonado
 Dra. Cecilia Fuentealba
 Sr. Leonardo Olave
 Sra. Susana Castillo
 Srta. Jeniffer Cisternas
 Sr. Cristian Fernández
 Sra. Jeannette Lagos
 Sra. Carmen Pradenas
 Srta. Corina Silva
 Srta. Karla Roudergue
 Sr. Nelson Contreras

Investigador Principal
 Investigador Asociado
 Jefe de Área
 Investigador UDT
 Investigador UDT
 Químico Analista
 Químico Analista
 Químico Analista
 Químico Analista
 Químico Analista
 Químico Analista
 Químico Analista
 Operador

Principal Researcher
 Associate Researcher
 Area Leader
 Researcher
 Researcher
 Analytical Chemist
 Analytical Chemist
 Analytical Chemist
 Analytical Chemist
 Analytical Chemist
 Analytical Chemist
 Analytical Chemist
 Operator

Área Gestión Tecnológica | Technology and Management Area

Srta. Carola Venegas
 Sr. Ignacio Muñoz

Jefe de Área
 Profesional UDT

Area Leader
 Staff

Área Administración | Administration Area

Srta. Carola Venegas
 Sra. Luisa Pardo
 Srta. Eliana Villegas
 Srta. Susana Tobar

Sr. Cristian Fuentes
 Sr. Osvaldo Vergara
 Sr. Mario Fonseca
 Sra. Marcela Torres
 Srta. Claudia Inostroza
 Sr. Jorge Provoste
 Sr. Domingo Espinoza
 Sr. Ramón Herrera
 Sr. Vicente Castillo

Jefe de Área
 Jefe Administrativa
 Encargada Seguridad y Medio Ambiente
 Encargada de Sistema Gestión de Calidad
 y Control de Gestión
 Encargado de Comunicaciones
 Encargado Informática
 Técnico Sala de Procesos
 Secretaria Dirección
 Secretaria
 Profesional UDT
 Ayudante Administración
 Auxiliar
 Jardinero

Area Leader
 Lead Administrator
 Safety and Environment
 Quality Management System &
 Control Management
 Public Relations (PR)
 Information Technology (IT)
 Process - Room Technician
 Executive Assistant
 Administrative Assistant
 Staff
 Administrative Assistant
 Custodian
 Gardener

Doctorandos | Ph.D. Candidates

Sr. Christian Bidart
 Sr. Rory Jara
 Srta. Paola Navarrete
 Sra. Gloria Oporto

Universidad de Karlsruhe, Alemania,
 Universidad de Maine, EEUU
 Universidad de Nancy, Francia.
 Universidad de Maine, EEUU

University of Karlsruhe, Germany
 University of Maine, USA
 University of Nancy, France
 University of Maine, USA

2.5 Infraestructura e Equipamiento

2.5.1 Infraestructura

La Unidad de Desarrollo Tecnológico cuenta con un edificio propio especialmente construido para albergarla, ubicado en un terreno de 9 hectáreas en el Parque Industrial Coronel, a 25 km de la ciudad de Concepción. En una superficie de 2.600 m², cuenta con oficinas, salas de reuniones y auditorio; biblioteca y cafetería; siete laboratorios especializados y dos salas de procesos, diseñadas y equipadas para escalar procesos y albergar plantas pilotos.

Estas salas de procesos, de concepción modular y multiuso, cuentan con suministros básicos: electricidad, vapor, agua, aire comprimido y vacío, y sistemas centrales de recolección y tratamiento de efluentes líquidos y gaseosos. Junto a ello, dispone de equipamiento especializado, enfocado a los requerimientos de las industrias de celulosa, papel y tableros, la industria química, la industria de transformación de plásticos y las necesidades medioambientales y energéticas de todo el sector productivo.

El edificio fue financiado a través de un proyecto FONTEC-CORFO de infraestructura, un subsidio del Fondo de Innovación Tecnológica de la Región del Bío Bío y recursos de la Universidad y UDT. El equipamiento fue aportado parcialmente por una donación del consorcio petroquímico alemán Veba Oel AG, recursos provenientes del proyecto "Centro de Investigación de Polímeros Avanzados, CIPA" del programa Centros Regionales de I&D de CONICYT y, en su parte restante, adquirido con recursos provenientes de proyectos específicos, ejecutados por la Unidad.

2.5.2 Equipamiento

Una de las fortalezas de UDT es contar con numerosas plantas pilotos, cuyo detalle y características varían de acuerdo a los requerimientos de los proyectos que se ejecutan en un periodo determinado. Las principales plantas son las siguientes:

1) Planta piloto para la impregnación de madera

Marca y modelo: Fabricación propia

Capacidad: Aprox. 1 m³ de madera/ensayo

Principio de operación: El principio de operación de la planta es similar al que se utiliza en las plantas de impregnación de madera a nivel industrial. Consiste en la penetración del licor preservante en la madera, bajo condiciones controladas, posibilitando una distribución uniforme del mismo. Para ello, la madera se carga en un autoclave hermético y, en una primera etapa, se aplica vacío, para extraer el aire del cilindro y de los intersticios de la madera. En una segunda etapa, el cilindro se llena con un licor impregnante y se aplica presión, para facilitar la migración de la solución hacia el interior de la madera.

Descripción: La planta piloto de impregnación de madera es continua y consta de las siguientes partes: A) Autoclave para impregnación de madera, B) válvulas, C) reguladores de vacío y presión D) bomba de presión, E) bomba de vacío y F) 4 estanques de almacenamiento. La presión máxima de trabajo es de 14 bar.

2) Planta piloto para la producción de tableros reconstituidos de madera

Marca y modelo: Prensa marca Becker & van Hüllen

Capacidad: Se pueden producir tableros de dimensiones 35 cm x 35 cm

Principio de operación: La madera es mezclada con una resina (y otros aditivos, por ejemplo, ceras parafínicas) en una encoladora discontinua; la razón resina/madera se establece en función de las especificaciones del producto final que se desea obtener. Luego, el material encolado se siembra en un molde, para ser llevado a la prensa de platos, donde por efecto de la presión y temperatura, se logra la formación del tablero en un periodo de tiempo determinado. Finalmente, el tablero se deja reposar y se le da el formato deseado.

Descripción: La planta piloto para la producción de tableros de madera reconstituida es discontinua y consta de las siguientes partes: A) Tres encoladoras para la fabricación de diferentes tableros: MDF, partículas y OSB, B) moldes para tableros, C) prensa de platos (temperatura máxima 400 °C y presión máxima de 25 bar (para un tablero de 35 cm x 35 cm) y D) sierra para formatear tableros. Además, se cuenta con una sala climatizada, para el almacenamiento de las probetas, antes del control de calidad de los tableros.



2.5. Infrastructure and Equipment

2.5.1 Infrastructure

UDT has a dedicated facility located on 9-acre lot, in the Industrial Park of Coronel, about 25 km south of Concepción. The facility has 2,600 square meters of work space which office space, meeting rooms, an auditorium, a library, a cafeteria, seven specialized laboratories, two processes rooms designed and equipped for process scale-up and pilot plants housing.

These modular multipurpose process rooms count with utilities such as electricity, steam, water, compressed and vacuum air, and a central system of collection and processing of liquid and gaseous effluents. Besides, it has specialized equipment focused on the requirements of pulp, paper and board industries, chemical plastic transformation industries as well as environmental and energy needs of the entire private sector.

The building was financed through a project of infrastructure FONTEC-CORFO, a grant from the Fund for Technological Innovation in the Bio-Bio Region and resources of the University and UDT. The equipment was partially provided by the German petrochemicals consortium Veba Oel AG, resources from the project "Research Center of Advanced Polymers (CIPA)" of the regional R&D program of CONICYT, and from specific projects, executed by UDT.

2.5.2 Equipment

One of UDT's strengths is the number of pilot plants that have been built, whose detail and characteristics vary according to the requirements of project executed in a given period. The process equipment includes the following:

1) Pilot plant for wood impregnation

Make and model: Custom made.
Capacity: Approximately one cubic meter of wood per batch.

Operating principle: consists in the penetration of a preserving liquid into the wood under controlled conditions to yield a uniform distribution. To this end, wood is placed into an autoclave where then a vacuum is applied to draw air from the chamber and the interstices of the wood. In its second phase, the chamber is filled with an impregnating liquid and pressure is applied to force the migration of the solution to the interior of the wood.

Description: the wood impregnation pilot plant is a batch process and consists of the following parts: (A) Autoclave for wood impregnation, (B) valves, (C) vacuum and pressure regulators, (D) pressure pumps, (E) vacuum pumps and (F) four storage tanks. The maximum system pressure is 14 bars.

2) Pilot plant for the production of wood based panels

Make and model: Becker & Van Hüllen Press.
Capacity: Boards of 35 by 35 cm can be produced.

Operational Principle: The wood is mixed with a resin and other additives like paraffin waxes in a gluing machine. The composition of the resin and wood mixture is established by the requirements of the final products desired. The glued material is then transferred into a mold and brought to the press plates and subjected to pressure and temperature, the formation of the board is achieved after a given period. Finally, the board is allowed to rest and it is given its desired shape.

Description: The pilot plant for the production of wood-based panels production is batch process that consists that can make medium density fiber (MDF) boards, particles boards and oriented strand boards (OSB). The equipment consists of molds for composite boards, a plate press with maximum temperature 400°C and maximum pressure of 25 bars and a saw. In addition, it has a climate-controlled room for the storage of samples prior to the quality check of the composite boards.

3) Planta piloto para la producción de fibras MDF o TMP

Marca y modelo: Tipo Sprout-Bauer, fabricante H. Thalhammer K.G., Austria, 1982

Capacidad: Aprox. 180 kg de madera/hora

Principio de operación: La planta está concebida para producir fibras lignocelulósicas a partir de materias primas de origen forestal (astillas, aserrín u otro tipo de partículas de madera) o agrícolas (paja de cereales, hojas y tallos de vegetales, cáscaras de arroz, etc.). Para ello, el material se incorpora en forma continua a una zona de presión, donde se le somete a la acción de vapor y, en caso que sea requerido, se agrega reactivos químicos (álcali, peróxido de hidrógeno, sulfito de sodio u otros). Luego, el material se alimenta a un refinador, el que – por la acción rotatoria de dos discos paralelos, mínimamente distanciados entre sí – desfibra el material tratado. La energía específica agregada en la etapa de desfibración determina las características del material resultante. Las fibras son recuperadas después del refinador (en el caso de fibras TMP) o se conducen a una línea de soplado, sección en la cual es factible adicionar aditivos a las fibras (en el caso de fibras MDF), para luego ser secadas con aire caliente en pocos segundos.

Descripción: La planta es continua y consta de las siguientes partes: A) Tolva de alimentación de madera, B) válvulas de entrada, C) zona de digestión e incorporación de reactivos, D) refinador, E) línea de soplado, F) secador neumático, G) ciclón y H) quemador de gas. Las partes (A) a (D) se utilizan para producir fibras del tipo TMP o CTMP y las partes (A) a (H) constituyen el equipamiento necesario para producir fibras encoladas para tableros MDF. El refinador es de 14 pulgadas de diámetro y la presión máxima en el digestor es de 12 bar.

4) Planta piloto para la producción de materiales plásticos compuestos

Marca y modelo: Extrusor Tsa Industriale S.r.l , tsa EMP 45-40

Capacidad: 100 kg/hr de madera – plástico (50% - 50%)

Principio de operación: La planta permite la fabricación de materiales compuestos termoplásticos, a partir de la mezcla entre un polímero (PP, PE, PLA, etc) con alguna carga o refuerzo orgánico (aserrín, polvo de madera, fibras lignocelulósicas, etc.) o inorgánico (fibra de vidrio, talco, etc). La mezcla y formación del material se lleva a cabo en un extrusor doble tornillo, donde el material plástico se funde. Si se utilizan cargas o refuerzos naturales, éstos deben ser secados previamente hasta un 2% aproximadamente en un secador rotatorio continuo.

Descripción: La planta puede producir materiales compuestos a la forma de pellets o perfiles y está compuesta por tres equipos conectados en serie: Un secador rotatorio, una extrusora doble tornillo y una peletizadora con enfriamiento neumático (fabricante: Erema). El secador rotatorio está conectado a la alimentación de la extrusora y permite secar el material, antes de que éste ingrese a la etapa de extrusión. El extrusora de doble tornillo es de 45 mm de diámetro, con una razón L/D de 40 y cuenta con dos alimentadores gravimétricos (marca Brabender); permite producir diversos tipos de materiales compuestos (madera-plástico, plásticos reforzados, masterbatches y nanomateriales, entre otros). Se cuenta con diversos moldes.

5) Planta piloto para la extrusión de plásticos

Marca y modelo: Miotto

Capacidad: 30 kg/hr

Principio de operación: El proceso de extrusión de plástico se desarrolla en tres etapas: fundición, formación y solidificación. En la primera etapa, el polímero termoplástico se funde, alcanzando la temperatura de vidrio o fusión, por medio de calefactores ubicados en el manto de la extrusora. Posteriormente, el polímero fundido es forzado a pasar a través de un cabezal o molde, por medio del empuje generado por la acción giratoria de un tornillo que gira concéntricamente en una cámara a temperatura controlada. Finalmente, el polímero es enfriado, con lo cual solidifica, tomando la forma del cabezal o molde dispuesto al final de la extrusora. La producción de pellets se efectúa produciendo filamentos del material, de un diámetro de 3 mm, los cuales se enfrían y solidifican en un baño de agua, para ser alimentados posteriormente a una peletizadora.

Descripción: La planta puede procesar diferentes tipos de polímeros termoplásticos, sintéticos (PP, PE, PS, PET, etc) o biopolímeros (PLA, PHB, etc). A través de un cabezal adecuado a la salida del extrusor, es posible obtener diferentes tipos de perfiles. De igual forma, es posible obtener pellets, utilizando para tal efecto una peletizadora (marca Primotécnica) y un baño de enfriamiento de agua.

6) Planta piloto para la inyección de plásticos

Marca y modelo: Arburg, Modelo 420 C

Capacidad: 100 ton fuerza de cierre, 190 gramos de capacidad de plastificación

Principio de operación: El proceso de inyección de plásticos consiste básicamente en:

- Plastificación y homogenización del material plástico alimentado en la tolva, por medio de calor.
- Inyección del material fundido en las cavidades del molde por medio de presión.
- Enfriamiento del plástico dentro del molde y posterior expulsión de la pieza moldeada.

Descripción: La inyectora está compuesta por dos unidades: inyección y cierre. La unidad de inyección es la parte de la máquina que efectúa la alimentación de los pellets del material plástico, la plastificación y la inyección al molde. Los elementos principales son el tornillo, una tolva de alimentación, un motor y calefactores. La unidad de cierre es el componente de la máquina que sostiene el molde, efectúa el cierre / la apertura y expulsa la pieza moldeada. Su principal componente es el sistema hidráulico de cierre, el cual es de tipo pistón. Se cuenta con moldes para fabricar probetas para determinar propiedades mecánicas (normas ASTM 790, 256 y 638) y para determinar la fluidez de plásticos (molde espiral).





3) Pilot Plant for the production of medium density fiber board (MDF) or thermo mechanical pulp (TMP)

Make and model: H. Thalhammer K.G., Austria, 1982, Type Sprout – Bauer

Capacity: Approximately 180 kg of wood per hour.

Operation Principle: The plant was designed to produce fibers from raw materials of forest origin such as chips, sawdust and other wood particles or of agricultural origin such as cereal straw, leaves and plant stalks and rice hulls. To this end, continuous pressure is applied to the material, and then steam is applied, when required, chemical reagents can be added, such as alkaline, hydrogen peroxide, or sodium sulfite. Later, the material feeds into a refiner, which by rotating action of two minimally distanced parallel discs, separates the fibers of the treated material. Then the fibers are recovered from the refiner, in the case of the TMP, or taken to blowing line where it is feasible to add additives to the fibers, in the case of MDF, to be later dried with hot air in a few seconds.

Description: The plant works through a continuous process and consists of the following parts: (A) Hopper feed, (B) inlet valves, (C) reaction zone, (D) refiner, (E) line blower, (F) pneumatic drier, (G) cyclone, and (H) a gas burner. The parts (A) and (D) are used to produce fibers of the type TMP or CTMP, and the parts (A) to (H) are the necessary equipment to produce glued fibers for MDF boards. The refiner has a 14 inch diameter and the maximum pressure in the digester is 12 bars.

4) Pilot plant for the production of plastic composites

Make and model: Extrusor Tsa Industriale S.r.l, tsa EMP 45-40. Capacity: 100kg/hr of wood-plastic (50%-50%).

Operating Principle: The plant enables the fabrication of thermoplastic composites from a mixture of a polymers (PP, PE, or PLA) with some organic (sawdust, wood dust, or lignocellulosic fibers) or inorganic (fiberglass, talc) fillers or reinforcement. The mixture and formation of the material is carried out in a twin-screw extruder. If natural fillers or reinforcements are used, they must be dried prior to use, to about 2% humidity content in a continuous rotary dryer.

Description: The plant can produce composite pellets or profiles and consists of a rotary dryer, a twin screw extruder and a pelletizer with pneumatic cooling (manufacturer: Erema), all connected in series. The dryer is connected to the feed of the extruder and allowed to dry the material before it enters the stage of extrusion. The twin screw extruder has a diameter of 45 mm with an aspect ratio of 40 and two gravimetric feeders (manufacturer: Brabender). This set-up allows the production of various kinds of composite

materials such as wood-plastic, reinforced plastics, masterbatches and nanomaterials, among others. The extruder also has a variety of molds.

5) Pilot plant for the extrusion of plastics

Make and model: Miotto.

Capacity: 30 kg/hr.

Operating Principle: The process of thermoplastic extrusion is done in three stages melting, formation and solidification. In the first stage, the thermoplastic flows, reaching the glass transition or melting temperature, by means of heaters located in the mantle of the extruder. Later, the molten polymer is forced through a mold, by means of the thrust generated by the action of a concentrically rotating screw, all in a temperature-controlled chamber. Finally, the polymer is cooled and solidifies, maintaining the permanent shape of the head or mold at the end of the extruder. The production of pellets is made from the extruded filaments with a diameter of 3 mm, which are cooled and solidified in a water bath, to be subsequently pelletized.

Description: The plant can process different types of thermoplastic polymers, synthetics (for example PP, PE, PS, and PT) or biopolymers (PLA or PHB). Molds can be attached for different cross-section profiles. Equally, it is possible to obtain pellets using a pelletizer and a water-cooling bath.

6) Pilot plant for injection molding

Make and model: Arburg, Model 420 C.

Capacity: 100 ton clamping force, 190 grams of plasticization capacity.

Principle of operation: The process of plastic injection molding consists of (a) plasticization and homogenization of plastic fed into the hopper by means of heat, (b) injection of molten material into the cavities of the mold and (c) cooling of the plastic inside the mold and later expulsion of the molded piece.

Description: The injection-molding machine consists of two units, injection and closure. The injection unit is the part of the machine that performs the feeding of the plastic pellets, the plasticization and injection mold. The main elements are the screw, a hopper feeding, a motor and a heater. The closure unit is the component of the machine that sustains the mold, triggers the closure or aperture and expels the molded piece. Its principal component is the hydraulic closure system, which is of a piston type. It has molds to manufacture samples to determine the mechanical properties (Norms ASTM 790, 256 and 638) and to determine the fluidity of plastics (spiral mold).

7) Planta piloto de extracción sólido-líquido

Marca y modelo: Varios componentes de diversos fabricantes

Capacidad: Extractores de 4.000 litros y 800 litros

Principio de operación: La planta cuenta con dos extractores cónicos que pueden ser usados indistintamente. El material se carga por el extremo superior de los extractores y posteriormente se adiciona el líquido de extracción, de acuerdo a una relación sólido/líquido determinada. Posteriormente, el líquido se circula por un circuito externo que consta de una bomba y un intercambiador de calor, calefaccionado con vapor (a través de cuyo flujo se controla la temperatura de extracción). Después de un periodo de extracción predeterminado, se corta la recirculación del licor (el líquido de extracción, junto al extracto disuelto) y se le conduce a un estanque. El material extraído puede ser sometido a una nueva extracción o ser retirado por el fondo del extractor. El licor se puede evaporar y secar, para obtener el extracto en la forma deseada.

Descripción: La planta de extracción es de acero inoxidable (DIN 1.4571), con la excepción de la bomba y el intercambiador, y consta de las siguientes partes: A) Extractor de 4000 litros (presión máxima 6 bar), B) extractor de 800 litros (presión máxima 16 bar), C) bomba de recirculación (Rheinhütte, de titanio, motor 3 kW), D) intercambiador de calor (Schiller, de Hastelloy C4, 6 m² de superficie de intercambio), E) estanque de almacenamiento a presión (2,3 m², presión máxima 6 bar), F) 6 estanques de almacenamiento (1 m², presión atmosférica).

8) Planta piloto de evaporación

Marca y modelo: Probst

Capacidad: Depende de la solución a evaporar

Principio de operación: Se cuenta con tres evaporadores de película ascendentes y dos sistemas de condensación de vapores. Pueden ser operados, tanto bajo condiciones atmosféricas como a vacío (presión mínima 0,05 bar absolutos). La solución a evaporar se adiciona en forma continua al evaporador, de manera de mantener un nivel determinado, el que se establece a través de una mirilla; el condensado resultante de la evaporación se acumula en un estanque, desde el que debe ser retirado de manera periódica. Por tanto, en el interior del evaporador la solución se concentra en forma progresiva. Cuando se alcanza el nivel de concentración deseado, la solución debe ser evacuada y reemplazada por solución fresca.

Descripción: Los evaporadores son de acero inoxidable (DIN 1.4571) y constan de las siguientes partes: A) Evaporador 1, de 60 litros de volumen interior, B) evaporador 2, de 25 litros de volumen interior, C) evaporador 3, de 25 litros de volumen interior, D) un sistema de condensación que consta de una columna de relleno para la condensación de los vapores, una recirculación de condensado, dos intercambiadores de calor, de tubos y placas, conectados en serie, y un estanque de acumulación de 80 litros, E) un sistema de condensación que consta de dos intercambiadores de calor, de tubos y de placas, conectados en serie, y un estanque de 1.200 litros.





16|17

7) Pilot plant for solid-liquid extraction

Make and model: Various components of different manufacturers.

Capacity: Extractors of 4.000 liters and 800 liters.

Operating Principle: The plant has two conical extractors that can be used independently. The material is loaded into the upper end of the extractor and subsequently the extraction liquid is added, according to a solid/liquid pre determine composition. Later, the liquid circulates through an external circuit consisting of a pump and a heat exchanger, heated with steam (the temperature of extraction is controlled by a steam flux). After a predetermined extraction period, the liquor recirculation is cut (the extraction and the dissolved extract) and led to a tank. The extracted material may be subjected to a further extraction or be pulled along the bottom of the extractor. The liquor can be evaporated and dried to obtain the desired extract.

Description: The extraction plant is made of stainless steel (DIN1.4571) with the exception of the pump and the exchanger and consists of the following parts: (a) extractor of 4.000 liters with a maximum pressure 6 bars, (b) extractor of 800 liters with a maximum pressure 16 bars, (c) Rheinhütte titanium recirculation pump with a motor 3 kW, (d) heat exchanger (Schiller, Hastelloy C 4, 6 m² of surface area), (e) pressurized storage tank (2, 3 m³ maximum pressure 6 bars) and (f) six storage tanks (1 m³, atmospheric pressure).

Principle of operation: There are three upstream film evaporators and two vapor condensation systems. They can be operated under atmospheric conditions or under vacuum (minimum pressure is 0,05 bars). The solution to evaporate is added continuously to the evaporator to maintain a certain level; the resulting condensate of the evaporation accumulates in a holding tank, which needs to be removed frequently. Therefore, the solution in the interior of the evaporator concentrates progressively. When it reaches the level of the desired concentration, the solution needs to be removed and replaced by a fresh solution.

Description: The evaporators are made of stainless steel (DIN 1.4571) and consist of the following parts: (A) Evaporator 1: 1.60 liter- interior volume (B) Evaporator 2: 2.25 liter-interior volume, (C) Evaporator 3: 25 liter-interior volume (D) a condensation system that consists of a packed column, a recirculation system of the condensate, two tube-and-plate heat exchangers, connected in series and an accumulation tank of 80 liters, and (E) a condensation system that consists of two tubes-and-plates heat exchangers, connected in series and a 1,200 liter tank.

8) Pilot plant for evaporation

Make and Model: Probst

Capacity: Depends on the solution to evaporate.

9) Plantas piloto de secado (Spray, cintas a vacío, neumática)

a) Secador spray

Marca y modelo: Büttner - Schilde - Hass AG

Capacidad: (0 - 7) l/h

Descripción: La solución a evaporar se inyecta en forma de pequeñas gotas por la parte superior del secador, a través de una tobera centrífuga, accionada por aire presurizado; el caudal de la solución se puede variar en un rango determinado. Por otra parte, el aire de secado se calienta mediante cuatro resistencias eléctricas y se introduce al secador junto a la solución. Durante un período muy corto las pequeñas partículas de solución dispersas en el aire de secado se mueven hacia el fondo cónico del secador y luego son transportadas a un ciclón, donde se separan el vapor y las partículas sólidas.

b) Secador de cinta a vacío

Marca y modelo: ISESA

Capacidad: Depende de la solución a secar

Descripción: El secador consta de una banda sinfin de teflón, de 495 cm de largo y 43 cm de ancho, montada horizontalmente en el interior de un cilindro de acero inoxidable; éste se mantiene a vacío. La banda se mueve sobre 5 intercambiadores de calor planos, los que pueden ser alimentados con vapor, un fluido térmico o agua de enfriamiento. La solución a secar (la que debe tener una viscosidad 1.000 centipoises, aproximadamente) se alimenta en un extremo del secador, de manera tal que su distribución sea uniforme, a través de lo ancho de la banda sinfin. La banda avanza en forma continua a una velocidad de 5 - 25 cm/min, en función de lo cual la solución entra en contacto, en forma sucesiva, con la superficie de los 5 intercambiadores de calor, los que son mantenidos a temperaturas determinadas. La energía transferida de la superficie de los intercambiadores a la solución, a través de la cinta de teflón, provoca una evaporación paulatina del solvente. Si el material a secar posee características plásticas, usualmente el último intercambiador se utiliza como enfriador. Al final del secador, un dispositivo mecánico raspa el sólido de la banda y se evacua a un recipiente.





9) Drying pilot plant (spray, vacuum, pneumatic)

a) Spray dryer

Make and Model: Büttner- Schilde-Hass AG.

Capacity: Up to 7 l/hr

Description: A feed is forced through an atomizer. The formed particles consist of droplets made of a solvent-solid mixture. The fog enters the upper end of the dryer by a centrifugal nozzle, actuated by pressurized air. The drying air is heated by four electrical resistances and is introduced into the dryer along with the solvent-solid fog. During a very short period, the solid components move to the bottom of the dryer. Then the solid fraction is separates the vapor from solid particles.

b) Vacuum dryer

Make and model: ISESA

Capacity: Varies with the solution to be dried

Description: The dryer consists of a continuous Teflon belt, 495 cm long and 43 cm wide, mounted horizontally in a stainless steel cylinder vacuum operated. The belt rolls over five plate heat exchangers, which can be fed with steam, thermal fluid or cooling water. The solution to dry (which roughly needs to have a viscosity of 1,000 centipoises) is fed into one end of the dryer. The belt moves at a speed of 5-25 cm/min. Energy transferred from the surface of the heat exchangers to the solution through the belt surface, leads to a gradual evaporation of solvent. If the material to be dried possesses plastic features, usually the last heat exchanger is used as a cooler. At the end of the dryer, the solid is scraped from the belt and removed into a holding vessel.

10) Columna de destilación continua

Marca y modelo: De vidrio, tipo modular. Fabricante QVF

Capacidad: Depende de la función de separación que deba cumplir

Principio de operación: La columna de destilación puede separar una corriente de varios componentes, de puntos de ebullición disímiles, en dos corrientes: Una que contenga uno o más componentes livianos y otra que contenga uno o más componentes pesados.

Descripción: La columna de destilación es de relleno y tiene 18 platos teóricos. Es íntegramente de vidrio, con la sólo excepción del reboiler, cuyo material de construcción es grafito. El largo total de la columna es de 9 m, la sección de agotamiento tiene un diámetro de 25 cm, el que disminuye a 15 cm en la sección de enriquecimiento.

11) Prensa de extrusión

Marca y modelo: Vetter, tipo Bv

Capacidad: 50- 400 kg de suspensión/h

Principio de operación: Una suspensión líquido-sólido es alimentada a una tolva de carga, donde se produce un drenado inicial de la suspensión, a través de rejillas ubicadas en los costados. Luego, el material es arrastrado por las hojas de un sinfín rotatorio, el que lo introduce en una sección cilíndrica de diámetro decreciente, provisto de filtros en sus paredes exteriores. Las fuerzas crecientes ejercidas sobre el material ocasionan el drenado del material. Un pistón hidráulico, a la salida del extrusor, permite controlar, en cierta medida, el contenido de sólidos del material prensado.

Descripción: La prensa de extrusión es de acero inoxidable (DIN 1.4571); su razón de compresión es de 1/5 y es hermética, si forma parte de un proceso cerrado. El motor de impulsión tiene 6,8 kW.

12) Reactores

a) Reactor giratorio de laboratorio

Marca y modelo: Deutsch & Neumann

Capacidad: 5 litros de volumen total

Descripción: Reactor rotatorio, provisto de calefactores eléctricos, manómetro, termómetro y tomamuestras.

b) Reactor vitrificado de laboratorio

Marca y modelo: Pfaudler, Typ M 24 – 115/G

Capacidad: 4 litros de volumen total

Descripción: Reactor vitrificado de 40 bar, provisto de una camisa de calefacción de vapor (máximo 16 bar), manómetro, termómetro y tomamuestras.

c) Reactor vitrificado piloto

Marca y modelo: De Dietrich

Capacidad: 1.180 litros de volumen total

Descripción: Reactor vitrificado a presión (máximo 6 bar), provisto de una camisa de calefacción de vapor (máximo 6 bar), agitación (motor 3 kW), manómetro y termómetro.

d) Reactor de acero inoxidable piloto

Marca y modelo: Seibold

Capacidad: 3.000 litros de volumen total

Descripción: Reactor de acero inoxidable (DIN 1.4571) a presión (máximo 6 bar), provisto de una camisa de calefacción de vapor (máximo 6 bar), agitador Scuba (motor 4 kW), manómetro y termómetro.



e) Biorreactor

Marca y modelo: Fabricación chilena

Capacidad: 100 litros de volumen útil

Descripción: El biorreactor fue diseñado para la producción de ácido láctico, a partir de azúcares. Está construido en acero inoxidable y sus principales características técnicas son las siguientes:

- Volumen de trabajo: 20 - 100 litros
- Motor con variador de frecuencia
- Mirilla lateral con vidrio templado

Cuenta, además, con sistemas de control de temperatura, pH, espuma, pre-inoculación (incubación inóculo), preservación de cepa, manipulación de cepa (campana bioseguridad, calefactor) y un sistema de preparación de medio cultivo (agitador magnético y mecánico).



10) Column for continuous distillation

Make and model: Glass, modular type, manufacturer QVF.
Capacity: Depends on the separation specifications that need to be met.

Principle of operation: The distillation column can separate a stream of several components of dissimilar boiling points into two separate streams, one containing one or more light components and the other containing one or more heavy components.

Description: The unit is a packed distillation column with 18 theoretical plates. The column is lined with glass with the single exception of the reboiler, which is made of graphite. The total length of the column is 9 m, the depletion section has a diameter of 25 cm, which decreases to 15 cm in the enrichment section.

11) Extrusion press

Make and model: Vetter, type Bv.
Capacity: 50-400 kg of suspension per hour.

Principle of operation: A liquid-solid suspension is fed to a loading chute, where the initial drain of the suspension occurs through side vents. Then the material is dragged by the rotating belt, which leads it into a cylindrical section of decreasing diameter, fitted with filters on their outer walls. Increasing forces exerted on the material cause it to drain. A hydraulic piston, located at the output of the extruder, can control to some extent, the solid content of pressed material.

Description: The extrusion press is made of stainless steel (DIN 1,4571), and its compression ratio is 1:5 and is hermetic when it is part of a closed process. The reduction drive motor is 6.8 kW.

12) Reactors

a) Rotating lab reaction

Make and model: Deutsch & Neumann

Capacity: 5 liters, total volume

Description: Rotary reactor is fitted with electric heaters, pressure gauge, thermometer and sampler.

b) Laboratory glass lined reactor

Make and model: Pfaudler, Typ M 24-115/G

Capacity: 4 liters, total volume

Description: Glass reactor, of 40 bars, is fitted with a steam heating jacket, max. 16 bar pressure gauge, thermometer and samplers.

c) Pilot-scaled glass lined reactor

Make and model: Dietrich

Capacity: Glass reactor pressure (max. 6 bar), fitted with a steam heating jacket (max. 6 bar), agitator (motor 3 kW), pressure gauge and thermometer.

d) Pilot-scale Stainless steel reactor

Make and model: Seibold

Capacity: 1,180 liters total volume

Description: Pressure (max. 6 bar) stainless steel (DIN 1.4571) reactor equipped with a steam heating jacket (max. 6 bar), scuba agitator (motor 4 kW), pressure gauge and thermometer.

e) Bioreactor

Make and model: Manufactured in Chile

Capacity: 100 liters usage volume

Description: The bioreactor was designed for the production of lactic acid from sugars. Built in stainless steel and its main technical features are the following:

- Capacity 20-100 liters
- Motor with variable-frequency drive (VFD)
- Side tempered-glass peephole

In addition, it has temperature, pH, foam, preinoculation (incubation inoculum), preservation and manipulation of cultures, (biosecurity heater) and a system for a culture medium preparation (mechanical and magnetic agitator).

13) Equipamiento para la preparación de muestras y el reciclaje de plástico

a) Molino de martillos

Marca y modelo: Peerless
Capacidad: Aprox. 200 kg de corteza/hora
Descripción: Conminución de muestras sólidas quebradizas (por ejemplo: corteza), a través del impacto producido entre martillos giratorios y el material a tratar. La granulometría máxima del producto queda definida por el tipo de criba que se instale en la parte inferior del molino.

b) Molino de púas

Marca y modelo: Alpine 160 Z
Capacidad: Aprox. 20 kg/hora
Descripción: El material a moler se alimenta a través de un elemento cilíndrico que gira a alta velocidad y en el que están adosadas numerosas agujas que impactan al material.

c) Molino de corte

Marca y modelo: AMIS S-20/20 3661
Capacidad: Aprox. 100 kg/hora
Descripción: Molino para moler materiales termoplásticos, a través de cuchillos de corte.

d) Refinador

Marca y modelo: Sprout Bauer
Capacidad: Aprox. 200 kg/hora
Descripción: El refinador consta de dos discos paralelos, uno de los cuales gira a 1.200 rpm. El material se alimenta por el centro de los discos y se obliga a avanzar en forma oblicua entre los discos.

e) Triturador

Marca y modelo: Untha, RS 30-4-2
Capacidad: Aprox. 200 kg/hora
Descripción: Triturador rotatorio de bajas revoluciones, típicamente adecuado para moler bolsas plásticas, maxisacos, botellas plásticas, etc. Tiene dos motores de 7,5 kW.

f) Criba rotatoria

Marca y modelo: Fabricación propia
Capacidad: Aprox. 1.000 l/carga
Descripción: Tambor rotatorio hexagonal, de 150 cm de diámetro y 110 cm de largo. Cada cara del hexágono esta provisto de una criba de tamaño y forma particular.





13) Equipment for sample preparation and plastic recycling

a) Hammer mill

Make and model: Peerless

Capacity: Approximately 200 kg of bark per hour

Description: Shredder of brittle solid samples e.g. bark, through the impact of rotating hammers. The maximum granularity of the product is set by the screen used.

b) Barbed mill

Make and model: Alpine 160 Z

Capacity: Approximately 20 kg/hour

Description: The material is fed through a cylindrical element that spins at high speed, with needles attached to the cylinder that impact the material.

c) Cutting mill

Make and model: AMIS S-20/20 3661

Capacity: Approximately 100 kg/hour

Description: Mill for grinding thermoplastic material through cutting knives.

d) Refiner

Make and model: Sprout Bauer

Capacity: Approx. 200kg/hour

Description: The refiner consists of two parallel discs, one of which rotates at 1200 RMP. The material is fed through the center of the disks and is forced to move in an oblique manner between the disks.

e) Grinder

Make and model: Untha, RS 30-4-2

Capacity: Approx. 200kg/hour

Description: Low speed rotary shredder, typically plastic bags suitable for grinding, maxisacks, plastic bottles. It has two motors of 7.5 kW each.

f) Rotary Screen

Make and model: Own Manufactured

Capacity: Approx. 1000 l/load

Description: hexagonal rotating drum, 150 cm in diameter and 110 cm long. Each side of the drum bears a screen of specified size and shape.

2007
2008

Áreas de | R&D
trabajo | Areas





3.- Áreas de Trabajo

3.1 Área Biomateriales

3.1.1 Descripción

La madera es probablemente el biomaterial más antiguo de la humanidad. Hoy en día aún se distingue por propiedades únicas, como su fácil trabajabilidad, alta resistencia mecánica (en relación a su masa), belleza y disponibilidad local. Los tableros reconstituidos de madera (aglomerados, MDF, OSB, hardboard y contrachapados), el papel y algunos derivados de la celulosa (ésteres de celulosa y celulosa regenerada), constituyen materiales que se introdujeron masivamente al mercado durante el último siglo. Todos ellos son objeto de estudio en el CCTE-UDT, en especial, considerando los requerimientos específicos de las empresas del sector.

Sin embargo, el gran desafío científico y tecnológico es desarrollar e implementar tecnologías alternativas que den lugar a nuevos y diferenciados productos, susceptibles de ser fabricados por empresas de base tecnológica nacionales.

3.1.2 Líneas de Investigación

• Materiales compuestos

UDT ha trabajado por varios años en el desarrollo de materiales compuestos madera-plástico, específicamente, en productos para el sector de la industria de la construcción. En especial, módulos para infraestructura portuaria y acuícola en la zona sur y austral del país.

A su vez, el segmento envases biodegradables es particularmente atractivo, debido a la importancia de la exportación de productos hortofrutícolas para Chile (cuyo destino es, por lo general, el hemisferio norte) y a exigencias crecientes con respecto a este atributo por parte de algunos mercados. En este sentido, el trabajo desarrollado por el CCTE-UDT tiene relación con el desarrollo de mezclas termoplásticas que cumplan con los atributos de resistencia mecánica, permeabilidad/impermeabilidad respecto a determinados gases, resistencia a la humedad o rayos UV y compatibilidad con alimentos.

• Nanomateriales

Un caso particular, dentro de los materiales compuestos, lo constituyen los nanomateriales termoplásticos; vale decir, aquéllos que contienen una dispersión homogénea de nanopartículas en una matriz termoplástica determinada. Las actividades del CCTE-UDT se enfocan a los siguientes ámbitos:

- Obtención y caracterización. Se trabaja con nanopartículas de arcilla y cobre, productos que se adquieren en el mercado, cuando están disponibles, o se obtienen y modifican para conferirles características determinadas. A futuro se tiene presupuestado ampliar la gama de nanopartículas, incorporando nanotubos de carbono.
- Dispersión de nanopartículas. Se trabaja tanto en mezcladores discontinuos, a escala de laboratorio, como en un extrusor doble tornillo corrotatorio, a escala piloto. El objetivo básico es distribuir homogéneamente las cargas en una matriz termoplástica.
- Desarrollo de productos. El principal desafío de los nanomateriales, hoy en día, es el desarrollo de productos específicos, que tengan propiedades determinadas, requeridas y valoradas por el mercado.

• Resinas termoplásticas y termocondensables

Las resinas termoplásticas y termocondensables presentes en el mercado son derivados del petróleo. En Chile los productos más utilizados son poliolefinas (polietilenos y polipropileno) y adhesivos para madera (urea, melamina y fenol-formaldehído). La posibilidad de reemplazar, al menos parcialmente, estos productos fósiles por derivados de biomasa forestal es altamente atractivo, tanto por razones ambientales (biodegradabilidad y ausencia de compuestos tóxicos como fenol o formaldehído), como estratégicas y económicas.

Otros productos de alto interés son los plásticos biodegradables del tipo ácido poliláctico (PLA). Se encuentran en desarrollo aplicaciones para el mercado nacional, principalmente para los sectores frutícola y forestal.

De igual forma, se estudian y desarrollan alternativas tecnológicas para la producción de resinas termocondensables, basadas en polifenoles naturales extraídos de la corteza de pino, con el objetivo de obtener materiales susceptibles de ser transformados mediante extrusión e inyección, para la fabricación de productos comerciales.

• Carbón activado

El grupo de trabajo de los profesores Rafael García y Néstor Escalona (Facultad de Ciencias Química), junto al Profesor Ljuvisa Radovic (Facultad de Ingeniería) se encuentran desarrollando las bases para obtener productos de interés comercial a partir de carbones activados. Específicamente, y con el financiamiento de un Proyecto Capital Semilla del CCTE-UDT, se evalúa la purificación de licores en procesos de obtención de yodo y molibdeno.





3. R&D Areas

3.1. Biomaterial

3.1.1. Description

Wood is among the oldest biomaterial on Earth. Even today, it stands out for its unique properties such as easy workability, high mechanical strength, beauty and local availability. Boards made from wood (particleboards, Medium Density Fibers MDF, Oriented Strand Board OSB, hardboard and plywood); paper and some cellulose derivatives (cellulose esters and regenerated cellulose) are all products that were massively introduced into the market in the last century and are subject of study in the UDT-CCTE. This work is done considering the special requirements of the national industry.

However, the scientific and technologic challenge is to develop and implement alternative technologies that lead to new products, likely to be produced nationally.

3.1.2 Projects

• Composite materials

UDT has been working for several years on the development of wood-plastic composite, mainly on products for the construction industry such as modules for port and aquaculture infrastructure in the southern and Austral region of Chile.

In turn, the biodegradable packaging segment is particularly attractive to Chile because of the importance of horticultural exports, whose destination is usually the Northern Hemisphere, and the increasing demands on this attribute by some markets. In this sense, the work developed by the UDT-CCTE is related to the development of thermoplastic blends that meet the attributes of mechanical resistance, gases permeability or impermeability, resistance to humidity and UV rays and compatibility with food and other materials.

• Nanomaterials

A particular case, among composite materials, is the thermoplastic nanomaterials, those containing a homogeneous dispersion of nanoparticles in a given thermoplastic matrix. Therefore, the areas of work UDT-CCTE focuses on are the following:

- Synthesis and characterization. Nanoparticles of clay and copper, products available in the market that are modified to bestow them certain characteristics. It is budgeted to expand the gamut of nanoparticles, including carbon nanotubes.

- Nanoparticle dispersion. Is achieved using pilot scale batch mixers as well as twin-screw extruders. The basic objective is to mix the filler in a plastic homogeneously.

- Product development. The current challenge of nanomaterials is the development of specific products with certain properties, required and valued in the market.

• Thermoplastic and thermo-condensable resins

Thermoplastic and biodegradable thermo-condensable resins available in the market are derivatives of petroleum. In Chile, the most widely used products are polyolefin (polyethylene and polypropylene) and adhesives for wood (urea, melamine and phenol-formaldehyde).

The possibility to replace these fossil products with forest biomass derivatives is highly attractive for environmental (bio-degradability and the absence toxic compounds like phenol or formaldehyde) as well as strategic and economic reasons.

Other highly interesting products are biodegradable plastic of the polylactic acid kind (PLA). Applications for the domestic market, mainly for fruit and forestry sectors are being developed.

In the same manner, there are studies and research on technological alternatives for the production of thermo-condensable resins based on natural polyphenols from pine bark in order to obtain materials likely to be extruded and injecting molded for the manufacturing of commercial products.

• Activated carbon

The teamwork of Professor Rafael García and Néstor Escalona (Chemical Sciences Faculty) together with Professor Ljuvica Radovic (Engineering Faculty) are researching the foundations to develop commercially interesting products from activated carbon. This project is financed through a seed capital grant from CCTE-UDT. Purification of liquors in extraction processes using iodine and molybdenum is being evaluated.

3.2 Área Bioenergía

3.2.1 Descripción

La madera no sólo ha servido de material de construcción al hombre desde los inicios de la humanidad, sino que también ha sido una de sus principales fuentes de energía. Hoy en día Chile cubre un 16% de su energía primaria con biomasa forestal, aproximadamente un 60% como leña para calefacción y cocina residencial y un 40% como combustible industrial. Desgraciadamente ambos usos se realizan inadecuadamente, usando leña (en el caso industrial: aserrín y corteza) húmeda y heterogénea y equipos de combustión inadecuados, provocando una serie de consecuencias adversas, como son: una baja eficiencia energética, la liberación de contaminantes gaseosos y la generación de grandes volúmenes de cenizas. Lo anterior es contradictorio con el hecho que el uso energético de biomasa forestal es en sí positivo, ya que es un recurso renovable, cuyo ciclo es neutro en cuanto a liberaciones de dióxido de carbono; su contenido de azufre, nitrógeno y metales pesados es mínimo y está disponible en vastos territorios. En función de ello, el Área Bioenergía se ha planteado el desafío de impulsar la investigación, el desarrollo y la aplicación de tecnologías, para revertir los efectos negativos que hoy día se manifiestan.



3.2.2 Líneas de Investigación

• Combustibles sólidos estandarizados

El desarrollo y aplicación de combustibles sólidos estandarizados (pellets y briquetas), preferentemente en base a productos orgánicos residuales, para fines residenciales e industriales, tiene una alta importancia en Chile. La parte mayoritaria de los requerimientos térmicos de la industria forestal y parcialmente de otras industrias de la zona centro-sur del país abastece sus calderas con residuos forestales. También un 1,4% del total de la energía eléctrica del país se genera en plantas de cogeneración, basadas en biomasa forestal. Desgraciadamente el material que se quema es muy heterogéneo, tanto en cuanto a nivel de humedad como de forma y poder calorífico. La consecuencia de ello es una baja eficiencia de combustión, lo que queda de manifiesto en altas proporciones de cenizas (cuyo contenido de carbono es extremadamente alto) y, en algunos casos, la liberación de contaminantes gaseosos. El caso de la combustión residencial es aún más crítico. Para revertir esta situación, un paso fundamental es aumentar la homogeneidad de la biomasa. A su vez, es indispensable aumentar su densidad, para disminuir los costos de transporte y, por tanto, las dificultades logísticas asociadas al uso de biomasa forestal (especialmente cuando está en forma de aserrín o corteza).

En función de lo anterior, el CCTE-UDT mantiene una línea de trabajo abocada al desarrollo y uso de combustibles sólidos densificados, tanto a nivel residencial como industrial. Para ello, se trabaja estrechamente con empresas del sector forestal y forestal-industrial, con el objetivo de valorizar los residuos.

• Combustibles líquidos

Los combustibles líquidos representan más de un tercio del total de los combustibles secundarios de Chile. Por ello y debido al aumento de los precios del petróleo, es una necesidad estratégica desarrollar combustibles líquidos en base a biomasa forestal. El CCTE-UDT ha puesto énfasis en la obtención y el uso de líquidos de pirólisis (Bio Oil). El Prof. Igor Wilkomirsky, de la Facultad de Ingeniería, diseño y está construyendo una planta piloto de pirólisis rápida, para este efecto. Los productos líquidos que se obtienen también son una materia prima de alto interés, para obtener productos químicos, como se describe en el Área Productos Químicos.

• Combustibles gaseosos

La biomasa forestal puede ser sometida a un procesamiento termoquímico a altas temperaturas y en presencia de bajas concentraciones de oxígeno, para obtener productos de bajo peso molecular. Estos productos son gaseosos a condiciones atmosféricas y pueden servir, básicamente, a dos propósitos: Ser fuente de energía y constituir materia prima para síntesis químicas. Los investigadores de la Facultad de Ingeniería Alfredo Gordon, Ximena García y Romel Jiménez están evaluando el reformado autocatalítico de aserrín, el que se basa en la reacción de la biomasa con una mezcla aire/vapor de agua.



3.2. Bio-energy

3.2.1. Description

Wood has not only served as a construction material since the beginning of mankind but also has been one of its main sources of energy. Currently, Chile today fulfills 16% of its primary energy demand from forest biomass, of this, approximately 60% as firewood for household heating and cooking and 40% as industrial fuel. Unfortunately, both uses are made improperly, since firewood (in the industrial sawdust and bark) is humid and heterogeneous and the combustion equipment is inadequate for those conditions. This causes a series of adverse consequences such as low energy efficiency, gaseous pollutant release and large generation of ash. This is contradictory to the fact that the use of forest biomass energy is in itself positive, since it is a renewable resource, with neutral cycle in terms of carbon dioxide release, sulfur nitrogen and heavy metals content and is vastly available. On that basis, UDT Bio-energy Area has raised the challenge of fostering the research, development and application of technology to reverse the negative effects shown nowadays.

3.2.2 Projects

• Standardized solid fuels

Development and application of solid fuels standard, mainly based on organic waste products (pellets and briquettes) for domestic and industrial purposes, are of high importance in Chile. Most of the thermal requirements of the forest industry and partly from other industries in the central-south of the country serve its boilers with forest residues. Also 1.4% of the total electric energy of the country is generated by power plants based on forest biomass. Unfortunately, the material that is combusted is very heterogeneous in terms of humidity, shape and caloric power. The result is a low efficiency of combustion, which is reflected in high proportions of ash (whose carbon content is extremely high), and in some cases, the release of gaseous pollutants. Residential combustion is even more serious. To reverse this situation a crucial step is to increase the homogeneity of the biomass. In turn, it is vital to increase biomass density in order to decrease transportation costs and, therefore, the logistical difficulties associated with it (especially when it is in the form of sawdust or bark).

For this matter, UDT-CCTE focuses its work on the development and use of densified solid fuels both for household and for industry. To this end, it works closely with a range of forestal industries in order to yield value added product from unused biomass.

• Liquid fuels

Liquid fuels represent more than one third of the total secondary fuels in Chile. Therefore, due to rising oil prices, the development of liquid fuels based on forest biomass is a strategic necessity. CCTE-UDT has put emphasis in obtaining and using pyrolysis liquids (bio oil). Prof. Igor Wilkomirsky of the Engineering Faculty designed and is building a pyrolysis pilot plant for this purpose. Liquid products obtained are also a raw material of high interest as a source of chemicals products, as described in the Chemicals Area.

• Gaseous fuels

To obtain low molecular weight products, forest biomass can be subjected to a thermo chemical processing at high temperatures and with low concentrations of oxygen. These products are gaseous at atmospheric conditions and can serve two purposes. They can be used as a source of energy and provide raw material for chemical synthesis. Researchers from the Engineering Faculty Alfredo Gordon, Ximena García and Romel Jiménez are testing the autocatalytic reformation of sawdust, based on the reaction of biomass with a mixture of air and steam, thus causing the partial oxidation and simultaneous purification of the material.

3.3 Área Productos Químicos

3.3.1 Descripción

El quehacer del Área Productos Químicos se centra en el desarrollo de productos derivados de biomasa forestal, obtenidos a través de diferentes procesos de separación y transformación. El énfasis está puesto en productos de alto valor agregado a partir de madera y corteza y la obtención de subproductos de interés comercial de procesos de pulpaje.

3.3.2 Líneas de Investigación

- Extractos de corteza

La corteza de *Pinus radiata* D. Don contiene altas concentraciones de polifenoles naturales, los que - si se extraen y procesan adecuadamente - pueden ser productos químicos intermedios de alto interés comercial. En UDT se desarrolló un nuevo proceso de extracción, basado en metanol como solvente, que permite obtener dos fracciones de distinto peso molecular: La fracción liviana se usa como reemplazo de fenol en resinas adhesivas para madera y aquella de peso molecular mayor como componente de biomateriales para extrusión.

- Separación de componentes de la madera

La madera tiene tres componentes principales: Celulosa, hemicelulosas y lignina. El proceso de separación de los componentes más usado en el mundo, el Proceso Kraft, sólo permite obtener pulpa celulósica con un rendimiento de un 40% respecto a la madera procesada; la lignina y carbohidratos disueltos (especialmente hemicelulosas), son quemadas para recuperar reactivos y cubrir los requerimientos energéticos del proceso. UDT trabaja en el desarrollo de nuevos conceptos para la deslignificación de madera, basados en solventes orgánicos. De esta manera es posible obtener los tres componentes principales de la madera como producto. Además, se desarrollan alternativas que permitan simplificar significativamente los tradicionales procesos de cocción, blanqueo y recuperación de reactivos.

- Caracterización de componentes de líquidos pirolíticos

En el Área Bioenergía se están desarrollando varios proyectos que tienen relación con la pirólisis rápida de biomasa, para obtener licores pirolíticos, también conocidos como "Bio Oil". Este producto está compuesto por cientos de productos que se generan por el tratamiento térmico a que es sometida la biomasa durante un tiempo muy reducido. En el Área Productos Químicos se están desarrollando y validando metodologías analíticas para identificar y cuantificar los componentes de mayor interés. Entre ellas, destaca la técnica head space GC-MS, para los componentes volátiles, y HPLC-MS, para los componentes más pesados.





3.3 Chemicals

3.3.1 Description

The work of the chemicals area is focuses on the development of products from forest biomass, obtained through various processes of separation and transformation. The emphasis is on developing high value added products from wood and bark and on obtaining commercial interesting products from pulping process.

30 | 31

3.3.2 Projects

- Bark extracts

Radiate Pine bark contains high concentrations of natural polyphenols that properly extracted and processed can serve as a commercially attractive chemical intermediate product. At UDT, a new extracting process has been researched based on methanol as a solvent, which allows two fractions of distinct molecular weight. The light fraction is used as a replacement of phenol in wood adhesive resins and that of higher molecular weight as component of biomaterials for extrusion.

- Separation of wood components

Wood has three main components: cellulose, hemicelluloses and lignin. The most widely used separating process of the three components called Kraft only allows the extraction of cellulose pulp with a 40% performance of wood processed; dissolved lignin and carbohydrates (especially hemicelluloses) are burned to recover reagents and cover the energy requirements of the process. UDT works on the development of new concepts for wood deslignification based on organic solvents in order to obtain the three wood components as products. Besides, alternatives to simplify cooking, bleaching and recovery processes are being developed.

- Characterization of pyrolytic fluid components

The Bio Energy Area of UDT develops several projects on fast pyrolysis of biomass to obtain pyrolytic fluid, also known as "Bio Oil". This product is composed of hundreds of products generated by the thermal treatment of biomass.

The Chemicals Area, in turn, is developing and validating analytical methodology to identify and quantify the components of highest interest. Among them, the headspace GC-MS technique for volatile components, and the HPLC-MS for heaviest components stand out.

3.4 Área Medio Ambiente

3.4.1 Descripción

La vasta experiencia en la ejecución de proyectos con el sector público y privado y la sólida formación técnica de los profesionales del Área Medio Ambiente, permiten abordar una amplia gama de desafíos y problemas, relacionados a la gestión responsable y el desarrollo de tecnologías orientadas a la gestión, valorización y mitigación de impactos ambientales. Durante los años 2007 y 2008 se mantuvo una fuerte vinculación con empresas de diversas áreas económicas del país. Esto coincidió con una madurez técnica del equipo de trabajo, lo que se vio reflejado no sólo en el reconocimiento alcanzado por el Área por parte del sector privado, sino también por organismos estatales. En función de ello, se participó en la proposición de reglamentación nacional para dioxinas y furanos, PCBs, control de emisiones de COVs, recomendación de metodologías de medición de olores y la Ley General de Residuos. Otro aspecto importante fue la acreditación del Laboratorio Medio Ambiental, según la norma 17025, en ensayos de peligrosidad y muestreo de residuos.

Durante el año 2008, con el inicio de las actividades del CCTE-UDT, se incrementó en forma importante el trabajo con el sector forestal, como resultado de un programa de difusión del quehacer de UDT en empresas del sector, fundamentalmente celulosa y papel.

3.4.2 Líneas de Investigación

• Residuos sólidos

Esta línea de trabajo se orienta a la valorización de residuos industriales sólidos, principalmente asociados a los rubros de la gran minería del cobre y al sector forestal-industrial. En el período 2007 – 2008 se ejecutó proyectos relacionados con la obtención de subproductos de interés comercial a partir de escorias de fundiciones de cobre, en estrecho contacto y colaboración con investigadores del Departamento de Ingeniería Metalúrgica. También se desarrolló diversos proyectos relacionados con la caracterización y evaluación de posibles usos de cenizas de combustión de biomasa y lodos de plantas de tratamiento de efluentes líquidos de empresas de la industria forestal-industrial.

• Recurso agua

El enfoque de esta línea de trabajo estuvo dado, hasta el año 2007, por los lineamientos de una producción más limpia e incluyó también el diseño de plantas de tratamiento de efluentes a empresas de los sectores pesquero, forestal y alimenticio. Desde el año 2008, gracias a la incorporación del Prof. Claudio Zaror como Investigador Principal del CCTE-UDT, se comenzó a establecer las bases científicas y tecnológicas para apoyar al sector forestal-industrial en el cierre de circuito de aguas.

• Residuos peligrosos

Con respecto a residuos, se cuenta con la capacidad y experiencia, para determinar su peligrosidad; formular programas de gestión para su transporte, almacenamiento y disposición; y desarrollar tecnologías para valorizarlos o convertirlos en sustancias inertes. Igualmente, se aplican metodologías para jerarquizar sitios potencialmente contaminados, para lo cual se toman muestras y realizan análisis de peligrosidad; ambas actividades acreditadas por el INN.

Entre numerosos proyectos ejecutados para empresas y el sector público, destaca la gestión de residuos químicos de laboratorio de la Universidad de Concepción. En gran parte de ellos, se ha trabajado estrechamente con el Prof. Fernando Márquez del Departamento de Ingeniería Química.

• Emisiones gaseosas

En este ámbito se trabaja con el sector público y privado. Entre los principales proyectos, se puede destacar aquéllos asociados a la evaluación de estaciones de monitoreo con representatividad poblacional de material particulado, olfatometría mediante paneles de olores, apoyo a regulaciones asociadas a compuestos orgánicos volátiles, declaración de contaminantes atmosféricos y realización de inventarios y propuestas normativas relativas a dioxinas, furanos y PCBs.

• Recursos ambientales

Se desarrollan evaluaciones económicas, ambientales y sociales respecto al uso racional y sustentable de recursos ambientales, en especial, biomasa forestal. Se incluye, a su vez, evaluación de alternativas tecnológicas para facilitar el transporte de biomasa forestal, la que se caracteriza por su baja densidad.





3.4. Environmental

3.4.1 Description

The vast experience in project execution with the public and private sectors and the solid technical expertise of professionals from the Environmental group have allowed coping with a wide range of challenges and problems related to the responsible management and development of technologies aimed at management, assessment and mitigation of environmental impacts.

During 2007 and 2008, ties with companies in diverse economic areas of the country were fostered. This coincided with a technical maturity of work teams, which was reflected in the recognition the area reached not only by the private sector, but also by state agencies. Regarding this, it was possible to participate in the national regulation proposal for dioxins, furans, PCBs, VOCs emissions control, recommendation for odor evaluation method and General Waste Regulation. Another important aspect was the accreditation of the Environmental Laboratory, under standard ISO 17025, for waste hazard-assessment and sampling.

In 2008 with the beginning of CCTE-UDT activities, work with forest sector increased significantly as a result of an outreach program of UDT work in pulp and paper industries, mainly.

3.4.2 Research projects

• Solid waste

This field aims valuing of Industrial Solid Waste (ISW) coming from the large copper mining and forest industry, mainly. Between 2007 and 2008, some projects were executed in order to obtain commercially interesting products from slag of copper sand casting, in close collaboration with researchers from the Department of Metallurgical Engineering. Several projects were developed regarding characterization and evaluation of possible uses of biomass combustion ashes and sludge of liquid waste treatment plants of forest Industry.

• Water resource

Until 2007, the focus of this research area was given by the guidelines for a cleaner production and it included the design of industrial liquid waste treatment plants to fishery, forest and

food industries. Since 2008, due to Prof. Claudio Zaror joined CCTE-UDT as Principal Researcher, the scientific and technological bases to support the forest industry in the close-circuit of water began to be established.

• Hazardous waste

With respect to this matter, the environmental area has the ability and expertise to assess waste hazard, to formulate waste management programs for its transportation, storage and disposing, and to develop technologies to add value to or make it inert. At the same time, methodologies are applied to prioritize potentially polluted sites from which samples were taken and analyzed for its hazardousness, both activities were accredited by the INN.

Among numerous executed projects for the private and public sectors, chemical waste management of chemical laboratories of the Concepción University stands out. Prof. Fernando Márquez of Chemical Engineering Department has closely collaborated in most of these projects.

• Gas emissions

Private and public sectors collaborate in this field. Among the main projects, the most outstanding are those related to particle-material monitoring stations with community representatives, olfactometry by panelists, support to regulations on volatile organic compounds, airborne pollutant emission, elaboration of pollutant inventory and proposals for regulations on dioxins, furans and PCBs.

• Environmental resources

Economic, environmental and social evaluations are developed with respect to the rational use of environmental resources, specifically, forest biomass. There was also included an evaluation of alternative technology to facilitate transport of forest biomass, which characterized by its low density.

3.5 Área Gestión Tecnológica

3.5.1 Descripción

Todo proyecto de I&D debe considerar de manera prioritaria y desde su concepción, un modelo de transferencia, el que determinará de manera permanente el desarrollo de sus actividades.

Para fomentar el crecimiento del incipiente mercado demandante de desarrollo tecnológico en las empresas, el Área Gestión Tecnológica realiza actividades de capacitación, formación y creación de redes y prestación de servicios, entre otros, destinados a elevar la capacidad de absorción y nivel tecnológico de las empresas. Al mismo tiempo, el Área influye transversalmente a toda la organización, buscando crear condiciones que favorezcan el desarrollo de innovaciones tecnológicas, susceptibles de ser implementadas en el sector productivo.

El nuevo desafío de esta Área es ampliar la cobertura de sus mercados, por lo que ha iniciado una etapa de prospección internacional, levantando información de la generación de biomasa forestal en todos los continentes y los mercados relacionados. El objetivo de estas acciones es transferir los resultados de investigación que han tenido favorable acogida en Chile, pero que no es posible replicar en un mercado pequeño y que, por lo tanto, requieren de nuevos mercados.

3.5.2 Líneas de Investigación

El quehacer del Área se focaliza en las siguientes etapas de ejecución de proyectos:

• Concepción de un proyecto

La concepción de un nuevo proyecto de I&D debe considerar, por una parte, la innovación tecnológica que se desea desarrollar y, por otra, establecer la mejor alternativa a través de la cual los resultados puedan llegar a ser implementados en el sector productivo. Esto es importante, debido a que muchas ideas apasionantes, desde una perspectiva científica y tecnológica, tienen pocas posibilidades de ser aplicadas industrialmente, ya sea porque no existen contrapartes empresariales adecuadas en el país, no se cuenta con los activos complementarios indispensables, las patentes de invención existentes restringen excesivamente el ámbito de acción o no hay condiciones competitivas favorables a nivel nacional, entre muchas otras razones. Por el contrario, otras ideas de proyecto, si bien podrían ser menos

llamativas desde una perspectiva tecnológica, su aplicación bajo las condiciones propias del país pueden resultar muy favorables. La discusión abierta y profunda respecto a posibles ideas de proyectos de I&D, idealmente junto a representantes de empresas, es, por lo tanto, una etapa fundamental e imprescindible, al plantear una nueva iniciativa de investigación.

• Acompañamiento de las actividades de I&D

Un proyecto de I&D debe adecuarse a la realidad tecnológica y de mercado, en la medida que avanza su ejecución. Estas modificaciones, las que pueden incluir cambios presupuestarios, pero también variaciones respecto a las actividades iniciales e incluso nuevas orientaciones de los objetivos específicos originalmente planteados, tienen como finalidad prioritaria, adecuar los lineamientos establecidos durante la formulación del proyecto a las realidades del mercado. Por ello, en todo proyecto de I&D participa un profesional del Área Gestión Tecnológica, para aportar con una mirada independiente y neutra respecto a aspectos técnicos específicos del proyecto, a mantener un enfoque industrial aplicado a los resultados.

Los mercados globales, junto a la alta competencia que ello provoca, y el avance vertiginoso de la tecnología son aspectos determinantes que restringen las oportunidades de una innovación tecnológica a una ventana de oportunidad muy estrecha, en cuanto a características del producto o proceso, la forma de acceder al mercado y el momento adecuado en que esto debe ocurrir. De ahí la importancia de acompañar las actividades de I&D con una vigilancia tecnológica y de mercado.

• Transferencia tecnológica

La transferencia tecnológica se concibe como un conjunto de actividades que acompañan un proyecto de I&D durante toda su ejecución. Estos aspectos se tornan más trascendentes, cuando el proyecto cuenta con resultados claros, cuantificables y de interés para el sector productivo. En esta etapa se debe establecer la modalidad de transferencia tecnológica definitiva, ya sea a través del traspaso de un paquete tecnológico a una empresa que ha participado en el proyecto, a una empresa externa de las características más adecuadas del negocio específico o a una nueva empresa spin off que se cree especialmente para este fin. Actividades tales como el empaquetamiento de la tecnología, la valorización de los resultados, la protección de la propiedad intelectual y la negociación de una o más licencias, son aspectos de la mayor significación en los cuales el Área de Transferencia Tecnológica juega un papel prioritario.





3.5 Technological Transfer and Management

3.5.1 Description

Every R&D project must consider, from its conception, a technology transfer model, which will determine the development of its activities. To promote the growth of the new market that demands technology development for the companies, the Technological Transfer and Management area trains, creates and develops networks, provides services in order to raise absorption capacity and technical level of companies. At the same, this area influences the entire organization, seeking to set conditions that foster technological innovations likely to be implemented in the private sector.

The new challenge of this area is to widen the reach of its markets; therefore, it is doing an international search, collecting forest biomass information from all continents, in regards to related markets. The objective of these activities is to transfer the research and development results, that have been well accepted in Chile, but that are likely to be implemented in a small market and consequently, need new bigger markets.

3.5.2 Research and development

The work of this area is focused on following phases of project execution: (1) Project conception, (2) Research and development activities management, and (3) Technology transfer.

• Project conception

The design of new R&D should consider, on one hand, the technological innovation that is desired to be developed and, on the other, establish the best option to get to implement the results in the private sector. This is important since exciting ideas, from a scientific and technological perspective, have very limited potential for industrial applications, because there are no suitable business partners in the country, they do not have the necessary complementary assets, the existing patents inventory limits the scope excessively or there are no favorable competitive conditions at the national level, among many other reasons.

On the contrary, other project ideas, although they might be less appealing from a technological perspective, have much more favorable applications under the country's own conditions. Open and deep discussion about possible ideas for R&D projects, ideally with business representatives, is therefore a fundamental and essential step, to establish a new research initiative.

• Other R&D complementary activities

A project of R&D should adapt itself to the current market needs as its execution progresses. These modifications, which may include budgetary changes, variations not only in initial activities but also in the specific objectives originally set as well, aim to adapt the guidelines established during the formulation of the project to the current market conditions.

Therefore, in all R&D project a technology transfer professional participates in order to provide an objective view of specific technical aspects of the project and to keep focused on the industrial application of every results.

Highly competitive global markets and the fast progress of technology are important determinants that limit opportunities of a technological innovation to very few opportunities in terms of product characteristics and process and right way and time to enter the market, hence, the importance of complementing R&D activities with technology and market vigilance.

• Technology transfer

Technology transfer is conceived as a set of activities that complement project of R&D throughout its execution. These aspects become more important when the project has clear results that are measurable and relevant to the productive sector. At this stage, the final form of technology transfer should be either established, through the transfer of a technology package to a participant company in the project, or to an external company with more suitable characteristic or to a new spin off created for this purpose. Activities such as packaging of technology, development of results, protection of intellectual property and the negotiation of one or more licenses are the most significant aspects of the area in which technology transfer plays a prominent role.

2007
2008

Resultados | 2007-2008
durante el periodo | Results



4. Resultados durante el periodo

4.1 Formación de Estudiantes

• Memorias 2007 - 2008

Dominik Schmider (Tutor: Bidart C.): "Alternativas de uso de paja de trigo en Chile" Tesis de pregrado para optar el título de Wirtschaftsingenieurwesen (Ingeniería Industrial) de Universität Karlsruhe (TH)-Alemania, enero de 2007 a mayo de 2007.

Gabriela Briones (Tutor: Llanos C.): "Validación de poder caloríficos en combustibles sólidos mediante bomba calorimétrica", Químico Mención Químico Industrial, Universidad Técnica Federico Santa María, Chile, marzo de 2007 a septiembre 2007.

Nicolas Dohn (Tutor: Bidart C.): "Evaluación tecno-económica de producción de bio-oil desde aserrín en Chile" Tesis de pregrado para optar al título de Wirtschaftsingenieurwesen (Ingeniería Industrial) de Universität Karlsruhe (TH)-Alemania, mayo de 2007 a agosto de 2007.

Lorena Salazar (Tutor: Venegas C.): "Análisis del sistema regional de innovación" Tesis de pregrado para optar al título de Ingeniero Civil Industrial, Universidad del Bío Bío, Chile, junio de 2007 a marzo de 2008.

Katherine Mansilla (Tutor: Gordon A., Jiménez R.): "Ensayo de filtros-monolito, impregnados con catalizador de K soportado en MgO, en la eliminación (por combustión) de emisiones carbonosas" Tesis de pregrado para optar al título de Ingeniero Civil Químico, Facultad de Ingeniería, Universidad de Concepción, Chile, agosto de 2007 a junio de 2008.

María Beatriz Navarrete (Tutor: Yáñez J., Pérez C.): "Análisis y tratamiento de residuos de solventes orgánicos de laboratorio" Tesis de pregrado para optar al título de Químico Analista, Facultad de Ciencias Químicas, Universidad de Concepción, Chile, agosto de 2007 a julio de 2008.

Francisco Santa Cruz (Tutor: Gordon A., Jiménez R.): "Filtros impregnados con catalizadores de K/MgO para eliminación de hollín. Efectos de interacción, envenenamiento y envejecimiento del catalizador" Tesis para optar al título de Ingeniero Civil Químico, Facultad de Ingeniería, Universidad de Concepción, Chile, agosto de 2007 a julio de 2008.

Marcelo Navarrete (Tutor: Jiménez R, García X): "Caracterización y evaluación de mezclas de catalizadores K/MgO o K/MgO-CaO con materiales filtrantes, para la combustión de hollín" Tesis de pregrado para optar al título de Ingeniero Civil Químico, Facultad de Ingeniería, Universidad de Concepción, Chile, agosto de 2007 a agosto de 2008.

Pamela Quezada (Tutor: Yáñez J., Pérez C.): "Tratamiento de residuos de laboratorio con alto contenido de ácidos y metales pesados" Tesis de pregrado para optar al título de Químico Analista, Facultad de Ciencias Químicas, Universidad de Concepción, Chile, agosto de 2007 a julio de 2008.

Juan Toledo (Tutor: Jiménez R, García X.): "Estudio de catalizadores Fe,K/MgO y materiales filtrantes en combustión de hollín" Tesis de pregrado para optar al título de Ingeniero Civil Químico, Facultad de Ingeniería, Universidad de Concepción, Chile, agosto de 2007 a junio de 2008.

Eduardo Cabezas (Tutor: Ulloa A. y Bidart C.): "Evaluación de potenciales usos de cenizas de calderas de biomasa" Tesis de pregrado para optar al título de Ingeniero Civil Industrial, Facultad de Ingeniería, Universidad de Concepción, septiembre de 2007 a diciembre de 2007.

Carola Garrido (Tutor: Llanos C. Esparza C.): "Validación de inflamabilidad de sólidos según Norma EPA 1030" Químico, Mención Químico Industrial, Universidad Técnica Federico Santa María, Concepción, Chile, septiembre de 2007 a marzo de 2008.

Ricardo Rivera (Tutor: Márquez F., Esparza C.): "Puesta en marcha de sistemas de tratamiento, reuso y reciclaje de residuos peligrosos de la Universidad de Concepción" Tesis de pregrado para optar al título de Ingeniero Civil Químico, Facultad de Ingeniería, Universidad de Concepción, Chile, septiembre de 2007 a septiembre de 2008.

Konstantin Nümann (Tutor: Bidart C.): "Analyse der verwertungsmöglichkeiten von feinchemikalien, die in Bio-Öl aus der holzpyrolyse enthalten sind" Tesis de pregrado para optar al título de Wirtschaftsingenieurwesen (Ingeniería Industrial) de Universität Karlsruhe (TH)-Alemania, noviembre de 2007 a enero de 2008.

Susana Tobar (Tutor: Berg A., Venegas C., Navarrete P.): "Modelo de indicadores de competencia (control de gestión) de centros tecnológicos" Tesis de postgrado del Diplomado Gestión de la Innovación Tecnológica, Facultad de Ciencias Forestales y Unidad de Desarrollo Tecnológico, Universidad de Concepción, Chile, marzo de 2008 a junio de 2008.

Marcos Riquelme (Tutor: Zaror, C.): "Determinación de posibles efectos de la transferencia de masa en sistema foto-Fenton Heterogéneo" Tesis de pregrado para optar al título de Ingeniero Civil Químico, Facultad de Ingeniería, Universidad de Concepción, Chile, marzo de 2008 a octubre de 2008.

María Antonieta Ruiz Muñoz (Tutor: Mardones C.): "Evaluación del contenido de resveratrol y otros compuestos fenólicos antioxidantes en bayas de arbustos no maderables de bosques del sur de Chile" Tesis de pregrado para optar al título de Bioquímico, Facultad de Farmacia, Universidad de Concepción, Chile, marzo de 2008 a diciembre de 2008.

Pamela Ruiz (Tutor: Escalona N.): "Efecto del soporte en la reacción de hidrodesoxigenación de guaiacol, utilizando como fase activa al ReS₂" Tesis de pregrado para optar al título de Químico, Facultad de Ciencias Químicas, Universidad de Concepción, Chile, marzo de 2008 a enero de 2009.





4. 2007-2008 Results

4.1 Graduates and Postgraduates Work

• Dissertations and thesis 2007 - 2008

Dominik Schmider (Tutor: Bidart C.): "Alternatives for the use of wheat straw in Chile". Thesis for Wirtschaftsingenieurwesen (Industrial Engineering) of Universität Karlsruhe (TH)-Germany, January 2007 - May 2007.

Gabriela Briones (Tutor: Llanos C.): "Validation of calorific power of solid fuels by colorimetric pump", Chemist- Industrial chemist, Universidad Técnica Federico Santa María, Chile, March 2007 - September 2007.

Nicolas Dohn (Tutor: Bidart C.): "Techno-economic Evaluation of Bio-Oil production from sawdust in Chile". Dissertation for Wirtschaftsingenieurwesen, Universität Karlsruhe (TH)- Germany, May 2007- August 2007.

Lorena Salazar (Tutor: Venegas C.): "Analysis of innovation regional system". Dissertation for Civil Engineering degree, Universidad del Bío Bío, Chile, June 2007- March 2008.

Katherine Mansilla (Tutor: Gordon A., Jiménez R.): "Trials on Stone Statues filter impregnated with de K Catalyzer based on MgO, for elimination (by combustion) of carbon emissions". Dissertation for Civil Chemical engineering degree, Engineering Faculty, Concepcion University, Chile, August 2007 to July 2008.

María Beatriz Navarrete (Tutor: Yáñez J., Pérez C.): "Analysis and Treatment of laboratory organic solvent waste". Dissertation for Analytical Chemist degree, Chemical Science Faculty, Concepción University, Chile, August 2007 to July 2008..

Francisco Santa Cruz (Tutor: Gordon A., Jiménez R.): "K/MgO-Catalyzer impregnated Filters for soot elimination. interaction, poisoning and ageing effect of Catalyzer". Dissertation for Civil Chemical engineering degree, Engineering Faculty, Concepcion University, Chile, August 2007 to July 2008.

Marcelo Navarrete (Tutor: Jiménez R, García X): "Characterization and evaluation of K/MgO or K/MgO-CaO catalyzer mixture with filtering materials for soot combustion". Dissertation for Civil Chemical engineering degree, Engineering Faculty, Concepcion University Chile, August 2007 - August 2008.

Pamela Quezada (Tutor: Yáñez J., Pérez C.): "Treatment of laboratory waste with highly contents of acid and heavy metal". Dissertation for Analytical Chemist degree, Chemical Science Faculty, Concepción University, Chile, August 2007 - July 2008.

Juan Toledo (Tutor: Jiménez R, García X): "Study of Fe,K/MgO Catalyzer and filtering materials for soot combustion". Dissertation for Civil Chemical engineering degree, Concepción University, Chile, August 2007 - June 2008.

Eduardo Cabezas (Tutor: Ulloa A. y Bidart C.): "Evaluation of potencial uses of ashes from biomasa Boiler". Dissertation for Civil Chemical engineering degree, Engineering Faculty, Concepcion University, Chile, September 2007- December 2007.

Carola Garrido (Tutor: Llanos C. Esparza C.): "Validation of solid ignition under EPA 1030 standards". Chemist - Industrial Chemist, Universidad Técnica Federico Santa María, Concepción, Chile, September 2007 - March 2008.

Ricardo Rivera (Tutor: Márquez F., Esparza C.): "Start up of system Hazardous-waste treatment, reusage and recycling system of Concepción University". Dissertation for Civil Chemical Engineering degree, Engineering Faculty, Concepcion University, Chile, September - 2007-September 2008.

Konstantin Nümann (Tutor: Bidart C.): "Analyse der Verwertungsmöglichkeiten von feinchemikalien, die in Bio-Öl aus der holzpyrolyse enthalten sind". Dissertation for Wirtschaftsingenieurwesen de Universität Karlsruhe (TH)-Germany, November 2007 -January 2008.

Susana Tobar (Tutor: Berg A., Venegas C., Navarrete P.): "Competence indicator models (Control management) of technological centers". Thesis of Diploma in Technological innovation management, Forest science Faculty and Technological Development Unit, March 2008 - June 2008.

Marcos Riquelme (Tutor: Zaror, C.): "Assessment of possible effect from mass transference in Heterogenous photo-Fenton system". Dissertation for Civil Chemical Engineering degree, Engineering Faculty, Concepcion University, Chile, March 2008 -October 2008.

María Antonieta Ruiz Muñoz (Tutor: Mardones C.): "Evaluation of resveratrol and other phenolic-antioxidant compound content in berries of non wood-processing bushes in Southern Chilean forest". Dissertation for Biochemist degree, Pharmacy Faculty, Universidad de Concepción, Chile, March 2008 - December 2008.

Pamela Ruiz (Tutor: Escalona N.): "Effects of guaiacol-hydrodes-oxygenation reaction support, using ReS2 as an active phase". Dissertation for Chemist degree, Chemical Science Faculty, Concepción University, Chile, March 2008 - January 2009.

Víctor Albornoz (Tutor: Zaror, C.): "Tratamiento biológico de efluentes tóxicos pretratados mediante oxidación avanzada". Tesis de pregrado para optar al título de Químico, Facultad de Ciencias Químicas, Universidad de Concepción, Chile, marzo de 2008 a abril de 2009.

Jessica Rojas (Tutor: Zaror, C.): "Estudio comparativo de electrooxidación avanzada y foto fenton para degradar imidacloprid". Tesis de pregrado para optar al título de Químico, Facultad de Ciencias Químicas, Universidad de Concepción, Chile, agosto de 2008 a marzo de 2009.

Mauricio Hani (Tutor: Zaror, C.): "Utilización de un sistema híbrido basado en filtración con membranas y electro oxidación avanzada para depurar efluentes complejos de plantas celulósicas". Tesis de pregrado para optar al título de Ingeniero Civil Químico, Facultad de Ingeniería, Universidad de Concepción, Chile, agosto de 2008 a abril de 2009.

Claudio Ávila (Tutor: Gordon A., García X.): "Modelación de la pirólisis y combustión de una partícula de biomasa". Tesis de postgrado para optar al grado Magíster en Ciencias c/m en Química, Facultad de Ingeniería, Universidad de Concepción, Chile, marzo de 2008 a julio de 2009.

Ricardo Puentes (Tutor: Gordon A., García X.): "Estudio experimental de enriquecimiento de biogas mediante conversión catalítica a gas de síntesis ("dry reforming"), utilizando catalizadores Rh impregnados en soportes "grafteados". Tesis de pregrado para optar al título de Ingeniero Civil Químico, Facultad de Ingeniería, Universidad de Concepción, Chile, marzo de 2008 a marzo de 2009.

Julian Stengel (Tutor en UDT: Carrasco J., Bidart C.): "Aplicación de Análisis Pinch en una empresa chilena". Tesis de pregrado para optar al título de Wirtschaftsingenieurwesen (Ingeniería Industrial) de Universität Karlsruhe (TH)-Alemania, junio de 2008 a diciembre de 2008.

Jermia Sitalonga (Tutor en UDT: Berg A., Bidart C.): "Estudio del proceso de torrefacción para corteza de eucalyptus". Tesis de pregrado para optar al título Wirtschaftsingenieurwesen (Ingeniería Industrial) de Universität Karlsruhe (TH), Alemania, junio de 2008 a diciembre de 2008.

Nicolás Díaz (Tutor: Radovic L., Jiménez R.): "Análisis experimental y computacional de la química superficial de carbones". Tesis de pregrado para optar al título de Ingeniero Civil Químico, Facultad de Ingeniería, Universidad de Concepción, Chile, agosto de 2008 a febrero de 2009.

Sebastián Santa Cruz (Tutor: García X., Gordon A.): "Producción de gas combustible a partir de biomasa forestal (aserrín) mediante reformado autotérmico usando catalizadores metálicos soportados en MgO". Tesis de pregrado para optar al título Ingeniero Civil Químico, Facultad de Ingeniería, Universidad de Concepción, Chile, agosto de 2008 a de julio 2009.

Raúl Moraga (Tutor: Jiménez R, García X.): "Estudio de la oxidación parcial catalítica de alquitranes, generados en conversión térmica de biomasa". Tesis de pregrado para optar al título Ingeniero Civil Químico, Facultad de Ingeniería, Universidad de Concepción, Chile, agosto de 2008 a julio de 2009.

Alejandro Karelovic (Tutor: Gordon A., García X.): "Oxidación parcial de metano sobre catalizadores de Rh soportados en sílice modificada por grafting de Ti y Zr". Tesis de postgrado para optar al grado Magíster en Ciencias c/m en Química, Facultad de Ingeniería, Universidad de Concepción, Chile, agosto de 2008 a julio de 2009.

Francisco Santa Cruz (Tutor: Gordon A., Jiménez R.): "Preparación de material filtrante impregnado con catalizador basado en K para la eliminación de hollín. II Ensayos y evaluación de monolitos impregnados". Tesis de postgrado para optar el grado Magíster en Ciencias c/m en Química, Facultad de Ingeniería, Universidad de Concepción, Chile, agosto de 2008 a septiembre de 2009.

Camila Fernández Rojas (Tutor: Gordon A., Jiménez R.): "Estudio experimental del enriquecimiento de biogas mediante su conversión catalítica a gas de síntesis, utilizando catalizadores de Rh impregnado en soportes óxidos puros y/o modificados". Tesis de pregrado para optar al título Ingeniero Civil Químico, Facultad de Ingeniería, Universidad de Concepción, Chile, septiembre de 2008 a marzo de 2009.

Álvaro Silva (Tutor: Radovic L., Gordon A.): "Análisis computacional de selectividad de productos en la gasificación de la biomasa". Tesis de pregrado para optar al título de Ingeniero Civil Químico, Facultad de Ingeniería, Universidad de Concepción, Chile, septiembre de 2008 a abril de 2009.

Eduardo Abásolo (Tutor: Márquez F., Esparza C.): "Evaluación de alternativa de eliminación de residuos biológicos mediante la incineración e hidrólisis alcalina". Tesis de pregrado para optar al título Ingeniero Civil Químico, Facultad de Ingeniería, Universidad de Concepción, Chile, septiembre de 2008 a septiembre de 2009.

Marco Antonio Peña (Tutor: Yáñez J., Pérez C.): "Tratamiento de residuos de solventes clorados mediante Fotocatálisis". Tesis de pregrado para optar al título de Químico Industrial, Facultad de Ciencias Químicas, Universidad de Concepción, Chile, octubre de 2008 a marzo de 2009.

Michael Donauer (Tutor en UDT: Berg A., Bidart C.): "Alternativas y factibilidad de uso de bio-aislantes que emplean biomasa forestal en Chile". Tesis de pregrado para optar al título de Wirtschaftsingenieurwesen (Ingeniería Industrial) de Universität Karlsruhe (TH)-Alemania, diciembre de 2008 a marzo de 2009.





Víctor Alborno (Tutor: Zaror, C.): "Biologic treatment of toxic effluent penetrated by advanced oxidation". Dissertation for Chemist degree, Chemical Science Faculty, Concepción University, Chile, March 2008 - April 2009.

Jessica Rojas (Tutor: Zaror, C.): "Comparative Study of advanced electro-oxidation and photo Fenton for degrading imidacloprid". Dissertation for Chemist degree, Chemical Science Faculty, Concepción University, Chile, August 2008 - March 2009.

Mauricio Hani (Tutor: Zaror, C.): "Use of a hybrid system based on membrane filtration and advanced electro-oxidation for depurating complex effluents from cellulose plants". Dissertation for Civil Chemical Engineering degree, Engineering Faculty, Concepcion University, Chile, August 2008 - April 2009.

Claudio Ávila (Tutor: Gordon A., García X.): "Modeling of pyrolysis and combustion of a biomass particle". Thesis for Master degree in Chemical Science, Engineering Faculty, Concepcion University, Chile, March 2008 - July 2009.

Ricardo Puentes (Tutor: Gordon A., García X.): "Experimental study of biogas upgrading by catalytic conversion to synthesis gas ("dry reforming"), using Rh catalyzers impregnated in "grafted" supports". Dissertation for Civil Chemical Engineering degree, Engineering Faculty, Concepcion University, Chile, March 2008 - March 2009.

Julian Stengel (Tutor en UDT: Carrasco J., Bidart C.): "Pinch analysis application in a chilean company". Dissertation for Wirtschaftsingenieurwesen (Ingeniería Industrial), Universität Karlsruhe (TH)-Germany, June 2008 - December 2008.

Jermia Sitalonga (Tutor en UDT: Berg A., Bidart C.): "Torrefaction process study for eucalyptus bark". Dissertation for Wirtschaftsingenieurwesen, Universität Karlsruhe (TH), Germany, June 2008 - December 2008.

Nicolás Díaz (Tutor: Radovic L., Jiménez R.): "Experimental and computing analysis of carbon superficial chemistry". Dissertation for Civil Chemical Engineering degree Engineering Faculty, Concepcion University, Chile, August 2008 - February 2009.

Sebastián Santa Cruz (Tutor: García X., Gordon A.): "Fuel gas production de gas from forest biomass (sawdust) by auto-thermal reforming using metallic MgO-supported catalyzers". Dissertation

for Civil Chemical Engineering degree, Engineering Faculty, Concepcion University, Chile, August 2008 - July 2009.

Raúl Moraga (Tutor: Jiménez R, García X.): "Study of partial catalytic oxidation of tars, generated from biomass thermal conversion". Dissertation for Civil Chemical Engineering degree, Engineering Faculty, Concepcion University Chile, August 2008 - July 2009.

Alejandro Karelovic (Tutor: Gordon A., García X.): "Methane partial oxidation on Rh catalyzers supported on Ti & Zr grafting-modified illice". Thesis for Master degree in Chemical Science, Engineering Faculty, Concepcion University Chile, August 2008 - July 2009.

Francisco Santa Cruz (Tutor: Gordon A., Jiménez R.): "Preparation of filtering material impregnated with K-based catalyzer for soot elimination. II Trials and evaluation of impregnated stone statues". Thesis for Master degree in Chemical Science, Engineering Faculty, Concepcion University Chile, August 2008 - September 2009.

Camila Fernández Rojas (Tutor: Gordon A., Jiménez R.): "Experimental Study of biogas upgrading by catalytic conversion to synthesis gas, using Rh catalyzers impregnated in pure and/or modified oxide support". Dissertation for Civil Chemical Engineering degree, Engineering Faculty, Concepcion University, Chile, September 2008 - March 2009.

Álvaro Silva (Tutor: Radovic L., Gordon A.): "Computing analysis of product selectivity on biomass gasification". Dissertation for Civil Chemical Engineering degree, Engineering Faculty, Concepcion University, Chile, September 2008 - April 2009.

Eduardo Abásolo (Tutor: Márquez F., Esparza C.): "Evaluation of an alternative for biologic waste disposing by alkaine incineration and hydrolysis". Dissertation for Civil Chemical Engineering degree, Engineering Faculty, Concepcion University, Chile, September 2008 - September 2009.

Marco Antonio Peña (Tutor: Yáñez J., Pérez C.): "Treatment of chlorate solvent waste through photocatalysis". Dissertation for Civil Chemical Engineering degree, Chemical Science Faculty, Concepción University, Chile, October 2008 - March 2009.

Michael Donauer (Tutor en UDT: Berg A., Bidart C.): "Alternatives and feasible use of bio-isolating that use forest biomass in Chile". Dissertation for Wirtschaftsingenieurwesen, Universität Karlsruhe (TH)- Germany, December 2008 -March 2009.

Cristina Segura (Tutor: Zaror, C.): "Degradación de imidacloprid en medio acuoso mediante un catalizador heterogéneo foto Fenton". Tesis para optar al grado de Doctor en Ingeniería Química, Facultad de Ingeniería, Universidad de Concepción, Chile, marzo de 2009.

• Prácticas profesionales 2007 - 2008

Andrea Mardones: "Apoyo Fondef D05110303", Bioingeniería, Universidad de Concepción, enero de 2007 a febrero de 2007.

Lorena Salazar: "Levantamiento de información Proyecto KAWAX". Ingeniería Civil Industrial, Universidad del Bío - Bío, Chile, enero de 2007 a junio 2007.

Ulises Saldías: "Extracción de corteza de eucalipto y agua". Biotecnología Industrial, Inacap, Chile, febrero de 2007 a marzo de 2007.

Oscar Gutiérrez: "Apoyo en la cuantificación de disponibilidad de corteza en la región del Bío Bío", Ingeniero Civil industrial, Universidad del Bío - Bío, Chile, marzo de 2007 a mayo de 2007.

Mabel Vega: "Plan de manejo de residuos peligrosos". Ingeniería Civil Química, Universidad de Concepción, Chile, abril de 2007 a diciembre de 2007.

Andrés Esparza: "Plan de manejo de residuos peligrosos". Ingeniería Civil Química, Universidad de Concepción, Chile, abril de 2007 a diciembre de 2007.

Cristina Campos: "Caracterización de polifenoles". Técnico Universitario en Química, mención Química Industrial, Universidad Técnica Federico Santa María, Chile, diciembre de 2007 a febrero 2008.

Priscilla Alejandra Ceballos Rossel: "Caracterización de polifenoles", Técnico Universitario en Química, mención química industrial, Universidad Técnica Federico Santa María, diciembre de 2007 a febrero de 2008.

Cristina Macarena Campos Cifuentes: "Caracterización de polifenoles". Técnico Universitario en Química, mención Química Industrial, Universidad Técnica Federico Santa María, Chile, diciembre de 2007 a febrero de 2008.

Allan Brell: "Plan de manejo de residuos peligrosos", Ingeniería Civil Química, Universidad de Concepción, Chile, marzo de 2008 a septiembre de 2008.

Yordan Hidalgo: "Implementación de Sistema de Gestión e Infraestructura de un Plan de Manejo de Sustancias y Residuos Peligrosos (FDI-SIG)". Ingeniería (E) en Medio Ambiente, DUOC, Chile, junio de 2008 a diciembre de 2008.

Matías Vera: "Implementación de Sistema de Gestión e Infraestructura de un Plan de Manejo de Sustancias y Residuos Peligrosos (FDI-SIG)". Ingeniería (E) en Medio Ambiente, DUOC, Chile, junio de 2008 a diciembre de 2008.

Eulogio Fritz: "Implementación de Sistema de Gestión e Infraestructura de un Plan de Manejo de Sustancias y Residuos Peligrosos (FDI-SIG)". Ingeniería (E) en Medio Ambiente, DUOC, Chile, junio de 2008 a diciembre 2008.

Juan Espinoza: "Implementación de Sistema de Gestión e Infraestructura de un Plan de Manejo de Sustancias y Residuos Peligrosos (FDI-SIG)". Ingeniería (E) en Medio Ambiente, DUOC, Chile, junio de 2008 a diciembre de 2008.

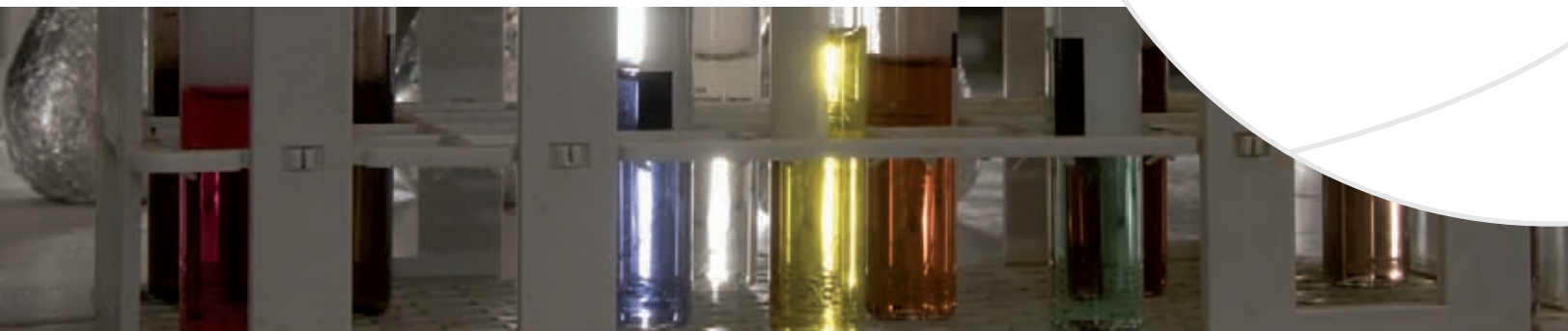
Juan C. Carrasco: "Deslignificación de Eucaliptos globulus y caracterización de productos". Biólogo, Universidad Nacional Federico Villarreal, Perú, diciembre de 2008 a febrero de 2009.

Evelyn Escalona: "Ensayos de madera-plástico a nivel de laboratorio". Biotecnología Industrial, Universidad Tecnológica de Chile, Inacap, Chile, diciembre de 2008 a marzo de 2009.

Teninson Urra: "Deslignificación de paja de trigo y caracterización de productos". Biotecnología Industrial, Universidad Tecnológica de Chile, Inacap, Chile, diciembre de 2008 a febrero de 2009.

Lorena Valencia: "Deslignificación de paja de trigo y caracterización de productos". Biotecnología Industrial, Universidad Tecnológica de Chile, Inacap, Chile, diciembre de 2008 a febrero de 2009.

Rossana Cartagena: "Preparación y caracterización de nanocomposite termoplásticos". Biotecnología Industrial, Universidad Tecnológica de Chile, Inacap, Chile, diciembre de 2008 a marzo de 2009.





Cristina Segura (Tutor: Zaror, C.): "Imidacloprid Degradation in an aqueous medium through photo Fenton heterogeneous catalyzer". Thesis for Doctoral degree in Chemical Engineering, Engineering Faculty, Concepcion University, Chile, March 2009.

• Student internships 2007 - 2008

Andrea Mardones: "Fondef D05110303 backup", Bio-engineering, Concepción University, January 2007 - February 2007.

Lorena Salazar: "Information collection, Proyecto KAWAX". Civil Industrial Engineering, Universidad del Bío - Bío, Chile, January 2007 - June 2007.

Ulises Saldías: "Water and eucalyptus bark Extraction". Industrial Biotechnology, Inacap, Chile, February 2007 - March 2007.

Oscar Gutiérrez: "Backup in quantification of bark available in Bio-Bio Region", Civil industrial Engineer, Universidad del Bío - Bío, Chile, March 2007 - May 2007.

Mabel Vega: "Hazardous waste management plan". Civil Chemical Engineering, Concepción University, Chile, April 2007 - December 2007.

Andrés Esparza: "Hazardous waste management plan". Civil Chemical Engineering, Concepción University, Chile, April 2007 - December 2007.

Cristina Campos: "Polyphenols characterization". Industrial Chemical Technician, Universidad Técnica Federico Santa María, Chile, December 2007 - February 2008.

Priscilla Alejandra Ceballos Rossel: "Polyphenols characterization". Industrial Chemical Technician, Universidad Técnica Federico Santa María, Chile, December 2007 - February 2008.

Cristina Macarena Campos Cifuentes: "Polyphenols characterization". Industrial Chemical Technician, Universidad Técnica Federico Santa María, Chile, December 2007 - February 2008 - February 2008.

Allan Brell: "Hazardous waste management plan". Civil Chemical Engineering Concepción University, Chile, March 2008 - September 2008.

Yordan Hidalgo: "Implementation of management and infrastructure system of hazardous substance and waste management plan (FDI-SIG)". Environmental Engineering, DUOC, Chile, June 2008 - December 2008.

Matías Vera: "Implementation of management and infrastructure system of hazardous substance and waste management plan (FDI-SIG)". Environmental Engineering, DUOC, Chile, June 2008 - December 2008.

Eulogio Fritz: "Implementation of management and infrastructure system of hazardous substance and waste management plan (FDI-SIG)". Environmental Engineering, DUOC, Chile, June 2008 - December 2008.

Juan Espinoza: "Implementation of management and infrastructure system of hazardous substance and waste management plan (FDI-SIG)". Environmental Engineering, DUOC, Chile, June 2008 - December 2008.

Juan C. Carrasco: "Eucalyptus globulus Deslignification and product". Biologist, Universidad Nacional Federico Villarreal, Perú, December 2008 - February 2009.

Evelyn Escalona: "Wood-plastic laboratory trials". Industrial Biotechnology, Universidad Tecnológica de Chile, Inacap, Chile, December 2008 - March 2009.

Teninson Urra: "Wheat-straw deslignificación and product characterization". Industrial Biotechnology, Universidad Tecnológica de Chile, Inacap, Chile, December 2008 - February 2009.

Lorena Valencia: "Wheat-straw deslignificación and product characterization". Industrial Biotechnology, Universidad Tecnológica de Chile, Inacap, Chile, December 2008 - February 2009.

Rossana Cartagena: "Thermoplastic nanocomposite preparation and characterization". Industrial Biotechnology, Universidad Tecnológica de Chile, Inacap, Chile, December 2008- March 2009.

4.2 Publicaciones 2008 - 2007

• Publicaciones ISI:

JIMÉNEZ, R.; GARCÍA, X.; LÓPEZ, T.; GORDON, A.:
Catalytic combustion of soot. Effects of added alkali metals on CaO-MgO physical mixtures.
Fuel Processing Technology, Vol. 89, Issue 11, pp. 1160-1168. 2008.

MARDONES, C.; BAER VON D.; HIDALGO, A.; CONTRERAS, A.; SEPÚLVEDA C.:
Determination of pentachlorophenol and tribromophenol in sawdust by ultrasound-assisted extraction and MEKC.
Journal of Separation Science, Vol. 31, Issue 6-7, pp. 1124-1129. 2008.

SEGURA, C.; ZAROR, C.; MANSILLA, H. D.; MONDACA, M. A.:
Imidacloprid oxidation by photo-Fenton reaction.
Journal of Hazardous Materials, Vol. 150, pp. 679-686. 2008.

ZAROR, C.; SEGURA, C.; MANSILLA, H.; MONDACA, M.; GONZÁLEZ, P.:
Effect of temperature on Imidacloprid oxidation by homogeneous photo-Fenton processes.
Water Science & Technology, pp. 259-265. 2008.

• Publicaciones no-ISI:

BIDART, C.; BERG, A.:
The Forest Biomass as an Energy Source in Chile.
Proceedings 15th European Biomass Conference and Exhibition, Berlín, 7 - 11 de mayo de 2007.

BERG, A.; NAVARRETE, P.; OLAVE, O.:
Bio-Chemicals and standardized Solid Fuels from Radiata Pine Bark.
15th European Biomass Conference and Exhibition, Berlin, 7 - 11 de mayo de 2007.

BIDART, C.:
La Biomasa en la Balanza
Revista Induambiente, año 16, N° 88, septiembre - octubre 2007.

BERG, A.:
Extractos polifenólicos de corteza como base para la fabricación de adhesivos. En: Cassel, E. et al.; Aplicaciones Industriales de Taninos Vegetales, CYTED, octubre 2007.

BIDART, C.; BERG, A.:
Cogeneración en Base a Residuos Madereros y Forestales. Un Análisis Comparativo de Costos de Producción (I)
Celulosa y Papel. Vol 23, N° 5, diciembre 2007.

SZARKA, N.; BERG, A.; PRAUS, S.:
Forests biomass in Chile - Enormous potential for energetic use.
DepoTech, pp. 629-632. VGE Verlag GMBH Essen. 2008. ISBN 978-3-86797-028-0.

BEZAMA, A., SZARKA, N., MIRANDA, H.:
State of the art of the biogas production in Chile.
DepoTech 2008, pp. 633-636. VGE Verlag GMBH Essen. 2008. ISBN 978-3-86797-028-0.

ULLOA, A.; CARRASCO, J.; Ruiz, H.:
Renacen las Cenizas. Conozca algunas alternativas de aprovechamiento de cenizas generadas en calderas de biomasa.
Revista Induambiente, año 16, N° 90, enero - febrero 2008.

GORDON, A.L.; AVILA, C.R.; GARCIA, X.A.:
A reaction shrinking core model for pyrolysis and combustion of a single biomass particle.
World Bioenergy 2008, Proceedings Poster Session, Jönköping, Suecia, pp. 232-235, 27 - 29 de mayo de 2008.

BERG, A.; NEUGEBAUER, J.; CARRASCO, J.C.:
Energy Recovery from Municipal Solid Waste (MSW) in Chile.
World Bioenergy 2008, Proceedings Poster Session, Jönköping, Suecia, pp.182-183, 27 - 29 de mayo de 2008.

TOLEDO, J., JIMÉNEZ R., GARCÍA, X., GORDON, A.:
Utilización de K y Fe soportados en MgO, para la combustión catalítica de hollín.
XXI Simposio Iberoamericano de Catálisis-SICAT 2008, junio de 2008.



4.2 Publications 2008 - 2007

• ISI Publications:

JIMÉNEZ, R.; GARCÍA, X.; LÓPEZ, T.; GORDON, A.:
Catalytic combustion of soot. Effects of added alkali metals on CaO-MgO physical mixtures.
Fuel Processing Technology, Vol. 89, Issue 11, pp. 1160-1168. 2008.

MARDONES, C.; BAER VON D.; HIDALGO, A.; CONTRERAS, A.; SEPÚLVEDA C.:
Determination of pentachlorophenol and tribromophenol in sawdust by ultrasound-assisted extraction and MEKC.
Journal of Separation Science, Vol. 31, Issue 6-7, pp. 1124-1129. 2008.

SEGURA, C.; ZAROR, C.; MANSILLA, H. D.; MONDACA, M. A.:
Imidacloprid oxidation by photo-Fenton reaction.
Journal of Hazardous Materials, Vol. 150, pp. 679-686. 2008.

ZAROR, C.; SEGURA, C.; MANSILLA, H.; MONDACA, M.; GONZÁLEZ, P.:
Effect of temperature on Imidacloprid oxidation by homogeneous photo-Fenton processes.
Water Science & Technology, pp. 259-265. 2008.

• Non-ISI publications:

BIDART, C.; BERG, A.:
The Forest Biomass as an Energy Source in Chile.
Proceedings 15th European Biomass Conference and Exhibition, Berlín, 7 - May 11th, 2007.

BERG, A.; NAVARRETE, P.; OLAVE, O.:
Bio-Chemicals and standardized Solid Fuels from Radiate Pine Bark.
15th European Biomass Conference and Exhibition, Berlin, 7 - May 11th, 2007.

BIDART, C.:
La Biomasa en la balanza
Induambiente Magazine, year 16, N° 88, September - October 2007.

BERG, A.:
Extractos polifenólicos de corteza como base para la fabricación de adhesivos. En: Cassel, E. et al.; Aplicaciones Industriales de Taninos Vegetales, CYTED, October 2007.

BIDART, C.; BERG, A.:
Cogeneración en base a residuos madereros y forestales. Un análisis comparativo de costos de producción (I).
Celulosa y Papel. Vol 23, N° 5, Deceber 2007.

SZARKA, N.; BERG, A.; PRAUS, S.:
Forests biomass in Chile - Enormous potential for energetic use.
DepoTech, pp. 629-632. VGE Verlag GMBH Essen. 2008. ISBN 978-3-86797-028-0.

BEZAMA, A., SZARKA, N., MIRANDA, H.:
State of the art of the biogas production in Chile.
DepoTech 2008, pp. 633-636. VGE Verlag GMBH Essen. 2008. ISBN 978-3-86797-028-0.

ULLOA, A.; CARRASCO, J.; Ruiz, H.:
Renacen las Cenizas. Conozca algunas alternativas de aprovechamiento de cenizas generadas en calderas de biomasa.
Induambiente Magazine, year 16, N° 90, January - February 2008.

GORDON, A.L.; AVILA, C.R.; GARCIA, X.A.:
A reaction shrinking core model for pyrolysis and combustion of a single biomass particle.
World Bio-energy 2008, Proceedings Poster Session, Jönköping, Suecia, pp. 232-235, May 27th - 29th, 2008.

BERG, A.; NEUGEBAUER, J.; CARRASCO, J.C.:
Energy recovery from municipal solid waste (MSW) in Chile.
World Bioenergy 2008, Proceedings Poster Session, Jönköping, Suecia, pp.182-183, May 27th - 29th, 2008.

TOLEDO, J., JIMÉNEZ R., GARCÍA, X., GORDON, A.:
Utilización de K y Fe soportados en MgO, para la combustión catalítica de hollín.
XXI Simposio Iberoamericano de Catálisis-SICAT 2008, June 2008.

JIMÉNEZ R., PECCHI, G., GARCÍA, X., GORDON, A., ZAMORA, R.:
Efecto del grado de sustitución de Ca en perovskitas $\text{La}_{1-x}\text{Ca}_x\text{Fe}_2\text{O}_3$ sobre la actividad catalítica para la combustión de hollín emitido por motores diesel.
XXI Simposio Iberoamericano de Catálisis-SICAT 2008, junio de 2008.

RIOSECO, F., RADOVIC, L., GARCÍA, X., GORDON, A., PECCHI G.:
Estabilidad térmica y actividad catalítica durante la combustión completa de acetato de etilo en una perovskita de LaFeO_3 dopada con Ag.
XXI Simposio Iberoamericano de Catálisis-SICAT 2008, junio de 2008.

FIGUEROA, P., CERDA, C., JIMÉNEZ, R., GARCÍA, X., GORDON, A., ALARCÓN, N.:
Mezclas de CeO_2 - MgO como soportes para la oxidación completa de una mezcla de CH_4 - C_{10}H_8 .
XXI Simposio Iberoamericano de Catálisis-SICAT 2008, junio de 2008.

CONTRERAS, M.; MEDINA, C.; RADOVIC, L.R.; ESCALONA, N.; GARCÍA, N.:
Retención de materia orgánica de licor industrial en carbones activados: Influencia de los grupos funcionales superficiales y la textura.
Libro de Resúmenes V Jornadas Chilenas de Catálisis y Adsorción, Talca, Chile, pp. 46-47, 20-21 de noviembre de 2008.

VALLEJOS-BUROGS, F.; GORDON, A.L.; GARCÍA, X.; KANO, H.; KANEKO, K.; RADOVIC, L.R.:
Efecto de la porosidad del soporte carbonoso en la gasificación con O_2 catalizada por Co y Cu.
Libro de Resúmenes V Jornadas Chilenas de Catálisis y Adsorción, Talca, Chile, pp. 29-30, 20-21 de noviembre de 2008.

KARELOVIC, A.; GARCÍA, X.; RUIZ, P.; GORDON, A.L.:
Efecto de la modificación de SiO_2 por injerto de Zr y Ti en la oxidación parcial catalítica de metano.
Libro de Resúmenes V Jornadas Chilenas de Catálisis y Adsorción, Talca, Chile, pp. 15-16, 20-21 de noviembre de 2008.

JIMENEZ, R.; CAMPAGNARO, B.; GARCÍA, X.; GORDON, A.L.:
Combustión catalítica de hollín con K/MgO. Fases activas del catalizador.
Libro de Resúmenes V Jornadas Chilenas de Catálisis y Adsorción, Talca, Chile, pp. 15-16, 20-21 de noviembre de 2008.

4.3 Solicitudes de Patentes Industriales:

BERG, A.; NAVARRETE, P.; OLAVE, L.:
Proceso de obtención de polifenoles y un combustible sólido a partir de corteza o madera de árboles que comprende molienda de la corteza, extracción sólido - líquido, concentración del extracto, decantación, secado de fracción soluble e insoluble y separación de la fracción de finos; extractos hidro-alcohólicos de corteza; y corteza
Solicitud de patente de invención chilena, código N° 1266-07, 04 de mayo de 2007.

BERG, A.; MELO, R.; NAVARRETE, P.; MALDONADO, A.; VENEGAS, C.:
Pellet densificado de madera, para alimentar un equipo de extrusión para producir materiales compuestos de madera y plástico que comprende aserrín o polvo de madera y un aglomerante, cuyo punto de fusión esta comprendido en el rango de temperaturas 30 y 220 C°.
Solicitud de patente de invención chilena 2029-07, 12 de julio de 2007.

CABRERA, G.; SOTO, O.; BERG, A.:
Composición biodegradable, método de preparación y su aplicación en la fabricación de contenedores funcionales de uso agrícola y/o forestal.
Solicitud de patente de invención chilena 2849-2007, 04 de diciembre de 2007.

BERG, A.; NAVARRETE, P.; OLAVE, L.:
A process for obtaining low and medium molecular weight polyphenols and a solid standardized fuel from tree wood or bark.
Solicitud de patente norteamericana 12/151,283, 5 de mayo 2008.

CABRERA, G.; SOTO, O.; BERG, A.:
Biodegradable composition, preparation method and their application in the manufacture of functional containers for agricultural and/or forestry use.
Solicitud de patente europea, 5 de octubre de 2008.





JIMÉNEZ R., PECCHI, G., GARCÍA, X., GORDON, A., ZAMORA, R.: Efecto del grado de sustitución de Ca en perovskitas $\text{La}_{1-x}\text{Ca}_x\text{Fe}_2\text{O}_3$ sobre la actividad catalítica para la combustión de hollín emitido por motores diesel. XXI Simposio Iberoamericano de Catálisis-SICAT 2008, June 2008.

RIOSECO, F., RADOVIC, L., GARCÍA, X., GORDON, A., PECCHI G.: Estabilidad térmica y actividad catalítica durante la combustión completa de acetato de etilo en una perovskita de LaFeO_3 dopada con Ag. XXI Simposio Iberoamericano de Catálisis-SICAT 2008, June 2008.

FIGUEROA, P., CERDA, C., JIMÉNEZ, R., GARCÍA, X., GORDON, A., ALARCÓN, N.: Mezclas de CeO_2 - MgO como soportes para la oxidación completa de una mezcla de CH_4 - C_{10}H_8 . XXI Simposio Iberoamericano de Catálisis-SICAT 2008, June 2008.

CONTRERAS, M.; MEDINA, C.; RADOVIC, L.R.; ESCALONA, N.; GARCÍA, N.: Retención de materia orgánica de licor industrial en carbones activados: Influencia de los grupos funcionales superficiales y la textura. Libro de Resúmenes V Jornadas Chilenas de Catálisis y Adsorción, Talca, Chile, pp. 46-47, November 20th-21st, 2008.

VALLEJOS-BUROGS, F.; GORDON, A.L.; GARCÍA, X.; KANO, H.; KANEKO, K.; RADOVIC, L.R.: Efecto de la porosidad del soporte carbonoso en la gasificación con O_2 catalizada por Co y Cu. Libro de Resúmenes V Jornadas Chilenas de Catálisis y Adsorción, Talca, Chile, pp. 29-30, 20-21 de noviembre de 2008.

KARELOVIC, A.; GARCÍA, X.; RUIZ, P.; GORDON, A.L.: Efecto de la modificación de SiO_2 por injerto de Zr y Ti en la oxidación parcial catalítica de metano. Libro de Resúmenes V Jornadas Chilenas de Catálisis y Adsorción, Talca, Chile, pp. 15-16, November 20th-21st, 2008.

JIMENEZ, R.; CAMPAGNARO, B.; GARCÍA, X.; GORDON, A.L.: Combustión catalítica de hollín con K/MgO. Fases activas del catalizador.

Libro de Resúmenes V Jornadas Chilenas de Catálisis y Adsorción, Talca, Chile, pp. 15-16, November 20th-21st, 2008.

4.3 Industrial Patent Requests

BERG, A.; NAVARRETE, P.; OLAVE, L.: Synthesis process of polyphenols and a solid fuel from bark or wood comprising bark grinding, solid-liquid extraction, extract concentration, decantation, soluble and insoluble fraction drying and fines fraction separation; bark hydroalcoholic extracts; and bark Chilean invention patent request, code N° 1266-07, May 4th, 2007.

BERG, A.; MELO, R.; NAVARRETE, P.; MALDONADO, A.; VENEGAS, C.: Densified wood pellet for extruder feeding to produce wood-plastic composite, which included saw dust, sand dust and whose fusion point ranges 30 y 220 C°. Chilean invention patent request, code N° 2029-07, July 12th, 2007.

CABRERA, G.; SOTO, O.; BERG, A.: Biodegradable Composition, preparation method and its application in the manufacture of seedling nursery containers for agricultural and forest industry. Chilean invention patent request, 2849-2007, December 04th, 2007.

BERG, A.; NAVARRETE, P.; OLAVE, L.: A process for obtaining low and medium molecular weight polyphenols and a solid standardized fuel from tree wood or bark. Norteamerican Patent Request 12/151,283, Mayo 5th 2008.

CABRERA, G.; SOTO, O.; BERG, A.: Biodegradable composition, preparation method and their application in the manufacture of functional containers for agricultural and/or forestry use. European Patent Request, October, 5th 2008.

4.4 Licenciamiento y Creación de Empresas Spin-off

Lignoplast: Materiales compuestos termoplásticos.
Emprendedor: Matthias Lüscher, ISESA
Negocio: Producción y Comercialización de pellet madera -plástico
Año de inicio de operaciones: 2008

4.5 Vinculación con Otras Reparticiones Universitarias

Durante el período 2007 – 2008 se mantuvieron y fortalecieron las relaciones de trabajo con diversas facultades y reparticiones universitarias. Existe un contacto fluido y permanente con la Dirección de Investigación, de la que se depende organizativamente. Numerosos proyectos de I&D&i se han desarrollado junto con académicos de diferentes facultades, los que, en función de ello, son reconocidos como “Investigadores Asociados” del CCTE-UDT.

Es importante mencionar, a su vez, la ejecución del proyecto “Implementación del sistema de gestión e infraestructura de sustancias y residuos peligrosos”, el que cuenta con el apoyo del Ministerio de Educación y tiene por objetivo establecer y mantener una adecuada gestión e infraestructura para el manejo de sustancias y residuos peligrosos en la Universidad de Concepción. En este contexto, se trabaja de manera permanente con 13 facultades, 5 centros y 4 direcciones de las sedes Concepción, Chillán y Los Ángeles de la Universidad de Concepción.

• Facultad de Ingeniería

Cuatro de los cinco Investigadores Principales del CCTE-UDT son docentes de la Facultad de Ingeniería. Ellos son los profesores Alfredo Gordon, Claudio Zaror y Ljubisa Radovic, del Departamento de Ingeniería Química, y el Prof. Igor Wilkomirsky, del Departamento de Ingeniería Metalúrgica. A su vez, se desarrollan proyectos específicos con los profesores Ximena García, Fernando Márquez y Romel Jiménez (Departamento Ingeniería Química), Mario Sánchez, Eduardo Balladares, Fernando Parada y Roberto Parra (Departamento de Ingeniería Metalúrgica), Alfredo Devenin (Departamento Ingeniería Mecánica) y Mario Liberona (Ingeniería Civil). Vale decir, no sólo desde una perspectiva temática, sino también con respecto a la participación de investigadores de la Facultad de Ingeniería en actividades del CCTE-UDT, existe una estrecha relación. Durante el período 2007 – 2008 se ejecutaron más de 20 proyectos conjuntos, tanto nacionales como internacionales. La mayor parte de ellos estuvo relacionado con aspectos ambientales y energéticos.

• Facultad de Farmacia

Existe una estrecha relación de trabajo con la Facultad de Farmacia, en especial con su Departamento de Análisis Instrumental. El profesor Dietrich von Baer es Investigador Principal del CCTE-UDT. Se está ejecutando dos Proyectos Capital Semilla, los que tienen relación con la implementación de metodologías analíticas para caracterizar líquidos pirolíticos y productos de la oxidación selectiva de madera. En su ejecución participa también la profesora Claudia Mardones.

• Facultad de Ciencias Químicas

Se ejecutan proyectos junto a los profesores Bernabé Rivas, Rafael García, Néstor Escalona y Jorge Yañez. Los proyectos ejecutados se refieren al desarrollo de materiales compuestos incorporando nanopartículas de arcilla en poliolefinas, para disminuir su permeabilidad frente al oxígeno (Proyecto Fondef); la obtención de carbones activados como material filtrante (Proyecto Capital Semilla) y la destrucción de residuos de laboratorios químicos (Proyecto Innova Chile ejecutado para la empresa MERCK).

• Facultad de Ciencias Forestales

Durante los años 2006 – 2007 la Facultad de Ciencias Forestal junto a UDT ofrecieron el “Diplomado en Gestión de la Innovación” a la comunidad nacional. A su vez, el Prof. Manuel Sánchez participa en la ejecución del proyecto Fondef “Desarrollo de materiales compuestos biodegradables y su aplicación en productos comerciales de alto valor”.





4.4 Licensing and Spin-off

Lignoplast: Thermoplastic composites.
 Entrepreneur: Matthias Lüscher, ISESA
 Business: Production and Commercialization of wood-plastic pellet
 Start up year: 2008

4.5 Other University Collaboration

During 2007 and 2008, relationship with various faculties and university departments have been maintained and strengthened. There is a fluid and permanent contact with the Research Department that reports to UDT. Numerous R&D & Innovation have been developed together with academics from different faculties, who, accordingly, are recognized as "Research Associates" in CCTE-UDT.

It is important to mention the project "Implementation of management and infrastructure system of hazardous substances and waste", which is supported by the Secretary of Education and aims to establish and maintain adequate management and infrastructure for handling of hazardous substances and wastes at the Concepción University. In this context, work is being done on a permanent basis with 13 faculties, 5 schools and 4 directions of campuses in Concepción, Chillán and Los Angeles of the Concepción University.

• Engineering Faculty

Four of the five Principal Researchers of CCTE-UDT are professors of the Engineering Faculty. They are as follows: Professors Alfredo Gordon, Claudio Zaror and Ljubisa Radovic of the Chemical Engineering Department and Professor Igor Wilkomirsky of the Metallurgy Engineering. In turn, specific projects are being developed with professors Ximena Garcia, Fernando Marquez and Romel Jimenez (Chemical Engineering Department), Maria Sanchez, Eduardo Balladares, Fernando Parada, Roberto Parra, Alfredo Devenin (Mechanical Engineering Department) and Mario Liberona

(Civil Engineering). This means that not only from a research perspective, but also with regard to the participation of researchers from the Faculty of Engineering in activities of CCTE-UDT, there exists a close relationship among them. During 2007-2008, more than 20 joint projects were carried out, both domestically and internationally. Most of them were related to environmental and energy fields.

• Pharmacy Faculty

There is a close working relationship with the School of Pharmacy, in particular with its Department of Instrumental Analysis. Professor Dietrich von Baer is one of the Principal Investigators at CCTE-UDT. Two capital seed projects are being carried out regarding the implementation of analytical technologies to characterize pyrolytic liquids and products from the selective oxidation of wood. Professor Claudio Mardones is also involved in the execution of these projects.

• Chemical Sciences Faculty

Professors Bernabé Rivas, Rafael García, Néstor Escalona and Jorge Yañez are all executing joint projects regarding the following subjects:

The development of composite by incorporating nanoparticles of clay into polyolefins to reduce its oxygen permeability (Fondef Project)
 Synthesis of activated carbon material (Capital Seed Project)
 Destruction of chemical laboratory waste (Innova Chile Project executed for MERCK Co.)

• Faculty of Forest Science

In 2007 and 2008, the Faculty of Forest Science along with UDT offered a 'Diploma in Innovation Management'. In addition, Professor Manuel Sanchez participates in the project Fondef 'Bio-degradable development of composite materials and their application in commercial products of high value.'

- **Facultad de Agronomía**

Se contó con la colaboración del profesor Marcos Sandoval en un proyecto sobre uso de lodos de plantas de tratamiento de efluentes líquidos como mejorador de suelos.

- **Centro de Investigación de Polímeros Avanzados (CIPA)**

UDT participa desde sus inicios, el año 2003, en el Centro de Investigación de Polímeros Avanzados (CIPA), en el que está a cargo del Área Transformación de Polímeros. Por tanto, se trabajó estrechamente junto a los grupos de trabajo liderados por los profesores Bernabé Rivas y Galo Cárdenas, de la Facultad de Ciencias Químicas; Luis Quiroz, de la Facultad de Ingeniería (hasta el primer semestre de 2008) y Justo Lisperger de la Universidad de Bío - Bío. En el contexto mencionado, se desarrollaron numerosos proyectos de I&D&i de manera conjunta. Desgraciadamente, y por razones ajenas a la voluntad o ingerencia de UDT, CIPA cesó sus actividades en octubre de 2008, las que se espera puedan reanudarse durante el primer semestre de 2009.

- **Centro de Investigación de Ecosistemas Patagónicos (CIEP)**

UDT desarrolla tres proyectos de I&D en la Región de Aysén, en el marco de su participación en el Centro de Investigación de Ecosistemas de la Patagonia (CIEP). Éstos se relacionan con nuevos materiales termoplásticos con características antifouling, para producir redes para la salmicultura; materiales compuestos madera - plástico, para aplicaciones marinas, y alternativas ecológica y económicamente viables, para usar madera nativa.

4.6 Colaboración Internacional

La Unidad de Desarrollo Tecnológico ha establecido y mantenido estrechos vínculos de trabajo con diversas universidades y centros de investigación internacionales. De especial importancia y profundidad han sido los vínculos con organizaciones alemanas, las que han posibilitado la ejecución de varios proyectos de investigación y desarrollo, el intercambio de profesionales e investigadores y la ejecución de numerosas tesis de pregrado. Los contactos más importantes son los siguientes:

- **Alemania**

Se han ejecutado diversos proyectos de I&D y de vinculación con instituciones alemanas. Los contactos más estrechos se mantuvieron con el instituto Fraunhofer Umsicht y la Universidad de Karlsruhe. La colaboración científica y tecnológica con el Instituto Umsicht se centró en los temas materiales termoplásticos compuestos y bioenergía, en tanto con la Universidad de Karlsruhe, los temas centrales fueron bioenergía y sustentabilidad. Es importante destacar la visita de investigadores chilenos a las instituciones alemanas, visitas alemanas a Chile y 7 estudiantes alemanes que realizaron su memoria de pregrado en UDT.

- **Finlandia**

Se inició la ejecución de un proyecto de I&D, junto a las universidades Jyväskylä Yliopisto y Åbo Akademi, el que cuenta con financiamiento chileno de Conicyt y finlandés de Akademia. En él, se evalúa diversos aspectos científicos, tecnológicos y de mercado respecto al uso de biogás como combustible vehicular.

- **Estados Unidos**

Se mantiene estrechas relaciones de trabajo con las universidades de Maine y Georgia Tech. En Maine el contacto principal son dos colaboradores de UDT que realizan su doctorado; en el período 2007 - 2008 se sentaron las bases, a través de visitas y acuerdos, para iniciar una colaboración en el ámbito pirólisis de biomasa. Con Georgia Tech se trabaja en el ámbito gestión tecnológica; se ejecutó un proyecto y se está preparando otras propuestas conjuntas.

- **España**

Con el instituto del plástico AIMPLAS se trabaja estrechamente. Se está ejecutando un proyecto IBEROEKA y se realizó visitas de investigadores chilenos a España y de investigadores de AIMPLAS a Chile.

- **Organismos Internacionales**

Se está participando en un proyecto CYTED sobre obtención y usos de taninos vegetales, el que cuenta con la participación de representantes de 10 países iberoamericanos.





• Faculty of Agriculture

Professor Marcos Sandoval collaborated in a project on the use of sludge of liquid waste treatment plants as a soil-recouping agent.

• Center of Advanced Polymer Research (CIPA)

Since its start up in 2003, UDT has participated at the Center of Advanced Polymer Research (CIPA), in which it was in charge of the Polymers Processing Area. Closely working with a team led by professors Bernabé Rivas and Galo Cárdenas (Chemical Sciences Faculty) and Luis Quiroz (Engineering Faculty), until the first semester of 2008 and with Mr. Justo Lisperger (Bio-Bio University). In the mentioned context, several joint projects have been developed by R&D& innovation.

Unfortunately, for reasons beyond the control or interference of UDT, in October 2008, CIPA ceased its activities; however, such activities will continue hopefully by the first half of 2009.

• Center of Patagonian Eco-system Research (CIEP)

UDT develops three projects in the Aysén region within the framework of its participation in CIEP. These relate to new materials with thermoplastic with antifouling characteristics for salmon-farm, wood-plastic composite for marine application and ecological and economically feasible alternatives for the use native wood.

4.6. International Collaboration

UDT has established and maintained strong cooperation ties with various universities and international research centers. Of special importance and depth have been the ties with German organizations, which have made it possible to execute various research and development projects, the exchange of professionals and researchers and the execution of numerous undergraduate dissertations. The most important contacts are as follows:

• Germany

Several projects for R&D and relation with German Institutions have been executed. Closest contact was kept with the Institute

Fraunhofer Umsicht and the University of Karlsruhe. The scientific and technological collaboration with the Umsicht institute is focused on thermoplastic composite and bio-energy as for Karlsruhe University the main subjects were bioenergy and sustainability. It is important to note the visit of Chilean researchers to German institutions, visits of Germany researchers to Chile and 7 German students who performed in their undergraduate dissertation at UDT.

• Finland

An R&D project began to be executed together with universities Jyväskylän Yliopisto y Åbo Akademi, with Chilean (CONICYT) and Finnish (Akademia) funds. In this project, various scientific, technological and market aspects regarding the use of biogas as a vehicle fuel are been evaluated.

• The United States

Close working relationship is kept with Maine University and Georgia Tech. The contact with Maine University is, mainly, through two collaborators of UDT who were completing their doctoral programs there. During 2007-2008, the groundwork was laid through visits and agreements to initiate collaboration in the field of biomass pyrolysis. In turn, the work with Georgia Institute of Technology is technology management; one project was executed and other joint proposals are been prepared.

• Spain

There exists an extended collaboration with the Institute for Plastics AIMPLAS. One project, IBEROEKA, is being executed and several Chilean researchers have visited the Spanish site and researchers from AIMPLAS have come to Chile.

• International Organizations

CCTE-UDT is involved in a CYTED project on collecting and using of plant tannins, in which representatives of 10 Latin American countries are participating.

2007
2008

Proyectos | Projects



5. Proyectos

5.1 Proyectos Área Biomateriales

5.1.1 Extrusión reactiva

Antecedentes

Chile produce cerca del 30% de las molduras MDF (Medium Density Fibreboard) y 40% de las molduras de madera sólida de pino importadas por Estados Unidos, lo que posicionan a esta industria en un destacado lugar dentro de la economía nacional.

El proceso de producción de las molduras de madera requiere de madera dimensionada y cepillada o tableros MDF, los que deben ser cortados y procesados mecánicamente en una moldurera, donde adquieren su forma definitiva. El proceso conlleva, por tanto, varias etapas de procesamiento y una significativa pérdida de material (un 40%, aproximadamente). Las molduras de madera son macizas (no huecas) y generalmente pintadas.

En el mercado existen, a su vez, perfiles plásticos, típicamente orientados a aplicaciones en la construcción, las que se usan en la canalización de cables de conducción eléctrica, líneas telefónicas o sistemas de seguridad y comunicaciones. La producción de dichos perfiles se realiza mediante un proceso de extrusión, tecnología muy diferente a la utilizada para obtener perfiles de madera sólida o MDF, ya que el material termoplástico se ingresa a una extrusora a la forma de pellets, equipo en el cual el material es fundido y conducido a un molde, donde adquiere la forma de un perfil con una geometría determinada. En función de ello, los perfiles plásticos pueden adquirir formas y tamaños muy diversos.

Objetivos

Desarrollar una tecnología que permita producir perfiles en base a madera y de polifenoles naturales extraídos de la corteza de pino, mediante un proceso de extrusión reactiva. A su vez, evaluar la obtención de productos específicos, preferentemente molduras de características diferenciadas, para la industria de la construcción.

Resultados

Durante la ejecución del proyecto, se alcanzaron los siguientes resultados:

- Obtención de extractos de corteza: Se desarrolló una tecnología para obtener y fraccionar extractos de corteza, separando fracciones con un alto contenido de polifenoles.
- Tecnología de producción: Se desarrolló una tecnología para el procesamiento de materiales compuestos en base a extractos de corteza de pino radiata, considerando tanto variables operacionales como la inclusión de agentes plastificantes y lubricantes, condiciones más adecuadas para procesar el material en procesos de extrusión.
- Caracterización del material: Se evaluó las principales propiedades mecánicas del material obtenido, destacando la resistencia a la flexión, módulo de elasticidad y dureza, las cuales fueron superiores a los tableros de partículas, y en algunos casos, superiores a los tableros MDF. No obstante la resistencia al impacto es inferior a lo deseado, por lo que surge como un desafío pendiente mejorar dichas características.
- Dada la novedad de los resultados alcanzados, durante la segunda mitad del proyecto, y de manera paralela a la optimización de las variables de producción, se presentó la solicitud de patente N° 1266-07: Berg, Navarrete y Olave, "Proceso para obtener fracciones de interés comercial a partir de corteza".

Actividades actuales y futuras

- Desarrollar una nueva línea de productos basados a resinas tipo Novalac, para su aplicación en productos inyectados.
- Publicar los resultados más relevantes.

Proyectos

- Innova Bio Bio: "Tecnología para la obtención y el uso de extractos de corteza de pino" (junto a empresa Resinas del Bio Bio S.A.), mayo 2006 – abril 2007.
- Fondef D04 I1176: "Desarrollo de perfiles de madera reconstituida, a través de un proceso de extrusión reactiva", (junto a empresas Corza S.A., CMPC Maderas S.A. y Resinas del Bio Bio S.A.), abril 2006 - marzo de 2008.

Investigadores responsables

Alex Berg (aberg@udt.cl)
Leonardo Olave (lolave@udt.cl)





5. Projects

5.1 Projects of biomaterial area

5.1.1 Reactive extrusion

Background

Chile produces close to 30% of MDF molding (Medium Density Fiberboard) and 40% of solid pinewood molding imported by the US, fact that gives this industry a strong position in the market.

Wood molding production process requires dimensional finished lumber or MDF boards that must be cut and mechanically molded in a pattern to get a definite shape. Therefore, the process involves several processing stages and a significant loss of material (40%, approx). Wood moldings are solid (not hollow) and generally painted.

In the market, there also exist plastic profiles for construction purposes such as electric, telephone, security and communication cable trunking. Production of such profiles is done through a extrusion process, a very different technology from that used in solid wood or MDF profile production since the thermoplastic pellets are dried in a hopper before going to the feed screw then molten and molded into a desire shape profile, hence plastic profile can have different shapes and sizes.

Objectives

To develop the technology that allows producing profiles out of wood and natural polyphenols from radiate pine bark by means of reactive extrusion and at the same time, to consider the production of specific products mainly differentiable-feature moldings for the construction industry.

Results

Throughout the execution of the project, the following results were obtained:

- Bark extract production: Technology for extracting a high polyphenol content fraction from bark was developed.
- Production technology: Technology for processing composite material from radiate pine bark was developed, considering operational variables as well as the inclusion of plasticizers and lubricant agents in order to set the most suitable conditions for the material extrusion.
- Material characterization: The mechanical properties of the resulting material were characterized. Showing better flexion resistance, elasticity modulus and hardness than in particleboards, and in some cases, higher than those in MDF boards; however, strength is lower than expected; consequently, to improve such properties becomes a challenge.
- Given the results reached during the second stage of the Project and parallel to the optimization of production alternatives, the patent N° 1266-07 was requested: Berg, Navarrete and Olave, "Process to obtain commercially interesting fractions from bark".

Current and future activities

- To develop a new line of resin-based products of the Novalac type, for injection molding applications.
- To publish the most relevant results.

Projects

- Innova Bio Bio: "Technology for obtainment and use of radiate-pine bark extracts" (along with Resinas del Bio Bio S.A.), May 2006 – April 2007.
- Fondef D04 I1176: "Profile development from engineered wood by reactive extrusion process" (along with Corza S.A., CMPC Maderas S.A. and Resinas del Bio Bio S.A.), April 2006 - March 2008.

Project-responsible researchers

Alex Berg (aberg@udt.cl)
Leonardo Olave (lolave@udt.cl)

5.1.2 Nanocompuestos termoplásticos

Antecedentes

Los nanocompuestos están conformados por una matriz polimérica y una carga orgánica o inorgánica de escala nanométrica. Estas cargas deben dispersarse homogéneamente en la matriz polimérica, para producir efectos positivos en las propiedades del polímero, como por ejemplo, en las propiedades mecánicas, barrera a gases y resistencia a la temperatura, entre otras.

Durante los últimos años se ha generado un creciente interés por los nanocompuestos basados en matrices termoplásticas. Cada sistema híbrido matriz polimérica/nanocompuesto presenta características especiales, dependiendo de la naturaleza de la nanocarga, del polímero usado y de la interacción entre ambos. Las posibilidades de obtener materiales con características especiales se debe a la enorme interacción interfacial que determina las propiedades de los nanocompuestos.

Actualmente los nanocompuestos ya no son sólo materiales de laboratorio o de aplicación especializada, sino que están posicionándose como opciones competitivas en el mercado, con resultados tangibles en ahorro de costos e incremento de desempeño. Estos nanocompuestos termoplásticos pueden mejorar, por ejemplo, propiedades mecánicas, barrera al vapor de agua y oxígeno; resistencia al fuego y conductividad eléctrica. Es importante recalcar que el mejoramiento de estas propiedades no aumenta necesariamente la fragilidad de las resinas, ni disminuye la transparencia de las mismas. Dentro de las propiedades mecánicas, el aumento del módulo de flexión es el más reportado, obteniéndose mejoras de hasta un 50% con la adición de 2 a 5% (en masa) de nanocargas. La modificación de las propiedades de los plásticos empleando nanocompuestos puede resultar, por lo tanto, económica, si se compara con los métodos tradicionales de laminación y modificación por aleación o copolimerización.

Objetivo

Desarrollar tecnologías para la producción de nanocompuestos termoplásticos, con mejoradas propiedades mecánicas, barrera al vapor de agua y oxígeno, y de características antifouling, en función de la aplicación industrial requerida.

Resultados

Se implementó una metodología a escala de laboratorio para el desarrollo de nanocompuestos termoplásticos, basados en polipropileno y nanoarcillas. Para ello, se usó, junto con el grupo de investigación del Departamento de Polímeros de la Universidad de Concepción, a cargo del profesor Bernabé Rivas, un mezclador discontinuo de doble tornillo, de velocidad variable y temperatura ajustable, en el cual se realizaron ensayos de mezcla sobre una matriz polimérica con diferentes concentraciones de nanopartículas y aditivos compatibilizantes.

También se fabricaron nanocompuestos termoplásticos en base a polipropileno y aditivos compatibilizantes, incorporando hasta un 5% de nanoarcillas a escala piloto. Para ello, se contó con un extrusor doble tornillo co-rotatorio, de 45 mm de diámetro y una relación L/D de 40. Este extrusor dispone, además, de dosificadores gravimétricos para el plástico y las nanopartículas, lo que permite asegurar una gran precisión en la proporción de los componentes. Se estudiaron los parámetros de producción: temperatura, torque, presión y configuración de tornillos, entre otros. A través de este proceso de extrusión se obtuvieron pellets de nanocompuestos, los cuales pueden ser transformados posteriormente por inyección, termoformado o extrusión, para la fabricación de productos comerciales.

Se fabricaron productos inyectados en base a los nanocompuestos desarrollados, obteniéndose una mejora del 40% en las propiedades mecánicas del material, respecto del polímero sin nanopartículas. Por otra parte, las propiedades barrera al vapor de agua y oxígeno también fueron evaluadas, lográndose resultados positivos, los que, sin embargo, aún requieren mejorarse, para obtener materiales con propiedades de media o alta barrera.

Otro desarrollo en nanocompuestos termoplásticos ha estado enfocado a obtener características antifouling, para determinados productos utilizados en la industria del salmón. Específicamente, se desea sustituir las actuales pinturas antifouling en base a cobre, que se aplican a las redes de la industria salmonícola, con la finalidad de evitar la adherencia de algas y moluscos, que impiden una eficiente oxigenación de los salmones al interior de la jaula, y además pueden provocar un exceso de peso, que termine rompiendo la red con la consiguiente liberación de los salmones al mar. El desafío es el desarrollo de materiales antifouling, utilizando nanopartículas de cobre incorporadas a una matriz polimérica en base a Nylon.

Actividades actuales y futuras

- Centrar los esfuerzos de I&D en el desarrollo de nanocompuestos termoplásticos con propiedades barrera al oxígeno y vapor de agua, para su aplicación en la industria del envase y embalaje.
- Implementar una línea de extrusión de film multicapas y otra de termoformado, que permita potenciar el desarrollo de nanocompuestos termoplásticos y sus diferentes aplicaciones.
- Desarrollar nuevas líneas de investigación en torno a nanocompuestos de cobre, para su aplicación en distintos sectores industriales, por ejemplo, envasado de alimentos y vestuario.

Proyectos

- Fondef D05 I10383: "Desarrollo y aplicaciones de nuevos nanocompuestos termoplásticos", (junto a empresas Petroquim S.A., Fosko S.A. y Termomatrices Ltda), enero 2007- enero 2010.
- INNOVA CHILE: "Desarrollo de redes salmonídeas antifouling de bajo impacto ambiental, a partir de un material polimérico basado en nanocompuestos de cobre", (junto a Empresa de Servicios Tecnológicos Ltda), enero 2008 - julio 2010.

Investigadores responsables

Saddys Rodriguez (saddysrodriguez@udt.cl)
 Álvaro Maldonado (amaldonado@udt.cl)
 Jaime Bravo (jaimebravo@udt.cl)



5.1.2 Thermoplastic nanocomposites

Background

Nanocomposites are composed of a polymeric matrix and a nanometric-scale organic or inorganic filler. These fillers must disperse homogeneously in the polymeric matrix, in order to produce positive effects on the polymer properties such as mechanical properties, gas barrier and temperature resistance, among others.

Over the past years, the interest for thermoplastic based nanocomposites has grown. Every polymeric matrix/nanofiller hybrid system has special features depending on the nanofiller nature, the polymer used and the interaction between both of them. Material with special features is likely to be obtained due to the strong interfacial interaction that determines nanocomposites properties.

Nowadays nano-composites are not only laboratory or specialized application materials but are also being considered as competitive options in the market, with tangible results in terms of cost saving and higher performance. These thermoplastic nano-composites can be improved as for mechanical properties, steam and oxygen barrier, fire resistance and electrical conductivity. It is important to emphasize that improving these properties does not necessary for increase resins fragility or reduce transparency. Among mechanical properties, flexion modulus increase is the most reported with improvement of up to 50% with 2 to 5 wt.% of filler.

Objective

To develop technologies for plastic nano-composite production with upgraded mechanical, steam and oxygen barrier and antifouling properties according to the industrial use required.

Results

A laboratory-scale method was implemented in order to develop polypropylene and nano-clay based nanoplastic. For this purpose, a research team from the Polymer Department of the University of Concepción, led by Professor Rivas, worked with a continuous twin-screw blender of variable speed and temperature to make mix trials over a polymeric matrix with different nanofillers concentrations and additives.

Thermoplastic nanocomposites based on polypropylene, additives and up to 5% of nanoclay were produced in pilot-scale. For this task, a co-rotary twin-screw extruder of 45 mm of diameter and a relation L/D of 40 was used. This extruder has gravimetric dosificators for plastic and nanofillers guaranteeing accuracy in component portions. Production parameters were studied: temperature, torque, pressure and screw setting, among others.

Through extrusion process nanocomposite were obtained and then they were transformed by means of injection molding, thermoforming or extrusion in order to elaborate commercial products.

Injected products with nanocomposite were elaborated with a 40% upgrading of mechanical properties in comparison with those non-nanoparticles based materials. On the other hand, the steam and oxygen barrier properties were also evaluated with positive results, although they still need to be upgraded in order to get medium or high-barrier properties.

Another development of thermoplastic nanocomposite has been focused on getting antifouling features for some salmon industry products. A particular antifouling cooper-based painting currently used is intended to be replaced. These paintings are used on nets for salmon industry to prevent algae and mollusks from being stuck to them since these block a proper oxygen income for salmon inside the cage and cause overweight to break the net releasing salmon to the sea. The challenge is to develop antifouling products using cooper nanoparticles incorporated in a nylon-based polymeric matrix.

Current and future activities

- To target R&D for developing thermoplastic nanocomposites with oxygen and steam barrier properties for packaging industry applications.
- To implement multi-layer film extrusion line and thermoforming equipment that allows fostering thermoplastic nano-composite development and their applications.
- To develop new research areas based on cooper nano-composites for diverse industrial applications such as food and clothing.

Projects

- Fondef D05 I10383: "Development and application of new thermoplastic nanocomposites", (along with Petroquim S.A., Fosko S.A. and Termomatrices Ltda.), January 2007- January 2010.
- INNOVA CHILE: "Development of environmentally friendly antifouling salmon nets from polymeric material based on cooper nanocomposites", (along with Empresa de Servicios Tecnológicos Ltda.), January 2008 - July 2010.

Project-responsible researchers

Saddys Rodríguez (saddysrodriguez@udt.cl)
Álvaro Maldonado (amaldonado@udt.cl)
Jaime Bravo (jaimebravo@udt.cl)

5.1.3 Inyección madera – plástico

Antecedentes

Los materiales compuestos madera-plástico se fabrican mediante un proceso de extrusión, en el cual se mezcla un polímero termoplástico (típicamente polipropileno, polietileno o PVC) con fibras o polvo de madera. Además, se incorporan distintos aditivos que permiten mejorar la factibilidad de procesar el material, las propiedades mecánicas y su resistencia a la radiación UV, entre otros. El contenido de madera es variable, siendo lo habitual que su proporción, varíe entre un 50% y un 70% en masa.

Los materiales madera-plástico se aplican mayoritariamente para obtener productos fabricados mediante extrusión, tales como pisos, barandas, cercos, siding, pallets, ventanas y tejas, entre otros. Por tanto, los productos extruidos corresponden a la utilización más masiva y madura dentro del mercado mundial de los productos madera-plástico. En este contexto, los productos que se fabrican actualmente mediante un proceso de inyección, representan una pequeña proporción del mercado y muchas aplicaciones se encuentran en etapa de desarrollo, no existiendo productos que posean un mercado de gran volumen. Sin embargo, desde hace algunos años, tanto en Europa como en Estados Unidos, ha surgido un gran interés de las empresas transformadoras de plástico, por utilizar este material compuesto en inyección.

Objetivos

Desarrollar una tecnología para la producción de materiales compuestos madera-plástico para inyección; de igual forma, desarrollar productos inyectados en base a este material, especialmente en los rubros empaque, comida rápida, menaje y envases.

Resultados

Se desarrolló una tecnología para la producción de materiales compuestos madera-plástico para inyección, que permite incorporar hasta un 50% de polvo de madera. Estas formulaciones requieren de lubricantes y compatibilizantes, dependiendo de los productos inyectados específicos a fabricar. Esta tecnología permite incorporar pigmentos de color, si se desea obtener distintos tipos de acabado superficial.

Durante los últimos dos años, el trabajo se centró en la realización de pruebas industriales, con el fin de desarrollar el mayor número de aplicaciones posibles. En muchos casos fue factible fabricar productos comerciales, con los equipamientos tradicionales de los industriales del plástico, sin requerir modificaciones en moldes u otros elementos. A nivel nacional se fabricaron productos en empresas de inyección de plástico de Santiago, Concepción y Viña del Mar y en el extranjero fue posible realizar ensayos industriales con empresas de Perú y México.

Entre los productos fabricados es posible destacar los siguientes: tapas de envases, cajas, respaldos de sillas, piezas de aspiradoras, mangos de brocha, escobillas para calzado, colgadores de ropa, partes de muebles, cucharitas, partes de planchas, palitos de helados y esquineros, entre otros.

UDT posee una planta productiva de pellets madera-plástico única en el país, con una capacidad de hasta 80 kg/hr del material compuesto, lo cual permite trabajar en el desarrollo de nuevos productos inyectados y fabricarlos en cantidad suficiente, para introducirlos en el mercado y evaluar su desempeño.

Actividades actuales y futuras

- Se está licenciando la venta de un paquete tecnológico para la instalación de una planta industrial de producción de pellets de material compuesto madera-plástico en la Región del Bío Bío a la empresa chilena Lignoplast Ltda.
- Se realizará una prospección de mercado para ofrecer esta tecnología en el extranjero, principalmente, en países latinoamericanos y España.
- En cuanto a los esfuerzos de I&D, éstos se enfocan a la obtención de una apariencia madera de los productos inyectados.

Proyectos:

- Innova Bío - Bío: "Cartera de productos para inversión en planta de pellets en material compuesto madera plástico", (junto a empresas Ilesa S.A. y Agrícola y Forestal Oriana Ltda.), junio 2005 – junio 2007.

Investigadores responsables

Álvaro Maldonado (amaldonado@udt.cl)
Carolina Olivari (caolivari@udt.cl)





5.1.3 Wood-plastic injection molding

Background

Wood-plastic composites are elaborated by compounding in which a thermoplastic polymer (usually polypropylene, polyethylene or PVC) is blended with wood fibers. Then, different additives are added to improve product processing, such as mechanical properties and UV resistance, among others. Wood content usually ranges from 50% to 70%, weight.

Wood-plastic composites are mainly used to get extruded products like floors, banisters, fences, sidings, window frames and tiles, among others. Therefore, extruded products are massively used within the worldwide wood-plastic market. In this context, injection molded products correspond to a little share of the market and many of their uses are still being developed. However, for years, American and European plastic transforming companies have shown an increasing interest for wood-plastic injection molding.

Objectives

To develop technology to elaborate wood-plastic materials for injection molding as well as injected molded product for fast food packaging, tableware and containers.

Results

Technology to elaborate wood-plastic materials for injection molding with up to 50% of wood filler was developed. These formulations require specific lubricants and compatibilizers depending on the desired injection molded product. This technology allows incorporating color pigments when different superficial finishing effects are desired.

Over the last years, work has been focused on industrial trials in order to develop the greatest deal of possible applications. In many cases, it was possible to elaborate commercial products using traditional equipment existing in the plastic industry. Products were elaborated in national companies in Santiago, Concepción and Viña del Mar and it was also possible to conduct industrial trials in companies in Perú and México.

Among the elaborated products are: containers caps, boxes, chair backs, canister vacuum parts, painting brush handles, shoe brushes, cloth hangers, furniture parts, tea spoons, iron parts, ice pop sticks, corners, among others.

UDT counts with a wood-plastic pellet production plant unique in the country with a composite production capacity of up to 80 kg/hr, which allows working on the development of new injection molded products and elaborating them in enough quantities to be introduced in the market, as well as evaluate their performance.

Current and future activities

- A technologic package for the start-up of a wood-plastic composite pellet industry in the region is being licensed to the Chilean company Lignoplast Ltda.
- A prospective market study to sell this product abroad, mainly in Latin American countries and Spain will be carried out.
- As for R&D, it will be focused on making injection molded products look like wood.

Projects

- Innova Bío - Bío: "Product portfolio for investing in wood-plastic composite pellet plant", (along with Ilesa S.A. and Agrícola y Forestal Oriana Ltda.), June 2005 – July 2007.

Project-responsible researchers

Álvaro Maldonado (amaldonado@udt.cl)
Carolina Olivari (caolivari@udt.cl)

5.1.4 Plásticos biodegradables

Antecedentes

Los materiales plásticos tienen múltiples virtudes, entre las que destacan: una amplia gama de propiedades, posibilidad de ser modificadas de acuerdo a los requerimientos de cada aplicación y transformados a productos de formas y tamaños muy diversos y un bajo costo, si se le compara con otros materiales disponibles en el mercado. Entre sus defectos, resalta el hecho que sean derivados del petróleo (un producto no renovable) y que su degradación natural sea extremadamente lenta. En función de ello, desde hace muchos años se busca desarrollar materiales termoplásticos alternativos que generen un menor impacto ambiental. El desafío es obtener materiales que se descompongan bajo las condiciones propias del ambiente en que sean depositados después de cumplir su vida útil, tengan propiedades similares o mejores que los plásticos tradicionales y cuyo costo haga viable su producción industrial.

Existe una serie de nuevos materiales, de características biodegradables y derivados de productos agrícolas y forestales que han sido desarrollados durante las últimas décadas, tanto a nivel de laboratorio como piloto. Su industrialización no fue posible, hasta hace pocos años, debido a los costos sustancialmente mayores en comparación a los plásticos tradicionales. Esta situación, sin embargo, cambia cuando aumentan los precios internacionales del petróleo. En función de ello y de capacidades crecientes de producción, familias de polímeros derivadas del ácido poliláctico, polihidroxialcanoatos y poliamidas biodegradables; pero también de policaprolactona, poliésteres de origen natural y almidones termoplásticos se están posicionando en mercados específicos de países desarrollados. Entre las aplicaciones existen algunas diferenciadas, de alto valor agregado (por ejemplo, productos biomédicos), y otras masivas (artículos de comida rápida, bolsas y empaques).

Objetivos

Desarrollar materiales plásticos biodegradables en base a biopolímeros y material lignocelulósico y evaluar su aplicación en tubetes para plantaciones forestales.

Resultados

Se implementó una metodología, a escala de laboratorio, para desarrollar materiales termoplásticos biodegradables. Para ello, se cuenta con una mezcladora de doble rodillo, velocidad variable y temperatura ajustable, en la que se realizan ensayos de mezcla con diferentes concentraciones de material, aditivos y plastificantes. Adicionalmente, se cuenta con una prensa hidráulica en la cual se obtienen probetas de distintos espesores, con el propósito de realizar la caracterización mecánica, térmica y reológica de los materiales.

Se produjeron plásticos biodegradables en base a biopolímeros (PLA, PHB, almidón), fibras de madera y aditivos lubricantes, a escala piloto, incorporando hasta un 50% de madera en la mezcla. Para ello, se usó una extrusora doble tornillo de 45 mm de diámetro, especialmente diseñada e implementada para producir materiales compuestos con altas proporciones de biomasa forestal. El material, a la forma de pellets, pudo ser transformado posteriormente, tanto por extrusión como por inyección.

En el marco de un proyecto de I&D, iniciado el año 2007, y cuya duración es de tres años, se está desarrollando un tubete biodegradable para plantaciones forestales. Este tubete forestal debe ser estable durante una permanencia en vivero de 10 meses, luego ser transplantado junta a la plántula al bosque y biodegradarse bajo tierra, en un lapso máximo de 4 meses. Se han desarrollado formulaciones del material biodegradable e inyectado los primeros tubetes prototipo. Los ensayos de inyección de tubetes se realizaron en la empresa Termomatrices Ltda., principal empresa proveedora de tubetes para la industria forestal. Para ello, se utilizó los moldes diseñados para plásticos fósiles tradicionales.

Los resultados han sido positivos, sin embargo, se requiere un esfuerzo adicional de I&D, para desarrollar completamente el producto "tubetes biodegradables"; en especial, es necesario una optimización de las características del material que aseguren su integridad durante su aplicación en viveros y su rápida degradación en el bosque; también, evaluar el efecto de incorporar aditivos (nutrientes y estimuladores de crecimiento, principalmente) en la formulación del material y una cuantificación económica de su uso masivo.

Actividades actuales y futuras

- Se desarrollarán nuevas líneas de investigación en torno a plásticos biodegradables, específicamente, para aplicaciones en el sector envases y embalajes.
- Se implementará una línea de extrusión de film multicapas y otra de termoformado, lo que permitirá potenciar el desarrollo de plásticos biodegradables y sus aplicaciones.

Proyectos

- Fondef D06 I1084: "Desarrollo de materiales compuestos biodegradables y su aplicación en productos comerciales de alto valor", (junto a empresas Termomatrices Ltda, Forestal Mininco y Empresa de Servicios Tecnológicos Ltda.), enero 2007 - enero 2006.

Investigadores responsables

Carola Venegas (carola.venegas@udt.cl)
 Álvaro Maldonado (amaldonado@udt.cl)
 Juan Carrasco (jcarrasco@udt.cl)



5.1.4 Biodegradable plastics

Background

Plastic materials have multiple benefits like the capacity to be molded according to every application requirements, sizes and shapes at lower costs than other materials available in the market. Among their weaknesses, is the fact that plastic is a petroleum derivatives, a non-renewable product, and its natural degradation is extremely slow. Hence, alternatives to thermoplastic products have been searched for years. The challenge is to find materials that degrade under environmental conditions after being disposed, have similar or better properties than traditional plastic and have low production costs.

Over the last decades, a range of new biodegradable materials derived from agricultural and forest sub-products have been developed at laboratory as well as at pilot scale. Their industrial use has been possible since a few years ago, due to their much higher costs than those of traditional plastics. This situation, however, changed when the price of petroleum increased. Hence, and due to its growing production capacities, family of polymers derived from polylactic acid, polyhydroxyalcanoates and biodegradable polyamides as well as polycaprolactone, natural polyesters and thermoplastic starches is positioning in the market of some developed countries. Among their uses, there are some of high value added applications (e.g. biomedical products) and other of massive use (fast food tableware, bags and packaging)

Objectives

To develop biodegradable plastic materials based on biopolymers and lignocelluloses and to consider their uses in seedling nursery container for forest plantations.

Results

A laboratory-scale methodology to elaborate biodegradable thermoplastic materials was developed. For this purpose, a twin-screw extruder with variable speed and temperature was used to conduct trials with different concentrations of material, additives and plasticizers. Additionally, a hydraulic press was used to get graduated cylinders with different thickness in order to carry out mechanical, thermal and rheological characterization of materials.

Biodegradable plastics based on biopolymers (PLA, PHB, starch), wood fibers and additive lubricants were produced at a pilot-scale, with up to 50% of wood content. To do this, a 45 mm- diameter twin-screw extruder specially designed for producing composites with high contents of forest biomass was used. The pellets were transformed by extrusion and injection molding.

As a part of a R&D project launched in 2007, biodegradable seedling nursery containers are being developed. These containers must be stable for 10 month while being in the nursery and then degrade under ground within 4 month maximum in the forest. Biodegradable material formulations have been developed and the first prototype containers were injected. Injection trials using molds for traditional fossil plastic were carried out in the company Termomatrices Ltda., the main seedling nursery container supplier for the forest industry.

The results have been positive; however, an additional R&D effort is necessary in order to develop the product called "Biodegradable seedling nursery containers". It is particularly necessary to upgrade the material so that it can guarantee its integrity in the nursery and its prompt degradation when in the forest and also to assess the effect of adding additives (nutrients, growth agents, mainly) in the material formulation and to make an economic quantification of its massive use.

Current and future activities

- New research lines on biodegradable plastic for packaging industry are developed.
- A multi-layer film extrusion and thermoforming projects will be implemented in order to foster the development of biodegradable plastics and their applications.

Projects

- Fondef D06 I1084: "Development of biodegradable composites and their applications in highly commercially valued products", (along with Termomatrices Ltda., Forestal Mininco and Empresa de Servicios Tecnológicos Ltda.), January 2007 - January 2006.

Project-responsible researchers

Carola Venegas (carola.venegas@udt.cl)
Álvaro Maldonado (amaldonado@udt.cl)
Juan Carrasco (jcarrasco@udt.cl)





5.1.5 Extrusión madera – plástico

Antecedentes

Los compuestos extruidos de madera – plástico se fabrican en base a un polímero termoplástico (polietileno, polipropileno o PVC) y fibras o partículas de madera; siendo posible utilizar plástico virgen o reciclado y subproductos de madera de la industria forestal, tal como polvo de lija o aserrín. El contenido de madera es variable, siendo lo habitual que su proporción varíe entre un 50% y un 70% en masa.

La posibilidad de utilizar plásticos reciclados y residuos forestales ha hecho económicamente atractivo el desarrollo de esta tecnología, logrando transformar materias primas de bajo costo en productos de alto valor agregado.

En la actualidad existe un gran número de aplicaciones para productos compuestos madera-plástico extruidos. En un contexto mundial, Estados Unidos presenta el mayor desarrollo de la industria, con una producción de 850.000 ton el año 2007. El mercado está enfocado, principalmente, al segmento de perfiles para la construcción en productos tales como: pisos y recubrimientos para exteriores, barandas y cercos, entre otros. En la Unión Europea el mercado se estima en 100.000 ton/año (base año 2007) y las principales aplicaciones son el recubrimiento interior de automóviles y muebles. En Japón y China el mercado se estima en 50.000 ton/año y 90.000 ton (base año 2007), respectivamente, y los principales productos que se comercializan son pallets y pisos para exteriores¹. Cabe señalar que a nivel latinoamericano existen algunas iniciativas comerciales en México y Brasil, sin embargo, el nivel de producción es muy bajo. Nuestro país y, en especial, la Región del Bío - Bío, presenta condiciones naturales ventajosas para el desarrollo de esta tecnología, principalmente por la gran cantidad de residuos forestales disponibles, que en algunos casos (por ejemplo, polvo de madera) debe disponerse parcialmente en vertederos. Otro residuo forestal muy abundante, el aserrín, se utiliza como combustible, sin embargo, el material tiene un valor de mercado muy bajo, no superior a 25 US\$/ton (en base seca).

Objetivos

Desarrollar una tecnología para la producción de materiales compuestos, en base a madera y materiales termoplásticos vírgenes o reciclados, evaluando el efecto de aditivos (lubricantes, compatibilizantes, colorantes y compuestos anti-UV) y de variables operacionales sobre las propiedades, tanto de pellets como de perfiles extruidos.

Resultados

El desarrollo de materiales compuestos termoplásticos, con una alta carga de madera, requiere de equipos continuos, ya que mezcladoras de nivel de laboratorio no entregan resultados

susceptibles de ser escalados. En función de ello, UDT, cuenta con una planta piloto para la fabricación de estos materiales.

Se desarrollaron materiales con buenas propiedades mecánicas y resistentes a la humedad y microorganismos, cuyas formulaciones consideran una carga de madera de un 50%, polipropileno virgen y aditivos lubricantes y compatibilizantes. La adición de anhídrido maleico injertado sobre polipropileno contribuye a mejorar las propiedades mecánicas del material. Adicionalmente, para conferir al material una estabilidad de largo plazo frente a la acción de rayos UV, es necesario adicionar colorantes y agentes estabilizadores del tipo HALS y/o antioxidantes fenólicos.

En cuanto al desarrollo de productos, se focalizó la atención en la producción de perfiles para infraestructura portuaria, específicamente, pisos para muelles y caletas pesqueras. En este contexto, la superficie demostrativa de madera-plástico que se construyó el año 2006 en el muelle “La Poza” en Pucón, fue monitoriada durante los años 2007 y 2008, observándose un muy buen desempeño en cuanto a sus propiedades mecánicas, resistencia a la humedad y apariencia superficial; además, la percepción de la gente fue muy positiva.

Otro aspecto relevante fue el desarrollo de materiales compuestos madera-plástico en base a poliolefinas recicladas, específicamente, polipropileno y polietilenos de baja y alta densidad. Se usan materiales residuales de la industria salmonera para la fabricar perfiles de madera-plástico y, en base a este material, pasarelas acuícolas. El uso de estas resinas recicladas permite disminuir los costos de producción del compuesto madera-plástico, haciendo más atractivo el negocio.

Hoy en día, UDT cuenta con una infraestructura única en el país, la que permite producir materiales compuestos madera-plástico con una capacidad de 80 kg/hr, lo cual facilita el desarrollo de nuevos productos y su fabricación en cantidades suficientes, para evaluar su aceptación en el mercado.

Actividades actuales y futuras

- Se está negociando con una empresa nacional la venta de una licencia, para la instalación de una planta industrial de madera-plástico en la Región del Bío Bío.
- A través de un proyecto Innova Chile de I&D se desarrollarán nuevas aplicaciones, en base a madera y materiales plásticos reciclados disponibles en la Región de Aysén.
- Mediante un proyecto Innova Chile, iniciado a mediados del año 2008, se desarrollará una tecnología constructiva para infraestructura portuaria, en base a materiales compuestos madera plástico.

Proyectos

- CORFO Innova Chile: “Desarrollo de productos de interés económico y comercial para la Región de Aysén, a partir de residuos plásticos y madereros”, (junto a empresa Rexin S.A.), enero 2008 - julio 2009.
- CORFO Innova Chile: “Desarrollo de tecnología constructiva para infraestructura portuaria de prolongada vida útil”, (junto a Empresa Portuaria Talcahuano San Vicente y Petroquim S.A.), julio 2008 - julio 2010.

Investigadores responsables

Álvaro Maldonado (amaldonado@udt.cl)
 Carolina Olivari (caolivari@udt.cl)
 Alejandro Zuñiga (alzuniga@udec.cl)
 Ricardo Medina (rmedina@udt.cl)

5.1.5 Wood-plastic extrusion

Background

Extruded wood-plastic composites are made from a thermoplastic polymer (polyethylene, polypropylene or PVC) and wood particles being possible to use virgin or recycled plastic and wood sub products from forest industry such as sawdust or wood meal. Wood content usually ranges from 50% to 70% in mass.

The possibility to use recycled plastic and forest waste has made the development of this technology very attractive since it gets to transform inexpensive raw material into highly value added products.

Nowadays, there is a great deal of uses for extruded wood-plastic composites. In the world, the US shows the highest development of the industry with a production of 850.000 ton in 2007. The market focuses on profiles for construction segment with products such as flooring, outdoors formwork, banisters and fences, among others. In the EU, the estimated market is 100.000 ton/year (base year 2007) and the main uses are automobile interiors and furniture. In Japan and China the estimate market is 50.000 ton/year and 90.000 ton (base year 2007), respectively, and the main products are pallets and outdoors flooring. It is important to mention that in Latin America there are some commercial initiatives in México and Brazil; however, the production level is still very low. Our country and, in particular, Bio-Bio Region, shows natural advantages for developing this technology due to the big quantity of forest waste available, that in some cases must be disposed at dumps (especially wood meal). Another abundant forest waste is sawdust that is used as fuel, unfortunately, it is very low priced in the market, no more than 25 US\$/ton (in dry base).

Objectives

To develop the technology for producing composites from wood and virgin or recycled thermoplastics, for evaluating the effect of additives (lubricants, compatibilizer, colorants and anti-UV agents) and the operational variables on properties of pellets as well as of extruded profiles.

Results

The development of composite thermoplastic with high wood content requires continuous equipment since laboratory blenders do not provide results likely to be scaled. Therefore, UDT counts with pilot plant for elaborating such materials.

Composites with good mechanical properties and resistance to humidity and microorganism with contents of 50% wood, virgin polypropylene, lubricant and compatibilizing additives were elaborated. The addition of maleic anhydride injected on polypropylene proved to improve mechanical properties of the material. Additionally, in order to make the material long UV-ray resistant, it is necessary to add colorant and HALS stabilizing agents and/or phenolic antioxidants.

In terms of product development, attention was paid on profiles for port infrastructure, specifically, for decks and piers. In this context, the demonstrative wood-plastic surface build in 2006 in the pier "La Poza" in Pucón, was monitored during 2007 and 2008. It proved to have good performance in mechanical properties, in humidity resistance and in superficial appearance.



The general opinion was very favorable as well.

Another relevant aspect was the development of wood-plastic composite based on recycled polyolefin specifically, polypropylene and polyethylene of low and high density. Waste material from salmon industry is used to elaborate wood-plastic profiles for aquatic footbridges. The use of these recycled resins allows reducing production costs of wood-plastic composites, making the business even more attractive.

Nowadays, UDT owns a wood-plastic pellet production plant unique in the country with a capacity of composite production of up to 80 kg/hr which allows working on the development of new injection molded products, elaborating enough quantities to be introduced in the market and evaluating their performance.

Current and future activities

- The sale of a license in order to star up a wood-plastic plant in Bio Bío region is being negotiated.
- Through an R&D Innova Chile project, new applications for composite based on wood and recycled plastic available in Aysén region will be developed.
- Through an Innova Chile project, launched in the middle of 2008, the development of a technology for the construction of wood-plastic based port infrastructure is being considered.

Projects

- CORFO Innova Chile: "Development of inexpensive and commercially interesting products from wood and plastic waste existing in Aysén Región", (along with Regin S.A.), January 2008 - July 2009.
- CORFO Innova Chile: "Development of technology for constructing port infrastructure of long life", (along with Portuaria Talcahuano San Vicente and Petroquim S.A.), July 2008 - July 2010.

Project-responsible researchers

Álvaro Maldonado (amaldonado@udt.cl)
Carolina Olivari (caolivari@udt.cl)
Alejandro Zuñiga (alzuniga@udec.cl)
Ricardo Medina (rmedina@udt.cl)

5.2 Proyectos Área Productos Químicos

5.2.1 Separación de componentes químicos de la madera

Antecedentes

En la actualidad la madera es utilizada como materia prima de diversos procesos productivos. Se procesa mecánicamente para obtener madera aserrada y tableros, se somete a combustión para producir energía o se somete a un proceso químico para obtener fibras de celulosa, destinadas a la fabricación de papel o en una muy pequeña proporción para producir derivados químicos de celulosa. Sin embargo, el potencial de usos de la madera es mucho mayor y la tecnología para ampliar el espectro de aplicaciones existe, al menos en sus aspectos tecnológicos básicos. El poder aplicar estas tecnologías depende en gran medida de que los nuevos productos generados a partir de la madera puedan competir favorablemente con aquéllos que derivan del petróleo. Por mucho tiempo esta situación era muy lejana, ya que el precio del petróleo era muy bajo y se pensaba en una disponibilidad ilimitada del recurso. Sin embargo, el escenario económico y estratégico futuro es muy diferente; de hecho, es interesante evaluar la posibilidad de sustituir productos derivados del petróleo por aquéllos que pueden ser obtenidos a partir de biomasa.

En este contexto, la separación de los componentes principales de la madera: celulosa, lignina y hemicelulosas es una alternativa muy atractiva, si se quiere por ejemplo, obtener celulosa de alta pureza para producir derivados de celulosa, lignina para la fabricación de resinas y carbohidratos disueltos como materia prima para procesos de transformación bacteriana.

Los tratamientos tendientes a obtener los componentes de la madera deben ser mucho más simples que los procesos químicos actuales, como los procesos Kraft y al Sulfito. De ser así, será posible concebir unidades productivas más pequeñas y con un consumo específico de energía mucho menor. Además, la madera se utilizaría de manera integral, no sólo la fracción celulósica, sino también la lignina y las hemicelulosas disueltas.

Objetivos

Desarrollar un proceso para separar celulosa, lignina y hemicelulosas de la madera y obtener productos de interés comercial.

Resultados

Se evaluaron diversas condiciones de operación, para solubilizar las hemicelulosas de madera de Pino radiata, en cuanto a temperatura y concentración de ácido sulfúrico. El material fue sometido, posteriormente, a una deslignificación con ácido acético concentrado. En cada etapa del proceso se procedió a cuantificar los azúcares, tanto solubilizados como remanentes. En base a lo anterior, se encontró las condiciones más propicias para solubilizar las hemicelulosas. Desgraciadamente, la deslignificación posterior se vio severamente afectada, probablemente, debido a que durante la hidrólisis de carbohidratos, se produce de manera paralela, una condensación de la lignina. De hecho, bajo condiciones propicias para una solubilización de hemicelulosas, se dificulta la deslignificación del material lignocelulósico remanente.

Actividades actuales y futuras

- Se están realizando pruebas con madera de Eucaliptos globulus y paja de trigo, para determinar las condiciones óptimas de deslignificación y evaluar los productos generados.
- Se estudiarán las características de operación, para producir acetato de celulosa con materias primas de diverso origen y pureza.

Proyectos

- Proyecto INNOVA BIO BIO 06-PC S1-50: "Aplicación de conocimientos biotecnológicos y químicos avanzados, para separar los componentes de la madera", julio 2007 – enero 2010.

Investigadores responsables

Cecilia Fuentealba(cecilia.fuentealba@udec.cl)
Alex Berg (aberg@udt.cl)





5.2 Projects of Chemical Products

5.2.1 Isolation and characterization of wood components

Background

Currently, wood is used as raw material for several processes. It is mechanically processed to obtain dimensional lumber and boards, combusted to generate energy or chemically treated to obtain pulp for the paper industry or, in a smaller proportion, used to produce cellulose-derived products. However, the potential use of wood is much wider and the technology to expand its applications exists, at least in a basic state. To be able to use this technology depends mostly on the fact that new wood-based products can compete with those derived from petroleum. For long, this situation was beyond reach since petroleum price was low and the availability of this resource was thought to be unlimited. However, the future economic and strategic scenario is very different. In fact, it is interesting to consider the possibility the replace petroleum-derived products with those from biomass.

In this context, isolation and characterization of main components of wood, cellulose, lignin and hemicelluloses, is an attractive alternative. For example, to obtain high purity cellulose for producing cellulose-derived products, lignin for resins elaboration and dissolved carbohydrates as raw material for bacterial transformation processes.

Treatments intended to characterize wood components must be much simpler than current chemical processes like Kraft and Sulfite processes. If it is so, it will be possible to conceive smaller productive units with much less energy consumption. Besides, wood will be used integrally, not only the cellulose fraction but also lignin and dissolved hemicelluloses.

64 | 65

Objectives

To develop a process to isolate cellulose, lignin and hemicelluloses from wood in order to create commercially attractive products.

Results

Diverse operational conditions were evaluated to dissolve radiata pine hemicelluloses, as for temperature and sulfuric acid concentrations. Then the material was deslignificated with concentrated acetic acid. On this stage, dissolved sugars were quantified. In addition, suitable conditions to dissolve hemicelluloses were found. Unfortunately, deslignification was later affected, maybe because, during carbohydrates hydrolysis, lignin condensation occurs in parallel. In fact, under suitable conditions for hemicelluloses solubilization, it turns to be difficult to deslignificate remaining lignocelluloses material.

Current and future activities

- Trials on Eucalyptus globulus and wheat straw are being conducted to determine the optimum conditions for deslignification and to evaluate resulting products.
- Operation conditions will be studied in order to produce cellulose acetate from raw materials of diverse origin and purity.

Projects

- Project INNOVA BIO BIO 06-PC S1-50: "Application of advanced biotechnological and chemical knowledge to isolate wood components", July 2007 – January 2010.

Project-responsible researchers

Cecilia Fuentealba (cecilia.fuentealba@udec.cl)
Alex Berg (aberg@udt.cl)

5.2.2 Polifenoles de corteza de pino

Antecedentes

En Chile se cosecha anualmente 25 millones de m³ ssc de madera de pino radiata. Los rollizos correspondientes son descortezados, para proceder a su elaboración mecánica o química. Durante estas operaciones se genera un gran volumen de corteza, la que se aprovecha sólo parcialmente como combustible en calderas industriales y en otros usos de menor importancia (producción de compost o elemento decorativo en jardines, por ejemplo). La corteza remanente, principalmente en aserraderos pequeños y medianos alejados de los grandes centros industriales, se acumula a la intemperie, causando problemas ambientales (por la lixiviación de extraíbles) y de seguridad (por posibles igniciones espontáneas).

Por otra parte, el fenol es un producto que se obtiene a partir del petróleo que se usa masivamente por parte de empresas fabricantes de tableros reconstituidos de madera; en Chile, tableros OSB (Oriented Strand Board) y contrachapados, a la forma de resinas adhesivas fenol-formaldehído. La capacidad de producción instalada de ambos tipos de tableros está creciendo fuertemente. Sin embargo, las resinas fenol-formaldehído tienen problemas ambientales, debido a emanaciones de formaldehído y fenol, principalmente durante su preparación. Adicionalmente, este tipo de resinas se caracteriza por una baja reactividad (si se le compara con productos sustitutos como urea-formaldehído o melamina-formaldehído), con la consiguiente disminución de la productividad, debido a mayores ciclos de prensado.

Objetivos

Desarrollar una tecnología para extraer polifenoles de corteza de pino de buena calidad y a un costo competitivo. Junto a ello, evaluar las formulaciones más convenientes, para fabricar resinas adhesivas del tipo fenol-formaldehído, sustituyendo parcial o totalmente los componentes fenol y/o formaldehído.

Resultados

Se desarrolló un nuevo proceso de extracción de polifenoles naturales basado en el uso de un solvente orgánico y prescindiendo totalmente de aditivos inorgánicos. Este hecho es muy relevante, porque el uso de hidróxido de sodio y sulfito de sodio en los procesos tradicionales en medio acuoso es un factor que incide en más de un tercio del costo de producción. Además, el uso de la corteza remanente de la extracción como combustible es difícil, debido a un aumento del contenido de inorgánicos (y, por tanto, de las cenizas) y de las emanaciones gaseosas de compuestos sulfurados (debido a la presencia de grupos sulfito). El nuevo proceso está siendo patentado Berg, A.: Proceso para la obtención de extractos de corteza y/o madera. Solicitud de Patente de Invención chilena 1371-2004.

Cabe destacar que la tecnología se caracteriza por mayores rendimientos, mejor calidad de extractos (en cuanto a su reactividad con formaldehído, a través del Número Stiasny) y un menor costo de producción. Por tanto, los polifenoles naturales obtenidos pueden competir, tanto por precio como por calidad, con el fenol usado por la industria de resinas adhesivas para madera.

Actividades actuales y futuras

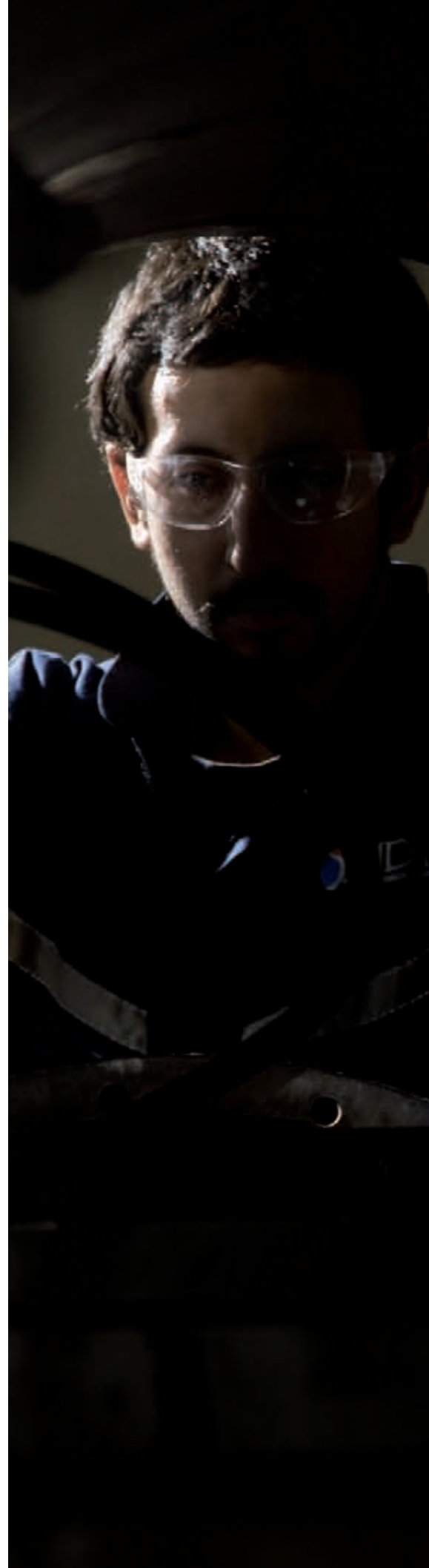
- Se negocia con una empresa chilena la venta de una licencia para producir extractos de corteza; a su vez, se desea transferir la tecnología a otros países de Latinoamérica y el mundo.
- A través de proyectos de I&D, se evaluará otros usos alternativos de polifenoles naturales.

Proyectos

- Innova Bío - Bío: "Tecnología para la obtención y el uso de extractos de corteza de pino" (junto a empresa Resinas del Bio Bio S.A.), mayo 2006 – abril 2007.
- Fondef D04 I1176: "Desarrollo de perfiles de madera reconstituida, a través de un proceso de extrusión reactiva" (junto a empresas Corza S.A., CMPC Maderas S.A. y Resinas del Bio Bio S.A.), abril 2005 - abril de 2008.

Investigadores responsables

Alex Berg (aberg@udt.cl)
Paola Navarrete (pnavarrete@udt.cl)
Leonardo Olave (lolave@udt.cl)





5.2.2 Polyphenols from pine bark

Background

25 million m³ of radiata pine are harvested in Chile annually. The corresponding wood logs are debarked to continue with mechanical and chemical elaboration. During these operations, a great volume of bark is generated, which is partially used as fuel in industrial boilers and for other less important uses like compost production or garden decorative element. Remaining bark from small and medium-sized sawmills distant from big industrial centers is stored outdoors causing environmental (leaching) and safety (spontaneous combustion) problems.

On the other hand, phenol is a petroleum derivative massively used as adhesive - phenol formaldehyde resin- in the wood panel industry, like OSB and plywood in Chile. The production capacity for both types of panels is growing fast. However, phenol formaldehyde resins present environmental problems due to formaldehyde and phenol vapor, especially during its preparation. Additionally these types of resins are known for their low reactivity – in comparison with substitute products like urea-formaldehyde or melamine-formaldehyde. This results in lower productivity due to longer press cycles.

Objectives

To develop the technology to extract good quality and competitive priced polyphenols from pine bark. Also, to evaluate the most convenient formulations for adhesive resins of phenol-formaldehyde type, partially or totally substituting phenol or formaldehyde.

Results

A new natural-polyphenol extraction process was developed based on the use of an organic solvent and with no-inorganic additives. This is a relevant fact since the use of sodium hydroxide and sodium sulfite in the traditional water media processes is a crucial factor of more than a third of the production cost. Moreover, the use of remaining bark as fuel is unlikely because of the high inorganic content (ash) and gas emission of sulfur compound (sulfite group presence). This new process is being patented. It is good to mention that the technology represents better performance, better extract quality (in terms of reactivity with formaldehyde, through Stiasny number) and lower production cost. Therefore, natural polyphenols obtained can compete with phenols on a price and quality basis, in the wood adhesive resins market.

66 | 67

Current and future activities

- The sale of the license to produce bark extracts is being negotiated with a Chilean company; at the same time, the technology will be transferred to other countries in Latin America and the world.
- Through R&D projects, alternative uses of natural phenols will be evaluated.

Projects

- Innova Bío - Bío: "Technology for obtainment and use of pine bark extracts" (along with Resinas del Bio Bio S.A.), May 2006 – April 2007.
- Fondef D04 I1176: "Development of engineered wood profiles by reactive extrusion process" (along with Corza S.A., CMPC Maderas S.A. and Resinas del Bio Bio S.A.), April 2005 - April 2008.

Project-responsible researchers

Alex Berg (aberg@udt.cl)
Paola Navarrete (pnavarrete@udt.cl)
Leonardo Olave (lolave@udt.cl)

5.3 Proyectos Área Bioenergía

5.3.1 Combustibles y energía a partir de biomasa forestal

Antecedentes

Desde los inicios de la civilización humana, la madera ha servido como fuente de energía. Sin embargo, desde mediados del siglo IX comenzó el uso masivo del carbón, junto con la Revolución Industrial. Posteriormente, durante la primera mitad del siglo XX, el petróleo pasó a ser la principal fuente energética de la humanidad. El uso de combustibles fósiles tiene grandes ventajas tecnológicas y económicas, debido a sus buenas características técnicas, su fácil transporte y su bajo costo. Sin embargo, también existen problemas, entre los que destaca su carácter no renovable y la liberación masiva de dióxido de carbono a la atmósfera, con la consiguiente alteración significativa de múltiples ecosistemas.

A los problemas mencionados, se le añaden grandes cambios en el escenario energético que comenzó hace tres años: El precio del crudo aumentó de 18 a más de 140 dólares por barril, para bajar nuevamente a valores intermedios en la actualidad. Este hecho creó nuevas condiciones de mercado en la industria energética, de los combustibles, de los plásticos y de múltiples productos químicos de origen fósil. Las razones estratégicas y ambientales, para buscar sustitutos al petróleo, se vieron complementadas y reforzadas por razones económicas y crearon un nuevo paradigma, en el cual la biomasa forestal puede volver a ocupar una importancia destacada, como materia prima para combustibles y energía.

Objetivos

Crear las condiciones tecnológicas, logísticas y de mercado que favorezcan el uso de biomasa forestal como fuente energética alternativa, para el mercado nacional.

Resultados

Se ha evaluado el potencial energético de biomasa forestal acumulada en grandes cantidades a la intemperie. Se pudo establecer, entre otros, que el contenido energético de la biomasa prácticamente no se altera con el tiempo y es muy homogéneo en el caso de la madera, no así en la corteza. La presencia de contaminantes, especialmente preservantes orgánicos halogenados, puede resultar un serio problema para la combustión de biomasa acumulada, dado que la distribución de estos productos químicos es muy heterogénea y su combustión puede liberar dioxinas al ambiente.

La madera es usada como combustible en centrales de cogeneración y calderas industriales, principalmente en el sector forestal-industrial, y también, a la forma de leña, para cubrir los requerimientos energéticos residenciales en la zona sur del país. UDT realizó evaluaciones respecto al consumo de leña en Temuco, su incidencia en la contaminación atmosférica y posibles medidas para su mitigación (año 2002) y el mercado de la leña en el gran Concepción (2004). Se pudo confirmar que el real problema no corresponde al uso de leña en sí, sino su combustión con altos niveles de humedad, bajo condiciones técnicas inadecuadas. Junto a las estufas, las cocinas a leña inciden en forma gravitante en la liberación de contaminantes al ambiente.

Como consecuencia de lo anterior, se está trabajando junto a un conjunto de empresas, para crear condiciones que favorezcan la densificación energética de la biomasa, mediante, por ejemplo, el secado previo a su introducción en calderas industriales y a la introducción de pellets de madera como un nuevo energético de uso domiciliario en el mercado nacional. Para ello, debe fomentarse la producción de pellets y crearse sistemas logísticos de distribución; deben existir sistemas de combustión adecuados a este nuevo combustible en el mercado y debe demostrarse a la autoridad y al público los beneficios ambientales y económicos de esta alternativa.

Proyectos

- CONICYT/BMBF: "Evaluación de alternativas de uso de biomasa como fuente de energía. Una perspectiva desde el análisis de ciclo de vida", octubre 2006 – septiembre 2008.

Actividades actuales y futuras

- El interés principal de UDT es participar en el desarrollo de tecnologías que propendan a un uso integral de la biomasa forestal. Esto significa evaluar la posibilidad de producir nuevos materiales, productos químicos y biocombustibles, a partir de subproductos o desechos del sector.

Investigadores responsables

Alex Berg (aberg@udt.cl)

Juan Carlos Carrasco (jcarrasc@udec.cl)

Christian Bidart (crbidart@udec.cl)



5.3 Biopower Area Projects

5.3.1 Fuels and power from forest biomass

Background

From the beginning of human civilization, wood has served as source of energy. However, from the middle of ninth Century, massive use of coal began, along with the Industrial Revolution. Later, during the first half of twentieth century, petroleum became the main energy source of humanity. The use of fossil fuels shows technological and economic advantages due to their good technical characteristics, easy transportation and low costs. However, there are also some problems such as their non-renewable character, the massive release of carbon dioxide to the atmosphere and the consequently significant alteration of diverse ecosystems.

Apart from the problems mentioned above, the energetic scenario began to change a few years ago when the price of crude oil increased from \$18 to \$140 US dollars per barrel. This fact created new market conditions in the power, fuel, plastic and many other fossil chemicals industries. The strategic and environmental reasons for seeking petroleum substitutes were reinforced and complemented by economic reasons creating a new paradigm, in which forest biomass can play an important role as raw material for fuels and power.

Objectives

To create the technological, logistic and market conditions which promote the use of forest biomass as an alternative energetic source for the national market.

Results

The energetic potential of big amounts of forest biomass stored outdoors was assessed. It was concluded that the energetic content of biomass remains practically untouched for long and is very homogeneous in the case of wood but not in bark. The presence of pollutants, especially halogen organic preservers may result in a serious problem for accumulated biomass combustion since the distribution of these chemicals is very

heterogeneous and their combustion may release dioxins into the environment.

Wood is mainly used as fuel in co-generation plants and industrial boilers in the forest industry, it also fulfills energy requirements of household in the south of country. UDT evaluated the consumption of firewood in Temuco city, its contribution to air pollution and its mitigation policies (year 2002) and the firewood market in Concepcion city (2004). It could be proven that the actual problem is not firewood use itself but the high-humidity content combustion under undesirable conditions. Along with heaters, firewood cookers contribute enormously to the release of pollutants into the air.

Consequently, some work has been done along with companies in order to promote biomass energetic densification by drying firewood before combustion and by introducing wood pellet as a new fuel for national domestic use. For this purpose, pellets must be produced and distribution systems must be developed. There is a need for adequate combustion systems for this new fuel in the market and environmental and economic benefits of this alternative should be demonstrated to authorities and the public.

Projects

- CONICYT/BMBF: "Evaluation of alternative uses of biomass as source of energy. A perspective from the life cycle analysis", October 2006 – September 2008.

Current and future activities

- UDT main interest is to participate in the development of technologies that intend an integral use of forest biomass. This means to evaluate the possibility of producing new materials, chemicals and biofuels from forest industry byproducts or waste.

Project-responsible researchers

Alex Berg (aberg@udt.cl)
Juan Carlos Carrasco (jcarrasc@udec.cl)
Christian Bidart (crbidart@udec.cl)

5.3.2 Combustibles líquidos

Antecedentes

Actualmente las actividades de investigación y desarrollo en el área de los biocombustibles líquidos se centran fundamentalmente en aquéllos basados en material lignocelulósico, también llamados bio-combustibles de 2^{da} generación. En particular, las ventajas competitivas y el potencial que posee Chile en la producción de biomasa forestal, convierten este recurso en una fuente interesante de combustibles líquidos. Una ventaja evidente es que esta alternativa no se basa en el cultivo de especies alimenticias, como lo son el maíz o la soja, materias primas para el bio-etanol y bio-diesel, respectivamente.

Entre los procesos de licuefacción directa de biomasa forestal, UDT ha impulsado la línea conversión termoquímica; especialmente, la pirólisis flash que permite obtener un alto rendimiento de producto líquido y, en menor medida, subproductos gaseosos y sólidos.

El líquido de pirólisis o Bio-Oil, es un líquido complejo, polar, reactivo y de alto contenido de oxígeno. Su uso como combustible de transporte requiere de procesos de mejoramiento o "upgrading". El Bio-Oil también es fuente de varios productos químicos de interés comercial, por lo que su refinación es interesante. En este contexto, la obtención de productos químicos junto a combustibles mejora la competitividad de la que por sí sola presenta desventajas de economía de escala frente a los combustibles fósiles, debido a la localización distribuida de la materia prima.

Objetivos

Desarrollar tecnologías para transformar biomasa forestal residual mediante conversión termoquímica en combustibles líquidos y productos químicos de alto valor agregado.

Resultados

Actualmente se encuentra en construcción una planta piloto de pirólisis flash, requisito fundamental para obtener líquido de pirólisis en cantidades suficientes, para evaluar su mejoramiento como combustible líquido y para estudiar estrategias de separación de productos químicos de alto valor agregado.

Proyectos

- Capital Semilla: "Diseño y construcción de reactor de tres etapas para pirólisis flash", julio 2007 – marzo 2009.
- Fondef D07 11137: "Obtención de productos químicos de alto valor agregado y combustible líquido a partir de conversión termoquímica de biomasa" (junto a empresas Resinas del Bío-Bío S.A., Sociedad El Conquistador Ltda., Conmetal Ltda., Bioleche Ltda. y EST Ltda.), diciembre 2008 – diciembre 2011.
- INNOVA BIO BIO: "Desarrollo de bio-oil como combustible y otros, a partir de biomasa forestal para instalar una fábrica en Coelemu", junio 2005 – enero 2007.

Investigadores responsables

Alex Berg (aberg@udt.cl)
Niels Müller (nimuller@udt.cl)
Dra. Cristina Segura (crsegura@udec.cl)
Christian Bidart (crbidart@udec.cl)
Prof. Igor Wilkomirsky (iwilkomi@udec.cl)





5.3.2 Liquid fuels

Background

Nowadays, research and development activities on liquid biofuels area focus mainly on lignocellulosic materials, also know as biofuels of second generation. Particularly, the competitive edge and potential that Chile has on forest biomass production make this product an interesting source of liquid fuels. An evident advantage is that this alternative is not base on growing feed species as corn or soy, bi-ethanol and bio-diesel raw materials respectively.

Among processes of forest biomass direct liquefaction, UDT has promoted a thermo chemical conversion; specially, flash pyrolysis that allows obtaining a high performance of liquid product and to a smaller extend, gas and solid sub products.

Pyrolysis liquid or Bio-oil is a complex polar reactive liquid, with high oxygen content. Its use as transportation fuel requires an "upgrading" process. Bio-Oil is also a source of several commercial chemical products, thus its refining process is of interest. In this context, the obtainment of chemicals along with fuels improves competitiveness, which by itself has an economy of scale disadvantages in comparison with fossil fuels because of location of raw material.

Objectives

To develop the technology to transform forest waste biomass into liquid fuel and chemicals of high added value by means of thermo chemical conversion.

Results

Currently a flash pyrolysis pilot plant is being constructed as part of crucial requirement to obtain enough pyrolysis liquid to evaluate its upgrading as liquid fuel and to study strategies to elaborate chemicals with high value added.

Projects

- Seed Capital: "Design and construction of 3-stage reactor for flash pyrolysis", July 2007 – March 2009.
- Fondef D07 I1137: "Obtainment of added valued chemical products and liquid fuel by thermochemical conversion of biomass" (along with Resinas del Bio-Bío S.A., Sociedad El Conquistador Ltda., Conmetal Ltda., Bioleche Ltda. and EST Ltda.), December 2008 – December 2011.
- INNOVA BIO BIO: "Development of de bio-oil as fuel and others, from forest biomass to install a factory in Coelemu", June 2005 – January 2007.

Project-responsible researchers

Alex Berg (aberg@udt.cl)
Niels Müller (nimuller@udt.cl)
Dr. Cristina Segura (crsegura@udec.cl)
Christian Bidart (crbidart@udec.cl)
Prof. Igor Wilkomirsky (iwilkomi@udec.cl)

5.3.3 Combustibles gaseosos

Antecedentes

La transformación de material biogénico (muchas veces y genéricamente definido como *biomasa*) a un gas combustible puede llevarse a cabo por dos rutas de conversión; una bioquímica y otra termoquímica. La primera alternativa considera una conversión biológica, en la que microorganismos anaeróbicos transforman la materia orgánica en *biogás*, siendo éste una mezcla gaseosa compuesta principalmente de metano (50-70%) y dióxido de carbono (30-50%). Las fuentes principales de abastecimiento para la producción de biogás pueden ser, residuos agrícolas, comunales, rellenos sanitarios, lodos de plantas de tratamiento y estiércol animal, entre otros. La principal ventaja de los procesos anaeróbicos descansa en la generación, a partir de residuos, de una corriente gaseosa rica en metano y, por tanto, con valor energético, pudiendo ser empleada en el proceso mismo o como combustible en otras aplicaciones, tales como la producción de calor, electricidad, uso vehicular e inyección a la red de gas.

En la segunda vía, la transformación del material biogénico, normalmente biomasa forestal, se lleva a cabo a través de un proceso termoquímico a altas temperaturas y en presencia de bajas concentraciones de oxígeno, para obtener productos gaseosos de bajo peso molecular conocidos como *gases de síntesis (syngas)*, principalmente monóxido de carbono e hidrógeno. Estos productos gaseosos pueden servir, básicamente, a dos propósitos: Ser fuente de energía y constituir materia prima para síntesis químicas. La energía se puede obtener a través de la combustión directa o después que los gases han sido enriquecidos en cuanto a su proporción de metano, a través de un proceso llamado metanación y en el cual químicamente se hace reaccionar el syngas en presencia de un catalizador. En el caso de la síntesis química, el syngas es acondicionado para ser utilizado como materia prima en la fabricación de metanol y otros combustibles líquidos tales como diesel Fischer-Tropsch, dimetiléter o metano.

Objetivos

Crear condiciones tecnológicas, logísticas y de mercado que favorezcan el uso de gases biogénicos como fuente energética alternativa.

Resultados

Se está desarrollando una metodología teórica-empírica que permita determinar el potencial energético de biomasa susceptible de ser metanizada para toda la Región del Bío-Bío. Actualmente, se trabaja en la recopilación de información de las redes de gas disponibles, así como en la construcción de una estrategia que permita obtener localizaciones óptimas para la instalación de plantas de producción y upgrading de biogás, en función de la concentración de las fuentes de biomasa, formas de almacenamiento y logística de transporte.

Por otro lado, se ha comenzado con el montaje de un sistema experimental de acondicionamiento de biogás mediante absorción con líquidos iónicos, en la que se evaluará, bajo distintos parámetros operacionales, los ciclos de absorción y desorción. Por la vía termoquímica, se trabaja en el desarrollo de catalizadores económicos que permitan bajar la temperatura requerida para la gasificación de biomasa, logrando disminuciones entre 100 y 200°C respecto de los valores convencionales de operación.

Proyectos

- Fondef D07 11109: "Generación y uso de gases biogénicos en Chile como sustituto de gas natural (SNG)", (junto a empresas Gas Sur y UTEC-Wetland), febrero 2009 - julio 2011.
- PBCT & Conicyt: "Biogas upgrading and use as transport fuel" (junto a Universidad de Jyväskylä y Åbo Akademi, Finlandia), marzo 2008 - marzo 2010.
- Capital Semilla CCTE-UDT: "Reformado autotérmico de biomasa forestal utilizando catalizadores K,M/MgO - M=Cu, Co, La", septiembre 2008 - junio 2009.
- UNEP/SETAC Life Cycle Initiative: "LCA approach for a project that analyzes the SNG production and its feed to the existing natural gas grid in Chile - UMBERTO- UNEP/SETAC", septiembre 2007 - octubre 2009.

Actividades actuales y futuras

Los proyectos en desarrollo pretenden evaluar la producción de corrientes gaseosas ricas en metano, para abastecer los actuales requerimientos de gas natural (cuya provisión desde Argentina ha disminuido fuertemente) y servir de combustible para el transporte público y particular. De manera complementaria, se ha presentado un conjunto de iniciativas orientadas a lograr, en el corto plazo, la implementación de sistemas productivos a nivel piloto-demostrativo de procesos de producción y acondicionamiento de gases biogénicos. En este sentido, se considera la transferencia de tecnologías ya probadas en otras partes del mundo, así como el desarrollo de un proceso innovativo a partir de membranas.

En una mirada a futuro, se realiza investigación básica para el desarrollo de un proceso alternativo de purificación de gases biogénicos, a partir de líquidos iónicos como absorbente. Alternativamente se busca implementar capacidades instrumentales para la prestación de servicios, vinculados a proyectos bioenergéticos; en particular, se pretende implementar dos laboratorios. El primero de ellos estará abocado a la determinación del rendimiento en la producción de biogás desde distintas fuentes de biomasa, el segundo estará encargado de la caracterización de biocombustibles gaseosos así como de la certificación de cumplimiento de estándares nacionales e internacionales.

Investigadores responsables

Mauricio Flores (mauflore@udec.cl)
 Christian Bidart (crbidart@udec.cl)
 Prof. Alfredo Gordon (algordon@udt.cl)
 Prof. Romel Jiménez (romeljimenez@udec.cl)
 Prof. Ximena García (xgarcia@udec.cl)



5.3.3 Gas Fuels

Background

Biogenetic material transformation (generically called biomass) into a gas fuel can be carried out by conversion either biomechanical or thermochemical. The former considers biologic conversion, in which anaerobic microorganisms transform organic matter into biogas, a gas mixture of methane (50-70%) and carbon dioxide (30-50%). The main supplying resources for biogas production are agricultural waste, landfills, and sludge from dung treatment plants, among others. The main advantage of anaerobic processes is the generation of gas rich in methane. It can be used as a fuel in applications such as household heating, electricity generation, and vehicle fuel and may be use in existing gas network infrastructure.

The later considers the transformation of biogenic material, usually forest biomass through a thermo chemical process at high temperatures and with low concentrations of oxygen, to obtain gas products of low molecular weight known as syngas, mainly carbon monoxide and hydrogen. The products can be used as a source of power and raw material for chemical synthesis. Power can be obtained though direct combustion or after the gases have increase their methane content by a process called methanization in which syngas is reactivated with a catalyzer. In the case of chemical synthesis, syngas is conditioned to be used as raw material in methanol and other liquid fuels production such as Fischer-Tropsch diesel, dimethy ether or methane.

Objectives

To create technologic, logistic and market conditions that foster the use of biogenetic gases as an alternative source of energy.

Results

A theoretic-empirical technology is being developed in order to determine the energetic potential of biomass likely to be methanized for the whole Bio Bio region. Currently, gas network data is being collected, and a strategy to locate biogas production and upgrading plants considering biomass concentration, storage methods and transport logistic is being developed. On the other hand, an experimental system of biogas upgrading by ionic liquid absorption has just been implemented which will evaluate absorption and desorption cycles under different parameters. Inexpensive catalyzers are being developed so that they can reduce temperature required in biomass gasification, getting reductions between 100°C and 200°C with respect to conventional operating values.

Projects

- Fondef D07 I1109: "Generation and use of biogenic gases as substitute natural gas in Chile (SNG)", (along with Gas Sur and UTEC-Wetland), January 2009 - July 2011.
- PBCT & Conicyt: "Biogas upgrading and use as transport fuel" (along with Universities of Jyväskylä and Åbo Akademi, Finland), March 2008 - March 2010.
- Seed Capital CTE-UDT: "Autothermal reforming of forest biomass using catalyzers K,M/MgO - M=Cu, Co, La", September 2008 - June 2009.
- UNEP/SETAC Life Cycle Initiative: "LCA approach for a project that analyzes the SNG production and its feed to the existing natural gas grid in Chile -UMBERTO- UNEP/SETAC", September 2007 - October 2009.

Current and future activities

The developing projects intend to evaluate methane gas flow production for satisfying current requirements of natural gas (Argentina supply has run short dramatically) and serving as fuel for public and private transport. As a complementary way, a short-term group of initiatives have been presented aiming to implement pilot-productive and upgrading systems for biogenic gases. Technology transfer of proven technologies of different part of the world as well as the development of an innovative process based on membranes have been considered.

From a future perspective, basic research on an alternative biogenic gas purification process using ionic liquids as absorbents is being carried out. Alternatively, two laboratories will implement this technology, seeking the instrumental capacities to provide bionergetic-project. The first laboratory will focus on assessing production performance of biogas coming from different biomass sources. The second one will be in charge of gaseous biofuels characterization as well as national and international standards certification.

Project-responsible researchers

- Mauricio Flores (mauflore@udec.cl)
- Christian Bidart (crbidart@udec.cl)
- Prof. Alfredo Gordon (algordon@udt.cl)
- Prof. Romel Jiménez (romeljimenez@udec.cl)
- Prof. Ximena García (xgarcia@udec.cl)

5.4 Proyectos Área Medio Ambiente

5.4.1 Material particulado

Antecedentes

Por material particulado se entiende cualquier sustancia, excepto agua pura, que existe como sólido o líquido en la atmósfera, bajo condiciones normales.

Las fuentes de material particulado atmosférico son de origen natural y antropogénico. Las principales fuentes naturales son la tierra y los escombros, la actividad volcánica, las partículas salinas provenientes del mar y la incineración de biomasa. Las emisiones de material particulado atribuible a las actividades humanas han estado aumentando, principalmente en cuatro categorías: combustión, procesos industriales, fuentes fugitivas no industriales (polvo desde calles pavimentadas y no pavimentadas, y construcción) y transporte.

Las partículas sólidas en suspensión, dependiendo de su tamaño, logran penetrar hasta los pulmones y los efectos que allí se producen dependen de su naturaleza química. Las partículas mayores de 5 mm de diámetro quedan retenidas en la cavidad nasal y pueden quedar atrapadas por la mucosa que tapiza la tráquea. El problema principal proviene de las partículas de tamaño inferior, comprendido entre 0,5 y 5 mm, ya que son capaces de penetrar hasta el sistema respiratorio inferior, depositándose en los bronquiolos. En este lugar, las partículas son eliminadas al cabo de pocas horas por expectoración, gracias a la acción de los cilios, pequeñas células pilosas que recubren los bronquiolos.

En la Fig. 1 Se esquematizan los blancos de ataque del material particulado.

Figure 1 shows area affected by the smaller particles.

La situación más preocupante corresponde a las partículas de diámetro inferior a 0,5 mm, las cuales pueden llegar a depositarse hasta los alvéolos.

| Blanco de Ataque | Grado de Solubilidad | COMPUESTO |
|---|----------------------|---|
| Ojos Laringe Tráquea | ALTO | NH ₃ HCl HCHO S ₂ Cl ₂ CH ₂ CH-CHO |
| Bronquiolos Bronquios | MEDIO | SO ₂ Cl ₂ Br ₂ RCOCl R(NCO) ₂ |
| Bronquiolos Alveolos Pulmonares Capilares | ESCASO | O ₃ O ₂ NO ₂ COCl ₂ CdO |

Fig. 1: Blancos de ataque del material particulado en el tracto respiratorio^{3*}

Fig. 1: Particulates attack targets in the respiratory system are in white

5.4 Environmental Area Projects

5.4.1 Particulate material

Background

Particulate material is any solid or liquid substance, except pure water, existing in the atmosphere, under normal conditions.

Atmosphere particulate material is of natural and anthropogenic origin. The main natural source is soil, debris, rubble, volcanic activity, seawater saline particles, and biomass incineration. Particulate material emissions resulting from human activity have increased mainly in four categories: combustion, industrial processes, non-industrial fugitive sources (dust from paved and non-paved street and construction) and transportation.

Some airborne solid particles get to enter lungs and the effect they produce there depends on their chemical nature. Bigger than 5 mm - diameter particles may deposit in the nose and can be trapped by the mucus that covers the trachea. The main problem are smaller particles-between 0,5 and 5 mm, since

they are able to enter the inferior respiratory organs down to the bronchioles. Here, particles are eliminated after a few hours by expectoration carried out by cilia, small cells that coat bronchioles,

The most serious problem comes from particles smaller than 0,5 mm particles, which can deposit in the alveoli.

* Doménech, X; "Química Atmosférica, Origen y Efectos de la Contaminación", Miraguano, 2 ed., España (1995).

Objetivos

Estimar emisiones y determinar las fuentes de material particulado.

Resultados

Se recopiló información sobre estándares internacionales relacionados con las distintas fracciones de material particulado y su composición (carbono orgánico e inorgánico, sulfatos, nitratos y polvo fugitivo, entre otros) dependiendo del país y de las actividades industriales existentes. Una particularidad de la Región Metropolitana, en relación a la realidad de países desarrollados, es el alto porcentaje de amonio en el material particulado (17%); se pudo establecer que éste proviene principalmente de la actividad pecuaria, de la tenencia de animales domésticos y callejeros, del alcantarillado y de vehículos catalíticos.

La alta concentración de amonio se debe a características propias de un país en desarrollo (alto número de animales vagos, tratamiento insuficiente e inadecuado de las aguas servidas del país, existencia de actividad pecuaria cerca de las ciudades, etc.).

El origen y la relevancia del material particulado también se estudió en la zona sur del país; específicamente en las ciudades de Concepción y Temuco. El origen del material particulado es muy distinto al de la Zona Metropolitana, ya que proviene de la combustión inadecuada de leña. Se estimó el consumo de leña y se analizó las costumbres asociadas a su uso a nivel residencial. Es importante destacar que los problemas de contaminación gaseosa en estas ciudades no son atribuibles al combustible leña en sí, sino a su uso inadecuado; principalmente su combustión con altos niveles de humedad y el empleo de estufas de tecnología rudimentaria.

Objectives

To assess emissions and identify particle-material sources.

Results

Information was collected about international standards on different particle material fraction and its composition (organic and inorganic carbon, sulfites, nitrate and fugitive dust, among others) depending on the country and existing industrial activities. A curious piece of data for Santiago was the high-ammonia content in particulate material (17%) in comparison with that in developed countries. This was mainly, because of livestock, household and street animals, sewage and cars that do not use catalytic converters.

High-ammonia contents are typical in developing countries (a great deal of street animals, poor and inefficient wastewater treatment, livestock near cities, etc.).

Particulate material origin and its relevance were also studied in the southern part of the country, specifically in Concepción and Temuco cities. The origin is much more different from that of the Metropolitan Zone, since it comes from inadequate firewood combustion. Firewood consumption was estimated and customs associated to its domestic use were analyzed. It is important to mention that gaseous pollution in those cities

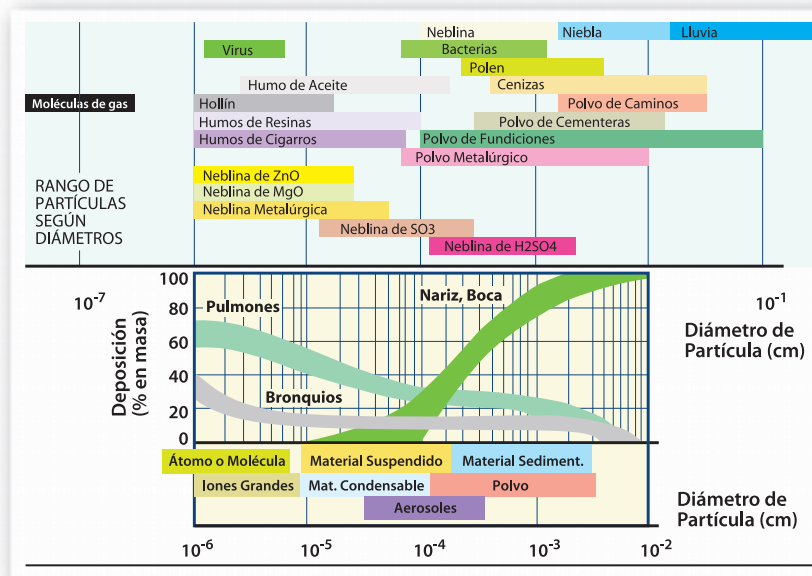


Fig. 2: Rango de partículas según su diámetro y su deposición en el tracto respiratorio^{4*}

Fig. 2: Range of particles according to diameter and their depositing in the respiratory system

Proyectos

- Celulosa Arauco y Constitución S.A. – Planta Arauco: “Análisis del mercado de la leña y carbón en Laraquete y Carampangue”, noviembre 2007 – diciembre 2007.
- Celulosa Arauco y Constitución S.A. – Planta Arauco: “Estudio de reubicación de estaciones de monitoreo de PM10”, diciembre 2007.

Investigadores responsables

Marcela Zacarías M. (mzacaria@udec.cl)
Eliana Villegas (elivillegas@udt.cl)
Jorge Halabi (jhalabi@udt.cl)
Carla Pérez (cperez@udec.cl)
Juan Carlos Carrasco (jcarrasc@udec.cl)

74 | 75

is not caused by firewood combustion itself but by its inadequate use, mainly as combusted with high-humidity contents and in basic-technology heaters.

Projects

- Celulosa Arauco and Constitución S.A. – Arauco Plant: “Analysis of firewood market and coal in Laraquete and Carampangue”, November 2007 – December 2007.
- Celulosa Arauco and Constitución S.A. – Arauco Plant: “Study of PM10 monitoring station replacement”, December 2007.

Project-responsible researchers

Marcela Zacarías M. (mzacaria@udec.cl)
Eliana Villegas (elivillegas@udt.cl)
Jorge Halabi (jhalabi@udt.cl)
Carla Pérez (cperez@udec.cl)
Juan Carlos Carrasco (jcarrasc@udec.cl)

* Adaptado de: Schwedt, G., Taschenatlas der Umweltchemie, Georg Thieme Verlag, Stuttgart (1996)

5.4.2 Compuestos orgánicos volátiles

Antecedentes

La mayoría de los compuestos orgánicos volátiles (COVs) son precursores del ozono y algunos de ellos son conocidos agentes cancerígenos, por lo que es urgente regular y disminuir sus emisiones a la atmósfera. Este tipo de compuestos proviene, en su mayoría, de la industria y del uso de automóviles.

Entre los COVs, existen dos compuestos altamente tóxicos. Éstos son el benceno y el 1,3-butadieno; ambos son sustancias carcinógenas. El benceno produce leucemia y la Organización Mundial de la Salud, aún cuando no propone normas de emisión, recomienda que las concentraciones no sobrepasen 1 partícula por millón (1 ppm).

Objetivos

Los objetivos de los proyectos desarrollados en UDT fueron recopilar y generar los antecedentes requeridos para elaborar una norma de calidad primaria, una norma de emisión para benceno en aire y/o normas de emisión de COV para fuentes móviles, grupales y fijas.

Resultados

Entre los resultados obtenidos, cabe destacar que fue posible estimar las emisiones de COVs (año base 1997) y benceno (año base 2000) a nivel nacional.

Los resultados indican que los COVs son emitidos por Fuentes Móviles (45,4%) y Fuentes Grupales (43,2%); destacando los vehículos particulares, la combustión residencial y el uso de solventes domésticos y ceras; estas fuentes representan el 23,3%, 18,7% y 10,3% del total de emisiones de COV, respectivamente.

En cuanto al benceno, las fuentes móviles corresponden al 82,3% de las emisiones totales y el 61,6% del total emitido proviene de vehículos no catalíticos.

Proyectos

- CONAMA Región Metropolitana: "Diagnóstico para la definición de control de emisiones de COVs a nivel industrial y residencial", (junto a Facultad de Farmacia de la Universidad de Concepción), octubre 2007 – abril 2008.

Investigadores responsables

Prof. Dietrich von Baer (dvonbaer@udec.cl)
Marcela Zacarías (mzacaria@udt.cl)
Eliana Villegas (elivillegas@udt.cl)
Jorge Halabi (jhalabi@udt.cl)





5.4.2 Volatile organic compounds

Background

Most of Volatile Organic Compounds (VOCs) are ozone precursor and some of them are known as cancer causative agents, therefore it is extremely urgent to regulate them in order to reduce their emission into the atmosphere. These types of compounds come mostly from industrial and automobile use.

Among VOCs, are highly toxic compounds such as benzene and 1,3 butadiene. Both are cancer-causing substances. Benzene causes leukemia and WHO, although has not proposed emission standards yet, recommends benzene concentrations not higher than 1 particle per million (1 ppm).

Objectives

Objectives of projects conducted by UDT were to collect and generate background required to elaborate primary quality standards, a standard to regulate benzene emission into the air and/or a COV emission standard for mobile, group and stationary sources.

Results

Among results, it is important to mention that VOCs (base year 1997) and benzene (base year 2000) emissions were possible to be assessed at a national level.

Results show that VOCs were released by Mobile Sources (45,4%) and Stationary Sources (43,2%); especially private cars, waste combustion and domestic solvents and waxes. They account for 23,3%, 18,7% and 10,3% of COV total emissions.

As for benzene, mobile sources account for up to 82,3% of total emissions and 61,6% of total release comes from non-catalytic cars.

Projects

- Metropolitan Region CONAMA: "Diagnostic for defining VOC emission control at industrial and household level", (along with Pharmacy Faculty of Concepción University), October 2007 – April 2008.

Project-responsible researchers

Prof. Dietrich von Baer (dvonbaer@udec.cl)
Marcela Zacarías (mzacaria@udt.cl)
Eliana Villegas (elivillegas@udt.cl)
Jorge Halabi (jhalabi@udt.cl)

5.4.3 Olfatometría

Antecedentes

El olor de los gases desprendidos a la atmósfera por el sector industrial puede resultar molesto. Los olores son estímulos percibidos por el órgano del olfato y, para que se produzca la percepción, es necesario que el estímulo viaje desde la fuente emisora hasta el receptor, a través del aire, mediante diferentes mecanismos, los que obedecen a condiciones locales.

Para poder cuantificar y regular las emisiones odoríferas en el ambiente, muchas veces es necesario recurrir a la olfatometría, técnica que consiste en exponer al ser humano a olores y registrar las sensaciones resultantes, ya que los instrumentos analíticos no son capaces de percibirlos a concentraciones muy bajas. Por esto, la olfatometría utiliza a la nariz humana como instrumento, para poder cuantificar y calificar los olores; es decir, es el propio ser humano quien determina el grado de molestia o de agrado que determinados olores provocan.

Objetivos

El objetivo general de la olfatometría es establecer la calidad del aire en las cercanías a un sector industrial que produce olores y que está generando problemas a los ciudadanos. Las metodologías olfatómicas que UDT aplica, dependiendo de las condiciones locales, son las siguientes:

- Encuestas normadas, aplicadas a ciudadanos residentes del sector que determinarán olores en las cercanías de las fuentes emisoras, previamente seleccionados e instruidos para realizar la tarea.
- Cuantificación de olores, a través de panelistas, ajenos al sector, previamente seleccionados y capacitados, para realizar la tarea.
- Determinación de impacto odorífero, mediante medición en un laboratorio olfatómico.

Resultados

Se ha trabajado con diferentes sectores y actividades industriales, las cuales generan olores molestos; por ejemplo, plantas pesqueras y petroquímicas, rellenos sanitarios y plantas de tratamiento de RILes y aguas servidas.

1.- Aplicación de encuestas: Los resultados que se obtienen son la cuantificación, grado de molestia, efectos secundarios y calificación de olores.

1.- **Surveys: results obtained are quantification, range of annoyance, side effects, an odor qualification**

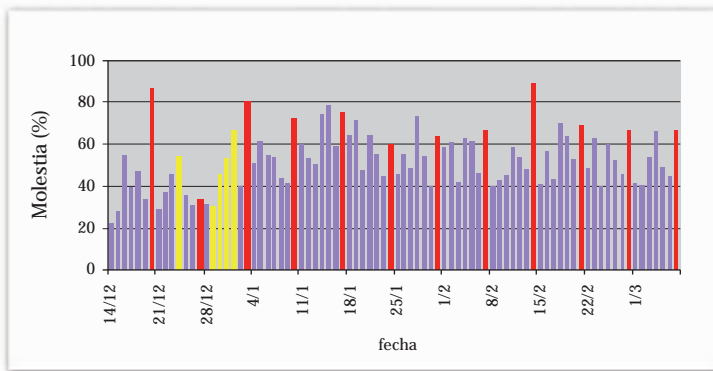


Fig. 1: Cuantificación de la molestia percibida por encuestados por causa de malos olores en diferentes días.

Fig. 1: Range of annoyance sensed by surveyed exposed to bad odors in different days.

2.- Panelistas: Los resultados que se obtienen son la cuantificación de la intensidad del olor y el porcentaje de tiempo que existe olor durante las mediciones.

2.- **Panelists: Results obtained are quantification of odor intensity and percentage of odor duration during measures.**

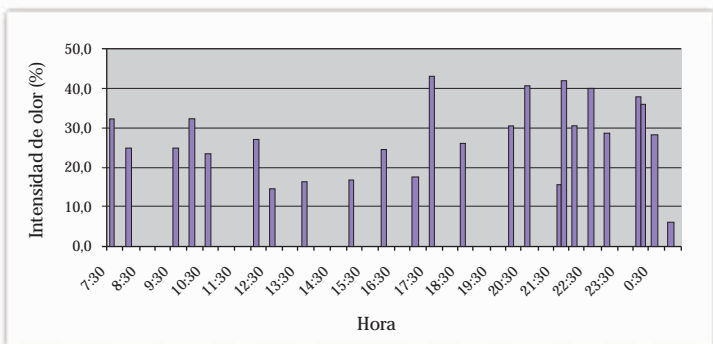


Fig. 2: Cuantificación de la intensidad de olores a distintas horas percibidas por panelistas.

Fig. 2: quantification of odor intensity sensed by panelists at different times

3.- Laboratorio olfatométrico: Los resultados que se obtienen son las “unidades de olor” que tienen diferentes muestras, las que se evalúan en una mesa olfatométrica.

3.- Olfactometric Laboratory: Results obtained are “odor unit” of different samples that are evaluated on a olfactometric table.

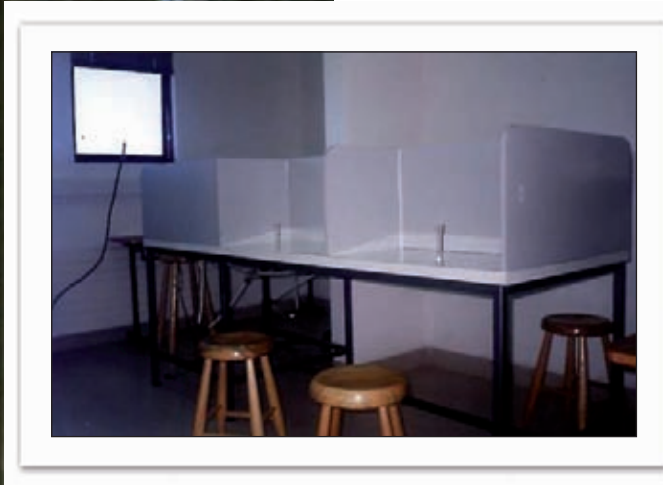


Fig. 3: Olfatómetro.

La metodología utilizada ha permitido establecer líneas base para diversos sectores o actividades industriales, permitiendo evaluar, por ejemplo, el efecto de mitigación de olores molestos, a través de un cambio u optimización de proceso.

Fig. 3: Olfactometer.

Methodology used has allowed establishing thresholds for different areas and industrial activities, and consequently evaluating, for example, the effect of mitigation of unpleasant odors by means of changing or upgrading part of the processes

5.4.3 Olfactometry

Background

Gas odors released into the atmosphere by industries may be unpleasant. Odors are stimuli detected by olfactory system, and for perception to occur, it is necessary that the airborne stimulus travel from emissary source to the receptor, through different mechanisms depending on local conditions.

To quantify and regulate odor emission in the environment, it is usually necessary to use olfactometry, which is a technique consisting in exposing a human to odors and then record his or her resulting sensations, since measuring apparatus are not able to perceive them when in too low concentrations. Therefore, olfactometry uses human nose as an instrument to quantify and sort odors; it means that the human being himself is who determines how pleasant or unpleasant an odor is.

Objectives

Olfactometry general objective is to determine air quality near industrial areas where unpleasant odors are released causing problems to citizens. The olfactometry methods UDT uses, depending on local conditions, are the following:

- Standard surveys to previously selected and instructed household that then will determine odors near the emission sources.
- Odor quantification by previously selected and instructed foreign panelists.
- Odor impact assessment performed by an olfactometric laboratory.

Results

Work was done with different areas and industrial activities, responsible of releasing unpleasant odors such as fisheries, petro-chemistries, landfills, industrial and domestic wastewater treatment plants

Proyectos

- Celulosa Arauco y Constitución S.A. – Planta Nueva Aldea: “Medición de percepción de olores por medio de la olfatometría utilizando encuestas normadas y panelistas externos”, octubre 2006 – marzo 2008.
- ENAP Refinerías Bío-Bío: “Capacitación y calibración de panelistas olfatómicas”, noviembre 2007 – diciembre 2007.
- CONAMA: “Propuestas y recomendaciones de metodologías de medición de olores”, diciembre 2007 – julio 2008.
- CMPC Celulosa S.A. – Planta Santa Fe: “Medición de olores por medio de la olfatometría utilizando encuestas normadas y panelistas externos”, octubre 2008 – octubre 2009.
- Celulosa Arauco y Constitución S.A. – Planta Arauco: “Diagnóstico de percepción de olores por medio de la olfatometría utilizando panelistas externos”, noviembre 2008 – febrero 2009.
- ENAP Refinerías Bío-Bío: “Capacitación en metodologías de olores utilizando técnicas olfatómicas”, octubre 2008 – diciembre 2008.

Normas aplicadas

- ASTM D 1391-78 – Measurement of odor in atmospheres (dilution method), 1978, USA.
- ASTM E 544-75 – Standard practices for referencing suprathreshold odor intensity, 1975, USA.
- CEN, Air quality – Determination of odour concentration by dynamic olfactometry, European Committee for Standardization, 1997, Bélgica.
- DIN ISO 6879 – Air quality – Performance characteristics and related concepts for air quality measuring methods, 1995, Switzerland.
- VDI 3881 part 1 Olfactometry - Odour threshold determination – Fundamentals, Verein Deutscher Ingenieure, May 1986, Germany.
- VDI 3881 part 2 Olfactometry - Odour threshold determination – Sampling, Verein Deutscher Ingenieure, January 1987, Germany.
- VDI 3882 part 1 Olfactometry – Determination of odour intensity, Verein Deutscher Ingenieure, October 1992, Germany.
- VDI 3882 part 2 Olfactometry – Determination of hedonic odour tone, Verein Deutscher Ingenieure, September 1994, Germany.
- VDI 3883, part 1: Effects and assessment of odours – Psychometric assessment of odours annoyance - questionnaires, Verein Deutscher Ingenieure, July 1997, Germany.
- VDI 3883, part 2: Effects and assessment of odours – Determination of annoyance parameters by questioning – Repeated brief questioning of neighbour panelist, Verein Deutscher Ingenieure, March 1993, Germany.
- VDI 3940: Determination of odorants in ambient air by field inspections, Verein Deutscher Ingenieure, October 1993, Germany.

Investigadores responsables

Marcela Zacarías (mzacaria@udec.cl)
Eliana Villegas (elivillegas@udt.cl)
Jorge Halabi (jhalabi@udt.cl)





Projects

- Celulosa Arauco and Constitución S.A. – Nueva Aldea Plant: “Assessment of odor perception by olfactometry using standard surveys and foreign panelists”, October 2006 – March 2008.
- ENAP Refinerías Bío-Bío: “Training and calibration of olfactometry panelists”, November 2007 – December 2007.
- CONAMA: “Proposed and suggested methods for odor assessment”, December 2007 – July 2008.
- CMPC Celulosa S.A. – Planta Santa Fe: “Assessment of odor perception by olfactometry using standard surveys and foreign panelists”, October 2008 – October 2009.
- Celulosa Arauco y Constitución S.A. – Planta Arauco: “Diagnostic of odor perception by olfactometry using standard surveys and foreign panelists”, November 2008 – February 2009.
- ENAP Refinerías Bío-Bío: “Odor perception methods using olfactometric techniques”, October 2008 – December 2008.

80 | 81

Standards applied

- ASTM D 1391-78 – Measurement of odor in atmospheres (dilution method), 1978, USA.
- ASTM E 544-75 – Standard practices for referencing suprathreshold odor intensity, 1975, USA.
- CEN, Air quality – Determination of odor concentration by dynamic olfactometry, European Committee for Standardization, 1997, Bélgica.
- DIN ISO 6879 – Air quality – Performance characteristics and related concepts for air quality measuring methods, 1995, Switzerland.
- VDI 3881 part 1 Olfactometry - Odor threshold determination – Fundamentals, Verein Deutscher Ingenieure, May 1986, Germany.
- VDI 3881 part 2 Olfactometry - Odour threshold determination – Sampling, Verein Deutscher Ingenieure, January 1987, Germany.
- VDI 3882 part 1 Olfactometry – Determination of odor intensity, Verein Deutscher Ingenieure, October 1992, Germany.
- VDI 3882 part 2 Olfactometry – Determination of hedonic odor tone, Verein Deutscher Ingenieure, September 1994, Germany.
- VDI 3883, part 1: Effects and assessment of odors – Psychometric assessment of odors annoyance - questionnaires, Verein Deutscher Ingenieure, July 1997, Germany.
- VDI 3883, part 2: Effects and assessment of odors – Determination of annoyance parameters by questioning – Repeated brief questioning of neighbour panelist, Verein Deutscher Ingenieure, March 1993, Germany.
- VDI 3940: Determination of odorants in ambient air by field inspections, Verein Deutscher Ingenieure, October 1993, Germany.

Project-responsible researchers

Marcela Zacarías (mzacaria@udec.cl)
Eliana Villegas (elivillegas@udt.cl)
Jorge Halabi (jhalabi@udt.cl)

5.4.4 Declaración de emisiones atmosféricas

Antecedentes

El año 2005 se publicó el Decreto N° 138 “Establece Obligación de Declarar Emisiones” del Ministerio de Salud (MINSAL). A través del Decreto y de su Circular de aplicación, se obliga a las industrias a entregar los antecedentes necesarios para estimar las emisiones de contaminantes atmosféricos de los siguientes rubros, actividades o tipos de fuentes: calderas generadoras de vapor y/o agua caliente; producción de celulosa; fundiciones primarias y secundarias; centrales termoeléctricas; producción de cemento, cal o yeso; producción de vidrio; producción de cerámica; siderurgia; petroquímica, asfaltos y equipos eléctricos.

Lo anterior, en base a que para el MINSAL es un imperativo primordial realizar el diagnóstico de los contaminantes emitidos a la atmósfera por fuentes fijas, con el objeto de contar con antecedentes confiables que le permitan adoptar las medidas más adecuadas y eficaces para controlar los riesgos a la salud de las personas asociados a dichas emisiones. Junto a lo anterior, destaca la necesidad de contar con procedimientos claros para la obtención de la información de las fuentes fijas que permita elaborar dicho diagnóstico y que el diagnóstico de las emisiones de contaminantes representa una herramienta imprescindible para implementar la gestión de la calidad del aire a nivel regional.

Las estimaciones de emisiones atmosféricas se realizan sobre la base de factores y ciclos de operación. En determinados casos, estos factores corresponden a los denominados factores de emisión, característicos de cada proceso, operación unitaria, equipo de abatimiento u otro y, en otros casos, por ejemplo, cuando se realizan mediciones continuas o discretas de las emisiones, se utiliza un valor representativo de éstas.

Toda la información recopilada es ingresada y procesada en el Sistema Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes (RETC), un esfuerzo país que se encuentra en marcha blanca y pretende agrupar y consolidar la información ambiental, en base a antecedentes de diferentes fuentes. A fines del año 2008, se entregó el segundo reporte RETC concerniente al comportamiento ambiental del país durante el año 2006. A contar del año 2009 se realizarán modificaciones al sistema RETC, las cuales consideran cambiar la declaración de emisiones atmosféricas a una plataforma Web e incorporar nuevos contaminantes y fuentes de información del quehacer industrial.

Objetivos

Apoyar a empresas en la preparación de la Declaración de Emisiones, la que considera la recolección, procesamiento y análisis de información, así como la estimación de emisiones e incorporación al software RETC.

Resultados

Desde el año 2006 se han realizado tres periodos de declaración de emisiones para empresas del rubro forestal y la Universidad de Concepción. Estas actividades han permitido adquirir experiencia en un ámbito nuevo, sobre el cual no existían mayores antecedentes en el país.

De igual manera se ha favorecido la colaboración con representantes del Ministerio de Salud y de CONAMA.

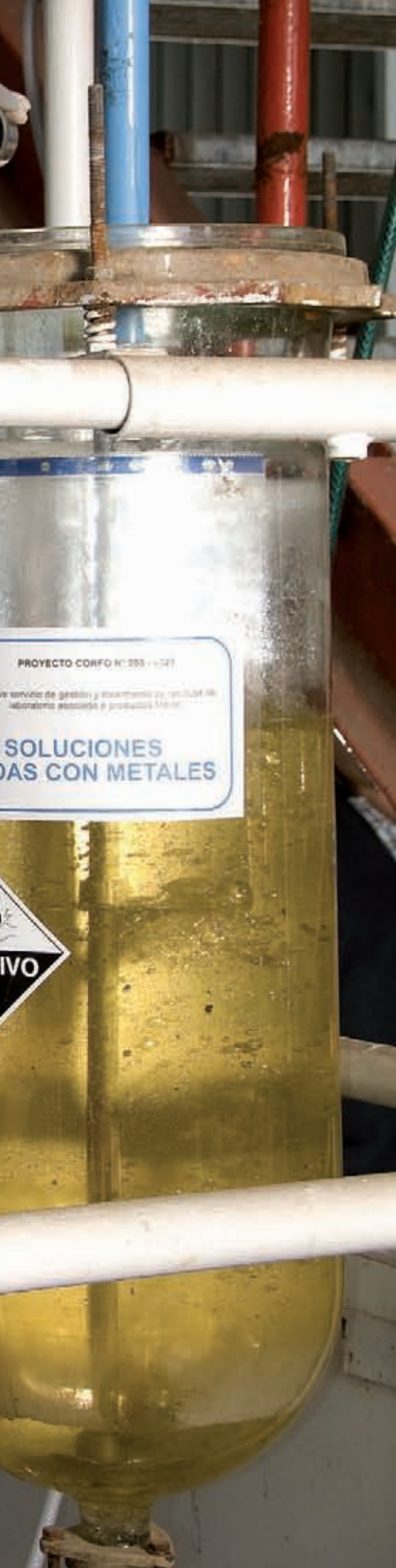
Proyectos

- Celulosa Arauco y Constitución: “Declaración de emisiones según DS 138”, septiembre 2007 – diciembre 2007.
- Celulosa Arauco y Constitución: “Declaración de emisiones según DS 138”, octubre 2008 – diciembre 2008.
- Universidad de Concepción: “Declaración de emisiones según DS 138”, noviembre 2007 – diciembre 2007.
- Universidad de Concepción: “Declaración de emisiones según DS 138”, noviembre 2008 – diciembre 2008.

Investigadores responsables

Carla Pérez (cperez@udec.cl)
Juan Carlos Carrasco (jcarrasco@udec.cl)





5.4.4 Atmospheric emission statement

Background

In 2005, the minister of health (MINSAL) issued the Decree N° 138 that “States compulsory emission declaration”. By means of this Decree and its circular of application, industries are forced to provide necessary information to assess air pollutant emissions of the following areas, activities or sources: steam boilers, pulp production; primary and secondary sand casting, thermo-electrical plants; cement, lime, plaster production; glass production; ceramic production; ironworks; petro-chemistries; asphalts, electrogen equipment.

For MINSAL it is a fundamentally imperative to conduct the diagnostic of pollutant released into the atmosphere by stationary sources, in order to gather reliable information that allows taking more adequate and efficient steps to control health risks related to such emissions. Moreover, it is necessary to count with clear procedures for obtaining information from stationary sources that allow conducting a pollutant emission diagnostic that is essential to implement regional air quality management.

Atmospheric emission assessment is conducted based on operating factors and cycles. In certain cases, these factors correspond to so-called emission factors of every process, unitary operation, supplying equipment or others, and in other cases, as continuous or discrete emission reading are taken, a representative value of them is used.

All collected information is processed in the Sistema Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes (RETC), a dry-run national system that seek to sort out and consolidate environmental information based on different source background. By the end of 2008, the second RETC report on country environmental behavior during 2006 was delivered. Changes to RETC will be made starting in 2009, some of these changes are moving atmospheric emission declaration to a web platform and incorporating new pollutants and information sources from the industrial areas.

82 | 83

Objectives

To help companies prepare emission declarations by collecting, processing and analyzing information as well as assessing emission and incorporating them to the RETC software.

Results

Three terms of emission declaration for forest companies and Universidad de Concepción have elapsed since 2006. These activities have allowed gaining experience on a new field on which no background existed in the country.

Moreover, Cooperation with MINSAL and CONAMA representatives has been fostered.

Projects

- Celulosa Arauco y Constitución: “Declaration of emissions complying with DS 138”, September 2007 – December 2007.
- Celulosa Arauco y Constitución: “Declaration of emissions complying with DS 138”, October 2008 – December 2008.
- Universidad de Concepción: “Declaration of emissions complying with DS”, November 2007 – December 2007.
- Universidad de Concepción: “Declaration of emissions complying with DS”, November 2008 – December 2008.

Project-responsible researchers

Carla Pérez (cperez@udec.cl)
Juan Carlos Carrasco (jcarrasc@udec.cl)

5.4.5 Tratamiento de RILes

Antecedentes

El principal origen de la contaminación de cursos de aguas superficiales y napas subterráneas corresponde a las descargas directas de residuos industriales líquidos (RILes) y de aguas servidas domésticas, sin previo tratamiento.

A nivel nacional los parámetros que con mayor frecuencia sobrepasan la normativa ambiental vigente son DBO5, sólidos suspendidos, grasas y aceites, coliformes fecales, metales pesados y acidez.

La normativa medioambiental vigente en Chile, relacionada con la descarga de los RILes a cuerpos de agua, es la siguiente:

- Decreto Supremo N° 609 de 1998 del Ministerio de Obras Públicas, Establece Norma de Emisión para la Regulación de Contaminantes Asociados a las Descargas de Residuos Industriales Líquidos al Alcantarillado. Cuya publicación en el Diario Oficial fue el 20.06.98.
- Decreto Supremo N° 90 de 2000, del Ministerio Secretaría General de la Presidencia, que Establece Norma de Emisión para la Regulación de Contaminantes Asociados a las Descargas de Residuos Líquidos en Aguas Marinas y Continentales Superficiales, cuya publicación en el Diario Oficial fue el 07.03.01.
- Decreto Supremo N° 46 de 2002 del Ministerio Secretaría General de la Presidencia, Establece Norma de Emisión de Residuos Líquidos a Aguas Subterráneas. Cuya publicación en el Diario Oficial fue el 17.01.03.

Objetivos

Apoyar a empresas en el diseño de plantas de tratamiento de efluentes, con el fin de dar cumplimiento a la normativa ambiental vigente; en especial, cuando se trata de problemas particulares, para los que no se cuenta con tecnología estandarizada en el mercado.

Resultados

De acuerdo a las necesidades de cada empresa, en UDT se ha diseñado y montado plantas de tratamiento de RILes. Durante el periodo 2007-2008, se diseñó, implementó y operó una planta piloto con el propósito de obtener parámetros de diseño y operación de equipos de planta industrial, para obtener yeso limpio a partir de RILes producidos por ENAMI.



Fig. 1: Planta de tratamiento de Riles provenientes de Fundición Hernán Videla Lira, ENAMI

Fig. 1: treatment plant ILW from Sand Casting Hernán Videla Lira, ENAMI

Proyectos

- Celulosa Arauco y Constitución - Planta Valdivia: "Balance de materia asociado a residuos industriales líquidos y emisiones gaseosas", enero - abril 2007.
- ENAMI: "Tratamiento de Riles fundición Hernán Videla Lira", marzo 2008 - agosto 2008.

Investigadores responsables

Juan Carlos Carrasco (jcarrasc@udec.cl)
 Carla Pérez (cperez@udec.cl)
 Arcadio Ulloa (arulloa@udt.cl)
 Prof. Fernando Parada (fparada@udec.cl)



5.4.5 Industrial liquid waste treatment

Background

The main origin of superficial water flow and groundwater pollution is direct discharges of industrial liquid waste or domestic wastewater without previous treatment.

At a national level, the highest parameter that usually exceed the environmental current standard are DBO5, suspended solids, grease and oil, fecal coliforms, heavy metals and acidity.

Environmental current standards in Chile, regarding industrial liquid waste discharge to water flows are following:

- Supreme Decree N° 609 of 1998 of Ministerio de Obras Públicas, that establishes emission standards to regulate pollutants on industrial liquid waste discharged to sewer. Issued on Diario Oficial on 06.20.98.
- Supreme Decree N° 90 de 2000, of Ministerio Secretaría General de la Presidencia, that establishes emission standards to regulate pollutants on industrial liquid waste discharged to the sea and continental superficial water. Issued on Diario Oficial on 03.07.01.
- Supreme Decree N° 46 de 2002 of Ministerio Secretaría General de la Presidencia, that establishes emission standards to regulate pollutants on industrial liquid waste discharged to groundwater. Issued on Diario Oficial on 01.17.03.

84 | 85

Objectives

To help companies design effluent treatment plants in order to meet current environmental standards, especially since no standard technology is available in the market.

Results

Industrial liquid waste treatment plants have been designed in UDT according to every company requirements. During 2007-2008, a pilot plant was designed, implemented and operated to obtain clean cluster from ILW discharged by ENAMI in order to set parameters of design and industrial equipment operation.

Projects

- Celulosa Arauco y Constitución - Planta Valdivia: "Balance of matter associated to industrial liquid waste and gas emissions", January – April 2007.
- ENAMI: "Treatment of ILW from Sand Casting Hernán Videla Lira", March 2008 - August 2008.

Project-responsible researchers

Juan Carlos Carrasco (jcarrasc@udec.cl)
Carla Pérez (cperez@udec.cl)
Arcadio Ulloa (arulloa@udt.cl)
Prof. Fernando Parada (fparada@udec.cl)

5.4.6 Dioxinas

Antecedentes

Las dioxinas y furanos son Contaminantes Orgánicos Persistentes (COPs), que están constituidos por un grupo de compuestos que se forman como subproductos en múltiples procesos propios de la actividad humana y, en algunos casos, a través de procesos naturales (por ejemplo, incendios). Internacionalmente se ha reconocido su influencia en la salud y el medio ambiente, por lo que la mayoría de los países desarrollados ha comisionado estudios, para conocer las condiciones de formación y emisión de estos compuestos.

En mayo del 2001, Chile firmó el Convenio de Estocolmo, cuyo objetivo es proteger la salud humana y el medio ambiente frente a los COPs. Dicho compromiso exhorta a los países firmantes a elaborar sus propios inventarios de dioxinas y furanos, a fin de conocer las fuentes de emisión y los niveles de liberación, para posteriormente adoptar medidas de disminución o eliminación, a través de un Plan de Acción coherente con los objetivos planteados en dicho acuerdo internacional.

Objetivos

Realizar un análisis y evaluación de la normativa vigente relacionada con dioxinas y furanos y PCBs en Chile, frente a las exigencias del Convenio de Estocolmo.

Realizar propuestas normativas que permitan corregir vacíos, deficiencias o superposiciones legales, que aborden integral y sistemáticamente su gestión.

Resultados

Los principales resultados obtenidos del proyecto, asociados a realizar propuestas normativas que permitan corregir vacíos, deficiencias o superposiciones legales, que aborden integral y sistemáticamente la gestión de dioxinas, furanos y PCBs, se muestran a continuación:

Propuestas normativas para dioxinas y furanos:

- Contenidos máximos de D&F en productos alimenticios
- Control de quemas agrícolas
- Límites de emisión de D&F para combustión de leña doméstica
- Sustitución de cloro elemental en plantas de celulosa
- Contenidos máximos de D&F en agua potable y calidad de agua
- Límites de concentración de D&F en residuos
- Límites de concentración D&F en suelos
- Control de incendios forestales

Propuestas normativas para bifenilos policlorados:

- Contenidos máximos de PCBs en productos alimenticios
- Contenidos máximos de PCBs de otros usos
- Regulación de PCBs en artefactos dieléctricos
- Límites de concentración PCBs en suelos
- Contenido de PCBs en agua potable y calidad de agua

Proyectos

- CONAMA: "Análisis de la legislación vigente sobre liberaciones de dioxinas, furanos y PCBs y desarrollo de propuestas normativas", octubre 2007 – diciembre 2008.

Investigadores responsables

Juan Carlos Carrasco (jcarrasc@udec.cl)
Eliana Villegas (elivillegas@udt.cl)
Niels Muller (nimuller@udt.cl)
Prof. Fernando Márquez (fmarquez@udec.cl)





5.4.6 Dioxins

Background

Dioxins and furan are Persistent Organic Pollutants (POPs) that are made up by a group of compounds formed because of many processes of human activity and in some cases, of natural processes (fires). Their negative influence on health and environment is known worldwide, therefore most developed countries have conducted studies to know the origin and emission conditions of these compounds.

In May 2001, Chile signed the Stockholm Convention that aims to protect human health and environment from POPs. Such agreement asks parties to create their own dioxins and furans inventories in order to know their emission sources and release levels so then they can take steps to reduce or eliminate them through action plans coherent with the agreement objectives.

Objectives

To conduct, analyze and evaluation the current standard on dioxins, furans and PCBs in Chile, for compliance with Stockholm Convention demands.

To propose standards that allow correcting loops, differences and assumptions, and that deal integral and systematically with dioxins, furans and PCBs management.

Results

The main project results on proposing standards, that allow correcting loops, differences and assumptions, and that deal integral and systematically with dioxins, furans and PCBs management are listed below:

Standard proposals for dioxins y furans:

- Maximum D&F contents on food products
- Agriculture scheme control
- D&F emission limits for firewood domestic combustion
- Elemental chlorine replacement at cellulose plants
- Maximum D&F contents on tap drinking water and water quality
- D&F concentration limits on waste
- D&F concentration limits on soil
- Wildfire control

Standard proposals for polychlorinated biphenyl:

- Maximums PCBs contents on food products
- Maximums PCBs contents on other uses
- PCBs Regulation in dielectric devices.
- PCBs concentration limits on soil
- Maximum PCBs contents on tap drinking water and water quality

Projects

- CONAMA: "Analysis of current regulations on dioxins, furans and PCBs release and development of proposals for standards", October 2007 – December 2008.

Project-responsible researchers

Juan Carlos Carrasco (jcarrasc@udec.cl)
Eliana Villegas (elivillegas@udt.cl)
Niels Muller (nimuller@udt.cl)
Prof. Fernando Márquez (fmarquez@udec.cl)

5.4.7 Gestión de sustancias químicas

Antecedentes

La gestión de sustancias químicas presenta dos enfoques: El primero tiene relación con el accionar de las industrias, en las cuales el conocimiento, por parte de los trabajadores, es la base para el desarrollo de cualquier iniciativa de gestión ambiental; a su vez, es un derecho que el personal posee, teniendo presente los riesgos que implica la manipulación y convivencia con sustancias peligrosas.

El segundo enfoque se refiere a la gestión pública respecto a las sustancias químicas. La responsabilidad de este sector se focaliza en recopilar información y evaluar antecedentes que permitan conocer el estado actual de la gestión de sustancias químicas. A su vez, detectar falencias y destinar recursos para fortalecer los sistemas nacionales de gestión, en el marco de un Enfoque Estratégico para la Gestión de Sustancias Químicas, SAICM, a nivel nacional. Una medida concreta, en este contexto, es la elaboración del Perfil Químico Nacional, labor a la que CONAMA se aboca desde el año 2000. Periódicamente se realizan actualizaciones, las que evalúan la realidad nacional relacionada con aspectos legales, institucionales, administrativos y técnicos del manejo de las sustancias químicas.

Objetivos

Fortalecer la capacidad de empresas para desarrollar soluciones ambientalmente sustentables y económicamente factibles, para el manejo de sustancias químicas y apoyar al sector público en la actualización de inventarios y la realización de evaluaciones asociadas a la implementación de estrategias asociadas a la gestión de sustancias químicas.

Resultados

La experiencia adquirida en esta línea de trabajo se ha logrado a través del desarrollo de proyectos de investigación y asesorías, tanto a empresas como al sector público, dentro de los cuales destacan actividades relacionadas a:

- Mejoras en la Gestión de Sustancias Químicas a través de la modificación de procesos para su reutilización.
- Recopilación de información asociada a:
- Producción, importación, exportación, almacenamiento, transporte, uso y disposición de Sustancias Químicas
- Preocupaciones prioritarias relacionadas con la producción, importación, exportación y uso de las Sustancias Químicas
- Instrumentos legales y mecanismos no reglamentados para la gestión de Sustancias Químicas
- Ministerios, agencias y otras instituciones nacionales que manejan Sustancias Químicas
- Actividades relevantes de la industria, grupos de interés público y el sector investigación en el tema de las Sustancias Químicas
- Comisiones interministeriales y mecanismos de coordinación en temas asociados a Sustancias Químicas
- Acceso y uso de la información sobre Sustancias Químicas a nivel nacional
- Infraestructura técnica asociada a gestión de Sustancias Químicas
- Preparación, respuesta y seguimiento ante emergencias químicas
- Concientización / entendimiento de los trabajadores y el público; capacitación y educación de grupos objetivo y profesionales en asuntos asociados a la seguridad química y gestión racional de las Sustancias Químicas
- Vínculos Internacionales asociados a asistencia técnica y gestión de Sustancias Químicas
- Recursos necesarios y disponibles a nivel país para la gestión de Sustancias Químicas

Proyectos

- ENAP Refinería Aconcagua: "Diagnóstico del manejo de sustancias químicas en Refinería Aconcagua", julio 2006 – marzo 2007.
- Celulosa Arauco y Constitución – Planta Constitución: "Evaluación de sistema fijo de emergencia ante eventuales incendios", octubre 2006 – octubre 2007.
- MCV Ingenieros: "Construcción bodega portátil para sustancias peligrosas", mayo 2007.
- Universidad de Concepción: "Implementación de sistema integrado de gestión en calidad, medioambiente y seguridad y salud ocupacional", mayo 2007 – diciembre 2009.
- Universidad de Concepción: "Implementación de sistema de gestión e infraestructura de un plan de manejo de sustancias y residuos peligrosos", mayo 2008 – abril 2009.
- Celulosa Arauco y Constitución S.A. – Planta Arauco: "Evaluación de factibilidad técnico económica y ambiental de reemplazar ácido sulfúrico por sesquisulfato de sodio en planta de Tall Oil", febrero 2008 - junio 2008.
- CONAMA: "Actualización del perfil químico nacional y evaluación nacional de capacidades para la implementación del SAICM", junio 2008 – febrero 2009.
- Celulosa Arauco y Constitución S.A. – Planta Arauco: "Estudio de factibilidad técnica de obtener Tall Oil utilizando sesquisulfato de sodio proveniente de Planta Celulosa Nueva Aldea", agosto 2008 - diciembre 2008.

Investigadores responsables

Juan Carlos Carrasco (jcarrasc@udec.cl)
 Carla Pérez (cperez@udec.cl)
 Ximena Matus (xmatus@udec.cl)
 Prof. Fernando Márquez (fmarquez@udec.cl)



5.4.7 Chemical substances management

Background

Chemical substances management has two focuses: The former is related to industries action in which knowledge of workers is the base of any attempt of environmental management; besides, this is a right staff has as for the risk of hazardous substances handling implies.

The latter refers to public management of chemical substances. This sector's responsibility focuses on collecting information and evaluating background that allows knowing the current state of chemicals management. Moreover, it is important to allow for weaknesses and assign resources to strengthen national management systems in the context of a Strategic Focus for Chemical Substance Management, SAICM, and one concrete step is the elaboration of a National Chemical Profile that has being done by CONAMA since 2000. Daily updates to evaluate those made nationally regarding legal, institutional, administrative and technical aspects of chemical substances management in the country.

Objectives

To foster company capacity to find environmental solutions sustainable an economically feasible for chemical substances management and to help public area update inventories and conduct evaluations in order to implement chemical substances management strategies.

Results

Experience on this work has been gained through research projects and consulting for companies as well as for public areas, among which the most important are:

- Chemical substances management improvements by modifying processes for their reutilization.
- Information collecting on:
 - Production, import, export, storage, transport, use and disposing of chemical substances.
 - Prior concerns regarding production, import, export and use of chemical substances.
 - Legal Instruments and no-standardized mechanisms for chemical substances management.
 - State Departments, agencies and other national institutions that manage chemical substances.

- Industrial Relevant Activities, public interest groups and research on chemical substances.
- Inter-Department Committees and coordination mechanisms on topics regarding chemical substances.
- Access and use of national information on chemical substances
- Technical infrastructure related to chemical substances management.
- Preparation of procedures in case of chemical emergencies.
- Making workers, professional and people in general understand and be aware of chemical handling safety and chemical substances management.
- International cooperation ties on technical assistance and chemical substances management.
- Required and available national for chemical substances management.

Projects

- ENAP Refinería Aconcagua: "Diagnostic of chemical substances management in Refinería Aconcagua", July 2006 – March 2007.
- Celulosa Arauco y Constitución – Planta Constitución: "Evaluation of established emergency system in case of fires", October 2006 – October 2007.
- MCV Ingenieros: "Construction of portable warehouse for hazardous substances", May 2007.
- Universidad de Concepción: "Implementation of integrated quality, environmental, occupational health and safety management systems", May 2007 – December 2009.
- Universidad de Concepción: "Implementation of management and infrastructure system of hazardous substances and waste", May 2008 – April 2009.
- Celulosa Arauco y Constitución S.A. – Planta Arauco: "Evaluation of technologic economic and environmental feasibility of replacing sulfuric acid with sodium sesquisulfate in Tall Oil plant", February 2008 - June 2008.
- CONAMA: "Updating of national chemical profile and evaluation of national capacities for implementing SAICM", June 2008 – February 2009.
- Celulosa Arauco y Constitución S.A. – Planta Arauco: "Study of technical feasibility to obtain Tall Oil using sodium sesquisulfate from Planta Celulosa Nueva Aldea", August 2008 - December 2008.

Project-responsible researchers

Juan Carlos Carrasco (jcarrasc@udec.cl)
Carla Pérez (cperez@udec.cl)
Ximena Matus (xmatus@udec.cl)
Prof. Fernando Márquez (fmarquez@udec.cl)

5.4.8 Valorización de residuos sólidos industriales

Antecedentes

Chile genera más de 2.516.800 toneladas anuales de Residuos Industriales Sólidos (RISes) Conama, 2001, lo que ocasiona un costo para los generadores. El desafío es encontrar alternativas de valorización de estos RISes, a través de medidas sintetizadas por la sigla 3R (Reducción, Reutilización y Reciclaje); en especial, si se considera que los costos de disposición final varían entre 30 y 5000 US\$/ton a nivel nacional, dependiendo si corresponden a residuos peligrosos.

Lo anterior estimula la búsqueda de alternativas para el manejo y reutilización de residuos. En este sentido, profesionales de UDT han adquirido una amplia experiencia en la valoración de residuos sólidos, en función de la ejecución de múltiples estudios, investigaciones y/o desarrollos, algunos de los cuales han culminado exitosamente con una tecnología desarrollada, patentada e implementada a través de acuerdos comerciales entre empresas generadoras y usuarias de residuos, para la obtención de productos de valor comercial.

Objetivo

El propósito de esta línea de desarrollo es evaluar la obtención de productos a partir de residuos desde perspectivas técnicas y económicas, para mejorar la sustentabilidad medio ambiental de determinados procesos; transformando un residuo en un producto, susceptible de comercializar.

Resultados

Como producto de los servicios prestados por UDT a empresas productivas, tendientes a valorizar residuos sólidos, destacan los siguientes:

- Caracterización física y química de residuos.
- Ensayos a nivel de laboratorio, para transformar física y/o químicamente un residuo en un producto comercial.
- Escalamiento de procesos a nivel piloto.
- Ingeniería conceptual y básica de nuevos procesos.
- Estudios de la factibilidad técnico - económica de procesos.
- Ensayos para obtener productos a partir de residuos a nivel



Fig. 1: Cenizas de caldera de biomasa forestal industrial.
Fig. 1: Ashes from forest-biomass operated boiler.



Figura 2: Pieza comercial - Apoyo fabricado con ceniza de caldera de biomasa forestal como parte de sus componentes

Picture 2: Commercial product – support partially made out of forest-biomass ashes.



Figura 3: Pieza comercial - Soleras fabricadas con ceniza de caldera de biomasa forestal como parte de sus componentes

Picture 3: Commercial product - curbs partially made out of forest-biomass ashes.

Proyectos

- ALFA: "Tecnologías limpias en la industria minero metalúrgico", mayo 2004- diciembre 2007.
- Occidental Chemical: "Estudio de la recuperación de lodos provenientes de OXY", diciembre 2006 – julio 2007.
- Gerdau Aza: "Evaluación de una alternativa técnica para la obtención de briqueta con alto contenido de cobre a partir de escorias pirometalúrgicas de la industria del cobre", marzo 2007 - marzo 2008.
- Fundación Alto Norte: "Caracterización de relaves de flotación de escorias y estudios de laboratorio para recuperación de Cu y Mo", junio 2007 - marzo 2008.
- ENAP Refinería Aconcagua, "Regularización patio excluidos", julio – diciembre 2007.
- Celulosa Arauco y Constitución S.A.: "Factibilidad técnica, ambiental y económica para la utilización de cenizas de calderas de biomasa - Grupo Arauco", agosto 2007 - diciembre 2008.
- Celulosa Arauco y Constitución S.A. - Planta Constitución: "Factibilidad técnica, ambiental y económica, para la utilización de lodos como mejorador de suelos de Planta Celulosa Constitución", diciembre 2007 - marzo 2008.
- Celulosa Arauco y Constitución S.A. - Planta Nueva Aldea: "Caracterización y evaluación preliminar para la utilización benéfica de cenizas de calderas de biomasa para la Planta Trupán", septiembre 2008 - octubre 2008.
- Celulosa Arauco y Constitución S.A - Planta Nueva Aldea y Planta Trupán: "Factibilidad técnica, Ambiental y económica para la utilización de cenizas de calderas de biomasa", mayo 2008 - agosto 2008.
- Celulosa Arauco y Constitución S.A. - Planta Arauco, "Caracterización físico – química, pruebas nivel piloto y pruebas Industriales con cenizas arena lecho de caldera 1 Celulosa Planta Arauco", noviembre 2008 - junio 2009.
- CONAMA, "Asistencia jurídica a la implementación de medidas de prevención y minimización de residuos y responsabilidad extendida del productor", diciembre 2008 –enero 2010.

Investigadores responsables

Arcadio Ulloa (arulloa@udt.cl)
 Juan Carlos Carrasco (jcarrasc@udec.cl)
 Prof. Mario Sánchez (msanchez@udec.cl)
 Prof. Mario Liberona (mliberon@udec.cl)
 Prof. Marco Sandoval (masandov@udec.cl)



5.4.8 Industrial solid waste valuation

Background

Chile releases more than 2.516.800 tons of Industrial Solid Waste (ISW) per year, with associated cost for waste generators. Considering that final disposing costs range between 30 and 5000 US\$/ton, depending on the existence of hazardous waste. The challenge is to find alternatives to find value in this waste by means of 3R's (Reduce, Reuse, Recycle).

Thus, it is necessary to find alternatives to manage and reuse waste. In this context, UDT professionals have gained a vast experience on solid waste valuation by conducting several studies and doing research that have resulted in patented technology implemented through trade agreements between waste generators and users in order to obtain products with commercial value.

Objectives

This development area aims to evaluate obtainment of products from waste likely to be commercialized.

Results

The list below shows some of the most interesting results from UDT services provided to productive companies aiming to add value to solid waste.

- Waste physical and chemical characterization.
- Laboratory trials to transform waste physically and/or chemically into a commercial product.
- Pilot-process scaling.
- Conceptual and basic engineering of new products.
- Techno-economic feasibility study.
- Industrial trials to obtain products from waste.

Projects

- ALFA: "Clean technologies in mining and metallurgic industry", May 2004- December 2007.
- Occidental Chemical: "Study to recoup sludge coming from OXY", December 2006 – July 2007.
- Gerdau Aza: "Evaluation of a technical alternative to obtain high-cooper content briquette from pirometalurgic slag of cooper industry", March 2007 - March 2008.
- Fundación Alto Norte: "Characterization of mining waste from slag floating and laboratory study for Cu-Mo recoup", June 2007 - March 2008.
- ENAP Refinería Aconcagua, "excluded backyard Regularization", July – December 2007.
- Celulosa Arauco y Constitución S.A.: "Technical, environmental and economic feasibility of applications of ashes from biomass operated boilers - Grupo Arauco", August 2007 - December 2008.
- Celulosa Arauco y Constitución S.A. - Planta Constitución: "Technical, environmental and economic feasibility of application of sludge as a soil recovering element at Planta Celulosa Constitución", December 2007 - March 2008.
- Celulosa Arauco y Constitución S.A. - Planta Nueva Aldea: "Preliminary characterization and evaluation application of ashes from biomass operated boilers for Planta Trupán", September 2008 - October 2008.
- Celulosa Arauco y Constitución S.A - Planta Nueva Aldea y Planta Trupán: "Technical, environmental and economic feasibility of applications of ashes from biomass operated boilers", May 2008 - August 2008.
- Celulosa Arauco y Constitución S.A. - Planta Arauco, "Physical-chemical Characterization, pilot-scale trials and industrial-scale trials with sand ashes from boilers 1 Celulosa Planta Arauco", November 2008 - June 2009.
- CONAMA, "Legal assistance for the implementation of measures intending to prevent and reduce waste and generator responsibility", December 2008 – January 2010.

Project-responsible researchers

Arcadio Ulloa (arulloa@udt.cl)
Juan Carlos Carrasco (jcarrasc@udec.cl)
Prof. Mario Sánchez (msanchez@udec.cl)
Prof. Mario Liberona (mliberon@udec.cl)
Prof. Marco Sandoval (masandov@udec.cl)

5.4.9 Software para gestión de residuos sólidos industriales

Antecedentes

Muchos procesos productivos tienen asociados la generación de residuos sólidos industriales (RISes). El manejo responsable de éstos, debe ser considerado una etapa más del proceso. La legislación nacional impone obligaciones a los generadores, entre las que cabe destacar el DS N° 148 “Reglamento Sanitario sobre el Manejo de Residuos Peligrosos”. Por tanto, para toda empresa y, en especial, para aquellas que desean obtener certificaciones ambientales (por ejemplo, ISO 14001), la gestión adecuada de los RISes es un aspecto de central importancia. En forma creciente, una gestión ambiental responsable condiciona la competitividad y posicionamiento de las empresas, a nivel nacional e internacional.

A pesar de la importancia mencionada, en Chile las empresas no cuentan con herramientas avanzadas para el manejo de sus RISes, lo que contribuye a que existan falencias de gestión; por ejemplo, la falta de clasificación por tipo de residuos, la no-existencia de procedimientos (o, en caso que existan, una redacción defectuosa), una falta de control o una disposición inadecuada, entre otros.

Si bien a nivel internacional existen herramientas computacionales para la gestión de los RISes, en Chile se requiere contar con un producto adecuado a la realidad nacional, que le facilite a grandes, medianas y pequeñas empresas el manejo de su sistema de gestión ambiental.

Objetivos

Desarrollar un Software de apoyo a la gestión de los RISes generados en las diferentes actividades industriales del país.

Resultados

Se desarrolló un software, denominado GERIS®, que constituye una herramienta para apoyar a las empresas en la gestión de sus residuos sólidos. El software permite mantener un control en la gestión de RISes, desde que se inicia el proceso de generación hasta la etapa de envío a disposición final; es decir, permite gestionar la generación, el retiro, el ingreso al Sitio de Almacenamiento Temporal (SAT) y la disposición final de los RISes.

Como apoyo al proceso de gestión, GERIS® genera una serie de informes, tablas y gráficos que permiten comprender la situación de los RISes a nivel particular (Unidades Generadoras) y general (Empresa). A su vez, permite el acceso a Procedimientos, Manuales y Aspectos de Seguridad, para el manejo seguro de los residuos.

El software se puede acceder a través de su sitio Web (), sin embargo, también puede ser instalado en el servidor de la empresa y personalizarse, de acuerdo a los requerimientos del cliente.

El software GERIS® es la primera herramienta de gestión de residuos industriales sólidos desarrollada en el país.

Proyectos

- Universidad de Concepción: “Implementación de sistema de gestión e infraestructura de un plan de manejo de sustancias y residuos peligrosos”, mayo 2008 – abril 2009.

Investigadores responsables

Juan Carlos Carrasco (jcarrasc@udec.cl)

Carla Pérez (cperez@udec.cl)

Claudia Esparza (clesparz@udec.cl)





5.4.9 Software for industrial solid waste management

Background

Many productive processes involve Industrial Solid Waste generation (ISW). The conscientious management of them must be considered as another stage of the process. National regulation imposes obligations to generators such as Decree N° 148 "Sanitary Regulation on Hazardous Waste Management". Therefore, adequate management of industrial solid waste by every company, especially for those that seek environmental standards certification (e.g. ISO 14001) is a very important issue. Increasingly, an environment concern results in competitiveness and positioning for companies nation and worldwide.

Despite the importance mentioned above, companies in Chile do not count with advanced tools for ISW management, facing weaknesses such as lack of waste sorting, procedures (and if there exist some they are mistakenly), control or inadequate disposing, among others.

Although, there are international computing tools for ISW management, Chile needs a product adapted to national need that facilitates environmental management systems to small, medium and large companies.

Objectives

To develop a support software for management of ISW from different industrial activities of the country.

Results

Software was developed and named GERIS®, as a tool for assisting companies in their ISW management. This software allows controlling ISW management from the generation of waste until its final disposing; it means, it helps to manage generation, collection and transport to temporary storing site and final disposing of ISW.

As management process support, GERIS® makes a series of reports, tables, graphs that help to understand ISW situation particularly (Generating Units) y generally (Company). In turn, it allows access to procedures, manuals and safety aspects for a safe waste handling.

The software can be accessed through a website (www.geris.cl); however, it can also be installed in the company's server and customized by the client. GERIS® is the first software tool for ISW management developed in Chile.

Projects

- Universidad de Concepción: "Implementation of management and infrastructure system of a hazardous substances and waste", May 2008 – April 2009.

Project-responsible researchers

Juan Carlos Carrasco (jcarrasc@udec.cl)
Carla Pérez (cperez@udec.cl)
Claudia Esparza (clesparz@udec.cl)

5.4.10 Gestión de residuos peligrosos

Antecedentes

El 16 de junio de 2004 fue publicado en el Diario Oficial el Decreto Supremo 148 del Ministerio de Salud que corresponde al Reglamento Sanitario sobre Manejo de Residuos Peligrosos, lo que constituye un hito en materia de legislación ambiental. Así, la industria nacional enfrenta el desafío de realizar y comprobar ante la autoridad un manejo seguro y adecuado de los residuos, lo que hasta entonces era, en la mayoría de los casos, un tema secundario. Las exigencias respecto al manejo de los residuos involucran toda su cadena, desde la generación hasta la eliminación, pasando por etapas de almacenamiento, clasificación, transporte, disposición final y, en especial, medidas de minimización (reducción, reutilización y reciclaje). El fin último de estas medidas es permitir a la empresa desarrollar actividades de mejoramiento continuo y, a través de ello, aumentar su competitividad.

El artículo 93 del Decreto Supremo 148 establece que los Generadores, Transportistas y Destinatarios de Residuos Peligrosos deben presentar ante la Autoridad Sanitaria los respectivos Planes de Manejo de Residuos Peligrosos y Planes de Adecuación, antes del día 13 de diciembre de 2005. Luego de este plazo, se establece que, al día 16 de junio de 2006, se deberá haber implementado las medidas señaladas en los respectivos programas y planes.

Objetivos

El desarrollo de Planes de Manejo de Residuos Peligrosos tiene por objetivos conocer, cuantificar y caracterizar los residuos generados en la empresa y mejorar la gestión de los mismos, desde su generación hasta su eliminación, promoviendo técnicas de minimización.

Resultados

UDT desarrolló un proyecto de I&D de gran envergadura cofinanciado por CORFO y Merck, asociado al tratamiento de los descartes de laboratorio generados de la utilización de reactivos químicos de la empresa Merck, lo cual constituye un punto de referencia nacional respecto a la responsabilidad extendida del productor (retrológica) en el ámbito de los insumos químicos y los residuos generados a partir de ellos. Se desarrollaron tratamientos para soluciones ácidas corrosivas y para la separación de solventes, ambos tipos de residuos provienen de laboratorios clientes de Merck de los sectores minería, farmacia y alimentos. Los tratamientos se idearon de tal forma de hacerlos económica, técnica y ambientalmente factibles. En una primera etapa se llevó a cabo ensayos a nivel de laboratorio y posteriormente se escalaron a nivel piloto utilizando para ello el equipamiento y las instalaciones de UDT. Se dispone del siguiente equipamiento especializado:

- Reactores vitrificados (4 a 1200 litros), para el tratamiento de residuos altamente corrosivos.
- Sistemas de evaporación y concentración de solventes.
- Columnas de destilación para separación y fraccionamiento de componentes.
- Secadores a vacío, con transferencia de calor directo o indirecto, entre los que destaca un secador con vapor sobrecalentado.

Proyectos

- Universidad de Concepción: "Plan de manejo de residuos peligrosos Universidad de Concepción", octubre 2004 - diciembre 2007.
- Merck: "Nuevo servicio de gestión y tratamiento de residuos de laboratorio asociado a productos Merck", octubre 2006 - julio 2008.
- ENAP Refinería Aconcagua, "Revisión y actualización del plan de manejo de residuos industriales sólidos peligrosos y no peligrosos", marzo - octubre 2007.
- Universidad de Concepción: "Plan de manejo de residuos peligrosos Universidad de Concepción", enero 2008 - diciembre 2008.

Investigadores responsables

Juan Carlos Carrasco (jcarrasc@udec.cl)
Claudia Esparza (clesparz@udec.cl)
Carla Pérez (cperez@udec.cl)
Ximena Matus (xmatus@udec.cl)
Prof. Fernando Márquez (fmarquez@udec.cl)
Prof. Jorge Yáñez (jyanez@udec.cl)
Prof. Benito Rodríguez (brodri@udec.cl)



5.4.10 Hazardous waste management

Background

On June 16th 2004, Supreme Decree 148 of MINSAL was issued on Diario Oficial corresponding to Sanitary Regulation on Hazardous Waste Management, which is considered as milestone in environmental legislation matters. Thus, Chilean industry faces the challenge to carried out and demonstrate safe and adequate management of waste, so far, was a secondary concern for most industries. The demand on waste management involves all aspects, from generation to last disposing, going through storage; sorting, transport and final disposing, specially, reduction policies (reduce, reuse and recycle). The purpose of this policy is allowing companies to develop continuous improvement activities and by this mean increasing competitiveness.

Article 93 of Supreme Decree 148 establishes that Generators, Transporters and Recipients of Hazardous Waste must present before Authority their Hazardous Waste Management Plans and Adequate Plans by December 13th, 2005. After this deadline, it is established that by June 16th, 2006, all steps cited on the respective programs and plans must be taken.

Objectives

The development of Hazardous Waste Management plans aims to quantify and characterize all wastes generated by the company and to improve management of these, form their generation to its final disposing promoting reduction techniques.

Results

UDT conducted a very important R&D Project co-funded by CORFO and Merck, on the treatment of laboratory waste produced from chemical reactive agents used by Merck, which represents a national reference point regarding the responsibility of producer in the field of chemical supplies and waste generated from them. Treatments for corrosive acid solutions and solvent separation were developed. Both type of waste come from Merck's client laboratories of mining, drug and food industry. Such treatments were designed so they were economically, technically and environmentally feasible. Firstly, laboratory trials were conducted and they were pilot-scaled using UDT equipment and infrastructure. UDT counts with the following specialized equipment:

- Glass lined reactors (4 to 1200 liters), for treating highly- corrosive waste.
- Solvent evaporation and concentration systems.
- Distillation columns for component separation and fractionating.
- Vacuum dryers with direct and indirect heat transference, an overheated steam dryer stands out among them.

Projects

- Universidad de Concepción: "Hazardous waste management plan Universidad de Concepción", October 2004 - December 2007.
- Merck: "New management and treatment of laboratory waste from a Merck product", October 2006 – July 2008.
- ENAP Refinería Aconcagua, "Revision and updating of hazardous and non-hazardous ISW management plan", March – October 2007.
- Universidad de Concepción: "Hazardous waste management plan Universidad de Concepción", January 2008 - December 2008.

Project-responsible researchers

Juan Carlos Carrasco (jcarrasc@udec.cl)
Claudia Esparza (clesparz@udec.cl)
Carla Pérez (cperez@udec.cl)
Ximena Matus (xmatus@udec.cl)
Prof. Fernando Márquez (fmarquez@udec.cl)
Prof. Jorge Yáñez (jyanez@udec.cl)
Prof. Benito Rodríguez (brodri@udec.cl)

5.4.11 Caracterización de materiales peligrosos

Antecedentes

El desarrollo de nuevas tecnologías de manejo y tratamiento, orientadas a la reutilización, el reciclaje y la reducción en origen de residuos provenientes de la industria y de actividades de laboratorios, abre una ventana hacia un futuro con mejores perspectivas ambientales. La implementación de estas tecnologías, en especial, aquéllas orientadas a residuos peligrosos, permite prevenir y mitigar los impactos negativos generados por las diversas actividades productivas.

En abril de 1999 culminó exitosamente la creación del Laboratorio Medioambiental de la Unidad de Desarrollo Tecnológico (UDT) de la Universidad de Concepción. Este laboratorio fue implementado en el marco del Proyecto Fondef "Infraestructura de gestión integral de sustancias químicas y residuos tóxicos", ejecutado por la Universidad de Concepción. El Laboratorio es el único de su tipo en la zona sur del país y mantiene estrechos lazos de trabajo con laboratorios nacionales y extranjeros de similares características.

Un aspecto importante a destacar corresponde a la acreditación del Laboratorio Medio Ambiental, según la norma 17025, en ensayos de peligrosidad y muestreo de residuos.

Objetivos

El Laboratorio Medioambiental tiene como objetivo ofrecer servicios de análisis de residuos sólidos de manera de prospectar su reducción, reutilización, reciclaje, y/o facilitar su disposición final en forma segura y responsable, para lo cual, se encuentra acreditado, según la Norma Chilena ISO 17025 Of2005 del Instituto Nacional de Normalización.

Resultados

Los análisis de peligrosidad realizados por el Laboratorio Medioambiental se rigen por la Norma US-EPA, CFR parte 261, "Identification and listing of hazardous waste". El detalle es el siguiente:

- Inflamabilidad SW-846, método 1010 (líquidos) o SW-846, método 1030 (sólidos)
- Corrosividad SW-846, método 1110 1000 3.0
- Toxicidad inorgánicos SW-846, método 1311

El Laboratorio Medioambiental realiza, además, otros análisis que permiten orientar la búsqueda de posibles usos de los residuos:

- Poder calorífico
- pH en líquidos
- pH en sólidos
- Contenido de cenizas
- Viscosidad cinemática
- Determinación de humedad
- Granulometría

Los resultados de la caracterización de los residuos, permite entregar los siguientes resultados:

- Análisis de peligrosidad de acuerdo a la norma USEPA SW-846 y al "Reglamento sobre Manejo Sanitario de Residuos Peligrosos" del Ministerio de Salud.
- Análisis de combustibles alternativos. Determinación de propiedades de un residuo sólido, para su eventual utilización como combustible.
- Apoyo en la gestión de residuos sólidos industriales y de laboratorio, por ejemplo, a través de ensayos de incompatibilidades en el almacenamiento de residuos.
- Búsqueda de alternativas de disposición final de residuos, lo que considera, entre otros, ensayos a escala de laboratorio e inertización de residuos peligrosos en pequeñas cantidades.
- Muestreo de residuos peligrosos acreditado según la Norma Chilena ISO 17025 Of2005 del Instituto Nacional de Normalización.

Cientes destacados

Desde el inicio de operaciones del Laboratorio Medioambiental se ha realizado análisis de muestras provenientes de las siguientes empresas e instituciones:

Inchalam S.A., Fibramold S.A., Servicio de Salud Concepción, Requirich S.A., Refinería de Petróleo Petrox S.A., Minera Escondida S.A., Vidrios de Lirquén S.A., Masisa S.A., Oxiquim S.A., Himce Ltda., Cementos Biobío S.A., Universidad de Concepción, ASL Laboratorios S.A., Celulosa Arauco y Constitución S.A., Energía Verde S.A., Papeles Biobío S.A., Universidad de la Frontera, CMPC Celulosa S.A., Ewos Chile S.A.

Proyectos

- SEREMI Salud Región del Bío Bío: "Servicio de acondicionamiento y pesaje de filtros", diciembre 2007 – diciembre 2008.
- CONAMA Región del Bío Bío: "Servicio de acondicionamiento y pesaje de filtros", diciembre 2007 – mayo 2009.
- ENAP Refinería Aconcagua: "Caracterización de peligrosidad de RISes", octubre 2008 – junio 2010.

Investigadores responsables

Juan Carlos Carrasco (jcarrasc@udec.cl)
 Claudia Esparza (clesparz@udec.cl)
 Carolina Llanos (carollanos@udt.cl)



5.4.11 Hazardous material characterization

Background

The development of new management and treatment technologies focusing on re-usage, recycling and reduction of industrial and laboratory waste opens a window to a brighter environmental future. Carrying out these technologies, especially those hazardous waste oriented technologies, prevent and mitigate negative impacts produced by diverse productive activities.

In April 1999, the construction of Environmental Laboratory of UDT finished successfully. The implementation of this laboratory contextualized in Fondef Project "Infrastructure of chemical substances and toxic waste integral management", conducted by Concepción University. The laboratory is unique of its kind in the southern zone of the country and keeps tight working ties with other national and international laboratories of similar characteristics.

An important aspect to stand out is the accreditation of the Environmental Laboratory under standard 17025, on waste hazard assessment and sampling.

Objectives

The Environmental Laboratory aims to provide solid-waste analysis service in order to promote its reduction, re-usage and recycling and/or to facilitate its final disposing in safe and responsible way, for this purpose it has been accredited under Chilean Standard ISO 17025 Of2005 of Instituto Nacional de Normalización.

Results

Hazard assessment carried out by the Environmental Laboratory is guided by US-EPA, CFR Standard part 261, "Identification and listing of hazardous waste". Characteristics of hazardous waste are listed below:

- Ignitability SW-846, method 1010 (liquids) o SW-846, method 1030 (solids)
- Corrosivity SW-846, method 1110 1000 3.0
- Inorganic Toxicity SW-846, method 1311

The Environmental Laboratory also conducts other analysis to search for potential use of waste:

- Heating power
- pH in liquid waste

- pH in solid waste
- Ash content
- Kinematic viscosity
- Humidity
- Granulometry

The results from waste characterization delivered the following:

- Hazard assessment according to USEPA SW-846 Standard and "Regulation on Sanitary Management of Hazardous Waste" by MINSAL.
- Alternative fuel analysis. Solid waste properties analysis for its potential use as fuel.
- Support on Management of Industrial and laboratory Solid Waste, through trials of waste storage incompatibility.
- Search of waste final disposing alternatives that consider, among others, laboratory-scale trials and making inert system of small amounts of hazardous waste.
- Hazardous waste sampling according to Chilean Standard ISO 17025 Of2005 of Instituto Nacional de Normalización.

Featured clients

From the beginning of Environmental Laboratory operation, sample analysis has been carried out for the following companies and institutions:

Inchalam S.A., Fibramold S.A., Servicio de Salud Concepción, Requimich S.A., Refinería de Petróleo Petrox S.A., Minera Escondida S.A., Vidrios de Lirquén S.A., Masisa S.A., Oxiquim S.A., Himce Ltda., Cementos Biobío S.A., Universidad de Concepción, ASL Laboratorios S.A., Celulosa Arauco y Constitución S.A., Energía Verde S.A., Papeles Biobío S.A., Universidad de la Frontera, CMPC Celulosa S.A., Ewos Chile S.A.

Projects

- SEREMI Salud Región del Bío Bío: "Filter Conditioning and weighting service", December 2007 – December 2008.
- CONAMA Región del Bío Bío: "Filter conditioning and weighting service", December 2007 – May 2009.
- ENAP Refinería Aconcagua: "Hazard assessment of ILW", October 2008 – June 2010.

Project-responsible researchers

Juan Carlos Carrasco (jcarrasc@udec.cl)
 Claudia Esparza (clesparz@udec.cl)
 Carolina Llanos (carollanos@udt.cl)

5.4.12 Manejo sustentable de recursos renovables

Antecedentes

Algunos ejemplos de recursos renovables de gran importancia para el ser humano son el agua y la biomasa agrícola y forestal. También se cuentan determinadas formas de energía, como la energía hidráulica, energía solar, energía eólica, energía mareomotriz y energía geotermal.

El aprovechamiento y mantenimiento de los recursos renovables depende de factores tecnológicos, económicos, ambientales, sociales, políticos y culturales. El desarrollo tecnológico hace posible que recursos naturales, que en periodos pasados no eran aprovechables, comiencen a serlo o bien que la eficiencia con la que se aprovechan aumente. Muchos aspectos económicos influyen en la utilización y conservación de los recursos renovables, en consecuencia, toda toma de decisiones debe incorporar aspectos legales y ambientales vigentes a nivel nacional e internacional.

En resumen, el uso sustentable de recursos renovables requiere evaluaciones complejas, incluyendo aspectos tecnológicos, además

de los tres pilares de sustentabilidad: economía, desarrollo social y medio ambiente.

Objetivos

Formular y evaluar alternativas técnico-económicas sobre el uso sustentable de recursos renovables desarrollando y aplicando herramientas, modelos, métodos de evaluación.

Resultados

La aplicación de métodos y herramientas computacionales permite conocer la disponibilidad geográfica de residuos forestales y la distribución de demanda de energía; planificar la logística de recolección y uso de biomasa forestal como fuente de energía, además de formular y evaluar escenarios técnicos de conversión de biomasa, realizar simulaciones de desarrollo regional, formular conceptos bioenergéticos locales, apoyar la toma de decisiones energéticas y logísticas a niveles macro (regional) y micro (industrial), desarrollar estrategias energéticas y realizar análisis comparativos de tecnologías.

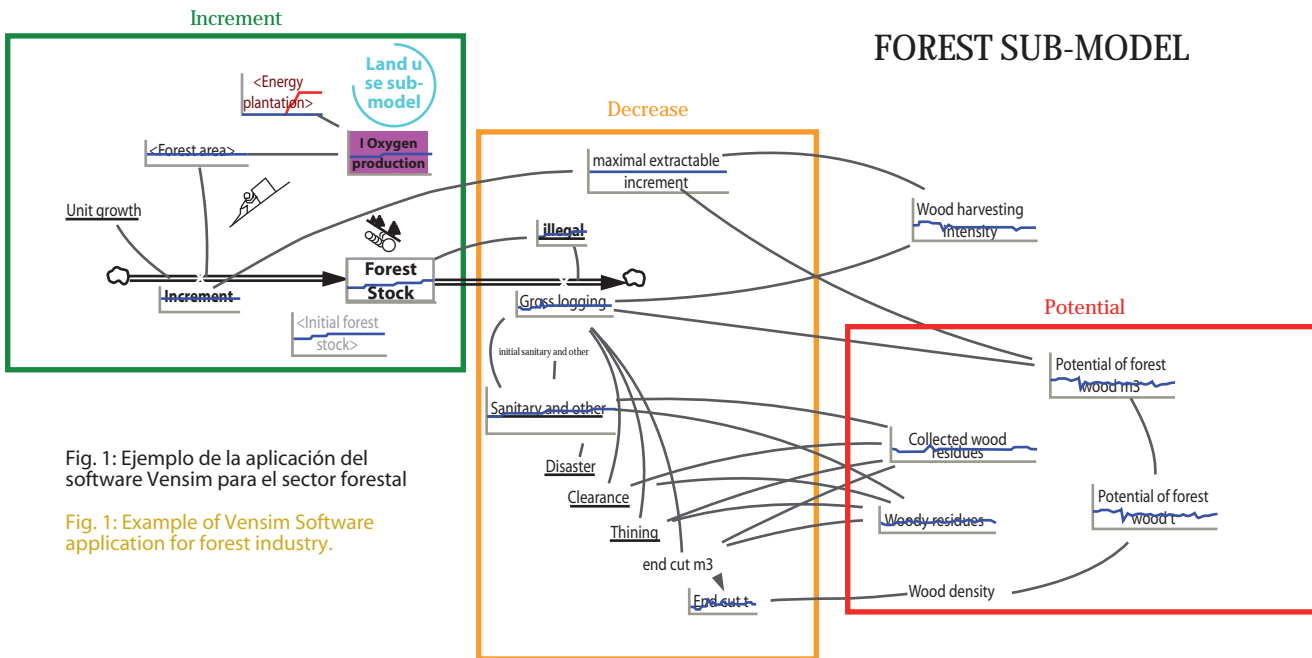


Fig. 1: Ejemplo de la aplicación del software Vensim para el sector forestal

Fig. 1: Example of Vensim Software application for forest industry.

Dentro del grupo de estudio se aplican los siguientes métodos y softwares:

- Para la representación geográfica y logística de abastecimiento de biomasa: ESRI ArcView.
- Para obtener impactos ambientales: Análisis de Ciclo de Vida
- Para toma de decisiones sustentables: MCDM (multiple criteria decision making – toma de decisiones multi-criterio) - Concepto de indicadores (AHP – proceso analítico jerárquico, ANP – proceso analítico de redes, PFEIR – presión-fuerza-efecto-impacto-respuesta) - Conceptos de dinámica de sistemas - Vensim DSS.

Proyectos

- Innova Chile: “Evaluación económica, ambiental y social del uso racional y sustentable de la biomasa forestal de la Región de Aysén”, agosto 2008 – febrero 2011.
- Fondecyt, Iniciación en Investigación: “Development of a new dynamic multiple criteria decision making tool for the sustainable development based on energy systems, and its application in the Region of Aysén”, noviembre 2008 – noviembre 2011.

Investigadores responsables

- Dra. Nora Szarka (nszarka@udec.cl)
- Dr. Alex Berg (aberg@udt.cl)
- Prof. Claudio Zaror (czaror@udec.cl)
- Prof. Alberto Bezama (abezama@udec.cl)



5.4.12 Sustainable management of renewable resources

Background

Some examples of very important renewable resources for human being are fresh water, agricultural and forest biomass as well as certain power forms such as hydraulic, solar, wind, tidal and geothermal.

Use and conservation of renewable resources depends on technologic, economic, environmental, social, politic and cultural factors. Technologic development makes natural resources, not used in the past, start being used or more efficiently used. Many economic aspects affect the use and conservation of renewable resources, consequently, any decision making must incorporate current national and international legal and environmental aspects.

Briefly, the sustainable use of renewable resources requires complex evaluations, including technologic aspects as well as economic, social and environmental ones known as the "three pillars".

Objectives

To formulate and evaluate techno-economic alternative technologies on the use of renewable resources developing and applying evaluation tools, models and methods.

Results

Methods and computing tools used allowed knowing geographic availability of forest waste and the energetic demand. Planning collection logistics and forest biomass use as well as formulating and evaluating technical scenarios of biomass conversion, making simulations of regional development, formulating local bioenergetic concepts, supporting decision making on energy and logistics at macro level (regional) and micro level (industrial), developing energetic strategies and analyzing technologies comparatively.

Within the study group, the following methods and software were used:

- ESRI ArcView: for graphic and logistic view of biomass supply.
- Life Cycle Analysis: for environmental impact assessment
- MCDM (multiple criteria decision making): For sustainable decision making - Indicator Concept (AHP - Analytic Hierarchy Process, ANP - Analytic Network Process, PFEIR - pressure-force-effect-impact-response) - system dynamic Concepts - Vensim DSS.

Projects

- Innova Chile: "Economic, environmental and social evaluation of conscious and sustainable use of forest biomass from Aysén Región", August 2008 - February 2011.
- Fondecyt, Initiation: "Development of a new dynamic multiple criteria decision making tool for the sustainable development based on power systems, and its application in the Region of Aysén", November 2008 - November 2011.

Project-responsible researchers

Dr. Nora Szarka (nszarka@udec.cl)
Dr. Alex Berg (aberg@udt.cl)
Prof. Claudio Zaror (czaror@udec.cl)
Prof. Alberto Bezama (abezama@udec.cl)

Universidad de Concepción





2007

2008

