

PROLOGO

“Nihil Intentatum” (Nada sin intentar)

Los Cuadernos de Facultad representan para la Facultad de Ingeniería e Informática de la UCS, la concreción de un ansiado anhelo en el camino de búsqueda de excelencia académica y permanente promoción de las actividades de nuestros docentes y alumnos.

El hecho de poder publicar estos aportes tiene el sentido de ofrecer a toda la comunidad universitaria un poco de lo mucho que nuestros docentes y alumnos generan día a día y que consideramos merece ser difundido y, sobre todo, compartido para bien de todos.

La calidad de los trabajos y la diversidad en las temáticas desarrolladas permiten observar, a primera vista, la riqueza que encierra esta unidad académica, cuya trayectoria de más de 30 años al servicio de la comunidad de Salta ha dado frutos importantes y dejado una huella imborrable en el desarrollo de las últimas décadas a través del protagonismo de sus graduados en todos los ámbitos de la sociedad.

En este momento de su desarrollo, esta Facultad se ha propuesto caminar por senderos que promuevan la investigación y la extensión, como pilares necesarios de acompañamiento de la tarea educativa, eje fundamental de su existencia.

Quien comparta la lectura de estos Cuadernos se encontrará sorprendido por audaces planteos como el que nos presenta el Lic. José Antonio Peralta proponiendo una reflexión sobre “El aporte del Software libre a la Cultura de la Comunidad en la Libertad”, que constituye una contribución muy actual a un tema aún no resuelto a nivel mundial como es el de las libertades para una Sociedad del Conocimiento. Por su parte, la Dra. Silvia Iburguren nos introduce en el universo de los “Contratos Informáticos”, profundizando un tema de incuestionable relevancia en la actividad negocial.

La promoción de una política de colaboración intercátedra y multidisciplinar ha dado como resultado la propuesta presentada por la Ing. Verónica Venturini, “Aplicando automatización en la agroindustria: Proyecto SCADA para la producción de tabaco”. Cerrando la temática del área informática, la Dra. Alicia Pérez nos introduce en los conceptos

de “La Belleza del Software”, tema fascinante desde el momento que entremezcla dos temas aparentemente antitéticos como son la programación de software y la búsqueda de la belleza.

En el campo del estudio de un problema que afecta nuestra vida por una cuestión de ubicación geográfica natural, como es la cuestión sísmica en nuestra Provincia, la Dra. Lía Orosco y un destacado equipo de profesionales, nos presenta un estudio sobre la “Generación de acelerogramas artificiales compatibles con la sismicidad local”, mientras que desde la experiencia concreta, el Ing. Walter Luna, docente de dilatada trayectoria profesional, expone el “Informe sobre el trabajo del desmontaje del puente de la Integración Latinoamericana”.

La búsqueda de soluciones sencillas a problemas complejos se pone de manifiesto en el trabajo sobre “Superficies de interacción y dimensionamiento de elementos de hormigón armado sometido a flexión oblicua con sollicitación axial”, realizado los Ingenieros María Inés Figueroa y Roberto Cudmani.

La profundización y preocupación por temas derivados del contexto donde se desarrolla el trabajo ha llevado al Ing. Manuel Luis Zambrano a proponernos una reflexión “Acerca de la motivación del obrero en la producción tabacalera”. Por último, la Ing. Beatriz Parra de Gallo nos presenta un trabajo sobre “La formación humanista del Ingeniero”, reflejando una preocupación constante que tiene la Facultad de Ingeniería e Informática de la UCS en los aspectos trascendentes de la formación de profesionales.

Agradecemos a todos los autores su dedicación, empeño y generoso aporte de conocimientos puesto de manifiesto en estos Cuadernos.

En el día de Santa Teresa de Jesús, 15 de Octubre de 2006.

Ing. Rodolfo Gallo Cornejo

El aporte del Software Libre a la Cultura de la Comunidad en la Libertad

Lic. José Antonio Peralta¹

proyecto @pjudicialsalta.gov.ar

Resumen

La propuesta del Software Libre se basa en el reconocimiento del derecho fundamental a conocer, usar, crear, programar, desarrollar, comunicar y compartir software, sin restricciones. Estas libertades esenciales para una Sociedad del Conocimiento, cooperan en la creación de una cultura de comunión que favorezca concretar el ideal de un mundo unido en la diversidad y no en la uniformidad. Se intentará discutir brevemente la propuesta del software libre y su efecto en la integración de países latinoamericanos a un mundo globalizado que los reconozca como parte protagónica de un nuevo orden mundial.

Palabras Claves: Software Libre, Sociedad del Conocimiento, Cultura de Comunidad

¿Qué es Software Libre?

El Software Libre² respeta la libertad del usuario. Usualmente tenemos Software Privativo, que quita la libertad del usuario, lo mantiene en estado de división e impotencia. De división porque cada uno tiene prohibido compartir con los demás su software, y de

¹ José Antonio Peralta, 41 años, casado y padre de tres hijos, es Licenciado en Análisis de Sistemas, especialista en Identificación, Formulación y Evaluación de Proyectos de Inversión. Docente de Ingeniería de Software y Análisis y Diseño de Sistemas en la Universidad Católica de Salta y la Universidad Nacional de Salta. Miembro del CIDIA (Centro de Investigación y Desarrollo en Informática Aplicada) de la Facultad de Ciencias Exactas de la UNSa. Adherente a Hipatia, organización internacional que promueve la libertad del conocimiento. Actualmente se desempeña como Consultor Informático del Poder Judicial de Salta.

² Proyecto GNU. "La definición de Software Libre" Disponible en <http://www.gnu.org/philosophy/free-sw.es.html>

impotencia porque ningún usuario puede cambiar el programa ni averiguar lo que verdaderamente hace.

El usuario de Software Libre dispone de las cuatro libertades esenciales, que definen al Software Libre:

- 0: libertad de usar el programa como quieras.
- 1: libertad de ayudarte, estudiar el código fuente y cambiarlo para hacer lo que quieras.
- 2: libertad de ayudar a tu prójimo, libertad de distribuir copias a los demás.
- 3: libertad de ayudar a construir tu comunidad, libertad de publicar una versión cambiada para uso de la comunidad.

Con estas cuatro libertades esenciales, el software es libre. Si alguna falta, entonces no se trata de software libre, y no respeta lo suficiente la libertad del usuario, y por eso no se debe usar; porque lo que quita la libertad no es aceptable.

¿Por qué estas cuatro libertades son esenciales?³

La libertad 0 es esencial para tener el control de lo que hace tu computadora. Existen programas que destruyen tu sistema cuando los usas, y así no eres libre, debes poder usarlo como quieras. Pero la libertad 0 no alcanza, ya que sólo te da libertad para hacer lo que el desarrollador ha escrito, lo que no es mucha libertad. Se necesita la libertad de poder cambiar el código fuente, que es la libertad 1, y que requiere que dispongas del código fuente y los diseños de tu software. Sin esa libertad no sabes realmente qué hace tu computadora. Sabes que pueden existir funcionalidades “malignas” en el programa, que no se desarrollan para servir al usuario sino para controlarlo, restringirlo, molestarlo (como publicidad no solicitada), cambiar la configuración de tu equipo, etc. Incluso podría existir una funcionalidad de “no funcionar” bajo ciertas condiciones. O puertas traseras que habilitan accesos no deseados. O podría suceder que ante una petición de actualización, se te entregue una versión específicamente desarrollada para vos, sin que te enteres.

³ Dr. R. Stallman: Conferencia del 5/8/04 al recibir Doctorado Honoris Causa de la U.N.Sa. Argentina

Claro que existen quienes intentan escribir programas útiles, la mayoría de los desarrolladores, pero lamentablemente están sujetos a cometer errores, y esto sin importar si se trata de software libre o privativo. La importancia de contar con la libertad 1 es que no se te imponen las decisiones de los desarrolladores y puedes cambiar el programa, de ser necesario.

Sin embargo, la libertad 1 aún no basta, porque existen millones de usuarios que no saben programar, o incluso, no todos los programadores están en capacidad técnica de modificar cualquier programa, o es demasiado trabajo para uno sólo. Por ello, para tener de verdad el control, debemos poder hacerlo en comunidad, hacerlo juntos. Por ello, la libertad 3 deriva en ayudar a construir una comunidad. Así, un programador publica su cambio y otros más pueden hacerlo en la misma dirección, dispuestos a resolver un problema o necesidad que se ha compartido, y al final tendremos mucho progreso gracias al aporte de muchos programadores. La mejor constancia de esta idea es el actual nivel de desarrollo de Internet.

Por otra parte, si existen millones de usuarios, al menos algunos sabrán programar, o por lo menos, podrán cooperar en la conformación de organizaciones que gestionen la contratación de los desarrolladores adecuados. Muchas personas aportando un poco de dinero, dándole a la organización capacidad de elegir en un mercado libre. El mercado del software privativo es monopólico, porque sólo puedes contratar modificaciones del programa a tu proveedor de licencia, y al costo por él establecido, y en las condiciones que él quiera imponerte. A veces se confunde libertad con posibilidad de elegir entre sólo algunas opciones privativas: tienes capacidad de elegir quién será “tu señor” en tecnología software, lo que para nada alcanza la categoría de libertad.

Una cuestión ética

Así, las libertades 0, 1 y 3 te dan la capacidad de decidir qué hará tu computadora.

Pero la libertad 2 se necesita por otra razón más esencial aún: para vivir una vida ética.

Si usas software sin la libertad 2, que consiste en la capacidad de compartir copias del software, estás frente a la disyuntiva de no poder ayudar a tu prójimo. Así te encuentras frente a un dilema moral cuando

alguien te solicita ayuda consistente en proveer una copia del software que necesita: o le entregas una copia y violas el contrato de licencia que te lo prohíbe, o no le entregas una copia y no le ayudas. Es decir, debes escoger entre el mal menor, que consiste en entregarle una copia y romper un contrato que no merece ser correspondido.

De todas maneras aún estás distribuyendo, aunque fuera forzando tu licencia, copias de software privativo.

Para vivir una vida ética, debes evitar los dos males. Debemos evitar el uso de programas privativos, rechazar los programas que prohíban compartir con tu prójimo.

Cuando instituciones públicas poderosas expresan que es malo compartir copias de software, y hasta lo llaman “piratería” (que es muy malo), están estableciendo una valoración contraria al acto de colaborar con tu prójimo, lo que en realidad es un gesto admirable. ¿Cuánto terror se necesitará para evitar que los hombres cooperen con su prójimo? ¿Queremos vivir así?

Comunión en libertad

Ya hemos definido al software libre. Pero quedan aún algunas aclaraciones necesarias para expresar totalmente el ideario que subyace en la filosofía del software libre. Algunos valores tecnológicos, podrían decirse superficiales, tales como fiabilidad, potencia, gratuidad, pueden confundir las razones por las cuales algunos piensan a favor o no de la propuesta del software libre. Estos son valores razonables pero no lo más importante. Las consecuencias directas de la perspectiva del software libre son la libertad y la comunión, la capacidad de decidir qué quiero y espero de mi computadora y la capacidad de construir una comunidad, cooperar, ayudar, realizarme junto al otro, mi prójimo.

No debe pensarse sólo en términos pragmáticos: “el software libre me conviene porque me ahorro el costo de licencias...”, sino que debe insistirse en la construcción de una cultura de comunión en libertad. Si no se piensa en ello, es muy fácil cambiar estos valores por comodidad o facilismo. Se deben valorar correctamente estas categorías de libertad y comunidad para rechazar otras ofertas que las pongan en peligro. La libertad no se mantiene automáticamente nunca, y nuestros países de América Latina conocen de esto particularmente.

Así también, la comunión implica un sentido de pertenencia, valor del cuál nuestros pueblos, aún subdesarrollados, han sabido dar testimonio permanente.

Consecuencias en el campo económico

El Software Libre permite construir una economía solidaria, que opere bajo el concepto de la prestación de servicios y donde los ingresos se relacionan directamente con las horas de trabajo efectivo y no con los derechos, potencialmente infinitos, de la explotación comercial de una licencia de software.

Dicha economía es de escala múltiple: en ella tienen lugar las grandes corporaciones internacionales para proyectos de gran magnitud y las empresas unipersonales que prestan servicios a individuos; todos los puntos intermedios son válidos.

Esto contrasta de manera notable con el esquema de las pocas multinacionales actuales del soft, que se constituyen en recaudadoras de impuestos en todo el mundo por el uso de sus programas en cada PC, bajo el poder de policía del Estado y la protección legal de las restricciones de copia (Copy-restrictions).

El acceso al código fuente, libremente visible y modificable, permite construir una cultura de la cooperación donde todos participan y contribuyen, en la medida de sus posibilidades y necesidades, a la construcción de un acervo de conocimiento universal que va creciendo, como un edificio a partir de sus cimientos.

No hay arquitectos centrales, mas allá de lo aceptado por todos, ya que es simple y está bien visto hacerlo, crear desarrollos nuevos a partir de proyectos con cuyas decisiones no se acuerda. Este juego de consenso y disenso aceptado, es el motor del cambio.

Si las ideas fuesen bienes económicos, el valor total del Software Libre producido en el planeta sería grandioso.

Casos de uso en América Latina y el Caribe

América Latina y el Caribe es una región consumidora de tecnología, ya sea importada de otras partes del mundo o producida

localmente por subsidiarias de compañías extranjeras. A partir de los procesos de privatización y desregulación de las telecomunicaciones, estos servicios también están dominados por gigantes globales. La mayoría del software propietario líder en el mercado ha sido traducido a español y portugués en busca de un creciente mercado de software empacado, que crece un 18% anual.⁴

Aún con la creciente importancia de las tecnologías en América Latina y el Caribe, sólo una reducida porción de la población tiene acceso a éstas, y se puede asegurar que un número mucho menor tiene posibilidades reales de apropiarse de la tecnología para impulsar el desarrollo económico y social.

Ante estas condiciones, el Software Libre se empieza a perfilar en las economías latinoamericanas como una posibilidad de participar activamente en el nuevo mercado, pautado por los avances tecnológicos y la capacidad de innovación, más allá de convertirse en fuente de mano de obra barata para industrias de países desarrollados. América Latina y el Caribe ya tienen una extensa experiencia de colaboración en proyectos globales y proyectos locales de Software Libre. Algunos estudios señalan que del total de usuarios de Linux en el mundo, aproximadamente un 5% se encuentra concentrado en países de América Latina, específicamente en Brasil, México, Chile y Argentina.

En Agosto del 2003 se llevó a cabo en Cuzco, Perú, la Primera Conferencia Latinoamericana y del Caribe sobre Uso y Desarrollo de Software Libre. La declaración final de la conferencia pone de manifiesto la urgencia de diversos sectores por empezar a considerar el software libre como parte integral de la construcción de la sociedad de información y el conocimiento, y como una prioridad en el diseño de políticas de desarrollo.

Las experiencias de uso del Software Libre en la región alcanzan el sector académico, gobiernos, empresas privadas, organizaciones civiles, y la conformación de grupos de usuarios como comunidades.

La mayoría de los países disponen de iniciativas legislativas tendientes a aprobar leyes que prioricen el uso del software libre en aplicaciones de gobierno, fundamentadas en la necesidad de asegurar a los países en desarrollo de independencia tecnológica, reducción de costos, apropiación del conocimiento, de manera tal que la tecnología

⁴ Fuente: Price Waterhouse Coopers [Brod 2003]

sea capaz de sostener el patrimonio cultural de los países, más allá de su potencial de mercado, asegurando que el conocimiento de la comunidad quedará en sus propias manos, sin restricciones arbitrarias.

El caso de Brasil es una de las experiencias más documentadas y en una de las etapas más avanzadas de incorporación de alternativas tecnológicas libres. Brasil tiene una política directamente dirigida a utilizar Software Libre de forma preferente en todas las áreas del gobierno. Es el primer poder ejecutivo a nivel mundial en llevar a cabo un despliegue masivo de Software Libre en la administración pública.

En Brasil, la industria informática mueve más de 3.000 millones de dólares al año, de los que aproximadamente 1.000 van a parar a Estados Unidos en concepto de licencias de software. El Gobierno de "Lula" apuesta por la creación de un tejido local de empresas que ofrezcan soluciones y servicios en Software Libre, para fomentar, así, el desarrollo local y desvincular la inversión pública de las grandes multinacionales.

El Estado de Rio Grande do Sul en Brasil es otro ejemplo notable: con una ley estatal a favor de la utilización de software libre y una experiencia extensa de migración de sus escuelas, universidades y el banco estatal, con más de tres millones y medio de clientes.

El Sistema Nacional e-México es un proyecto nacional de tecnología cuyo objetivo es eliminar las barreras que actualmente existen para obtener información y servicios públicos. Este proyecto busca también reducir las brechas tecnológicas al interior del país y entre la población mexicana con el resto del mundo. Con el proyecto e-México, el gobierno mexicano espera transformar el país a través de la aplicación de tecnología moderna y la interconexión de negocios, enlazando la comunicación entre los departamentos gubernamentales e iniciando una reforma de educación para crear un México digital e inaugurar una nueva era. El proyecto ha movilizado profundamente las mejores expresiones participativas de la comunidad del Software Libre, ya que es lógico pensar que un proyecto como este, tanto más si esta pensado en beneficiar al país, merezca ser desarrollado por tecnología y mano de obra local capacitada y que la propiedad intelectual y el conocimiento técnico de los sistemas desarrollados pertenezcan a la nación y por tanto a los mexicanos y no a corporaciones u organizaciones extranjeras.

El gobierno de Argentina ha dedicado un grupo interinstitucional específico para el estudio del Software Libre en el Estado. Argentina cuenta con iniciativas legislativas en pro del Software Libre así como proyectos a nivel de ministerios, municipalidades e instituciones provinciales.

Colombia tiene algunas iniciativas en institutos distritales, la Defensoría del Pueblo, la Presidencia de la República y Ministerios.

Cuba ha implementado exitosamente varios proyectos estatales, entre ellos la red de salud Infomed.

Igualmente Perú tiene algunos proyectos de salud pública y un célebre proyecto de ley a favor del software libre que se convirtiera en una cita obligada en la literatura sobre Software Libre en la región, especialmente por la respuesta que generó de Microsoft y los argumentos utilizados para la respuesta.

En Chile también hay varias experiencias de uso de software libre en Aduanas, empresas de electricidad y combustibles y otros.

Hay legislación pendiente al respecto en países como Uruguay y Costa Rica, donde se han empezado a llevar a cabo proyectos a menor escala.

Algunos países, tales como Venezuela, han incluido el Software Libre en su estrategia de gobierno digital.

Conclusiones

La propuesta del Software Libre ofrece a los países subdesarrollados la posibilidad de apropiarse de conocimiento, como camino efectivo de integración en el mundo globalizado, propiciando que cada quien sea constructor de las soluciones tecnológicas que necesite.

Pero requiere de un tipo de hombre capaz de ejercer *el don*, la coparticipación en el ejercicio del crecimiento social. Puede considerarse una expresión particular de una cultura nueva, que expresa una visión del hombre y de la sociedad a la altura de un mundo más equitativo. Propiciar Software Libre requiere de un tipo de hombre abierto a la comunión, a la relación con el Absoluto-Dios, con los otros, con la naturaleza, que encuentra su realización en el don de uno

mismo, del propio ser, y en la circulación de bienes espirituales, intelectuales o materiales, necesarios para el desarrollo de todos.

Requiere además de una sociedad nueva, que entienda a la solidaridad y la coparticipación como herramientas de vinculación entre sus miembros. América Latina, coherente a su identidad, está llamada a alcanzar estos valores, y retomar su posición responsable en la construcción de un mundo mejor.

Referencias

- Manifiesto de Hipatia <http://www.hipatia.info>
- Free Software Foundation. R.M. Stallman. <http://www.fsf.org>
- Cesar Brod, Software Libre en América Latina. <http://www.brod.com.br/files/helsinki.pdf>
- Democracia y Dictadura en la Sociedad de la Información. Diego Saravia. Information Technology for all. Bilbao. Feb 2003. Dip. Bizkaia. UE. ONU. http://www.bilbaoit4all.com/castellano/documentacion/pdf_ponencias/Diego%20Saravia%20esp.pdf
- Proyecto Software Livre Brasil: <http://www.softwarelivre.org>
- Gobierno de Brasil promoverá adopción nacional de Linux <http://www.diarioti.com/gate/n.php?id=4210>
- Gobierno de Brasil presenta plan para implantación de Software Libre. <http://noti.hipatia.info/modules.php?op=modload&name=News&file=article&sid=1441&mode=thread&order=0&thold=0>
- Economía del Software. Diego Saravia. <http://bo.unsa.edu.ar/docacad/softwarelibre/articulos/ecosoft>
- Piratería, Propiedad Intelectual, Palabras a evitar, R.M. Stallman <http://www.fsf.org/philosophy/words-to-avoid.es.html>
- La ofensiva del Software Libre. P. Wayner. Granica 2001. ISBN 8475778593
- Razones por las que el Estado debe usar Software Libre - Federico Heinz. <http://www.proposicion.org.ar/doc/razones.html>

- El Software Libre y sus perspectivas para el desarrollo en América Latina y el Caribe. Lena Zúñiga - Bellanet International Secretariat
- Proyecto e-mexico – Disponible en www.e-mexico.gov.mx
- Humanizar la Economía – Luigino Bruni y otros.
- Persona y Comunidad – Luigino Bruni, Stefano Zamagni, y otros.

Contratos informáticos

Dra. Silvia Marcela Iburguren⁵
sibarguren@aol.com

Resumen

La contratación sobre bienes y servicios informáticos ha adquirido una relevancia incuestionable en la actividad comercial tanto por su frecuencia como por su magnitud. Existen notas propias de la contratación de bienes y servicios informáticos y otras que importan la puntualización de aspectos vinculados a institutos propios de la contratación corriente. La acepción contratos informáticos es amplia e incluye los contratos en los cuales los bienes y servicios informáticos constituyen su objeto como aquellos que se concluyen mediante bienes informáticos tal el caso de la transferencia electrónica o la gama de operaciones telemáticas. Resulta pertinente distinguir conceptualmente la **contratación electrónica** de la **contratación informática**.

El estudio de estos contratos en forma particular no persigue una regulación específica sino subrayar una problemática que torna necesaria la agudización del análisis en el intérprete dentro del marco normativo vigente. El conocimiento de la técnica, la calidad del producto, la utilidad o aplicación concreta de un bien o de un servicio constituye un elemento clave para la negociación de cualquier tecnología, principalmente de la informática. Esto genera una brecha traducida en disparidad de conocimientos entre proveedor y usuario. Implica puntualizar los alcances del principio de la buena fe en esta operatoria.

⁵ Silvia Marcela Iburguren es abogada recibida en la UCS y Especialista en Planificación y Gestión de Políticas Sociales de la Universidad Nacional de Salta. Actualmente es docente Adjunta a cargo de la Cátedra de Legislación Informática de la Facultad de Ingeniería e Informática de la UCS. El presente trabajo fue presentado por la autora en el Curso Intensivo de Posgrado "El Derecho Privado hacia el siglo XXI" de la Universidad de Buenos Aires. Director del trabajo: Prof. Doctor Atilio Aníbal Alterini.

I.- Introducción

La contratación sobre bienes y servicio informáticos ha adquirido una relevancia incuestionable en la actividad comercial, no sólo por su frecuencia sino también por su magnitud.

No caben dudas de que existen notas propias de la contratación de bienes y servicios informáticos y otras que, sin ser específicas, importan la puntualización de aspectos vinculados a institutos propios de la contratación corriente, tales como documentación técnica, concepto de conformidad, deberes de información y consejo, etc..

Estas notas, sin embargo, no implican reconocerle a los contratos informáticos una autonomía conceptual y sistemática respecto de contratos de otros géneros o que tengan diverso objeto.

La acepción contratos informáticos es amplia y podría generar la idea de que incluye no sólo los contratos en los cuales los bienes y servicios informáticos constituyen su objeto sino aquellos que se concluyen mediante bienes informáticos, como en el caso de la transferencia electrónica o la gama de operaciones telemáticas.

En tal sentido, resulta pertinente distinguir conceptualmente la **contratación electrónica** de la **contratación informática**.

Se denomina **contratación electrónica** o **por medios informáticos** aquella que se realiza mediante la utilización de algún elemento electrónico, con influencia decisiva, real y directa sobre la formación de la voluntad, el desenvolvimiento o la interpretación de un acuerdo.

En un sentido amplio esta clase de contratación comprende a todos los contratos que se celebran por medios electrónicos o telemáticos. En cambio, desde un punto de vista más restringido se consideran tales solamente a aquellos contratos que se celebran mediante EDI, es decir, mediante la transmisión electrónica de datos de ordenador a ordenador.

En cambio, se entiende por **contrato informático** al que tiene por objeto bienes y servicios informáticos.

Los bienes informáticos comprenden tanto los 'elementos materiales' que constituyen el soporte físico o hardware, su unidad central

de procesamiento, periféricos, complementos, en definitiva todos los otros equipos que componen el soporte físico del elemento informático; como los 'bienes inmateriales' que proporcionan las órdenes, los datos, los procedimientos y las instrucciones en el tratamiento automático de información, cuyo conjunto constituye el soporte lógico del elemento informático.

En cambio, los servicios informáticos abarcan todos aquellos servicios que se relacionan con el tratamiento automatizado de la información y sirven de apoyo a la informática, tales como el diseño, el análisis y el mantenimiento del sistema.

II.- La categoría contratos informáticos

En opinión de Galgano, el elemento uniformante de la categoría de contratos informáticos se encuentra fuera del Derecho, ya que la informática no incorpora principios jurídicos diversos de los que regulan otras tantas materias⁶.

El estudio de estos contratos en forma particular no justifica el pretender una regulación específica, al menos por ahora (al decir de Bergel), sino simplemente pretende destacar una problemática que torna necesaria la agudización del análisis en el intérprete dentro del marco normativo y vigente.

Con acierto apunta Mirabelli que cuando se presentan situaciones nuevas es necesario descubrir, en primer lugar, los elementos de hecho, los elementos constitutivos, y, luego, delinear para cada problema singular, para cada conflicto de intereses, cuáles son las reglas derivadas del ordenamiento vigente⁷.

Por lo que, se podrá discutir sobre la oportunidad y la legitimidad de constituir una nueva categoría, pero sobre lo que no cabe ninguna duda es sobre la necesidad de dar una adecuada respuesta a un conjunto de problemas introducidos por la informática en la esfera contractual.

⁶ Galgano, Francesco, 'La cultura giuridica italiana di fronte ai problemi informatici', en I contratti di informatica, Giuffrè, Milán, 1987, p. 373.

⁷ Mirabelli, G., 'I contratti di informatica: modelli, tipicità e collegamento', en I contratti di informatica cit., p.3.

III.- Características de los contratos informáticos. Su tipicidad

El contrato informático está comprendido dentro de la amplia definición del art. 1137 del Código Civil, por el cual se considera que: "Habrá contrato cuando varias personas se ponen de acuerdo sobre una declaración de voluntad común destinada a reglar sus derechos".

El objeto de los contratos informáticos generalmente puede ser múltiple. Así, podemos mencionar como tal a:

a) bienes informáticos comprensivos de:

1.- el Hardware o conjunto de dispositivos y elementos mecánicos, magnéticos, eléctricos y electrónicos del sistema;

2.- el Software o conjunto de bienes inmateriales que constituyen el soporte lógico del sistema, incluyendo los programas de base y los aplicativos. Éste es entendido como el conjunto de afirmaciones o instrucciones para ser usadas directa o indirectamente en una computadora a fin de obtener un resultado determinado. (Public Law 96-517 (1980) de EE.UU.)

b) servicios informáticos de apoyo, como el diseño, el análisis y el mantenimiento de dicho sistema.

La diversidad de prestaciones en estos contratos es destacada por Pierre e Ives Poulet, quienes señalan entre las prestaciones a que se puede obligar al proveedor, a las de: estudio y análisis de los problemas de automatización; suministro de equipo y software; adaptación de un software a las necesidades individuales del usuario, etc.⁸

El problema de la diversidad de prestaciones se acentúa eventualmente con la pluralidad de partes. Además de los proveedores y usuarios pueden aparecer en la negociación del contrato: distribuidores, productores de equipos originales, entidades prestadoras de servicios y consultores en informática - del lado del productor -; y analistas de sistemas - por parte del usuario -

Los contratos informáticos pueden subsumirse en diversos tipos legales, como: de compraventa, de locación de obra o de servicios, de leasing y de licencia.

⁸ Pierre e Ives Poulet, 'Les contrats informatiques: Reflexions sur dix ans de jurisprudence belge et française', " Droit et Practique du Commerce international ", 1982, N° 1, p. 87.

Sin embargo, se forman contratos al margen de los principios establecidos en la norma de nuestro código, comprendidos en la denominación especial de contratos '**innominados**' (art. 1143, C.C.) o '**atípicos**'.

En múltiples aspectos el contrato informático se asemeja a los contratos clásicos; sin embargo, la complejidad de su estructura lo distingue de aquellos.

Suele suceder con frecuencia que se enrole indebidamente a cierto contrato en una categoría típica, como cuando se habla de compraventa de software, siendo que falta uno de los elementos esenciales de la compraventa, que es la 'cosa', como objeto material (art. 2311, C.C.).

Un problema central de la teoría de los contratos atípicos es el régimen al que son sometidos. Según sea el criterio adoptado, se da prevalencia a las normas de los contratos típicos afines o bien, a las reglas generales de las obligaciones y de los contratos.

Nuestro Proyecto de Código Civil de 1998, prevé las siguientes soluciones al respecto:

El artículo 913 al hablar de los contratos típicos y atípicos expresa que son tales según que la ley los regule o no. Así los atípicos se regirán por la siguiente normativa: **1º)** por la voluntad de las partes, **2º)** por las normas generales sobre contratos y obligaciones, y **3º)** por las disposiciones correspondientes a los contratos típicos afines que sean compatibles entre sí y se adecuen a su finalidad.

Cabe destacar que, tanto las normas generales como las correspondientes a los contratos típicos afines, determinan una cuestión relevante para determinar los alcances de los deberes de conducta y las responsabilidades emergentes de las partes, esto es, la ubicación de las obligaciones del prestador en las categorías de: obligaciones de medio o de obligaciones de resultado.

Una cuestión interesante es la incluida en el art. 914 del proyecto citado, al regular los **contratos atípicos con tipicidad social**.

En tal sentido el proyecto expresa que: "Se considera que tienen tipicidad social los contratos correspondientes a una categoría de negocios que son realizados habitualmente en el lugar de celebración. En

subsidio de la voluntad de las partes, están regidos prioritariamente por los usos del lugar de celebración".

En la misma línea, la VII Jornadas Bonaerenses de Derecho Civil (Junín, 1996) declararon que 'cuando se trata de contratos atípicos correspondientes a una categoría de negocios que son realizados habitualmente en el lugar de celebración, según las circunstancias, los usos de ese lugar pueden prevalecer sobre las normas generales supletorias relativas a contratos y obligaciones'.

En la práctica actual, cabe destacar que si las partes han hecho referencia explícita o implícita a un tipo, se aplica - en lo pertinente - el mismo. De lo contrario le serán aplicables los principios doctrinarios y jurisprudenciales propios de los contratos atípicos.

No debe perderse de vista que, en definitiva, el tipo legal significa control y por ende un límite a la autonomía de la libertad, y, con ello, al abuso que, en la práctica, puede presentarse en este tipo de contratación.

Al respecto, el tema asume características singulares por la notable disparidad económica y comercial entre los contratantes que coloca a uno de ellos en una verdadera posición de influencia dominante, como también por el hecho de que el proveedor es considerado profesional - con mejor dominio técnico-, mientras que el usuario, de común, no lo es; circunstancias ambas que llevan con frecuencia a la inclusión de cláusulas abusivas en los contratos.

IV.- Clasificación de los contratos informáticos

Según la **materia** del acto que se celebre, los contratos informáticos pueden corresponder a:

a) equipamiento: unidades centrales de procesamiento; periféricos para entrada, salida o almacenamiento de datos; equipos de comunicaciones; etc.

b) software: de base y aplicativo.

c) servicios: de análisis y diseño de sistemas; programación, adecuación de locales e instalación, capacitación; mantenimiento de equipos, de software; etc.

Por otra parte, estos contratos son clasificados por Bonneau ⁹, según el **negocio jurídico** que se celebre:

a') de venta de: equipo informático; de programas.

b') de leasing: la anterior ley 24.441 establecía que entre el fabricante de material informático y la entidad financiera de leasing existía un contrato de compraventa, en tanto que entre dicha entidad financiera y el usuario existía un alquiler (locación) con compromiso de venta. Sin embargo, la nueva Ley de leasing, Ley 25.248, modifica el anterior concepto y lo regula como un contrato distinto.

c') de locación: de equipo; de programas; etc. .

d') de horas máquina: es un contrato de cesión de uso para una cantidad determinada de horas máquina.

e') de mantenimiento.

f') de prestaciones intelectuales: de estudios previos; pliego de condiciones; formación del personal; contrato llave en mano; etc.

g') de prestación de servicios.

V.- Aspectos de la contratación informática

V.1.- Distancia entre el proveedor de bienes y servicios informáticos y el usuario. El deber de información.

Cuando la contratación incluye aspectos relativos a tecnología de punta es dable advertir una brecha significativa que separa al proveedor del usuario, brecha traducida en una disparidad de conocimientos.

El conocimiento del estado de la técnica, la calidad del producto, de la utilidad o aplicación concreta de un bien o de un servicio constituye un elemento clave para la negociación de cualquier tecnología, con mayor razón de la informática.

De hecho resulta dificultoso a las personas vinculadas con la utilización de bienes y servicios informáticos el poder adecuarse a los constantes cambios que se producen en la materia. Esta aceleración opera en forma distinta en el proveedor y en el usuario.

El proveedor para permanecer en la actividad debe efectuar un esfuerzo de investigación y desarrollo que lo induce constantemente a

⁹ Bonneau, Jacques-Roger, 'La pratique du droit de l'informatique dans l'entreprise. Les relations entre constructeurs utilisateurs et conseils', Ed. de l'Usine Nouvelle, París, 1984, p.29.

efectuar cambios o presentar productos distintos dentro de un mercado de alta competencia.

El usuario, en cambio, no posee de común elementos técnicos suficientes como para comparar productos o ubicar el que le puede ser más útil para satisfacer las finalidades que persigue.

Esta brecha importa para el proveedor el poder de sustentar una posición más fuerte en la negociación que, indebidamente utilizada, puede llegar a abusos en la contratación.

De allí que la doctrina y jurisprudencia ponen a cargo del proveedor una serie de deberes que adquieren dimensión especial en esta materia, como son los **deberes de información y consejo**.

En la actualidad se considera como consecuencia del principio de la buena fe, que en la etapa de formación del contrato hay una obligación tácita de información, que concierne a un deber de veracidad y consiste en hacer saber a la otra parte ciertos hechos susceptibles de influir sobre su decisión.

Al respecto, la doctrina distingue entre **propaganda e información**. Admite que la primera forma parte de un método de comercialización en el que, dentro de los parámetros normales, se tolera cierta exageración de las cualidades de la cosa de que es objeto. En cambio, el deber de información requiere que se indique con exactitud la cualidad, calidad, función, y todos aquellos datos pertinentes relacionados al objeto del contrato.

A su vez, el deber de consejo tiende a orientar la decisión del cliente, e incluye la obligación de información en sentido estricto, pero no al revés¹⁰.

Así, se considera, en teoría general, que esa información debe ser suministrada en la medida en que una de las partes sabe, o debe saber, que la otra carece de ella.

La clave para decidir cuándo hay obligación de información es determinar si su acreedor sólo la habría podido obtener con un costo

¹⁰ Llobet Aguado, J., 'El deber de información en la formación de los contratos', p. 34, Madrid, 1996.

mayor que el soportado por el deudor; el costo de obtener la información, cuando la relación se enlaza entre un contratante experto y un contratante profano, es mayor para éste, porque está precisado a asesorarse respecto de lo que el otro ya conoce.

En tal sentido, las Jornadas Marplatenses de Responsabilidad Civil y Seguros (Mar del Plata, 1989) entendieron que el deber de información sólo tiene como límites 'el secreto profesional, la afectación del derecho a la intimidad' y 'el secreto industrial'.

Incluso, en los usos y costumbres relativos a la contratación informática se considera comprendido en ellos al deber de consejo e información.

También el Anteproyecto de Código Europeo de Contratos de la Comisión Gandolfi consagra el deber de información para la etapa formativa del contrato, señalando en su artículo 7.1, que: " En el curso de las tratativas, cada una de las partes tiene el deber de informar a la otra sobre cada circunstancia de hecho y de derecho de la que tenga conocimiento, o de la que deba tener conocimiento, y que permita a la otra darse cuenta de la validez del contrato y del interés en concluirlo.

Al respecto, en nuestro país esta obligación ha sido recogida por el Proyecto de reforma del Código Civil de 1998 dispone, en su art. 927, que: 'el oferente está obligado, conforme a la regla de buena fe y según las circunstancias, a poner al alcance del destinatario de la oferta información adecuada sobre los hechos relativos al contrato que puedan tener aptitud para influir sobre su decisión de aceptar'.

La complejidad de las prestaciones y de los productos que forman el objeto de los contratos informáticos amplifica la incidencia del desequilibrio básico de información entre las partes, lo que permitiría admitir su encuadre en el denominado "**orden público tecnológico**"¹¹.

V.2.- Objetivos perseguidos por las partes. Individualización de la prestación.

Entre los objetivos perseguidos por las partes, el usuario pretende satisfacer sus propias exigencias a través de la obtención de

¹¹ Ivanier, T., 'Del'ordre technique al'ordre public technologique ', cit. por Monina en I contratti informatici, p. 123.

determinados resultados funcionales; en tanto, que el proveedor pretende garantizar la funcionalidad del equipamiento en abstracto, tratando de limitarse a adecuar el sistema a las especificaciones técnicas que le sirvieron de base contractual, dejando de lado el fin específico de la contratación.

Es la dicotomía anglosajona entre 'contracting for results' y 'contracting for resources'¹².

Esto tiene directa relación con el carácter de las obligaciones que asume el proveedor. Si simplemente se limita a contraer una **obligación de medio** la satisface con poner una diligencia normal que contribuya al logro del fin buscado; si por el contrario, adquiere una **obligación de resultado**, garantiza el cumplimiento de la finalidad perseguida por el usuario.

En materia informática las obligaciones del proveedor son por regla general obligaciones de resultado¹³, dado que la falta de concreción de determinados objetivos funcionales equivale en la práctica a la completa inutilidad del sistema, el que queda privado de valor económico.

En consecuencia, resulta de imperiosa necesidad precisar en la forma más concreta y objetiva posible el objeto de la prestación.

Al estudiar la formación del contrato informático, De Lamberterie destaca que es necesario contar con un **objeto cierto** que forme la materia del compromiso. Para que haya acuerdo es preciso que dos manifestaciones concordantes de voluntad en sus sujetos se encuentren en el tiempo y en el espacio, debiendo el contenido de la aceptación ser idéntico al de la oferta¹⁴.

Evidentemente, la determinación del objeto de la prestación no puede convertirse en una carga sólo para el proveedor. Estamos ante un caso en que funcionan los recíprocos deberes de colaboración y el usuario debe hacer su máximo esfuerzo por lograr tal determinación.

¹² Rossello, C., " I contratti dell'informatici. ... ", a cargo de Guido Alpa, giuffrè, Milán, 1984, p. 98 .

¹³ Bergel, S., 'Informática y responsabilidad civil' en Informática y Derecho, Depalma, Buenos Aires, 1988, vol.2, p. 168.

¹⁴ De Lamberterie, I., 'Contratos en informática', en derecho y tecnología Informática, Nº 1, Bogotá, 1989, p. 63.

Sobre el particular, la C.E.C.U.A. (Confederación de Asociaciones Europeas de Usuarios de Tecnologías de la Información), en sus "Cláusulas modelos para la compraventa de equipos informáticos" destaca que el Pliego de Condiciones constituye una pieza clave para zanjar las dificultades interpretativas, toda vez que el mismo 'es parte integrante de todo contrato informático'.

Para ello, es preciso y necesario que el usuario detalle sus dificultades, de tal forma que el fabricante pueda identificar y evaluar claramente el equipo físico y lógico necesario para satisfacer dichas necesidades.

Es del caso advertir que cuanto mayor sea la complejidad del equipamiento requerido, mayor será la necesidad de un pliego de condiciones técnicas redactado por personal especializado.

Tal pliego debe partir del conocimiento de las exigencias del usuario, debe traducir las necesidades del mismo en términos del equipo físico y lógico más idóneas para la tarea a realizar con los equipos físicos existentes y con los paquetes de programas y las últimas innovaciones de la industria de los ordenadores.

Ergo, la insuficiente o inexacta descripción de la prestación a cargo del proveedor conlleva a conflictos derivados del incumplimiento contractual.

V.3.- Contratos Conexos

De común, los contratos asumen formas mixtas incluyendo en su contenido diversas prestaciones pertenecientes a otros tantos contratos típicos. Así, en el mercado informático existen una serie de modelos contractuales dotados de "atipicidad estandarizada"¹⁵

Como lo sostiene Pavone La Rosa "estamos en el campo de los 'contratos' vinculados con el concepto de 'sistema', razón por la cual es difícil que se dé un contrato con esquemas puros; lo más probable es que contenga prestaciones de naturaleza variada". Es frecuente la existencia de contratos que envuelven una pluralidad de prestaciones encadenadas

¹⁵ Rossello, C., 'I contratti dell'informatici. Spunti di riflessione in comparazione con l'esperienza statunitense e francese', en I contratti di utilizzazione dei computers, a cargo de Guido Alpa, Giuffrè, Milán, 1984, p.110

en diferentes esquemas negociales (Ej. venta, asistencia técnica, entrenamiento de personal, mantenimiento, etc.).

Sin embargo, cabe distinguir la simple pluralidad de bienes comprendidos en el objeto de un único contrato (también denominados contratos mixtos) de los llamados contratos conexos.

La conexidad es un fenómeno diverso que comprende el estudio de todas aquellas relaciones en las que los contratos son instrumentos para la realización de una operación económica.

En la contratación informática es frecuente que sean celebrados algunos contratos individuales pero articulados en su sistema global.

Según Bertrand existe una multiplicidad de contratos (informáticos) debido a la especificidad de su objeto; pero lejos de hallarse aislados, se presentan muy a menudo por grupos. De tal modo, esta clase de contrato tiene una estructura de 'contrato complejo' si es que no se trata de un 'complejo de contratos'¹⁶.

Esta complejidad se puede evidenciar en el mismo acuerdo o en una pluralidad de acuerdos -formalmente independientes- pero que, atento a la unidad de la operación bajo el cariz económico, no admiten ser considerados como contratos autónomos.

En tal sentido, las XVII Jornadas Nacionales de Derecho Civil (Santa Fe, 1999) expresaron que: "Habrá contratos conexos cuando, para la realización de un negocio único, se celebran, entre las mismas partes o partes diferentes, una pluralidad de contratos autónomos, vinculados entre sí, a través de una finalidad económica supracontractual. Dicha finalidad puede verificarse jurídicamente en la causa subjetiva u objetiva, en el consentimiento, en el objeto, o en las bases del negocio", siendo menester distinguir "entre la estrategia negocial y los contratos que se utilizan para llevarla a cabo".

Sin embargo, los contratos conexos plantean dos problemas principales. Por un lado, **su interpretación**, en el sentido comprensivo de la integración del contrato; y por el otro, la **responsabilidad emergente** de los mismos.

¹⁶ Bertrand, André, 'Contrats informatiques. Services et conseils', Ed. des Parques, París, Francia, 1983, p. 25

Al respecto, el Proyecto de Código Civil argentino de 1998 en su art. 1.030 prevé que: 'Los contratos que están vinculados entre sí por haber sido celebrados en cumplimiento del programa de una operación económica global son interpretados los unos por medio de los otros, y atribuyéndoles el sentido apropiado al conjunto de la operación'.

Por su parte, en cuanto a la responsabilidad emergente, en la XVII Jornadas Nacionales de Derecho Civil cit. ut supra, se entendió que pesan sobre las partes de los distintos contratos conexos 'deberes y obligaciones respecto de los demás miembros o terceros, que tienen su origen en el sistema'.

V.4.- Contratos predispuestos, de adhesión o con condiciones predispuestas

Los contratos discrecionales, predispuestos o paritarios (también denominados de adhesión, tipo, standard, uniformes, celebrados mediante formularios, prerredactados, etc.) fueron el paradigma de la legislación clásica cuyo criterio orientador expresaba que el consentimiento libre prestado sin dolo, error ni violencia y con las solemnidades requeridas por las leyes, debía hacer irrevocables los contratos.

Ese paradigma asumía la existencia de una negociación pas à pas o de grés a grés entre los contratantes, presuponiendo su igualdad formal.

En la realidad comercial se toma en cuenta que los contratos suelen ser predispuestos por una de las partes, cuando no, sujetos a la simple adhesión de la otra.

En los contratos de adhesión, que contienen cláusulas generales y especiales, una de las partes fija todas las cláusulas y la otra puede o no adherirse, sin tener a su vez la posibilidad de formular una contraoferta y, en ocasiones, de rechazarla.

Como bien lo señala Spota, con frecuencia en estos contratos falta en principio la igualdad económica¹⁷.

¹⁷ Spota, Alberto, 'Instituciones de derecho civil, Contratos' Ed. Depalma, 1975, vol. 1, pag. 222.

El contrato de adhesión prospera al par de las situaciones monopolistas, dado que supone una posición económica de monopolio legal o de hecho del monopolista que permite la imposición al consumidor.

La situación de desigualdad entre las partes, característica de estos contratos, se agrava en los contratos informáticos, en los cuales el cliente, por ignorar la técnica informática, no puede establecer juicio sobre el producto o servicio que se le propone.

Como señala Bergel, no todo contrato concluido por condiciones generales es ilícito, pero no se puede dejar de destacar que permite la existencia de abusos por parte de quien detenta la influencia dominante¹⁸.

Se ha sostenido, en tal sentido, que en ciertos contratos de adhesión, cuando los compromisos contractuales de un proveedor no pueden ser discutidos y modificados por sus clientes, tienen carácter casi ilícito; puede haber en ellos "abuso de situación contractual", "abuso de situación económica" o "abuso de posición dominante"¹⁹.

Con acierto, en las XVI Jornadas Nacionales de Derecho Civil (Buenos Aires, 1997) se estableció que en los contratos por adhesión a cláusulas generales, predispuestos, o de consumo, la autonomía privada debe estar sometida (además de las reglas generales) al mantenimiento del equilibrio de la relación de cambio.

Este es un elemento preponderante en el tratamiento del tema, dada su fuerte incidencia en la contratación informática.

El Proyecto de Código Civil argentino de 1998 introduce diversas definiciones que coadyuvan a distinguir la diversidad conceptual existente en el tema.

Así, denomina **contrato predispuesto** a aquel cuyas estipulaciones han sido determinadas unilateralmente por algunas de las partes; en tanto, que llama **cláusula predispuesta** a la cláusula del contrato en iguales circunstancias (a las mencionadas precedentemente). (art. 899 inc. c).

¹⁸ Bergel, Salvador, 'Las cláusulas limitativas de la responsabilidad en los contratos informáticos', Revista del Derecho Industrial, Ed. Depalma, n° 21, set.-dic. 1985, t.7, p. 474.

¹⁹ Bertrand, André, 'Contrats informatiques, ob. cit., p. 13.

Por su parte, denomina **condiciones generales** a las cláusulas predisuestas por algunas de las partes, con alcance general y para ser utilizadas en futuros contratos particulares, sea que estén incluidas en el instrumento del contrato, o en otro separado. (art. 899 inc. d).

El **contrato celebrado por adhesión** es el contrato predispuesto en que la parte no predisponente ha estado precisada a declarar su aceptación (inc. e, art. cit.).

El art. 905 del proyecto reseñado contempla que los contratos predispuestos, y en su caso las cláusulas predisuestas, cuando son celebrados por escrito deben ser redactados de manera clara, completa y fácilmente legible.

Por su parte el art. 1033 agrega que éstos deben ser interpretados en sentido favorable a la parte no predisponente. De tal forma que, si ésta no actúa profesionalmente en la actividad a la que corresponde el contrato, cuando es dudosa la existencia de una obligación a su cargo, se presume su liberación, y cuando son dudosos los alcances de su obligación, se está a la que le es menos gravosa.

Como se advierte, se trata de una muy rigurosa fórmula de **favor debilis**, que ha sido incorporada a nuestro derecho a través del art. 37 de la Ley 24.240 de defensa del consumidor.

A fin de evitar los abusos que conllevan ciertos contratos o cláusulas calificadas como vejatorias, el art. 968 del proyecto de 1998, dispuso que se tienen por no convenidas las estipulaciones que por sí solas o combinadas con otras: **1)** desnaturalicen las obligaciones de las partes; **2)** limiten la responsabilidad del predisponente por daños al proyecto de vida; **3)** limiten la responsabilidad del predisponente por daños patrimoniales sin una adecuada equivalencia económica; **4)** importen renuncia o restricción a los derechos del no predisponente, o ampliación de los derechos del predisponente, que resultan de normas supletorias; **5)** obliguen al no predisponente a pagar intereses, si su tasa excede sin justificación y desproporcionadamente el costo del dinero para deudores en operaciones similares.

Sin embargo, el art. 969 prevé que las estipulaciones detalladas, precedentemente, en 3), 4) y 5) son oponibles al no predisponente si el predisponente prueba que, antes de concluir el contrato, aquél las había

conocido o hubo de haberlas conocido; y que las ha aprobado expresa y especialmente por escrito, si esta aprobación resulta razonable.

Sobre el tema la Comisión redactora del proyecto citado manifestó (entre sus fundamentos) que los tribunales están habilitados para intervenir en este tipo de contratación para evitar su desnaturalización y mantener la equivalencia en la relación negocial de cambio. Dicha desnaturalización está estrechamente relacionada con la **causa final**, la que es 'entendida como el propósito común de las partes de alcanzar un resultado económico y jurídico'. (Iº Jornadas del Fin del Mundo de Derecho Privado, Ushuaia, 1996).

VI.- La vida del contrato

VI.1.- Período precontractual

La evolución operada en el campo de la informática hace que cada vez con mayor precisión se puedan satisfacer mayores necesidades del usuario.

Los sistemas informáticos no pueden ser útiles sino cuando se han definido previamente con precisión las órdenes que se deberán ejecutar, y su papel y lugar para el futuro usuario. En razón de ello - señala De Lamberterie - usuarios analistas de sistemas y constructores han tomado conciencia de la necesidad de acudir a una metodología más rigurosa en el análisis de la necesidad y determinación del servicio²⁰.

Es en el período precontractual donde se delimita y precisa el objeto de la prestación. La conducta del usuario se torna en decisiva, en cuanto a la debida descripción de sus necesidades y la correlativa conducta del proveedor en cuanto a la observancia de sus deberes de información y consejo.

Según sea el grado de complejidad de la prestación requerida, el usuario deberá o no acudir al consejo de un consultor para que técnicamente pueda exponer los límites de la prestación requerida.

Las obligaciones que pesan sobre el usuario encuentran sus límites en las obligaciones que se le atribuyen al proveedor. Los tribunales

²⁰ De Lamberterie, ob. cit., p.63.

franceses han reiterado el criterio de que los proveedores - que se supone conocen anticipadamente las necesidades de sus clientes - no podrán devolver a éstos la responsabilidad por la falta de adecuación de la prestación a sus necesidades²¹.

El deber de información y consejo asume en esta etapa precontractual un papel protagónico, en cuanto obligaciones a cargo del proveedor, como ya se anticipó en el ítem V.1.-.

Al respecto, Savatier distingue la hipótesis en la cual un sujeto es acreedor a una simple advertencia, de aquélla en que requiere una información y de aquella otra en que existe un verdadero deber de consejo (puede ser incitativo o disuasivo respecto de una situación)²².

El deber de asesoría a cargo del proveedor encuentra sus límites en el tipo de información a que el cliente tiene derecho y espera de él: la información técnica.

En este sentido, los tribunales de París resolvieron en la causa "Cajus France c/ IBM. France" (10/4/76) que los consejos y las prevenciones que el cliente tenía derecho a esperar de parte del proveedor no podían exceder el marco de lo técnico, limitado a las condiciones de uso del material como a los costos de locación de éste, por cuya razón el cliente no podría reprochar a I.B.M. un error de apreciación del cual era enteramente responsable.

Asimismo, debe diferenciarse la obligación precontractual de la obligación contractual de consejo. En la primera etapa el deber de consejo se refiere a la elección del sistema y de los materiales, en tanto que en la segunda, este deber se entiende referido a la formación del personal, a la reorganización de los servicios o, en su caso, a la utilización de los aparatos.

La existencia de estos deberes a cargo del proveedor no puede colocar al usuario en una posición pasiva. El sinalagma contractual pone a cargo del usuario ciertos deberes de diligencia.

Resulta de interés observar la evolución operada en la jurisprudencia francesa al respecto.

²¹ De Lamberterie, ob. cit., p.65.

²² Savatier, René, 'Les contrats de conseil professionnel en droit privé, Dalloz, Chron., 1972, p. 137

Hasta 1979, los tribunales galos sostuvieron que sólo el cliente era responsable si no había hecho un análisis profundo de sus necesidades.

Este criterio fue modificado, en parte, a partir de un fallo de la Corte de París del 3/4/79, en el cual se señaló que pertenece al cliente definir sus necesidades y los objetivos a alcanzar, formulando claramente la naturaleza y el volumen del trabajo a automatizar; pero señaló que pesa sobre el proveedor una clara obligación de ayudar al cliente a expresar sus necesidades. A la obligación del usuario de informar se complementa la del proveedor de informar y aconsejar²³.

El deber de información del proveedor debe versar sobre: la calidad de los bienes a los que se refiere el contrato; los usos posibles del material; rendimiento del equipo en el tiempo; elementos para que el usuario pueda calcular la rentabilidad del sistema adquirido, costo de adquisición y de mantenimiento; eventuales riesgos de su utilización; impacto del sistema adquirido en la estructura de la empresa; necesidades complementarias del personal; entre otros.

VI.2.- El acuerdo de voluntades

La validez de un contrato in genere requiere los clásicos requisitos de capacidad, objeto lícito, causa y consentimiento.

En materia informática, ni la capacidad ni la causa ofrecen rasgos particulares. Respecto del consentimiento, su validez está supeditada a que sea prestado por una voluntad nítida y libre.

Es importante en este campo la configuración del error como vicio del consentimiento. Conforme a los arts. 926 y 928 del Código Civil, el error es causa de nulidad cuando se refiere a cualidades sustanciales del objeto del contrato.

Por otra parte, el consentimiento también puede estar viciado por dolo, en forma particular por el denominado 'dolo negativo' o reticencia dolosa.

La Corte de Casación francesa ha establecido que el dolo puede estar constituido por el silencio de una parte disimulando a su contratante

²³ París, chambre 5^a, " S.A.R.L. Cavinet Sailliot c/ Locafrance et Olivetti ", en De Lamberterie, I., 'Les contrats en informatique', Litec, París, 1983, p. 13.

un hecho que, de haberlo sabido, lo hubiera inducido a no contratar (Casación Civil III, 15/6/71); criterio éste seguido por la sala V de la Corte de París en los autos "Sté. Savié c/ Sté. Logobax".

Otro elemento que resulta constitutivo del acuerdo de voluntades es la **determinación de precio**, como contrapartida de la prestación informática.

El contrato no se constituye si la fijación del precio ha quedado librada a la discrecionalidad de una de las partes. Sin embargo, sí se considera suficientemente determinado si es determinable objetivamente.

El pago de una parte importante del precio en las etapas determinantes, como la recepción, estimula al proveedor a observar con fidelidad la ejecución de sus obligaciones.

Entre las **cláusulas más usuales** que se emplean en la contratación informática podemos mencionar:

a) relativas a la modificación del objeto del contrato: el iter entre la elaboración de un sistema y su puesta en funcionamiento puede prolongarse en el tiempo, por lo que las partes pueden convenir que el usuario en ese lapso pueda razonablemente modificar o incorporar dispositivos adquiridos de otros proveedores.

b) relativas a garantías de funcionamiento: el proveedor se obliga a asegurar el rendimiento de las prestaciones durante un período de garantía establecido en el contrato. Esta garantía comenzará a funcionar a partir de la finalización de las pruebas de recepción, una vez efectuada la recepción definitiva. Durante este período el proveedor se obliga al mantenimiento correctivo, preventivo y sistemático del equipo.

c) garantías con respecto a los derechos de propiedad intelectual o industrial: El proveedor debe garantizar al usuario que no se encontrará incurso en infracciones o presuntas infracciones a patentes, derecho de autor o secretos industriales; en el caso, deberá sanear al cliente cualquier gasto que le irroge una defensa en juicio.

d) capacitación del personal del usuario: el permanente cambio de la tecnología informática torna imprescindible la capacitación del personal del usuario afectado a este campo, dado que importa una transferencia de tecnología elemental necesaria para satisfacer las exigencias de una utilización adecuada de los sistemas.

e) documentación: el proveedor debe suministrar al usuario un conjunto de manuales y documentación anexa que permitirá un

funcionamiento satisfactorio y eficiente de los equipos. La documentación se considera que integra el equipo físico y el equipo lógico, por cuya razón debe incluirse en el precio de éstos.

f) asistencia técnica: el proveedor debe suministrar asistencia técnica de consultoría de sistemas al usuario, consistente en: concepción de sistemas, programas de ayuda a la programación, adaptación de programas, concepción de bases de datos y fichero, distribución en planta, instalación física, asesoramiento en organización y dirección, gestión de proyecto, etc.

g) nulidad parcial de cláusulas: en los contratos tipo suele incluirse la cláusula de **severance** o **severability** que importa la posibilidad de excluir del contrato cláusulas nulas o anulables, sin afectar el funcionamiento del conjunto.

h) confidencialidad: resulta de fundamental importancia para ambas partes. Desde el punto de vista del proveedor, éste transmite información calificada que no tiene interés en que se haga pública y el usuario, por su parte, le hace conocer secretos de su organización empresarial, clientes, elaboración de costos, etc. que no desea sean conocidas por terceros.

En tal sentido, en su cláusula 32.1, la C.E.C.U.A. estableció que ambas partes mantendrán en secreto cualquier información obtenida en virtud del contrato y no la divulgarán a terceros sin el consentimiento expresado por escrito de la otra parte.

VI.3.- La ejecución del contrato

Suscripto el contrato comienza el período de ejecución de las prestaciones comprometidas por ambas partes (entrega, pago del precio, mantenimiento, etc.), así como también entran a jugar las garantías del mismo.

La '**entrega**' de los equipos y de la **consiguiente conformidad** tiene especial relevancia en materia informática.

El mero hecho de la tradición del equipo o la puesta a disposición del mismo en el local del usuario no puede implicar lo que en los supuestos contractuales normales se denomina 'entrega'. De hecho, en esta materia, la simple tradición no tiene los efectos jurídicos propios del cumplimiento del contrato.

Para los sistemas complejos es imposible asegurar inmediatamente la perfecta conformidad de la cosa, es necesario observar un período

razonable a fin de poder testear el equipo, al menos en sus performances esenciales²⁴.

Tal 'entrega' se integra por una serie de pasos que conducen a obtener una conformidad vinculada al destino asignado en la contratación.

En los contratos informáticos cabe distinguir la **entrega** de la **instalación**. La primera consiste en poner el material a disposición del cliente en sus locales; en cambio, la segunda es la operación que sigue a la puesta a disposición del material y por la cual el proveedor toma todas las medidas adecuadas para hacer posible la operación del sistema.

Un tema relevante a estos efectos, es el de verificar si el equipo entregado se conforma no sólo con los aspectos estructurales contemplados en el contrato, sino también si las características que el proveedor atribuye a los bienes en su publicidad se adecuan o no a la realidad, tema que ha dado lugar a la denominada "**doctrina de la integración publicitaria del contrato**".

Dado este primer paso, se pasa a cumplir con las pruebas de aptitud del sistema que tienen por objetivo verificar si los bienes son acordes a las necesidades definidas por el cliente en la documentación contractual.

Cumplidas satisfactoriamente en los plazos previstos, las pruebas de aceptación tendrán efecto de recepción definitiva del sistema, previa constatación del nivel de calidad.

La C.E.C.U.A. establece que los proveedores cumplirán las prestaciones de conformidad con las normas técnicas aplicadas en los **buenos usos de la práctica informática**.

Por su parte, el '**mantenimiento**' - dentro de la etapa de ejecución del contrato - involucra el mantenimiento preventivo, sistemático y correctivo de los bienes, así como la sustitución o reparación de las piezas defectuosas.

²⁴ De Lophen, E. y Thunis, X., en 'Le droit des contrats informatiques', Centre de Recherche Informatique et Droit des Facultés Universitaires de Namur, Namur, 1987, p. 257.

El mantenimiento puede ser contratado por los propios proveedores del sistema o por un tercero.

En la práctica el mantenimiento puede convenirse como obligación de resultado (permanencia del equipo en estado de cumplir normalmente sus funciones) o como obligación de medio (tiempos de servicios, cambios de piezas, etc.). Las primeras generan obligaciones más severas en cabeza del prestador.

Finalmente, la ejecución del contrato lleva consigo la garantía legal de responder por '**vicios redhibitorios**', ya que compete al proveedor transmitir una posesión útil conforme a la finalidad requerida.

De acuerdo al art. 2164 del Código Civil, el vicio redhibitorio debe ser oculto, existente al tiempo de la adquisición y debe hacer a la cosa transmitida impropia para su destino. A estos requisitos la Jurisprudencia le ha adicionado el de 'gravedad'.

En el ámbito informático se considera vicio oculto el supuesto de que el equipo físico y el equipo lógico no sean aptos para el fin al cual se los destine, por causa de defectos que existían pero que no eran manifiestos en el momento en que el equipo físico y el equipo lógico fueron servidos al cliente.

Incluso, aún sin existir un defecto intrínseco, la cosa transmitida puede resultar impropia para su destino. En materia informática la insuficiencia de la capacidad de la memoria o la dilación en el tiempo de respuesta pueden impedir, sin afectar la sustancia del equipo, su normal utilización.

Ergo, se impone una **interpretación funcional** del vicio oculto.

Además, el defecto debe presentar una cierta gravedad y constituir un obstáculo lo suficientemente serio para el buen funcionamiento del equipo. Se ha entendido que incidentes menores de funcionamiento no atentan contra el uso de un equipo.

El vicio debe ser oculto. El art. 2170 del Código Civil declara exento de responsabilidad al vendedor, si el adquirente lo conocía o debía conocerlo en función de su profesión u oficio.

Como contrapartida, si el vendedor conoce o debía conocer por razones de su oficio o arte los vicios ocultos de la cosa vendida y no lo manifestó al comprador, éste tendrá, a más de las acciones de los arts. 2173 y 2174 del Código Civil, el derecho a ser indemnizado por los daños y perjuicios. (art. 2176 C.C.)

Esta garantía comienza a jugar sólo después de producida la recepción definitiva del sistema por parte del cliente o usuario.

Finalmente, cabe hacer mención respecto de la **'cláusulas limitativas de la responsabilidad'**.

La utilización masiva del computador en las más diversas ramas del quehacer humano acrecienta la posibilidad de daños, no sólo respecto al usuario, sino también respecto a terceros en general; daños cuya estimación es difícil prever.

Consecuencia de ello se ha constituido una constante preocupación para los fabricantes la redacción de contratos, donde se vuelca sobre el usuario la responsabilidad por daños.

En los contratos tipo -señala Guido Alpa- es posible verificar cláusulas donde el fabricante productor individualiza y circunscribe el ámbito de su responsabilidad, cuando no, la excluye en su totalidad²⁵.

No obstante ello, estas cláusulas limitativas de la responsabilidad sólo pueden ser admitidas con carácter restrictivo, en la medida en que no afecten principios fundamentales del derecho obligacional: la buena fe, la moral, las buenas costumbres o el orden público económico.

En una época caracterizada por el ensanchamiento del ámbito de la responsabilidad, las cláusulas limitativas de ella deben ser interpretadas con criterio restrictivo, tomando en especial consideración las particularidades del mercado y el abuso de posición dominante de una de las partes, tal el caso del proveedor²⁶.

²⁵ Alpa, G., Diritto dell'informatica: nuova terminologia per l'applicazione del diritto comune', en Comunicación al IV Congreso Internazionale sul tema Informatica e regolamentazione giuridice, Roma, mayo 1988.

²⁶ Bergel, S., 'Las cláusulas limitativas de la responsabilidad en los contratos informáticos', en Revista del Derecho Industrial, año VII, N° 21, p. 469.

Bibliografía

BERGEL, Salvador D., "Notas sobre contratación informática", en Revista de Derecho Privado, Ed. Rubinzal-Culzoni, Buenos Aires.

BRIZZIO, Claudia, "Contratación electrónica y Contratos informáticos" en Revista La Ley, Sec. Doctrina, T. 2000 A.

CORREA-NAZAR ESPECHE-CZAR DE ZALDUENDO-BATTO, "Derecho Informático", Ed. Depalma, Buenos Aires, 1994.

DE LAMBERTERIE, Isabelle, "Contratos Informáticos", en Informática y Derecho - Aportes de Doctrina Internacional, Ed. Depalma, Vol. 4, Buenos Aires, 1998.

Aplicando automatización en la agroindustria: Proyecto SCADA para la producción de tabaco

Ing. Verónica M. Venturini²⁷

veronica_venturini@hotmail.com

veronica.Venturini@jbknowledge.com

Resumen

El presente trabajo, aborda la implementación de un Sistema SCADA²⁸ aplicado a la Producción de Tabaco, más precisamente, en los procesos de la Planta de Curado de Tabaco y Especies de la UCS. Mediante dicho Sistema, es posible realizar el monitoreo de temperatura y humedad de cada estufa (desde una workstation o vía Internet), el manejo de alarmas, almacenamiento de datos históricos y envío de mensajes al celular o mail.

Palabras Clave: Automatización, tabaco, curado, PLC, SCADA, LabVIEW.

Introducción

La presente publicación, intenta reproducir en síntesis lo que fue el Proyecto de Grado “Sistema SCADA para la Producción de Tabaco”, realizado por los alumnos José Illescas y Verónica Venturini, recientemente graduados.

A lo largo del mismo, se propone la aplicación de Automatización y Control a la Agroindustria en la provincia de Salta, con el fin de explotar un nuevo sector desde el punto de vista de la Ingeniería en Informática.

²⁷ La autora es Ingeniera en Informática por la Universidad Católica de Salta. Actualmente trabaja en JBKnowledge y en Griva desarrollando sistemas, redes y servicios Web.

²⁸ Sistema de Adquisición de Datos y Control de Supervisión

Se profundiza en la implementación de Sistemas SCADA y su conexión a dispositivos de campo (instalados en las plantas industriales), como así también se destaca el uso de tecnologías no tradicionales a la hora de programar y optar por hardware de control.

Muchos productores agropecuarios invierten más tiempo recolectando y reportando información que en las actividades de “alto valor” agregado como el análisis y el planeamiento. Dentro de estas circunstancias, no se encuentran preparados para tomar decisiones a tiempo, y mucho menos a largo plazo.

Planteada esta situación, dentro de la Planta de Curado y Secado de Tabaco y Especies de la UCS, decidimos buscar una solución para informatizar y automatizar los procesos.

Cabe destacar, la importancia de las otras ramas de la ciencia, como es el caso de la Ingeniería Industrial para la definición de procesos, la Ingeniería Electrónica para la elección de los dispositivos de campo, la Ingeniería Agropecuaria tanto para la definición de procesos como para la administración de la Planta, y todas ellas en conjunto a la Ingeniería en Informática, para el control, análisis y monitoreo de los procesos.

Durante el desarrollo de este Proyecto, contamos se contó con el aporte de profesionales de la Carrera de Ingeniería Industrial, a fin de definir los procesos de la planta, intentando lograr acortar los tiempos de curado y otorgándole mayor calidad a los mismos.

La Planta

La Planta de Curado de Tabaco y Secado de Especies de la Universidad Católica de Salta (Fig. 1) esta ubicada sobre la ruta Prov. N° 68 Km 172 en el departamento de Cerrillos. La misma, cuenta con un galpón para clasificado, otro para acopio y uno para enfardado de tabaco.

Las actividades que se realizan, según las diferentes estaciones del año son: el curado de las hojas de tabaco y la deshidratación de perejil, orégano, pimentón y ají. Para ello dispone de 30 estufas.

Cuenta con un importante equipo de trabajo, entre ellos supervisores, estuferos, personal para la carga y descarga de las estufas y finalmente quienes clasifican el tabaco. Posee productores fijos, que acercan su producto para el proceso de curado y clasificación y existen otros clientes ocasionales.



Fig. 1 - Planta de Curado de la UCS – www.ucasal.net

El Proceso de Curado²⁹

Cada estufa se abastece por medio de gas natural, presentando una alternativa a las estufas tradicionales a leña a fin de evitar la depredación del bosque salteño sometido a la quema de maderas duras con bajo rendimiento económico. Cada una cuenta con 3 pisos y tiene una capacidad para 11.000 kilos de tabaco verde aproximadamente (con el 80 % de humedad). Al terminar el proceso de estufado el peso del tabaco disminuye a 1.700 kilos (con el 14 % de humedad) aproximadamente.

Cuentan a su vez con un termómetro para controlar la temperatura en su interior. Dicho termómetro tiene un Display para informar la temperatura.

Durante el estufado se intenta procesar la mayor cantidad de tabaco en el menor tiempo posible, como así también que las estufas utilicen un combustible que no contaminen el ambiente de manera excesiva.

Es importante llevar un registro del momento en que se encienden las estufas (hora y fecha), como así también de cuando deben ser apagadas, según el proceso de estufado que se está realizando.

²⁹ LLANOS COMPANY, MANUEL. “*El Curado del Tabaco - Misterio de Agricultura*”. Publicaciones de Extensión Agraria. Madrid, 1.979.

MASSALIN PARTICULARES. “*Curado de Tabaco Virginia Flue Cured*”

En general los procesos de una planta de curado de tabaco son:

- A. Recepción del tabaco: cada productor entrega a la planta el producto para su tratamiento, del cual un porcentaje quedará para la planta de curado como forma de pago.
- B. Carga y encendido: el tabaco se coloca en las estufas y posteriormente se procede al encendido de las mismas.
- C. Curado: las hojas de tabaco están en un periodo de aproximadamente 7 días dentro de las estufas, este proceso se realiza para lograr los valores de humedad y temperatura requeridos para la conservación de las mismas. Para ello se realizan los siguientes subprocesos:
 - D. Maduración
 - E. Fijación del color
 - F. Secado de la lámina
 - G. Secado de la vena
 - H. Humectación
- I. Descarga: una vez que la hoja obtuvo su curado, se las extrae de las estufas
- J. Pesado y carga en los acoplados
- K. Clasificado y enfardado
- L. Venta: del total del producto obtenido a la cooperativa

En el caso de la Planta de curado de la UCS estos procesos se realizan y controlan manualmente, en un periodo de 8 días aproximadamente.

El encargado de la Planta es el que sigue el proceso de la hoja de tabaco en todas sus etapas. Lleva a cabo tareas como ser el aumento y disminución de la temperatura, control de humedad y del matiz de la hoja.

En una primera instancia (una vez realizada la carga) se fija por medio de un termómetro digital la temperatura a la que será sometida la hoja. Luego se controla la humedad, ésta es observada por el operario y no se mide por medio de un hidrómetro. De acuerdo a esto, se abren las ventanas traseras para que ingrese aire frío, y las de adelante para que devuelvan el aire húmedo. Durante los primeros días dichas ventanas se mantienen cerradas para alcanzar el 95 % de humedad; posteriormente se las abre para realizar el secado propiamente dicho.

El primer piso de la estufa es el que recibe más rápido el aire caliente, con lo cual se observa que el tabaco empieza a madurar dentro de la estufa de abajo hacia arriba, siempre y cuando todas las hojas estén al mismo nivel de maduración. Por este motivo el encargado revisa constantemente el matiz de las hojas.

Por otro lado, los estuferos colocan en planillas la temperatura devuelta por el Display del termómetro. Estas planillas son necesarias para llevar un registro y para controlar que el paso de gas de las válvulas sea el correcto.

Una vez terminado el proceso se descargan las hojas de las estufas, se las acondicionan en cajas de cartón para entregárselas a los clientes.

Automatización de las estufas

Se considera importante el uso de herramientas tecnológicas a los fines de emitir informes, realizar un monitoreo de toda la planta a través de la pantalla y analizar la información para optimizar la toma de decisiones.

La solución propuesta consiste en la construcción de un Sistema SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition). El Sistema deberá ser capaz de capturar datos, almacenarlos, analizarlos y presentar esa información de manera gráfica para la mejor comprensión del usuario.

Un Sistema tipo SCADA corre en tiempo real y puede tener diferentes grados de automatización, por lo tanto se lo ubica principalmente dentro de la rama de Control.

Por otro lado, un SCADA, además de ser un Software que permite el monitoreo de la planta en su totalidad, también está compuesto por los dispositivos de campo, es decir, todo el conjunto de sensores y autómatas que permiten tomar los datos en tiempo real.

En este estudio, se optó por utilizar un PLC (Autómata Lógico Programable) de la marca SIEMENS. Dicho dispositivo tiene entradas y salidas analógicas y digitales.

Entonces, por ejemplo, a una entrada estaría conectado el sensor de humedad y a alguna salida el relé para activar el motor paso a paso que abre y cierra la ventana de la estufa de modo que se pueda controlar la humedad. En modo automático, desde el sistema se observaría el estado de la ventana y los valores de humedad, mientras que en modo manual el sistema permitiría al encargado realizar la apertura o cierre de ventanas de manera remota.

Para que un PLC realice acciones en particular debe estar programado. Desde nuestra experiencia el lenguaje para programar el PLC es STEP 7 de SIEMENS. El programa del PLC se puede desarrollar, probar y dejar en funcionamiento de manera independiente al Sistema SCADA que luego servirá para realizar el monitoreo.

Ahora bien, a la hora de comunicar un dispositivo de campo al Sistema, se debe analizar que tecnología usar.

En un principio la solución podría ser un Sistema basado en tecnologías PHP, base de datos MySQL, Servidor Apache, una librería para comunicarse a los dispositivos PLC, y que el usuario controle el proceso a través de un HTML.

Pero un sistema de esta categoría tiene que ser lo suficientemente confiable, por lo tanto vimos oportuno emprender una rama poco ahondada en nuestra provincia en la Informática: LA AUTOMATIZACIÓN.

Herramientas de Desarrollo³⁰

Cuando iniciamos la investigación descubrimos nuevas herramientas que agilizan el desarrollo. La primera de ellas, el programa LabVIEW 7.0.

LabVIEW es una herramienta diseñada para monitorizar, controlar, automatizar y realizar cálculos complejos de señales analógicas y digitales capturadas a través de tarjetas de adquisición de datos, puertos serie, Controladores Lógicos Programables (PLC), etc.. Es una herramienta para el desarrollo de software destinada a procesos

³⁰ LÁZARO, MANUEL ANTONI – FERNÁNDEZ, JOAQUÍN DEL RÍO. “*LabVIEW 7.1 – Programación Gráfica para el Control de Instrumentación*”. Ed. Thomson, 2.005.

industriales. Tiene origen en Alemania, y actualmente es muy usado por la comunidad Europea y de EEUU, extendiéndose en estos momentos por España, México y Venezuela.

Permite al programador desarrollar aplicaciones tipo SCADA. Se programa en un lenguaje puramente gráfico. Es decir, no se escriben líneas de código. Por ejemplo si queremos hacer un ciclo “While”, deberemos arrastrar de la paleta de herramientas un “rectángulo”, y listo! dentro de esa figurar ponemos lo que queremos ciclar.

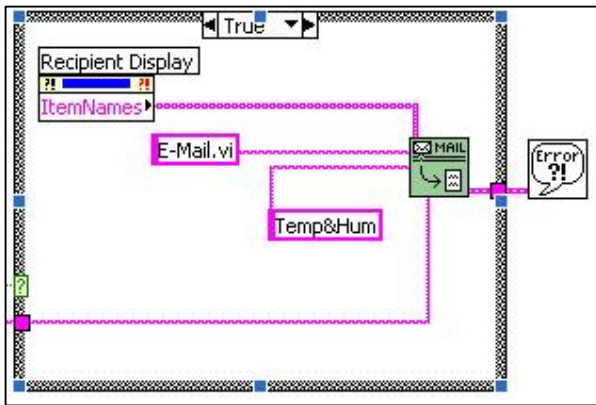


Fig. 2 - Ejemplo de Programación Gráfica en LabVIEW. – www.ucasal.net

Tiene componentes para realizar histogramas, para mostrar los niveles en un tanque, para medir temperaturas, almacenar datos históricos, conectarse a dispositivos de la PC y a los mismos PLC o sensores. Es una manera muy fácil de programar.

Existen dos conceptos básicos en LabVIEW: el Front Panel (Panel Frontal) y el Block diagram (Diagrama de Bloque).

- Panel Frontal: es la interfaz que el usuario esta viendo y puede ser totalmente parecido al instrumento del cual se están recogiendo los datos, de esta manera el usuario sabe de manera precisa cual es el estado actual de dicho instrumento y los valores de las señales que se están midiendo.
- Diagrama de bloques: es la conexión de todos los controles y variables, que tendría cierto parecido al diagrama del esquema eléctrico del instrumento.

Pero eso no es todo. El Módulo de Datalogging and Supervisory Control (DSC) es el mejor camino para desarrollar interactivamente un sistema de control y monitoreo. Es una extensión al LabVIEW para ver los datos históricos y en tiempo real, administrar y configurar eventos y señales de alarma y aplicar políticas de seguridad a las aplicaciones. Así por ejemplo, se programa que si la temperatura supera los 70° en el subproceso de Amarillamiento, debe emitir una alarma al operario para que vaya a ver si la estufa no tiene pérdida de gas.

Este módulo nos provee componentes de tipo: válvulas, motores y tanques, para diseñar la planta.

Para almacenar los datos históricos, National Instrument, empresa creadora de LabVIEW, nos provee de una Base de Datos denominada "CITADEL". No se debe crear ningún procedimiento para almacenar los datos puesto que de manera automática se cargan en la misma. (Nos referimos a datos tomados directamente desde un PLC). Luego a través de un componente del módulo DSC podremos visualizar esos datos en una planilla.

Conexión del Sistema con los dispositivos de campo

Como vemos la automatización no es una rama muy sencilla, requiere de muchos componentes.

Luego de exhaustivos estudios y pruebas, descubrimos que para comunicar el SCADA con el PLC debía existir un Servidor OPC (OLE para Control de Procesos).

Este servidor OPC utiliza una especie de conjunto de instrucciones para comunicarse con el PLC, llamadas TAGS.

Entonces para cada acción es necesario construir una TAG que luego será ejecutada por el SCADA construido en LabVIEW y enviada a través del OPC al PLC.

En el amarillamiento, por ejemplo, mientras la temperatura sea menor a 36° se aumenta 0,5° C por hora. En el programa, mientras corre un reloj (timer) para controlar el proceso, al cumplirse una hora, se envía un *TAG de escritura* al PLC para indicar que se debe aumentar la temperatura.

A su vez, el módulo DSC (Datalogin and Supervision Control) será quien transmita las señales entre el OPC y la aplicación SCADA.

Comunicación Física PLC – PC

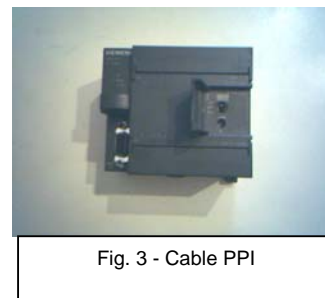
Para la comunicación entre la computadora y el PLC es necesario un cable denominado PPI-PC. La denominación surge dado que utiliza el protocolo del sistema S7-200: *interfece punto a punto (PPI)* que se

basa en la comunicación de sistemas abiertos (OSI) de la arquitectura de siete capas. El protocolo PPI es un protocolo *maestro/esclavo* implementado en un bus testigo, con niveles de señal RS-485. La velocidad de transferencia se puede ajustar a 9.600 ó 19.200 bits/s.³¹

Antes de programar el PLC, se lo debe comunicar con la PC mediante el cable PC/PPI. Para ello se realizan las siguientes conexiones:

- a. Conectar el extremo RS232 con el puerto COM1 (utilizado por los desarrolladores para este proyecto) de la PC.
- b. Conectar el extremo RS485 con el puerto de comunicación del PLC.
- c. Conectar un cable de fuente al PLC.

Para crear una Red de PLC, se los conecta en cadena. Es decir, colocando un cable en la salida de un PLC que irá enchufado a la entrada de otro PLC.



Control desde la WEB y telefonía celular

Acorde al mercado actual, es una buena opción ofrecer a nuestros clientes la posibilidad de controlar su fábrica o planta desde cualquier lugar. Para eso LabVIEW nos provee de una herramienta “*Web Publishing Tool*” que permite mostrar en la WEB cada pantalla de nuestro sistema como una página.

Por otro lado, en el caso que ocurra algún problema en la planta, el sistema emitirá mensajes al celular o mail del encargado o dueño para que este se entere de lo que ocurre y que puede hacer para solucionarlo. Se pueden enviar mensajes, archivos o mensajes cortos (ideal para celular).

³¹ SIEMENS – SIMATIC. “*Sistema de automatización S7-200*”

Prototipo

Para nuestro trabajo de tesis hemos construido una maqueta. La



Fig. 5 - Maqueta (PLC, pulsadores y lámpara) del Prototipo SCADA.

misma está compuesta por el PLC, 2 pulsadores y 1 Lámpara. De manera independiente al SCADA, se puede presionar el pulsador blanco y empezará a correr el programa del PLC. De manera automática a los 15 seg. se enciende la luz verde de la lámpara, en señal de alarma y simulando un exceso de humedad. Mediante el pulsador negro al presionarlo, se representaría la apertura de las ventanas de la estufa, apagándose en un corto período la luz de alarma.

También se puede visualizar por pantalla el proceso, si hacemos correr la aplicación de la PC:

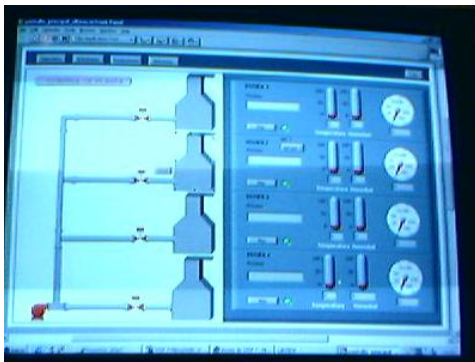


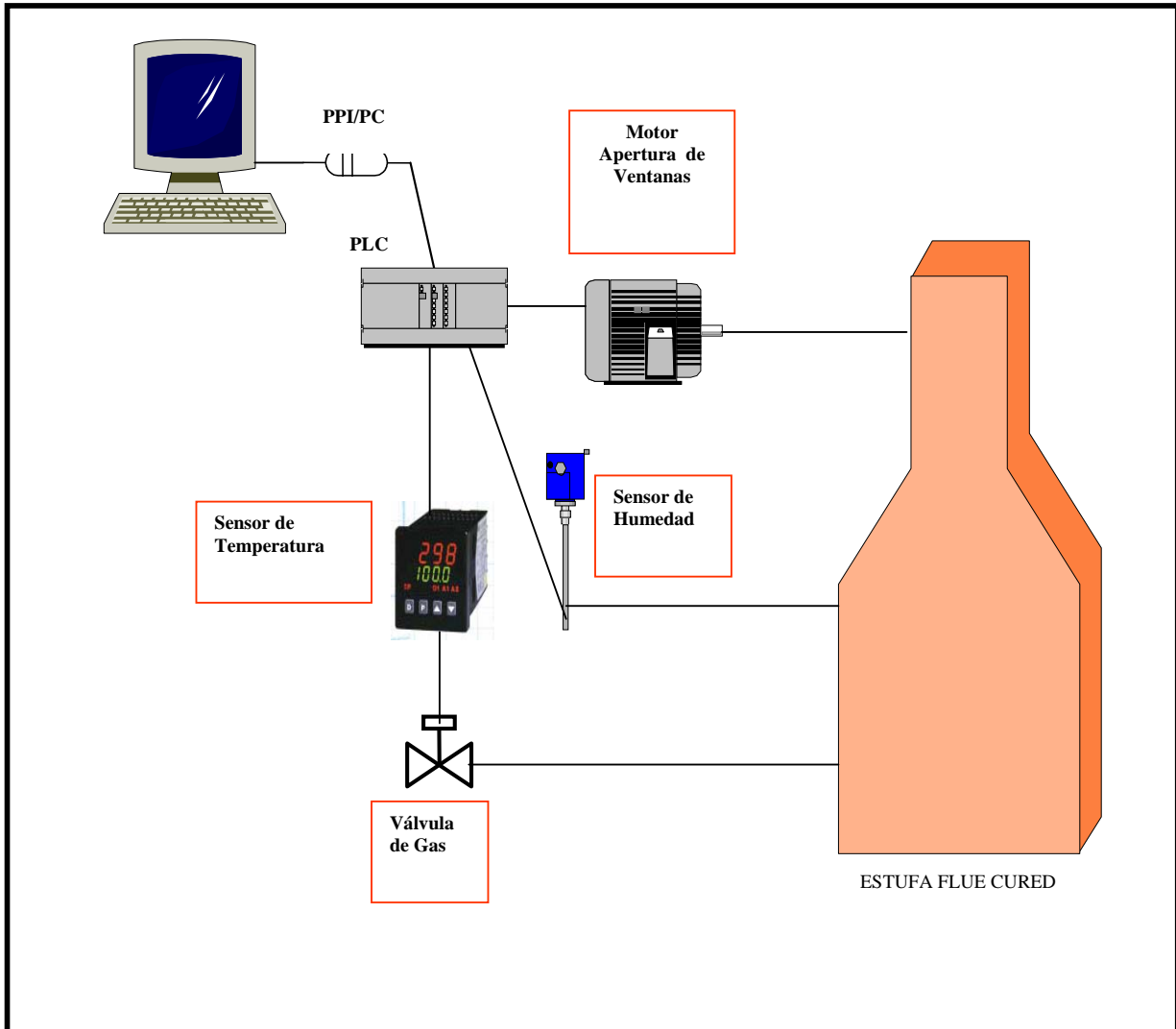
Fig. 6 - Prototipo SCADA, en donde se visualizan 4 estufas con sus respectivos termómetros y relojes.

Entonces, si se presiona el pulsador negro en la pantalla se observa la ventana abierta, hacia el costado se observa un termómetro de temperatura y otro de humedad, más el reloj que va controlando cada subproceso y un recuadro que indica en que etapa de curado se encuentran las hojas de tabaco.

Como se observa, es un tema que requiere muchas horas de investigación, muchas pruebas y precisión en los datos. Hay muchos detalles en el medio, pero superaría ampliamente las líneas de este artículo.

Para concluir y dejando de lado la tecnología usada, el valor agregado que obtiene la planta es la ventaja competitiva en el mercado, pudiendo, además, procesar más kilos de tabaco en cada temporada aumentando sus ingresos, efectividad y seguridad en las tareas.

ESQUEMA GENERAL DE LA SOLUCIÓN PROPUESTA



Conclusión

Como se puede observar, existen múltiples ramas de la Informática para ahondar y descubrir. Se debe aprovechar al máximo la tecnología aplicada al Sector Rural de Salta, lo cual permitiría el desarrollo provincial y una mayor calidad en los procesos.

Con Sistemas de esta categoría, las ganancias de las industrias pueden aumentar notablemente. A pesar de su alto costo, ayuda a reducir tiempos de proceso con lo cual aumenta la productividad. Por otra parte, el retorno de la inversión es a corto plazo.

Bibliografía

Libros:

LLANOS COMPANY, MANUEL. *“El Curado del Tabaco - Misterio de Agricultura”*. Publicaciones de Extensión Agraria. Madrid, 1.979.

MASSALIN PARTICULARES. *“Curado de Tabaco Virginia Flue Cured”*

SIEMENS – SIMATIC. *“Sistema de automatización S7-200”*. Manual del Sistema. Alemania, 1.997.

LÁZARO, MANUEL ANTONI – FERNÁNDEZ, JOAQUÍN DEL RÍO. *“LabVIEW 7.1 – Programación Gráfica para el Control de Instrumentación”*. Ed. Thomson, 2.005.

NATIONAL INSTRUMENT - LabVIEW. *“Database Connectivity Toolset User Manual”*. 2.001.

NATIONAL INSTRUMENT - LabVIEW. *“LabVIEW Datalogging and Supervisory Control Module”*. 2.000.

NATIONAL INSTRUMENT. *“LabVIEW User Manual 7”*. 2.003.

Internet:

- <http://www.ni.com>
- <http://www.od.siemens.de>
- <http://www.ordenatas.es/automata/scada.htm>
- <http://www.euskalnet.net/m.ubiria/ARTICULOS.htm>
- <http://www.kisters.de/spanish/>
- http://www.ambientum.com/catalegs/100000999/00181_p3a.htm
- <http://www.librostecnicos.com.ar>
- <http://www.picotech.com>

La belleza del software

Dra. Alicia Pérez³²

Facultad de Ingeniería e Informática
aperez@ucasal.net

Resumen

Cuando alguien aprende a programar, a menudo se encuentra con reflexiones sobre la “belleza” de algunas soluciones clásicas a problemas de programación. Aunque la elegancia del código pase a segundo plano cuando uno se embarque en proyectos más grandes, hay razones importantes, y no sólo académicas, para buscar la elegancia del software. Este artículo pretende fundamentar dichas razones.

1. Introducción

Cuando alguien aprende a programar, a menudo se encuentra con reflexiones sobre la “belleza” de algunas soluciones clásicas a problemas de programación. Este el caso, por ejemplo, de la elegancia de la secuencia de Fibonacci, uno de los ejemplos clásicos utilizados para aprender recursividad. Aunque la elegancia del código pase a segundo plano cuando uno se embarque en proyectos más grandes, o no sienta la presión de que alguien va a evaluar académicamente el trabajo, como profesora me gustaría que permaneciera como aprendido que a menudo las soluciones bellas, o elegantes, son soluciones buenas.

Mi motivación para escribir este artículo es variada. Me sorprendió leer un artículo reciente en la muy citada y respetada revista Communications de la asociación profesional ACM titulado “El software

³² La autora es Licenciada en Informática por la Universidad Politécnica de Madrid y PhD in Computer Science por Carnegie Mellon University. Actualmente se desempeña en la Facultad de Ingeniería e Informática de la UCS como docente de Sistemas Expertos y de Compiladores y como Jefa del Departamento de Investigación y en la Universidad Carlos III de Madrid (España) como docente de Inteligencia Artificial (2004, 2006) de la carrera de Ingeniería Informática - grupo bilingüe.

como Arte” (Bond 05) y pensé que una reflexión sobre ese tema podría ser interesante en el entorno de nuestra carrera y nuestros estudiantes. Por otra parte, he intentado motivar a mis alumnos de Inteligencia Artificial, en el último año de su carrera, a que pensarán soluciones elegantes para un problema de programación relativamente complejo, prometiendo que si las encontraban su trabajo de programación y depuración de errores podría simplificarse enormemente. Me sorprendía enormemente su facilidad para usar código spaghetti, no poner comentarios y en general parchear sus soluciones sin saber exactamente al final qué es lo que estaban intentando hacer. Y todo esto después de haberles proporcionado en pseudocódigo una idea elegante como base para el algoritmo. Como practicante y estudiosa de la informática, y amante de la ciencia en esta disciplina, me cuesta aceptar este desinterés. Mi convicción, y la de muchos de mis compañeros en proyectos a lo largo de los años, he de admitir que en el campo de la investigación fundamentalmente, es que hay razones importantes, y no sólo académicas, para buscar la elegancia de nuestro software. En este artículo voy a intentar fundamentar esta convicción.

2. Belleza y elegancia del código

Un problema para este análisis es determinar cuál es el concepto de “bello” o “elegante” cuando se aplica al código. Es obvio que no siempre todas las opiniones van a coincidir. Cuánto y cómo comentar el código es un ejemplo clásico de esto, que nunca parece quedar obsoleto (Raskin 05). Una discusión reciente en Slashdot, un visitado sitio Web para programadores, mostraba con ejemplos y encendidas opiniones los distintos puntos de vista sobre qué es código bello. Por cierto que esta discusión apareció motivada por el siguiente mensaje, que puede ser relevante para nosotros como educadores de los nuevos informáticos:

¿Dónde puedo encontrar código bello? Posted by Michael on Wed Jan 24, '01 from the not-in-anything-I-write-that's-for-sure dept.

eGabriel escribe “Uno de los beneficios del software libre que todavía no he visto explorar aquí [slashdot.com] es la oportunidad de estudiar código elegante, magistral. Además de poder compartir y disfrutar distintas aplicaciones, y reutilizar su código fuente, también es posible sencillamente descargar el código y verlo por placer, para aprender de los maestros de

este arte. Desde luego hay criterios diversos para determinar qué hace que un fragmento de código sea excelente o bello, y no estoy interesado en discutirlo. Sin embargo, si alguien ha encontrado un fragmento de software libre que sirva como un caso de estudio excelente por cualidades valoradas por los programadores, me gustaría leer el código y así dejarme educar. Sería igualmente interesante ver código que sea realmente malo, siempre y cuando esto no se convierta en ataques directos contra los programadores involucrados. Cualquier código que demuestre un diseño elegante y magistral sería material de lectura excelente; no importa tanto en qué lenguaje esté escrito. Si se trata de código 'literato'³³, mucho mejor.” (Michael 05)

Creo que el autor hace un comentario interesante, expresado también en las palabras de Grady Booch, autor de una conocida metodología para el diseño orientado a objetos y uno de los creadores de UML (Unified Modeling Language). En su blog Booch escribe:

“Es un gusto estudiar el código fuente de MacPaint (escrito en Object Pascal). Don Knuth dice que es uno de los programas más bellos que ha leído. Saben, es curioso que en la mayoría de las disciplinas se aprende estudiando los artefactos de otros maestros, pero todavía no he visto un curso de informática que se titule *Lecturas en Software (código)*. Afortunadamente hay un nuevo libro que por fin trata de esto y que recomiendo encarecidamente, *Code Reading*, de Diomidis Spinellis. El trabajo de Don sobre programación literata también es una buena fuente.” (Booch 04)

Booch habla también de su colaboración con el Museo de Historia de la Informática para conservar software clásico y está trabajando en un libro, el Handbook of Software Architecture, que pretende recoger las arquitecturas de una amplia colección de sistemas software, presentándolos de forma que puedan apreciarse los patrones esenciales y establecer comparaciones. Este libro está disponible en la Web (www.booch.com/architecture) y abierto a un enfoque colaborativo para su creación a medida que vaya avanzando. En la presentación de este libro, Booch insiste en que una señal de la madurez de una

³³ 'Literato' se refiere a código escrito siguiendo la metodología de 'literate programming' que describiremos más adelante. La traducción como 'programación literata' es la que aparece en Wikipedia (http://es.wikibooks.org/wiki/Agentes_de_chat#Literate_Programming, 21 Feb 2006)

disciplina de ingeniería es que se puedan nombrar, estudiar y aplicar los patrones relevantes a su dominio. Por ejemplo, en la ingeniería civil pueden estudiarse los elementos fundamentales de la arquitectura mirando obras que exponen y comparan distintos estilos. Sin embargo no existe un trabajo similar de referencia en la ingeniería del software.

La conversación provocada en Slashdot.com por el mensaje anterior fue archivada por este sitio después de 370 mensajes en diecisiete horas. Quedó claro que los desarrolladores que escribieron están apasionados por su trabajo y tienen opiniones claras sobre lo que es agradable y lo que es insoportable. Como Bond indica, “perciben una estética que subyace a cómo encaran el desarrollo de software y que les da realimentación instintiva en cada etapa del desarrollo”. Como consecuencia es obvio preguntar en qué se basan estos juicios estéticos, y si se basan simplemente en cuestiones propias de la informática o por el contrario el software puede llegar a cruzar la frontera utilitaria para convertirse en arte.

3. El software como arte

En los últimos años esta discusión se ha extendido más allá de los informáticos a los artistas que usan nuevos medios. Algunos festivales de arte moderno ya dan premios a “software artístico” y algunos museos dedican espacio a este tipo de obras. Por ejemplo, el festival Transmediale 2001 de Berlín (www.transmediale.de) fue el primero en ofrecer un premio (US\$4.700) a una obra de software artístico, con la condición de que además de funcionar, tendría que proporcionar una experiencia que vaya más allá de su aplicación práctica. El festival READ_ME 1.2 de Moscú en 2002 estuvo dedicado únicamente a software y se buscaba “arte cuyo material sea código de instrucciones algorítmicas y/o que se refiera a conceptos culturales del software”. Este festival se ha repetido en distintos países en años posteriores (readme.runme.org). Se trataría según Bond de la primera generación de arte software, que además está siendo prácticamente ignorada por los informáticos, quienes tal vez serían los más capaces de apreciar este medio y su capacidad de expresión. Este artículo no pretende profundizar más estos aspectos.

4. Donald Knuth: El Arte de la Programación

Al hablar de la programación como arte, inmediatamente viene a la mente el nombre de Donald Knuth, una figura histórica de la informática, a quien muchos consideran el creador del análisis de algoritmos, y quien ya en los años 60 había comenzado la publicación de su colección “The Art of Computer Programming” en siete volúmenes.³⁴ Knuth recibió el prestigioso Turing Award en 1974. En aquel momento eligió el tema “La programación como arte” para su conferencia al recibir el premio (Knuth 1974). A continuación revisamos algunos aspectos de aquél trabajo.

4.1 Obras de arte

Cuando Knuth habla de programación como arte, en primer lugar se refiere a una forma artística, en un sentido estético. Su meta principal como educador y autor es “ayudar a otros a aprender a escribir *programas bellos*. ... Siento que cuando preparamos un programa puede ser como componer poesía y música”. Para Knuth, citando a Andrei Ershov, poder dominar la complejidad y establecer un sistema de reglas consistentes son logros considerables capaces de dar satisfacciones intelectuales y emocionales. Knuth continúa:

“Además cuando leemos los programas de otras personas podemos reconocer algunos como auténticas obras de arte. Todavía recuerdo la emoción de leer el listado del programa en ensamblador SOAP II de Stan Poley... y ver lo elegante que podía llegar a ser un programa de sistemas, especialmente al compararlo con el código pesado de otros listados de la época. La posibilidad de escribir programas bellos, hasta en ensamblador, fue lo que me hizo engancharme a la programación. Algunos programas son elegantes, algunos son exquisitos, algunos son brillantes.”

³⁴ Para saber más de Don Knuth puede consultarse http://es.wikipedia.org/wiki/Donald_Knuth o visitar directamente sus páginas Web en la Universidad de Stanford, donde ha sido profesor y ha influenciado generaciones de informáticos e investigadores. Estas páginas <http://www-cs-faculty.stanford.edu/~knuth/> describen sus variados proyectos, aportes e intereses. Un detalle pintoresco es que ofrecía recompensas de US\$2.56, correspondiente a un \$ hexadecimal, a quienes encontraran erratas en sus libros.

4.2 Gusto y estilo

Knuth indica que no hay un único “mejor estilo”, que cada uno tiene sus propias preferencias y que no se le puede obligar a algo que no le es natural y negarle un “placer completamente legítimo”. Aunque hay cosas que otros programadores hacen y él nunca haría, Knuth no se atreve a juzgarlas ya que “lo importante es que están creando algo que ellos piensan que es bello”. Otro pionero, Edsger Dijkstra, compara el enseñar programación con el enseñar composición musical. El profesor no debe enseñar a sus alumnos a componer una sinfonía particular, sino ayudarles a encontrar su propio estilo, explicándoles las consecuencias. Esa analogía llevó a Dijkstra a titular su libro “El Arte de la Programación” (Dijkstra 1971). Knuth, en sus famosas conferencias de 1999 en MIT sobre “Dios y las computadoras” (Knuth 1999) compara la belleza de un programa con la belleza en música o literatura: programas donde las tareas están elegantemente indicadas y cuyas partes se unen sinfónicamente. Así, unos programas pueden ser ingeniosos y otros causar “dolor” al que los lee (ciertamente un dolor de cabeza).

No obstante, Knuth propone algunos principios estéticos más importantes que otros, por ejemplo, la “utilidad” del resultado: “es especialmente agradable que lo que nosotros consideramos bello sea además considerado útil por otros”. Knuth indica además otros sentidos en que se puede identificar a un programa como “bueno”. Primero, que funcione correctamente. Segundo, que sea fácil de modificar cuando sea necesario. Ambos aspectos se consiguen si el programa es fácil de leer y de entender. Otro aspecto de un buen programa es que “interactúe bien con sus usuarios, especialmente al recuperarse de errores humanos en los datos de entrada” utilizando mensajes de error útiles o diseñando formatos flexibles para los datos de entrada.

Otro aspecto importante de la calidad de un programa es que use eficientemente los recursos. Ya en 1974 Knuth indicaba “siento decir que hoy en día muchos condenan la eficiencia de un programa, diciéndonos que es de mal gusto. La razón de ello es que estamos experimentando una reacción a una época en que la eficiencia era el único criterio de calidad. ... El problema real es cuando una preocupación excesiva por la eficiencia en los lugares equivocados en los momentos equivocados; la optimización prematura es la raíz de todos (o casi todos) los males en programación”.

Knuth encuentra satisfacción estética al conseguir algo con herramientas limitadas. “El programa del que estoy más orgulloso es un compilador que escribí para una minicomputadora primitiva que tenía sólo 4096 palabras de memoria, cada una de 16 bits”. Knuth observaba en 1974 que los mayores avances de programación de esa época surgieron de personas que no tenían acceso a computadoras muy grandes. Para él la moraleja es que deberíamos usar el concepto de recursos limitados en la educación, ya que el lujo tiende a hacernos letárgicos. “El arte de atacar miniproblemas con toda la energía agudizará nuestro talento para los problemas reales. ... No deberíamos abandonar el arte por el arte; no deberíamos sentirnos culpables de hacer programas sólo por divertirnos”. Relata la experiencia del entusiasmo y el aprendizaje de un grupo de sus alumnos en Stanford cuando fueron capaces de escribir un programa en Fortran y otros lenguajes capaz de producirse a si mismo como salida.

4.3 Crear herramientas bellas para otros

Knuth termina su discurso pidiendo a los diseñadores que nos den herramientas bellas para trabajar con ellas: “por favor, dennos herramientas con las que trabajar sea un placer, especialmente para tareas rutinarias, en lugar de proporcionarnos cosas con las que tenemos que pelear. Por favor, dennos herramientas que nos animen a escribir mejores programas. Es muy difícil convencer a alumnos de primer año de que programar es hermoso cuando lo primero que les tenemos que decir es cómo perforar ‘barra barra JOB igual etc’ ”. Entre las herramientas con estas características están aquellas que permitan al programador usar su creatividad sin forzarle con una excesiva automatización; las que ayudan a medir la eficiencia de sus programas y los cuellos de botella reales (en lugar de sólo proporcionar compiladores que secretamente operan optimizando el código sin explicar cómo); y finalmente lenguajes de programación que fomentan buen estilo en la programación. Knuth escribía esto en 1974 en pleno surgimiento de la programación estructurada.

4.4 Programación literata

Merece la pena mencionar que Knuth, unos veinte años después de recibir el premio Turing, desarrolló lo que se dio en llamar “programación literata”.

Creo que ha llegado el momento para que la documentación de los programas sea significativamente mejor, y la mejor forma para conseguir esto es considerando que los programas son obras literarias. Por eso mi título: “Programación literata”. (Knuth 1984)

Se trata de un enfoque para el desarrollo de programas con el objetivo de que escribir y leer software sea más agradable. La Wikipedia indica que es “cierta metodología para el desarrollo de programas que consiste en darle prelación a la documentación de un programa frente el código... Se concentra en describir el problema, las posibles soluciones, la descomposición del programa en fragmentos más sencillos, la descripción de cada fragmento y, finalmente, el código de cada fragmento” (Wikipedia 06). El primer paso es explicar a una persona (en lugar de a la máquina) qué es lo que se quiere que haga el programa y se va mezclando el lenguaje natural (usado en la documentación) con el lenguaje de programación en un solo archivo fuente. Knuth desarrolló el primer entorno para programación estructurada en 1981. Lo llamó WEB, según él porque era una de las pocas palabras en inglés de tres letras no utilizadas hasta entonces en informática, y lo utilizó para su popularísimo sistema TeX.

5. ¿Qué hace que un programa sea bello?

Ciertamente muchos programadores de hoy estarían de acuerdo con estos pensamientos de Don Knuth. El mismo Grady Booch propone algunos aspectos básicos en su blog ya mencionado.

¿Qué hace que el software sea bello? La era *dot bomb* estaba llena de modelos de negocios estúpidos, pero al mirar hacia atrás nos dijo una cosa: la ingeniería sólida nunca pasa de moda. Para mí, esto significa construir sistemas software que sigan tres principios básicos: habilidad precisa y abstracciones flexibles, mantener los distintos objetivos separados, y crear una distribución de responsabilidades equilibrada (Booch 04)

¿Qué es entonces el código bello? Obviamente no es suficiente que funcione o tenga éxito comercial, que sea una de las llamadas “killer apps”. Mathew Heusser publicó en el leído sitio Dr. Hobbs (Heusser 05) algunas características que ha encontrado en código que

le parece bello. Las reproducimos a continuación complementadas con otros aportes.

1. El código bello es fácil de leer. Es terrible tener que mantener y modificar código que no se entiende. Una de los aspectos de la legibilidad del código es que las funciones no deberían ser demasiado largas ni tener demasiados argumentos. Para determinar cuál puede ser el número de variables razonable que se pueden manejar, Heusser indica que la ciencia militar e incluso el ajedrez nos enseñan que la mayoría de las personas sólo podemos mantener en la mente un máximo de 3 a 7 variables. A partir de ahí, les perdemos la pista, las olvidamos y por tanto es fácil que el software contenga errores. Por esta razón si el código es demasiado complejo, merece la pena descomponerlo en unidades más pequeñas. Aunque Heusser no lo indica, esta cifra máxima está sustentada en uno de los artículos fundamentales de la psicología cognitiva, escrito por George Miller en los años cincuenta y titulado "The Magical Number Seven, Plus or Minus Two: Some limits on our capacity for processing information" (Miller 56). Miller mostró que el número de elementos discretos de información que los seres humanos pueden mantener en la memoria a corto plazo es siete, más o menos dos. (De paso merece la pena mencionar que el trabajo de Miller es la razón por la que los números de teléfono locales en EEUU tienen siete dígitos.) (Raymond 04).

2. El código bello tiene un foco central. El código debería hacer solamente una cosa. Esta es la idea detrás de, por ejemplo, las arquitecturas modelo-vista-controlador que separan en componentes diferentes el modelo de datos, la interfaz de usuario y la lógica de control.³⁵ Así cualquier modificación a alguno de los componentes tiene un impacto mínimo en los otros. Si se mezclan estos componentes se dificultan la prueba (testing) del software y su reutilización. La sencillez y la generalidad (hacer una sola cosa pero hacerla bien) son características del código elegante.

Raymond, al describir el estilo de los programadores de Unix, especialmente sus creadores, habla de una propiedad relacionada, que llama ortogonalidad (Raymond 04, cap.4). "En un diseño puramente ortogonal, las operaciones no tienen efectos laterales; cada acción cambia una sola cosa sin afectar a otras. Hay una única manera de

³⁵ El MVC (Modelo-Vista-Controlador) surgió como parte de la interfaz de ventanas de Smalltalk en el laboratorio de investigación Xerox Parc en 1979.

modificar cada propiedad de cualquier sistema que se esté controlando”. Por ejemplo, un monitor tiene controles ortogonales. Se puede modificar el brillo independientemente del contraste y del balance de color. Sería mucho más difícil ajustar el monitor si el control del brillo modificara el balance de color, ya que habría que ajustar el segundo cada vez que se modificara el primero. Raymond da un ejemplo frecuente de esta clase de error de diseño: código que lee y traduce datos de un formato (fuente) a otro (destino). Si el diseñador piensa que el formato fuente siempre se va a almacenar en un archivo de un disco puede que escriba la función de conversión que abra y lea de un archivo con nombre, mientras que la entrada podría provenir de otras fuentes. Con un diseño ortogonal la misma función de conversión podría utilizarse con diversas fuentes que no involucren la apertura de archivos. La ortogonalidad reduce el esfuerzo de testeo y desarrollo porque el código que no produce efectos laterales o depende de los efectos de otro código es más fácil de verificar o reemplazar en el sistema.

Un concepto muy relacionado al de ortogonalidad es el de refactorización (del inglés *refactoring*). Se trata del proceso de reescribir un programa para mejorar su estructura o legibilidad, sin cambiar su significado o comportamiento externo (Wikipedia 06). Aunque el concepto no es nuevo, darle nombre e identificar técnicas para hacerlo ha contribuido a un interés por el tema. Fowler, al introducir este concepto (Fowler 99), proponía eliminar las repeticiones de código y otros “malos olores”, muchos de los cuales estaban relacionados con violaciones del principio de ortogonalidad.

Otra regla relacionada con la ortogonalidad ha dado en llamarse “no te repitas a ti mismo” o SPOT (único punto de verdad, o *Single Point of Truth* en inglés).³⁶ Cada elemento de conocimiento debe tener una representación única, autoritaria, en el sistema. Las repeticiones pueden generar inconsistencias, ya que hay que cualquier cambio ha de realizarse en todas las instancias de la repetición. A menudo las repeticiones indican que el código o las estructuras de datos no están bien pensados.

Una distinción útil en este aspecto se da entre código que es producto de un proceso de formalización y código que es fruto de

³⁶ La primera denominación proviene del libro *The Pragmatic Programmer: From Journeyman to Master*, de Hunt y Thomas, Addison-Wesley, 2000. La segunda se atribuye a Brian Kernighan, uno de los creadores del lenguaje C.

heurísticas y sucesivos parches para casos especiales. Un diseño es compacto (Raymond) cuando está organizado en torno a un algoritmo que responde a una definición clara del problema. Lo opuesto a un enfoque formal es el uso de heurísticas, que llevan a una solución que es correcta con cierta probabilidad pero no con certeza. Estas reglas son necesarias cuando el problema o su solución incluyen incertidumbre y no determinismo. Por ejemplo, un algoritmo demostrablemente correcto para filtrar *spam* sería demasiado complejo, precisando por ejemplo la resolución del problema de la comprensión del lenguaje natural. El objetivo de las heurísticas es mejorar la eficiencia o la sencillez conceptual, aunque sea a costo de precisión o exactitud de la solución. En general tienden a aumentar el número de casos especiales a considerar. Al aumentar el tamaño del problema, aumenta la complejidad y puede que se llegue a perder la ventaja en eficiencia por la complejidad del código.

3. El código bello puede probarse. Una función que esté bien definida debería tener una salida definida y clara. Sin embargo, muchas funciones están escritas de manera tal que su comportamiento no está bien definido en situaciones inesperadas.

4. El código bello es elegante. A veces se dice que un charlatán hace que lo sencillo parezca difícil de entender, mientras que un genio hace que lo complejo sea fácil de entender. Para Heusser, si un problema difícil tiene una solución sencilla, por ejemplo mediante el uso de recursión, estamos ante código elegante. El clásico algoritmo de exclusión mutua de Dijkstra para serializar el acceso a datos compartidos por procesos concurrentes, es un ejemplo de elegancia (Bond 05).³⁷ Lo opuesto es código desorganizado, lleno de errores, largo y liado como “espaguetti”. Heusser cita a Antoine de Saint Exupery:

Parece que todo el esfuerzo industrial del hombre, todos sus cálculos, todas las noches en vela encima de sus planos, sólo conduzcan de modo visible a la sencillez. Parece que se necesite toda la experiencia de varias generaciones para perfilar lentamente la curva de una columna, de un casco de barco, de un fuselaje de avión, para lograr la pureza primigenia de un seno o de un hombro. Parece que el trabajo de los

³⁷ El algoritmo original apareció en Dijkstra, E.W. “Solution to a problem in concurrent control”, *Communications of the ACM* 8, 9 (Sept. 1965).

ingenieros, de los delineantes, de los analistas del centro de estudios, consiste, aparentemente, en borrar y pulir, en aligerar aquel empalme, equilibrar esta ala hasta que ya no se la note, hasta que ya no sea un ala incrustada en un fuselaje, sino una sola forma que, perfectamente lograda, se ha desprendido de su ganga, una forma que sea como un conjunto misteriosamente ensamblado, espontáneo como un poema. *Parece que la perfección se alcanza no ya cuando no quede nada por añadir, sino cuando no queda nada por suprimir. (Tierra de Hombres, énfasis mío)*

Heusser acaba sugiriendo que en lugar de buscar medidas artificiales de la eficiencia del código, deberíamos buscar la belleza en el código, “porque creemos que las cosas bellas son mejores... El código bello tiende a ser más corto, por lo que se podría escribir software más potente en menos tiempo. Tiende a ser testeable, por lo que podemos mejorar su calidad y mantenerla con mayor confianza. Porque hace una sola cosa y está bien dividido, se presta a ser reutilizado.”

Según Raymond, la elegancia de la que hemos hablado ha estado presente en el diseño de Unix desde sus comienzos. Kernigham y Ritchie lo expresan así en el primer artículo sobre Unix, que apareció en 1974 en *Communications of the ACM* (“The UNIX Time-Sharing System”, vol. 17, No. 7 pp. 365-375): “... las restricciones han fomentado no sólo economía sino también una cierta elegancia en el diseño”. ¿Será que al no haber tales restricciones en los sistemas actuales se ha perdido el interés por la elegancia en el diseño? En la portada del libro *La Práctica de la Programación* Kernigham y Pike (Prentice Hall, 1999) listan “sencillez, claridad y generalidad” como virtudes deseables.

6. Conclusión

El prestigioso premio Turing 2006 ha sido recientemente otorgado a Peter Naur, uno de los diseñadores principales del lenguaje ALGOL 60. En la nota que describe las razones de esta elección, se da énfasis a “la elegancia y la sencillez” del diseño de este lenguaje pionero y que sirvió de modelo para tantos lenguajes de programación posteriores. El jurado, presidido por el Presidente de la compañía Intel, indicó que “este premio debería animar a futuros diseñadores de lenguajes que enfrentan los mayores desafíos de programación actuales, tales como la computación multi-threaded de propósito general, a conseguir el mismo nivel de elegancia y sencillez que fueron la marca de ALGOL 60” (ACM 06). Sirvan estas anécdotas, ejemplos y opiniones de los maestros, como dice Brooch, para animar, y hasta entusiasmar, a nuestros futuros informáticos.

Bibliografía

- ACM (Association for Computing Machinery), “Software pioneer Peter Naur wins ACM's Turing Award”, Nota de prensa, <http://campus.acm.org/public/pressroom/index.cfm>
- Bond, Gregory W., “Software as Art”, en *Communications of ACM*, August 2005/Vol. 48, No. 8, pp. 118-124
- Booch, Grady, Blog del 7 Junio 2004, http://www-128.ibm.com/developerworks/blogs/dw_blog_comments.jspa?blog=317&entry=51348&roll=-5.
- Dijkstra, Edsger, *A short introduction to the art of programming*, Prefacio, EWD-316, T.H. Eindhoven, 1971.
- Fowler, Martin, *Refactoring*, Addison-Wesley. 1999
- Heusser, Matthew, “Beautiful code”, www.ddj.com/184407802 Agosto 2005.
- Knuth, Donald E., “Computer Programming as an Art”, *Communications of the ACM*, 17 12, December 1974, pp. 667-673.
- Knuth, Donald E. “Literate Programming”, *The Computer Journal* 27 (1984), pp. 97-111. También en www.literateprogramming.com.
- Knuth, Donald E., “Things a Computer Scientist Rarely Talks About” <http://www-cs-faculty.stanford.edu/~knuth/things.html>

Michael (anon)

<http://ask Slashdot.org/article.pl?sid=01/01/25/0230208&tid=156>
(visitado 1 Abril 2005)

Miller, George, "The Magical Number Seven, Plus or Minus Two: Some limits on our capacity for processing information", *The Psychological Review*, 1956. 63. pp. 81-97.

Raskin, Jef, "Comments are more important than code", *ACM Queue*, vol. 3, no. 2, Marzo 2005.

Raymond, Eric S., *The Art of UNIX Programming*, Pearson Education, Boston, 2004.

Wikipedia colaboradores, "Literate programming," Wikipedia, The Free Encyclopedia,
http://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Literate_programming&oldid=54477834 (visitado Mayo 23, 2006).

Wikipedia colaboradores, "Refactoring," *Wikipedia, The Free Encyclopedia*, <http://en.wikipedia.org/wiki/Refactoring> (visitado Mayo 23, 2006).

Generación de acelerogramas artificiales compatibles con la sismicidad local

Dra. Lía Orosco³⁸

liaorosco@uolsinectis.com.ar

Dr. Mika Haarala Orosco

mhaarala@uolsinectis.com.ar

Dr. Alex Barbat

alex.barbat@upc.es

Resumen

Se presenta un modelo de generación de acelerogramas artificiales consistente con la sismicidad local de la región en estudio. En este estudio se contó principalmente con datos de la región cuyana argentina. En su formulación se hace uso del concepto de espectro evolutivo, donde la evolución en el campo frecuencial está materializado por una discretización del espectro de Amplitudes de Fourier, definiendo un proceso uniformemente modulado en cada franja.

La modulación en el campo temporal se hace mediante una función tipo gamma cuyos parámetros se determinan en función de los momentos temporales del registro, los que a su vez son estimados en base a una regresión lineal en función de la magnitud y la distancia epicentral; de esta manera se concreta la relación con la sismicidad local.

Palabras claves: procesos estocásticos – acelerogramas artificiales – función de modulación – regresión

³⁸ Lía Orosco es Doctora Ingeniera de Caminos, Canales y Puertos por la Universidad Politécnica de Cataluña y docente de Ingeniería Civil en la Universidad Católica de Salta y la Universidad Nacional de Salta. Mika Haarala Orosco tiene una Maestría en Matemáticas de la Universidad de Joensuu (Finlandia) y trabaja en Acrenet Oy en el desarrollo de sistemas informáticos. El Dr. Ing. Alex Barbat es catedrático de la E.T.S. Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos de la Universidad Politécnica de Cataluña (España).

1. Introducción

La República Argentina cuenta con una amplia zona adyacente a la Cordillera de los Andes con una actividad sísmica importante, evidenciada en las crónicas históricas y en los últimos años, en el catálogo instrumental. Se cuenta con algunos registros de sismos medianos y fuertes obtenidos principalmente en la zona cuyana, que es la de mayor actividad sísmica, pero ellos son todavía insuficientes para las aplicaciones que el cálculo estructural exige actualmente. Esta amplia área de la región oeste-central ha sido microzonificada, por lo que el conocimiento que en ella se tiene de las condiciones del suelo, tectónica y geomorfología, es más acabado que en otras regiones argentinas. Se están realizando también grandes esfuerzos para encarar estudios de la sismicidad en la Provincia de Salta, en el norte del país, que es la segunda zona de importancia considerando la peligrosidad sísmica, donde no se cuenta con ningún registro de sismos intensos, a pesar de que hay evidencias históricas de su ocurrencia.

Por ello el principal objetivo de este trabajo fue definir un modelo de generación de sismos artificiales basado en técnicas de regresión, probables de ocurrir en principio, en la región cuyana argentina, para ser aplicados al cálculo estructural, pero cuya metodología puede ser aplicada en cualquier región donde se tengan los datos adecuados.

2. Bases Conceptuales

Las distintas propuestas y estrategias para encarar la solución de esta problemática, pueden englobarse en uno de los dos grupos siguientes: modelos empíricos y modelos sismológicos. Normalmente, los modelos de generación con aplicación al cálculo estructural, que tienen un sentido eminentemente ingenieril, siguen la línea de los métodos empíricos. Para ello es necesario contar con un buen número de registros de buena calidad de varios terremotos originados en las distintas fuentes sísmicas que afecten el sitio en estudio. Se ha sorteado esta dificultad en varios países con pocos registros, usando modelos definidos para otras regiones, y modificando sus parámetros a condiciones locales, normalmente haciendo regresiones en función de magnitud y distancia epicentral, que son las magnitudes macrosísmicas más accesibles en todas partes. Los modelos sismológicos tienen una aplicación más relacionada al ámbito de la geofísica y geología; son en general más complejos y la determinación de muchos parámetros para

definirlos hace necesario contar con información y conocimientos sismológicos, que la mayoría de las zonas sísmicas del tercer mundo no cuentan aún.

Para este trabajo de investigación se contó con pocos registros, correspondientes a dos eventos sísmicos acaecidos en las Provincias de Mendoza y San Juan. Se tiene también información complementaria valiosa, resultante de los estudios de microzonificación llevados a cabo en las áreas más importantes de las mismas. Se pensó conjugar en la definición del modelo ambas características (empíricos y sismológicos); de esta manera se aprovecha la principal ventaja de los modelos sismológicos, pero sin perder de vista la aplicación ingenieril del mismo.

El modelo de regresión se basa en el modelo de simulación desarrollado por la autora (Orosco, 2004) que hace uso de un acelerograma objetivo a reproducir, por lo que sus bases conceptuales se identifican con el mismo.

A fin de considerar la no estacionariedad de los registros sísmicos tanto en el campo del tiempo como en el de la frecuencia, el modelo se basa en considerar el movimiento del suelo como constituido de varios componentes uniformemente modulados. Esta metodología fue utilizada entre otros, por Der Kiureghian y Crempien (1989) y Carli y Faravelli (1990). También en esta línea se inscribe la propuesta de Saragoni y Hart (1974) con la diferencia que en el modelo de Saragoni se discretiza el movimiento en el dominio del tiempo mientras que en el modelo de Crempien la función de modulación varía en intervalos determinados en el campo de la frecuencia, por lo que presenta continuidad temporal.

La aceleración del suelo debido a un movimiento sísmico $a(t)$, se representa mediante la sumatoria de k procesos uniformemente modulados $\ddot{x}_{ne_k}(t)$, correspondientes a las k bandas consideradas en el campo de las frecuencias. Luego

$$a(t) = \sum_k \ddot{x}_{ne_k}(t) \quad (1)$$

donde el proceso uniformemente modulado se define como

$$\ddot{x}_{ne_k}(t) = \varphi_k(t) \ddot{x}_e(t) \quad (2)$$

por lo que la aceleración del suelo

$$a(t) = \sum_k \varphi_k \ddot{x}_{e_k} \quad (3)$$

$\ddot{x}_{e_k}(t)$ define en cada banda de frecuencia, un proceso estacionario estadísticamente independiente, Gaussiano, de media nula y varianza unitaria, que se expresa mediante la conocida expresión:

$$\ddot{x}_e(t) = \sum_{i=1}^n 2\sqrt{S(\omega)\Delta\omega} \cos(\omega_i t + \phi_i) \quad (4)$$

En la expresión anterior $S(\omega)$ es la función de densidad espectral de potencia del proceso estacionario en cada franja.

La función espectral adoptada en este trabajo, incorpora en su definición al espectro de Boore de la siguiente manera (Orosco, 2004; Queck et al., 1990):

$$S_{\ddot{x}_e}(\omega) = \frac{1}{2\pi I} A_a^2(\omega) \quad (5)$$

donde I , denominada *intensidad*, se define como (Queck et al., 1990):

$$I = \int_0^{\infty} |\varphi(t)|^2 dt \quad (6)$$

$A_a(\omega)$ es el espectro de Boore que se expresa como (Boore, 1990):

$$A_a(\omega) = C S_1(\omega) S_2(\omega) S_3(\omega) \quad (7)$$

donde C es un factor de escala, $S_1(\omega)$ es el espectro de fuente, $S_2(\omega)$ tiene en cuenta las posibles amplificaciones por efectos locales de sitio y $S_3(\omega)$ es el factor de atenuación.

En las expresiones (3) y (7), $\varphi_k(t)$ son funciones de modulación en función del tiempo, cuyos parámetros se determinan considerando los momentos espectrales del registro, los que se estiman para este modelo mediante una regresión multilínea, en función de la magnitud y la distancia epicentral.

3. Metodología

En base a los conceptos antes expuestos, se define un modelo de generación de sismos artificiales que no hace uso de un registro muestra como semilla de generación. Se basa en técnicas de regresión para definir la función de amplitud que es uno de los puntos claves del modelo.

3.1 Base de datos

A los registros disponibles para este estudio se los dividió en dos grupos, considerando la magnitud. Un primer conjunto (llamado U1) engloba 30 acelerogramas de eventos de magnitud comprendida en el intervalo [4.9, 6]. Un segundo conjunto de datos (al que se denominó U2), además de los sismos moderados del grupo U1, incluye registros correspondientes a sismos intensos de mayor magnitud. En este último grupo se incluye el sismo de Cauce de 1977 (Magnitud 7.4) y varios del oeste norteamericano, con un régimen tectónico similar al oeste argentino (INPRES, 1995).

3.2 Modelo de regresión propuesto

Evaluando las distintas alternativas y los distintos parámetros que pueden ser objeto de una regresión, se juzgó conveniente optar por relacionar la energía de los sismos con la distancia epicentral y la magnitud. Se cuenta con expresiones de atenuación de la aceleración máxima de terremotos de corteza superficial para la zona en estudio. Se consideró la hipótesis de que la energía responde a una ley de comportamiento similar a la de la aceleración máxima, lo que se confirmó en el caso de la base de datos usada.

En vista del análisis estadístico realizado a los resultados de la regresión hecha en base a las fórmulas de atenuación existentes, se propone otra expresión que determina la energía del proceso y la duración efectiva en función de dos parámetros más la constante, dejando de lado la distancia epicentral por los bajos valores de significancia obtenidos en el caso de usar la fórmula propuesta por Bufalza (INPRES, 1995). La nueva fórmula de regresión tiene la expresión:

$$\begin{aligned}\log(\lambda_0) &= a + b \log(M) + c \log(\Delta) \\ \log(t_e) &= a + b \log(M) + c \log(\Delta)\end{aligned}\quad (8)$$

Con el modelo anterior, en la estimación de los valores de los momentos temporales de orden 1 y 2 sólo la magnitud tiene relevancia; por ello la fórmula de regresión para los momentos de orden superior se expresa en función de λ_0 y t_e de la siguiente manera:

$$\log(\lambda_i) = a + b \log(\lambda_0) + c \log(t_e) \quad i = 1, 2 \quad (9)$$

donde λ_0 y t_e son determinados mediante (8).

Los resultados de la regresión efectuada para los dos grupos de datos se resumen en la Tabla 1.

Se hicieron experiencias numéricas y se observa una apreciable estabilidad en las formas de las funciones de amplitud determinadas en base a los momentos temporales, en especial para registros de banda angosta que en general corresponde a campo cercano, los que generalmente se mostraban inestables al ser simuladas con fórmulas de regresión existentes; las diferencias son insignificantes para el caso de eventos de banda ancha.

Tabla 1: Resultados de la regresión

Parámetros	Grupo U1			Grupo U2		
	a Std t	b Std t	c Std t	a Std t	b Std t	c Std t
λ_0	-25.02 5.49 -4.56	21.25 2.19 6.65	-0.91 0.29 -3.13	-14.44 3.03 -4.76	15.68 1.54 10.18	-1.20 0.25 -4.73
λ_1	-1.370 0.174 -7.89	1.125 0.017 65.90	0.897 0.037 24.30	-0.982 0.158 -6.20	1.063 0.013 79.46	0.953 0.040 24.13
λ_2	-2.853 0.335 -8.51	1.259 0.033 38.18	1.942 0.071 27.24	-1.788 0.298 -6.00	1.118 0.025 44.40	1.975 0.074 26.56
t_e	-5.81 3.28 -1.77	3.40 1.91 1.78	0.64 0.17 3.65	-6.42 1.61 -3.98	3.63 0.82 4.43	0.69 0.13 5.11

4. Parámetros de Control del Modelo

Los aspectos importantes a considerar para determinar los parámetros que controlan el proceso de generación de historias con determinadas características se explicitan a continuación.

- a) Tipo de registro que se desea obtener: banda angosta o banda ancha.
- b) Distribución de la energía en cada franja frecuencial.
- c) Diseño de la función de amplitud.
- d) Diseño de la función de densidad espectral de potencia.
- e) Control de la energía en cada franja.
- f) Duración efectiva y total, y aceleración máxima.

4.1 Tipo de registro

Es posible decidir si se desea obtener un acelerograma de banda angosta o de banda ancha. Tales características son determinadas por el valor del factor de (Vanmarcke, 1980) del registro que se define como:

$$\delta = \sqrt{1 - \frac{\lambda_2^2}{\lambda_0 \lambda_1}} \quad (10)$$

Donde los λ_i son los momentos espectrales del registro $a(t)$ definidos por

$$\lambda_i = \int_0^{t_f} t^i a^2(t) \quad i = 0, 1, 2 \quad (11)$$

para valores de δ mayores a 0.66 se tienen registros de banda angosta y para valores menores a 0.66, registros de banda ancha. Para los registros del sismo de Mendoza'85, se obtienen mejores resultados en el proceso de simulación considerando una división de tres franjas en el campo frecuencial para sismos de banda estrecha, mientras que para los de banda ancha la división en cinco franjas es la apropiada. Pero es posible "crear" un registro con un número de paquetes de energía distinto a tres y cinco, si así se desea.

En base a los datos con que se contó para este estudio, para distancias epicentrales mayores a 40 km se recomienda considerar

historias de banda ancha, para distancias epicentrales menores de 30 km, se aconseja considerar banda estrecha, y para los situados entre 30 km y 40 km se adopta uno u otro criterio de acuerdo al que mejor se adapte a los resultados que se desean obtener. Esto es sólo una sugerencia, ya que se observó en la base de datos algunas variaciones a la tendencia general, pues las características de los movimientos en el sitio de estudio dependen grandemente de las condiciones locales de suelo.

4.2 Distribución de la energía en cada banda de frecuencia

De todos los análisis numéricos realizados se calculó el promedio del monto de la energía contenido en cada banda frecuencial, tanto para registros de banda angosta como de banda ancha. Esto no impide decidir “a priori” los porcentajes de la energía total con que se dotará a cada banda de frecuencia considerada; así puede tenerse el caso de que se requiera probar el comportamiento dinámico no lineal de una estructura sujeta a una historia de aceleraciones en un rango de frecuencia determinado (cercano al período propio, por ejemplo), y al no contar con registros reales con suficiente energía en tal rango, es preciso simular historias en el tiempo que respondan a esa característica deseada.

4.3 Diseño de la función de amplitud

A los fines de modular las amplitudes de los acelerogramas simulados, varios investigadores hicieron distintas propuestas de funciones de modulación a lo largo del tiempo (Barbat et al, 1994). La más simple es considerar un pulso rectangular, de duración t_f . Esta función no describe apropiadamente las variaciones en el valor cuadrático medio de los acelerogramas, que es la característica de la no estacionariedad en el tiempo.

Se probaron varias funciones, a fin de reproducir del mejor modo posible los registros muestras. Los registros disponibles en la base de datos tendían a una función de amplitud tipo gamma, por lo que fue ésta la adoptada para el modelo.

Se define la función gamma de la siguiente manera:

$$\varphi(t_m) = \alpha t_m^\beta e^{-\gamma t_m} \quad (12)$$

en la que la variable $t_m = t - t_0$ es la variable tiempo modificada por un parámetro t_0 que tiene en cuenta el instante en que irrumpe el pulso, importante a tener en cuenta en el caso de sismos impulsivos, como lo eran la mayoría de la base de datos mendocina. En lo que sigue, se obviará escribirlo de esta manera, pero siempre debe tenerse en cuenta este hecho.

A fin de estimar los parámetros α , β y γ de las funciones de modulación $\varphi(t)$ en cada franja, se impone la condición de ergodicidad de los procesos no estacionarios (Bogdanoff y Kozin, 1961)

$$\lambda_n = \int_0^{t_f} t^n \varphi^2(t) dt = \int_0^{t_f} t^n a^2(t) dt \quad (13)$$

con lo que se obtienen las siguientes expresiones algebraicas, en las que los parámetros α , β y γ están en función de los momentos temporales obtenidos por regresión,

$$\begin{aligned} \alpha &= \frac{\lambda_0 \gamma^{\beta+1}}{\Gamma(\beta+1)} \\ \beta &= \frac{\lambda_1^2}{\lambda_0 \lambda_2 - \lambda_1^2} - 1 \\ \gamma &= \frac{\lambda_0 \lambda_1}{\lambda_0 \lambda_2 - \lambda_1^2} \end{aligned} \quad (14)$$

Otra manera de estimar la forma de la función de amplitud es mediante relaciones entre los momentos de orden 1 y 2 (que justamente describen el modo en que la energía se distribuye) con respecto al momento de orden 0 (que describe la energía contenida en rango frecuencial considerado) y cuyo valor es el determinado por la técnica de regresión.

Se definen entonces los parámetros k_1 y k_2 como

$$\begin{aligned} k_1 &= \frac{\lambda_1}{\lambda_0} \\ k_2 &= \frac{\lambda_2}{\lambda_0} \end{aligned} \quad (15)$$

Los valores de k_1 y k_2 son fijados a voluntad, según la apariencia de la función de modulación que se desea lograr en cada franja frecuencial. Por ello, los valores medios se muestran a título de ejemplo. A fin de asegurar que la modulación del proceso uniforme en cada franja sea mediante la función gamma, los valores de k_1 , k_2 y t_0 deben satisfacer los siguientes requisitos, a fin de que los parámetros de la función no resulten negativos, en especial el valor de β

$$\sqrt{\frac{k_2}{2}} < k_1 < \sqrt{k_2} \quad (16)$$

$$-k_1 - \sqrt{3k_1^2 - k_2} < t_0 < -k_1 + \sqrt{3k_1^2 - k_2} \quad (17)$$

La Tabla 2 muestra algunos ejemplos de pares de valores k_1 y k_2 que se agrupan en los denominados casos B, C y D y cuyas funciones resultantes se aprecian en figura 2; las historias correspondientes se muestran en la figura 3

Tabla 2: Ejemplos de valores de k_1 y k_2 para sismos de banda ancha

Franja	Caso B		Caso C		Caso D	
	k_1	k_2	k_1	k_2	k_1	k_2
1	5.00	43.17	6.00	59.51	10.33	140.24
2	4.00	23.07	15.00	356.93	7.95	77.72
3	5.00	36.52	12.00	195.09	10.12	135.00
4	5.00	32.82	11.00	185.87	8.79	99.47
5	6.00	52.70	15.00	287.58	10.96	168.38

En todos los casos mostrados en la figura 2, se consideró un valor nulo para el parámetro t_0 .

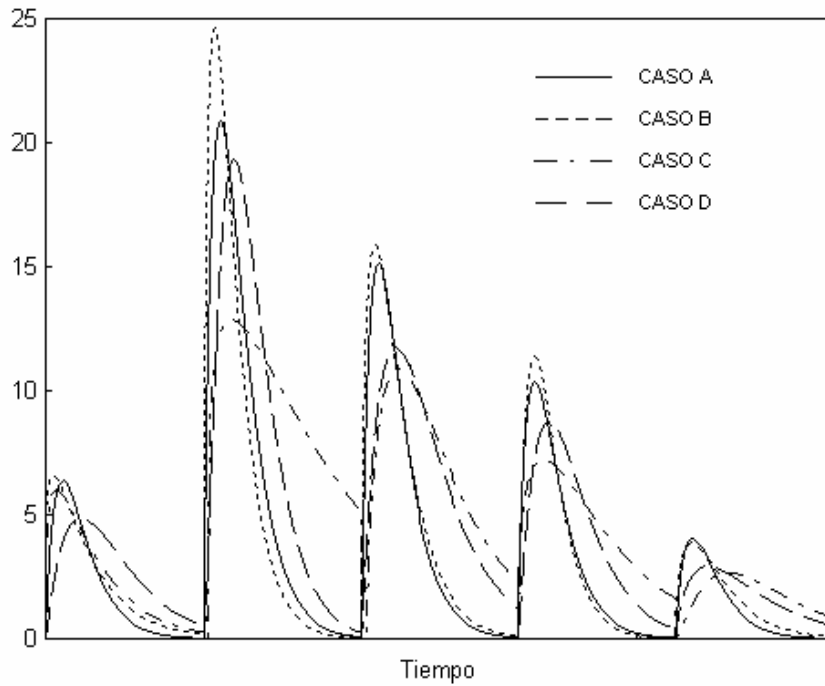


Figura 2: Función de amplitud para registros de banda ancha

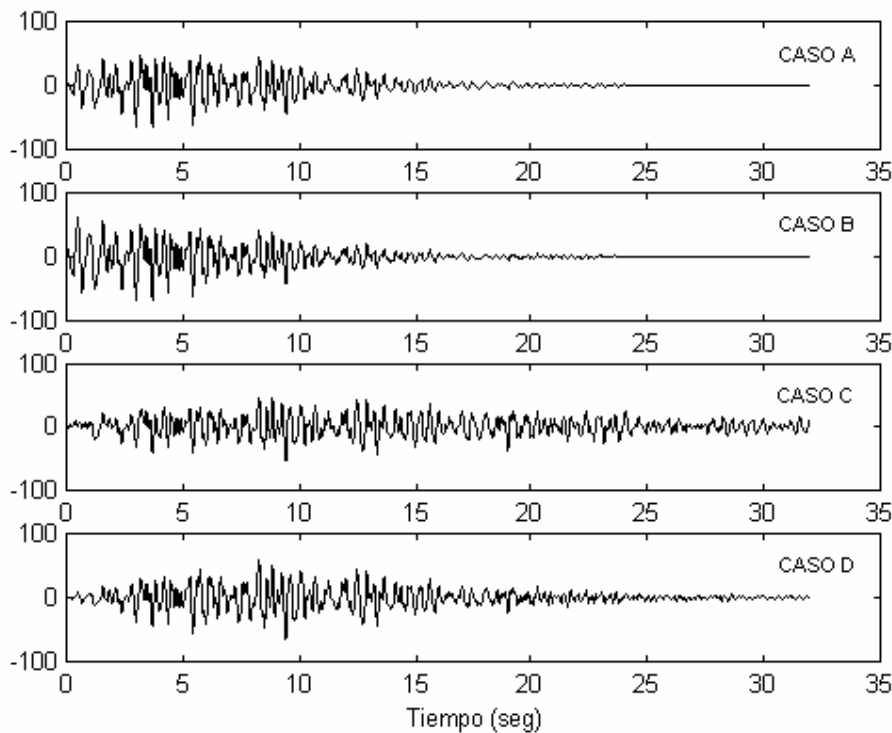


Figura 3: Historias simuladas para los casos de figura 2

El caso denominado A corresponde a las funciones de amplitud determinadas por aplicación directa de las fórmulas (14)

En el caso que se consideren valores de t_0 que no cumplan con la condición (17) pueden obtenerse funciones envolventes del tipo que se muestra en la figura 4, para las franjas tercera y cuarta del caso D. Si el valor del parámetro es mayor que el límite superior, la función se hace muy estrecha en la punta y deja de ser del tipo gamma.

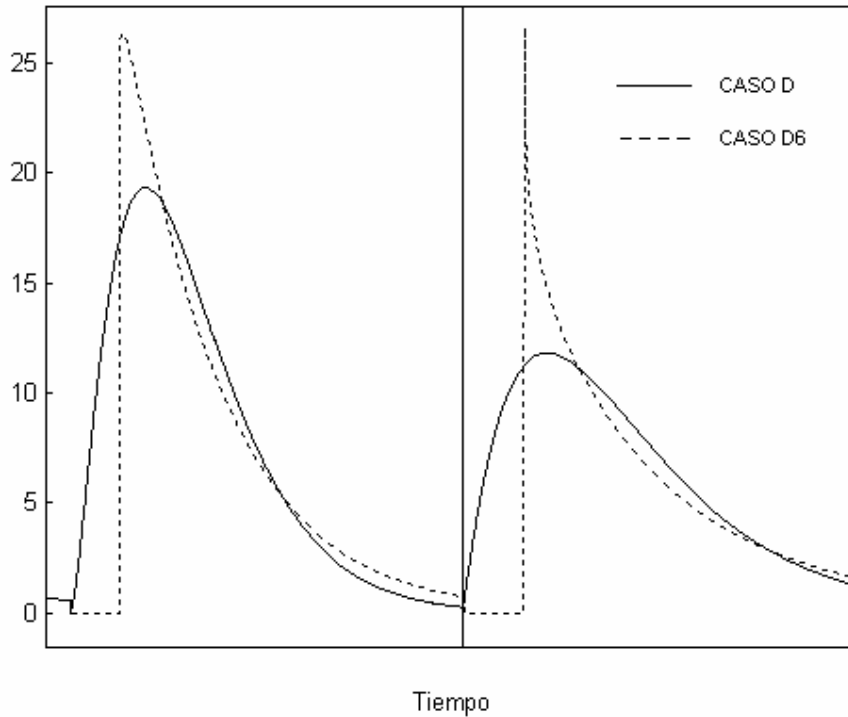


Figura 4: Función envolvente obtenida cuando t_0 no cumple la condición (18)

Analizando el caso de registros de banda angosta, en la Tabla 3 se anotan los valores correspondientes a tres combinaciones de valores de las relaciones entre los momentos espectrales (k_1, k_2) con las que se obtuvieron las funciones de modulación de amplitud que se detallan en la figura 5

Tabla 3: Ejemplos de valores de k_1 y k_2 para sismos de banda angosta

Franja	Caso B		Caso C		Caso D	
	k_1	k_2	k_1	k_2	k_1	k_2
1	2.55	9.06	3.00	14.50	2.55	7.00
2	2.90	12.08	3.00	16.00	2.80	8.00
3	2.92	11.59	3.00	17.00	2.91	8.00

Mientras en el caso de sismos de banda ancha, las diferencias de resultados obtenidos considerando la fórmula de atenuación existente (regresión 1) con la propuesta (regresión 2) no difieren mayormente, sí lo hacen notoriamente en este caso, lo que se detalla en la Figura 5, donde el caso A representa los valores de los parámetros de la función estimados a partir de las expresiones de regresión.

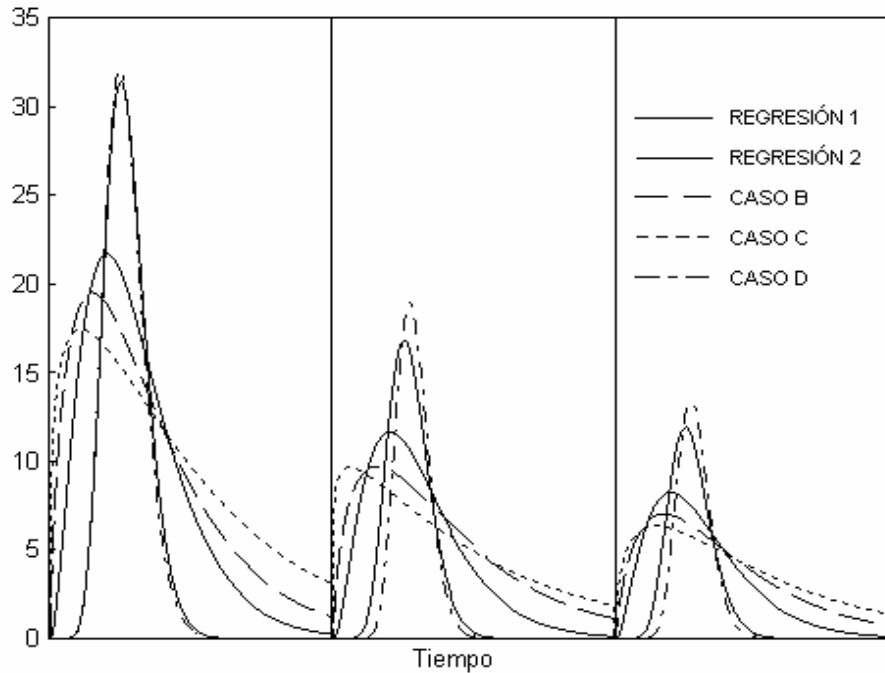


Figura 5: Funciones de modulación para registros de banda angosta

4.4 Diseño de la función de densidad espectral de potencia

La generación de acelerogramas artificiales con este modelo de regresión puede realizarse utilizando como función espectral de potencia una función constante o la que incluye el espectro de fuente de Boore, expresada por (5). En general puede decirse que si se desean registros de banda angosta, como los sismos de tipo impulsivo por ejemplo, la función que incluye el espectro de fuente da mejores resultados, mientras que para los sismos de banda ancha, una distribución constante para la densidad espectral es suficiente.

4.5 Control de la energía

La energía total del registro se determina por regresión lineal, en función de la magnitud y la distancia epicentral. Por medio de la división porcentual de esa energía en las franjas consideradas según el tipo de

registro que se desea, se determina la energía de cada banda y se diseña la función de amplitud correspondiente en base a lo expuesto anteriormente. Una vez que el proceso de generación es llevado a cabo banda a banda, la energía en cada una de ellas es controlada mediante la potencia (energía por unidad de tiempo) de la función de amplitud y la de la historia simulada correspondiente a esa banda frecuencial. Una vez realizada la corrección si correspondiere, se suma la contribución de esta banda al registro total que se genera. Así se logra que la energía del proceso generado es la que se obtuvo por regresión lineal.

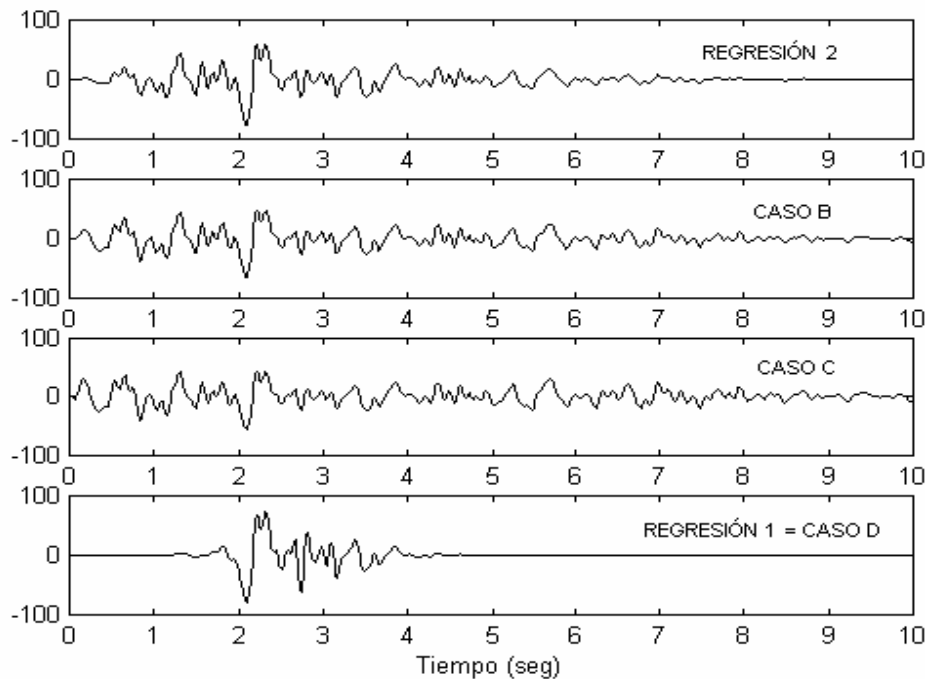


Figura 6: historias generadas para sismos de banda angosta

4.6 Duración total y efectiva del registro generado

Con respecto a la estimación de la duración del registro que se busca generar, se pueden considerar distintos criterios. Así por ejemplo, Crempien y Araneda (1993) hacen una regresión lineal sobre la duración de la fase fuerte del movimiento, con la misma fórmula de regresión usada para los momentos. Hay varios aspectos que influyen en la duración del registro en un determinado sitio, la que depende de factores como la frecuencia y la geomorfología del lugar entre otros (Trifunac y Novikova, 1994)

En este trabajo estos parámetros también se determinan por regresión lineal, considerando las dos fórmulas propuestas. Considerando los datos con que se cuenta, se juzga que esta simple metodología dio resultados aceptables. De todos modos, es posible dar valores distintos a los calculados inferidos por necesidades de la aplicación del registro generado (por ejemplo, para probar casos de licuefacción de suelos se puede exigir sismos de mayor duración total y efectiva), o por condiciones particulares del suelo y la topografía en el sitio de estudio.

Una vez definida la duración total del evento a simular, a los fines del algoritmo de simulación se debe definir el paso de discretización de la variable tiempo para determinar el número de puntos del acelerograma artificial. La función temporal de amplitud no depende del intervalo de discretización Δt pero sí hay diferencias en el campo frecuencial. Cuanto más grande sea este paso de tiempo, el contenido espectral es menor y si la duración total del acelerograma generado es pequeña se perderá información.

Como ejemplo, para simular acelerogramas con una duración de 5 a 6 segundos, un paso de discretización temporal de 0.005 segundos dio buenos resultados; en el caso de registros de 10 segundos de duración total, un paso de 0.01 segundos dio resultados satisfactorios. Puede sugerirse que si la duración total es mayor a 20 segundos, un intervalo de tiempo de 0.02 segundos es lo aconsejable.

4. 7 Aceleración máxima del registro generado

Finalmente, con respecto a la aceleración máxima deseada, ésta puede ser definida en base a la obtenida por alguna fórmula de regresión, por condiciones geomorfológicas, exigencias de algún reglamento, etc. En general por este método se obtienen aceleraciones cercanas a las exigidas, dependiendo del buen diseño de la función de amplitud principalmente; se admite una ligera corrección del pico, siempre y cuando esto no implique deformaciones inadmisibles de la forma del registro.

5. Ejemplo de Aplicación

Con los conceptos antes expuestos se ha confeccionado un programa de computadora (PREDICE) con el que se ha realizado una amplia experimentación numérica dando resultados satisfactorios tanto para sismos moderados como intensos. Se muestra un ejemplo que tiene como objetivo simular acelerogramas de un evento similar al ocurrido el 24 de Junio de 1984 en Granada (España). No es el principal propósito de este modelo generar acelerogramas concordantes con alguno tomado como muestra, pero se desea analizar los alcances de la aplicación del modelo y ver de qué manera es posible controlar sus parámetros a fin de obtener historias con características determinadas a priori. El espectro de Boore fue estimado con los siguientes valores (Morales et al., 1996):

Magnitud: 5

Distancia epicentral: 40.4 km

Profundidad: 12 km

Momento sísmico: $3.0 \cdot 10^{16}$ N-m

Caída de tensión: $0.100 \cdot 10^8$ N/m²

Frecuencia máxima: 25 Hz

Coeficiente de atenuación dependiente de la frecuencia: $80 f^{0.65}$

La historia temporal de las aceleraciones registradas en Santa Fe corresponde a un evento de banda angosta por lo que se procedió a dividir el espectro en tres franjas frecuenciales, con un contenido energético en cada franja de 85%, 10% y 5% respectivamente. En cuanto a las funciones de amplitud que modula el proceso estacionario en cada franja dieron buenos resultados las diseñadas tanto en base a parámetros determinados por regresión, como para relaciones entre momentos espectrales correspondientes al caso B de la Tabla 3 y valores del parámetro t_0 de 0.06, 0.05 y 0.10 segundos para cada franja respectivamente.

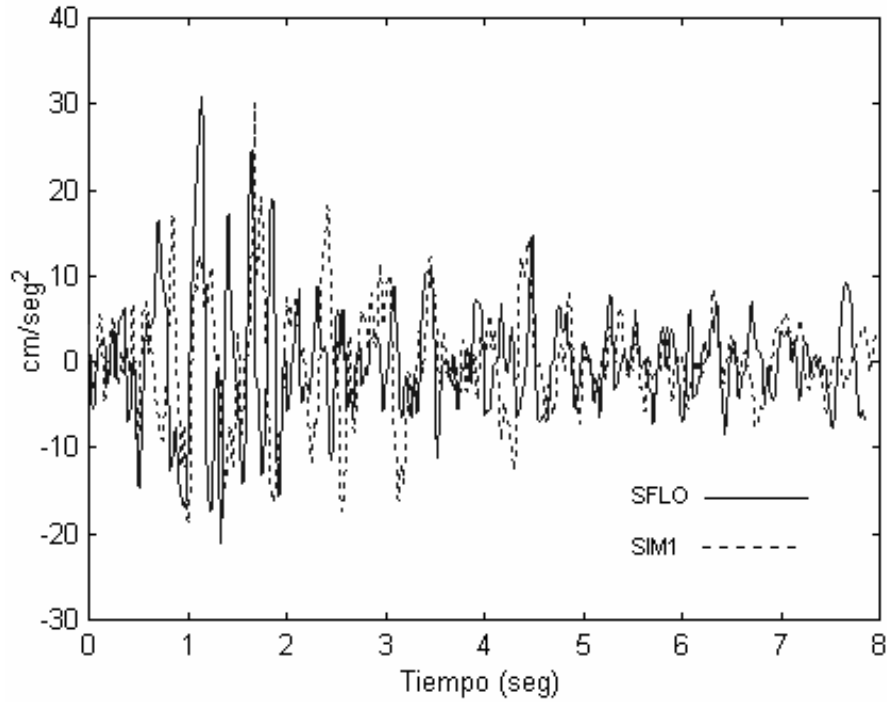


Figura 7: Registros SFLO y SIM1

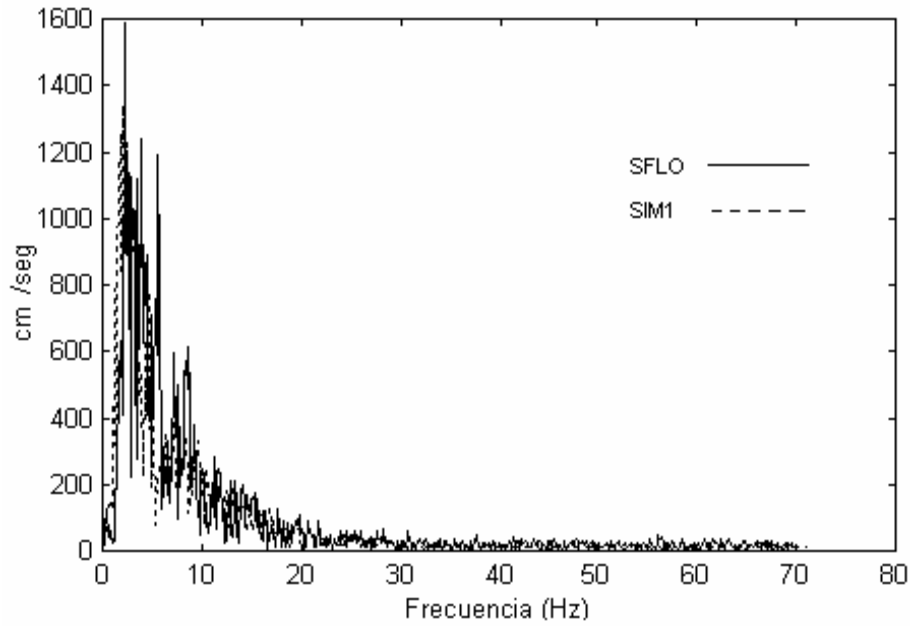


Figura 8: Espectros de Fourier de SFLO y SIM1

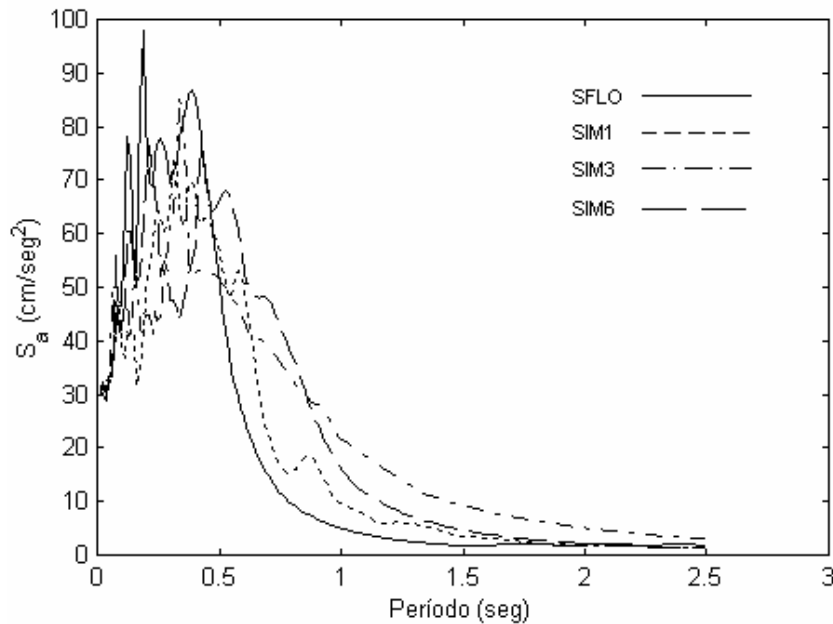


Figura 9: Espectros de respuesta elástica de SFLO y tres simulaciones

En las figuras se observan los resultados obtenidos para uno de los seis casos de simulaciones efectuadas. Se muestran la historia simulada y su respectivo espectro de amplitudes de Fourier, cotejándolas con el registro y espectro de Fourier originales. La figura 9 muestra los espectros de respuesta elásticos para tres simulaciones y puede observarse una buena correspondencia con el del registro original.

6. Conclusiones

- * En cuanto a las **bases conceptuales** sobre las que se define este modelo, se contempla la no estacionariedad temporal y frecuencial, mediante la aplicación del concepto de espectro evolutivo donde la evolución del contenido frecuencial en el tiempo se materializa mediante una discretización del proceso en el campo frecuencial, considerando luego en el campo del tiempo a cada franja componente como un proceso estocástico uniformemente modulado, metodología utilizada previamente por varios autores y aplicada a zonas que cuentan al menos con un registro.
- * Se comprobó que tanto la aceleración máxima como la energía de los registros de la base de datos utilizada siguen una distribución similar con respecto a la distancia epicentral y la magnitud del sismo.
- * Se propone una fórmula de regresión distinta a las existentes para la región; consta de dos partes: primeramente se realiza una regresión para determinar el momento de orden 0 (energía del registro) y las duraciones efectiva y total, los parámetros que estadísticamente tanto la magnitud como la distancia epicentral explican significativamente con las fórmulas de atenuación. Los momentos de orden 1 y 2 se determinan también por regresión, mediante una expresión que es función de la energía y la duración efectiva determinadas por regresión.
- * Con estas expresiones el modelo (denominado de “regresión 2”) presenta mejores niveles en las pruebas de confianza y significancia estadísticas que el modelo basado en las fórmulas de atenuación existentes para la zona bajo estudio (identificado como modelo de “regresión 1”).
- * Se realizaron simulaciones utilizando ambos conjuntos de datos y con ambas fórmulas de regresión. Se detectaron diferencias entre las funciones de amplitud logradas con uno u otro método al utilizar el grupo U1 de datos, sobre todo para registros de campo cercano. Al ampliar la base de datos y hacer uso del grupo U2, se observa mayor estabilidad en la formas de las funciones como así también una reducción apreciable de las diferencias en los resultados según ambos métodos, tanto para eventos de campo cercano como lejano.
- * Las regresiones se realizaron sobre los datos sin hacer especiales correcciones ni filtrados de ruidos o fallas de muestreo. Por ello, los

momentos de orden 1 y 2 resultantes conllevan estos efectos que como se explicó antes, dependen del intervalo considerado antes del primer impulso de la señal, esto es del parámetro t_0 y el ruido de la señal (parámetro δ).

* En este caso, el modelo no cuantifica automáticamente estos parámetros por lo que las funciones de amplitud resultantes pueden ser defectuosas y no describir apropiadamente la variación temporal de la señal. Se determinaron fórmulas explícitas para corregir los momentos temporales de orden 1 y 2 a fin de incluir estos efectos de manera simple y clara en la determinación de los mismos.

* Esta corrección se impone en caso de generar sismos impulsivos de banda angosta y no es tan crítica en el caso de eventos de banda ancha.

* Una vez determinados los momentos temporales totales, se calculan los mismos para cada franja como **fracciones de los respectivos momentos totales**, considerándose los mismos porcentajes del contenido energético de la franja con respecto a la energía total del evento.

* Se proponen dos parámetros k_1 y k_2 , que simplemente relacionan los momentos espectrales de orden 1 y 2 con el momento de orden 0 del registro, respectivamente. Se puede manipular los momentos de orden 1 y 2 a fin de permitir la **construcción de historias probables** de ocurrir en un lugar determinado, con características específicas de acuerdo a la aplicación que se hará de las historias simuladas, manteniendo el momento de orden 0 (que representa la energía de la franja) inalterable.

* En este caso, el momento temporal determinado por regresión es el de orden 0 y en función de éste se calculan los de orden superior, en función de k_1 y k_2 . Se ha pensado esta alternativa para controlar de alguna manera el diseño de las funciones de amplitud en cada franja, variando el modo en que la energía se distribuye, pero no su intensidad.

* A fin de asegurarse que la función de amplitud sea del tipo gamma los parámetros k_1 , k_2 y t_0 deben satisfacer ciertas condiciones que se explicitan en el trabajo.

* Se ha experimentado con varias combinaciones entre estos parámetros, de lo que resultaron algunas reglas simples que se pueden sugerir a fin de diseñar funciones de características específicas determinada. Si se desean funciones gamma angostas se debe considerar valores bajos de k_2 y si se desean que las funciones gamma sean simétricas, se debe considerar un valor de k_1 cercano al límite superior del intervalo de valores que resulta de aplicar los requisitos de función gamma.

* **La aceleración máxima, duración efectiva y duración total**, se determinan mediante fórmulas de regresión con los parámetros determinados para la base de datos usada o bien por consideraciones específicas del lugar de estudio y fines de la simulación. En cuanto a la duración de los sismos generados, los parámetros determinados por regresión lineal condujeron a resultados satisfactorios en todos los casos analizados; de todos modos, se pueden determinar a priori y por otras consideraciones, valores distintos a los determinados por regresión, que como se acotó repetidas veces, resumen características de la base de datos utilizada en este trabajo.

* En cada franja se controla que la energía del proceso uniformemente modulado generado tenga mínimas diferencias con respecto a la energía asignada a la banda frecuencial. Una vez obtenido el registro artificial se controla que la energía total del mismo sea similar a la obtenida por regresión. En general, se obtienen valores picos del orden de los determinados por la fórmula de atenuación para la zona cuyana para suelo duro; el programa admite la posibilidad de una corrección que no altere las características dinámicas básicas de la historia generada.

* Una vez generado el registro artificial se debe proceder a su corrección de línea base, tal como se realiza con los registros reales (por ejemplo) mediante el clásico procedimiento de Berg y Housner.

* Se realizó una amplia experimentación numérica, aplicando el modelo principalmente a la zona bajo estudio. Dio resultados satisfactorios para predecir posibles movimientos en un determinado sitio, tanto moderados como intensos. Debido a la exigua base de datos con que se contaba al momento de realizar esta investigación, la mayor confiabilidad corresponde a sismos moderados en el área de la capital mendocina y del Gran Mendoza, en la República Argentina. Se

considera de todos modos que **la metodología propuesta es válida para cualquier sitio**, con sólo considerar los datos apropiados.

Referencias

- Barbat, A.H., Orosco, L., Hurtado, J. y Galindo M. *Definición de la acción sísmica, Monografía CIMNE IS-10*, Editor: Alex Barbat, Barcelona, España.1994
- Bogdanoff, J.L. and Kozin, F. Comment on reliability of structures in resistance chance failure, *Oper. Res.*, Vol 9, pp 123-126, 1961
- Boore, D.M.The prediction of strong motions, *Proceedings NATO Advanced Studies Institute, Strong Ground Motions Seismology*, Ankara, Turkey.1990
- Carli, F. and Faravelli, L. A non stationary seismological model for strong ground motions, *European Earthquake Engineering*, Vol 3, pp 29-42. 1990
- Crempien, J. y Araneda, P. (1993). Simulación de acelerogramas consistentes con la sismicidad local, *Tesina de habilitación profesional*, Universidad de Concepción, Chile. 1993
- Der Kiureghian, A. and Crempien, J.An evolutionary model for earthquake ground motion, *Structural Safety*, Vol 6, pp 235-246. 1989
- Instituto Nacional de Prevención Sísmica (INPRES). Microzonificación sísmica del Gran Mendoza – *Resumen Ejecutivo. Publicación Técnica No 19*, San Juan, Argentina. 1995
- Morales, J., Singh, S.K. and Ordaz, M. Analysis of the Granada (Spain) earthquake of 24 June, 1984 (M=5) with emphasis on seismic hazard in the Granada Basin, *Tectonophysics* 257, pp 253—253. 1996

Orosco, L. Simulación de movimientos sísmicos intensos para zonas con pocos registros y su aplicación a la evaluación del comportamiento de estructuras, *Tesis doctoral*, Universidad Politécnica de Cataluña, Barcelona, España. 2004

Queck, S., Teo, Y. and Balendra, T. Non stationary structural response with evolutionary spectra using seismological input model, *Earthquake Engineering and Structural Dynamics*, Vol 19, pp 275-288. 1990

Saragoni, R. and Hart, G.C. Simulation of artificial earthquakes, *Earthquake Engineering and Structural Dynamics*, Vol 2 (3), pp 249-267. 1974

Trifunac, M.D. and Novikova, E.I. State of the art review on strong motion duration, *Proceedings of the 10th European Conference on Earthquake Engineering*, Viena, Austria, pp 131-140. 1994

Vanmarcke, E.H. Parameters of the spectral density function, their significance in the time and frequency domain, *MIT Civil Engineering and Design*, 60-1. 1980

Agradecimientos

Un profundo agradecimiento al Dr. Jorge Crempien–Laborie de la Universidad de los Andes (Chile) por sus valiosas sugerencias para la realización de este trabajo.

Informe sobre el trabajo del desmontaje del puente de la “Integración Latinoamericana”

Ing. Walter Luna³⁹
wluna@ucasal.net

1 - Antecedentes para el desmontaje

Cuando iba a realizarse la Feria del Norte Argentino (FERINOA), versión 1.998, la Cámara de Comercio Exterior, me pidió un relevamiento del Puente de la Integración Latinoamericana⁴⁰.

Del referido relevamiento, surgió la inconveniencia de habilitar, como todos los años, el puente metálico, pues y ante lo rutinario de que el mismo se utilizara como una atracción y recreación más para quienes visitaran la Feria, la Cámara planteaba serias dudas sobre la estabilidad del mismo, la seguridad de las personas y el tránsito por la Ruta Nacional N° 51-o Avda. Kennedy-cuya jurisdicción es del Municipio de Salta Capital.

No fueron fáciles las gestiones iniciales, ya que los apoyos sudoeste y sudeste de la estructura estaban en terrenos privados de diferentes dueños, los del noreste y noroeste en el predio de la Cámara del Tabaco y una gran parte del puente, en la zona de camino de la ruta, que es jurisdicción nacional bajo competencia municipal. Solucionadas las dificultades propias, para lograr no menos de cuatro autorizaciones de accesos a los predios y la oposición de legisladores, se hizo el informe técnico sobre el Puente.

³⁹ El autor es Ingeniero en Construcciones y profesor titular de Cátedra de Construcciones Metálicas y de Madera de la Universidad Católica de Salta y durante más de cuarenta años se ha desempeñado en diversas tareas de la administración pública llegando a ser Secretario de Obras y Servicios Públicos y Medio Ambiente de la Municipalidad de la Ciudad de Salta.

⁴⁰ Lo hizo, quién fuera su presidente, el Ing. Jorge Barrantes Becker, un ex alumno de la Facultad de Ingeniería e Informática de nuestra Universidad Católica de Salta y, por ende, ex alumno de la Cátedra Construcciones Metálicas y de Madera que dictaba y, actualmente, dicto.

2 - La estructura

Las exposiciones fotográficas, hablan por si solas del estado en que se encontraba la estructura. La misma nunca había sido conservada y dado el tipo de secciones utilizadas, era evidente que el deterioro exponencial de la chapa doblada por exfoliación, no permitiría tal omisión por parte de los responsables de la misma.

El material utilizado, era chapa doblada y perfiles con dimensiones alemanas (decimales). En la parte superior central (sobre el eje del camino) y a una altura aproximada a los 22 metros, había una roseta central⁴¹.

Los vínculos de apoyo de las patas de la estructura, eran empotramientos en importantes bases de hormigón armado (alguna de ella, aún no ha sido demolida). Una de estas bases, estaba fuertemente fisurada (el motivo de ello, pudo haber sido la falta de los tensores de la estructura). Las patas del pórtico, eran vigas de alma calada con celosías y en su interior, estaba la escalera (de una chapa muy atacada por la corrosión) que le daba una buena rigidez al conjunto. Un porcentaje de los cordones era, de perfiles laminados. La unión de los tramos de la Viga Soporte se materializó con “cajas de unión”, que he considerado endebles (casi todas de destruyeron con fuertes estampidos producidos por el corte de bulones, al producirse el descenso de la estructura).

3 - El Informe para la Cámara de Comercio Exterior

Fue contundente e irrevocable: la estructura corría serio riesgo de derrumbarse con colapso⁴² y dado el avance de la corrosión en todas sus partes formante, tentar una recuperación era muy costosa, o prácticamente imposible. Además, los tiempos, dada la FERINOA 88, no daban.

⁴¹ Su diámetro era de 10 m. y en una fuente central de de 3 m. se había previsto la cría de peces. La corona circular sobrante, de 3,50 m. era para instalar quioscos, con la venta de golosinas y comidas ligeras. A este lugar, se accedía por las cuatro escaleras (o patas del pórtico) de la estructura. El emprendimiento, nunca se llegó a concretar, pues alguien lo diagnosticó como imprudente. Con lo cuál, yo coincidía.

⁴² Con colapso quiere decir; “que no nos avisa”. Generalmente cuando una estructura esta cuestionada, comienza a deformarse y ello, nos hace prever medidas de seguridad.

Hubo airadas protestas para que se reviera el Informe⁴³. Ellas, generalmente desde sectores formados por legisladores. En una reunión básica y concluyente realizada “in situ” y entre las partes interesadas, el Ministro del área refrendó el Informe y dio la orden de que se desmontara la estructura de manera urgente.

Entre tantos descuidos, un sistema de tensores previsto en el proyecto original, se habían cortado por dos razones: a) el tiempo y la oxidación, y b) otros se suprimieron para permitir realizar “ejercicios de salvataje y seguridad”.

4 - El desmontaje

Los equipos utilizados, en especial las grúas -de gran tonelaje y largas “plumas”- fueron traídos a Salta desde el interior provincial (de empresas petroleras) siendo alguno de ellos, de nuestro medio. También del Municipio.

Para poder bajar las 60 toneladas de acero de la estructura, desde una altura promedio de 18 m., los vínculos (o apoyos) de empotramiento de los cuáles se habla precedentemente, fueron transformados en rótulas (articulaciones donde pivotaron las Vigas Soporte) que funcionaron correctamente, permitiendo un muy suave apoyo de la estructura en la calzada⁴⁴ de la Ruta Nacional N° 51, como se aprecia en las exposiciones).

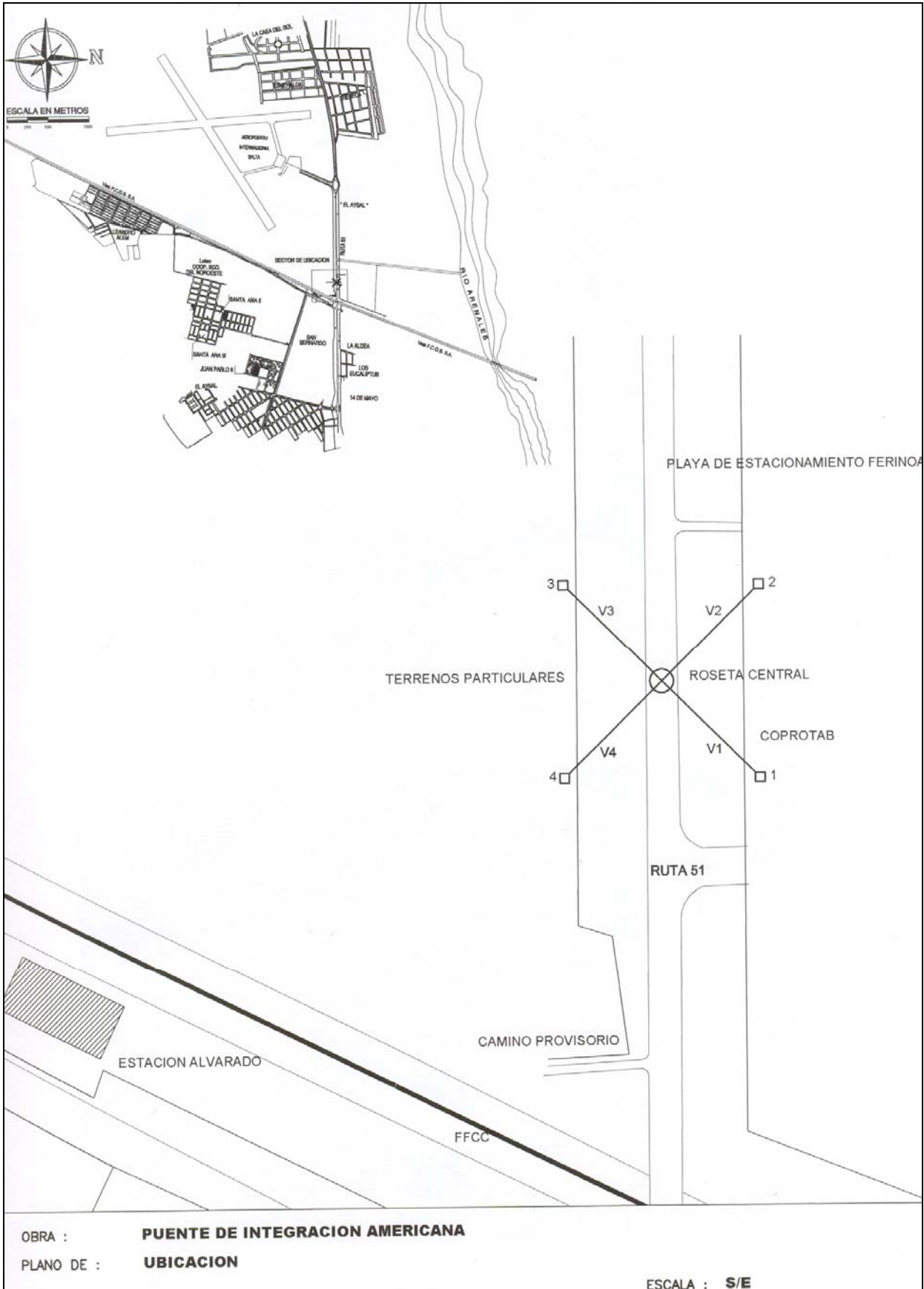
Previa a esta operación con las Vigas Soporte, se desguazó en su lugar de emplazamiento (a 22 m. de altura) la “roseta central”, que fue arriada por partes.

Toda la estructura quedó en los canales de guardia de la zona de camino. Luego fue guardada en el Depósito Municipal, aldeaño al Cementerio de Papua, y desde allí se autoriza el uso de los restos -

⁴³ Se aducía la importancia de lo que representaba para el Norte, y en especial para Salta, el “Puente de la Integración Latinoamericana” que simbólicamente mancomunaba a cuatro países: Chile, Bolivia, Paraguay y Argentina. También que era “patrimonio histórico municipal”. Lo malo de todo esto, es que cuando algo es tradicionalmente importante, como lo era el Puente, debe cuidárselo todo los días de su vida. Hay una decena de casos -de desidia- similares en nuestra Ciudad.

⁴⁴ La zona donde se bajaría la estructura, tenía servicios de importancia que, lógicamente, no podían ser dañados o interrumpidos: de energía, teléfonos -a la zona de Finca San Luis y el Aeropuerto el Aybal- la iluminación y el camino entre Salta y los departamentos de Rosario de Lema y Los Andes. Asimismo, este camino es el nexa con Chile y el Pacífico.

luego de un correcto acondicionamiento- para la ejecución de trabajos comunitarios. Alumnos de la Cátedra de Construcciones Metálicas y de Madera, en el año 2000, calcularon para La Finca Las Costas, puentes peatonales y para tránsito menor, sobre arroyos de la zona.





Fotografía 1



Fotografía 2



Fotografía 3



Fotografía 4



Fotografía 5



Fotografía 6



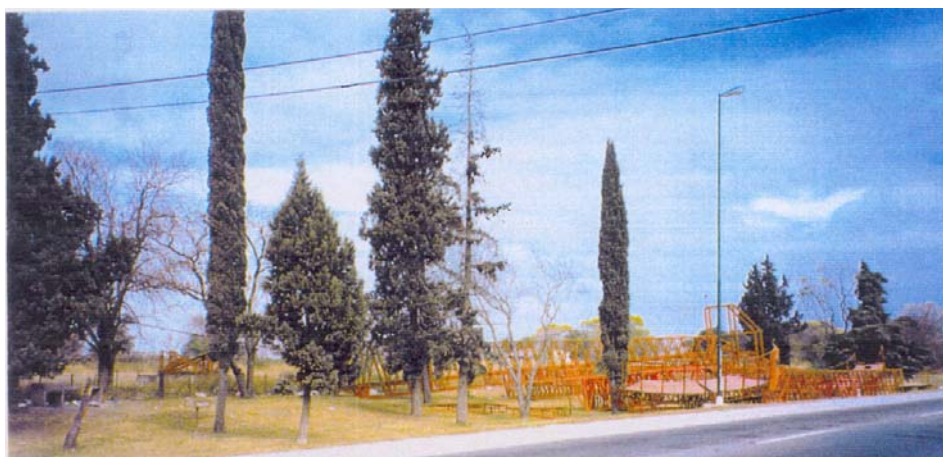
Fotografía 7



Fotografía 8



Fotografía 9



Fotografía 10

Superficies de interacción y dimensionamiento de elementos de hormigón armado sometidos a flexión oblicua con solicitación axial

Mg. Ing. María Inés Figueroa

Ing. D.I.C. Roberto O. Cudmani⁴⁵

f.mariaines@gmail.com, rcudmani@herrera.unt.edu.ar

Resumen

Se presenta en este trabajo una solución al problema de la flexión oblicua combinada con solicitación axial en secciones de hormigón armado de forma rectangular, hueca, sección L, para disposiciones alternativas de armadura. Estos casos de dimensionado han sido considerados con frecuencia a través de aproximaciones.

Se propone un procedimiento para la confección de Superficies de Interacción, posibilitando la obtención de diagramas para usar indistintamente en el dimensionado o en la verificación de secciones y armaduras.

Asimismo, conocidos los esfuerzos que actúan en la sección, es factible determinar las armaduras y las deformaciones asociadas a una configuración de rotura (DIN 1045) o a las resistencias de diseño (CIRSOC 201). El procedimiento utilizado permite la resolución del problema en forma iterativa, a través de verificaciones sucesivas.

El método es exacto, estando basado en la integración de las tensiones internas resultantes en la sección en función de la configuración posible.

Palabras Claves: Carga Axial - Flexión oblicua – Ábacos de Interacción – Superficies de Interacción - Hormigón Armado – Dimensionado.

⁴⁵ Este trabajo es un resumen del presentado en las XVIII Jornadas Argentinas de Ingeniería Estructural (Buenos Aires, 2004). María I. FIGUEROA es Ing. en Construcciones, Ing. Civil, Magíster en Ingeniería Estructural. Roberto O. CUDMANI es Ing. en Construcciones, Ing. Civil, D.I.C. (Diplom of the Imperial College of London), Becario de la Fundación Alexander von Humboldt en las Universidades de Munich y Karlsruhe (Alemania), Profesor Emérito de la Universidad Católica de Salta, Profesor Titular de la Universidad Nacional de Tucumán.

Notación

β_r	Resistencia característica del hormigón.
$\varepsilon_{b,sup}$	Deformación del hormigón, en la fibra extrema superior.
$\varepsilon_{b,inf}$	Deformación del hormigón, en la fibra extrema inferior.
ε_{inf}	Deformación conocida inferior, en el extremo inferior analizado según eje Y'.
$\varepsilon_{e,inf}$	Deformación que sufre la barra de acero.
γ_s	Coefficiente de seguridad.
$\bar{\mu}$	Cuantía mecánica.
σ_b	Tensión en el hormigón.
$\sigma_b(y_n)$	Tensión en el hormigón, en función de la distancia al Eje Neutro.
$\sigma_{e,a}$	Tensión en la barra de acero a
$\sigma_{s,a}$	Tensión en la barra de acero a
A_e, A_i	Áreas exterior e interior comprimidas de la sección en estudio.
$A_{s,a}$	Sección de la barra de acero a.
b	Ancho de la Sección.
C	Esfuerzo normal en la sección.
C_b	Esfuerzo normal en el hormigón.
$C_a = A_{s,a} \sigma_{s,a}$	Esfuerzo normal en la barra de acero a.
d	Altura de la sección.
e	Excentricidad con la que actúa N .
e_x	Excentricidad en dirección x-x.
e_y	Excentricidad en dirección y-y.
E_s	Módulo de Elasticidad del acero.
$E. N.$	Eje Neutro.
f'_c	Resistencia especificada a la compresión del hormigón.
f_y	Tensión de fluencia especificada de la armadura.
Fe_a	Sección de la barra de acero a.
$y_{n,EN}$	Posición del E. N. medida desde el borde superior.
y'_{sup}	Coordenada proyectada del borde superior de la sección sobre eje Y'.
y'_{inf}	Coordenada proyectada del borde inferior de la sección sobre eje Y'.
n	Esfuerzo axial reducido.
na	Cantidad de barras a colocar
N	Fuerza normal solicitante.
$N_a = Fe_a \sigma_{e,a}$	Esfuerzo normal en la barra a.
N_b	Resultante de compresión de la sección.
M	Momento solicitante.
M_G	Momento resistente que se genera en la sección.
$M_{G,a}$	Momento que genera cada una de las barras de acero.
$M_{G,b}$	Momento generado por el hormigón con respecto al centro de gravedad.
m_x	Esfuerzo reducido en la dirección x-x.
M_x	Momento solicitante según dirección x-x.

m_y	Esfuerzo reducido en la dirección y-y.
M_y	Momento solicitante según dirección y-y.
q	Cantidad de barras que componen la cuantía mecánica que se analiza $\bar{\mu}$.
q_a	Porcentaje de la sección interviniente en el cálculo de la cuantía mecánica $\bar{\mu}$.
v	Vértices de la sección.
$(x_a; y_a)$	Coordenadas del punto A, según ejes coordenados X-Y.
$(x'_a; y'_a)$	Coordenadas del punto A, según ejes coordenados X'-Y'.
$x_n _{r_{e,inf}}(y_n)$	Ecuación de la recta límite inferior de la sección exterior, en función de y_n .
$x_n _{r_{e,sup}}(y_n)$	Ecuación de la recta límite superior de la sección exterior, en función de y_n .
y_0	Límite inferior, según eje Y_n , de la zona de compresión a integrar.
$y_n _{b,sup}$	Límite superior, según eje Y_n , de la zona de compresión a integrar.

Hipótesis

El análisis se lleva a cabo considerando una configuración de rotura, según la norma DIN 1045 y siguiendo los lineamientos dados por el reglamento CIRSOC 201.

Según lo establecido en la norma DIN 1045, se consideran las siguientes hipótesis:

- Las secciones de hormigón se mantienen planas después de la deformación. Esto implica que las deformaciones en las distintas fibras de la sección resultan proporcionales a la distancia al eje neutro.
- Adherencia perfecta entre hormigón y acero. Las barras de acero están sujetas a deformaciones iguales a las que sufren las fibras del hormigón adyacente.
- Se desprecia la resistencia a la tracción del hormigón, debiéndose colocar armaduras para absorber tales esfuerzos.
- La ley constitutiva $\sigma - \varepsilon$ que se acepta para caracterizar el comportamiento del hormigón es la parábola-rectángulo, Fig. 1 (A) y para el acero una trayectoria bilineal, Fig. 1 (B).

$$\sigma_b = \begin{cases} \beta_r \left(\varepsilon_b + \frac{\varepsilon_b^2}{4} \right); & \text{si } -2\% \leq \varepsilon_{b,sup} \leq 0 \\ -\beta_r & ; \text{si } -3.5\% \leq \varepsilon_{b,sup} \leq -2\% \\ 0; & \text{si } \varepsilon_{b,sup} > 0 \end{cases} \quad (1)$$

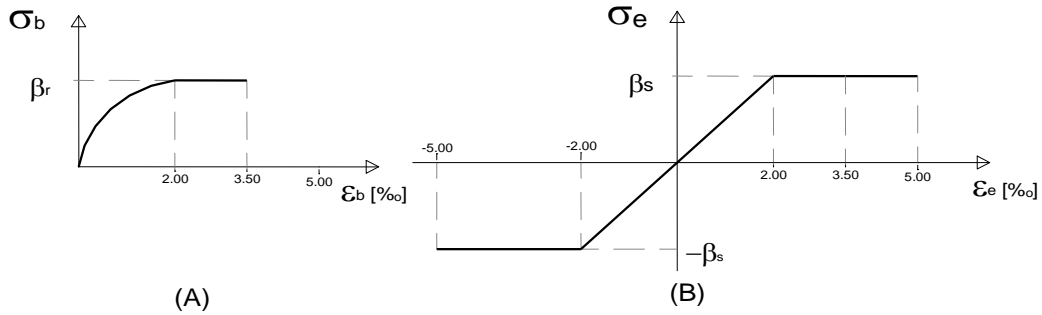


Figura 1. Diagramas Tensión-Deformación para: (A) Hormigón – (B) Acero

$$\sigma_e = \begin{cases} E \varepsilon_e & ; \text{si } -2 \% \leq \varepsilon_e \leq 2 \\ \beta_s & ; \text{si } 2 \% \leq \varepsilon_e \leq 5 \% \\ -\beta_s & ; \text{si } -5 \% \leq \varepsilon_e \leq -2 \% \end{cases} \quad (2)$$

- El coeficiente de seguridad que se considera variará según la deformación que sufra la barra de acero más traccionada $\varepsilon_{e,inf}$ de acuerdo a la siguiente regla:

$$\gamma_s = \begin{cases} 2.1 & ; \text{si } \varepsilon_{e,inf} < 0 \\ 2.1 - \frac{0.35}{3} |\varepsilon_{e,inf}| & ; \text{si } 0 \% \leq \varepsilon_{e,inf} \leq 3 \% \\ 1.75 & ; \text{si } \varepsilon_{e,inf} > 3 \% \end{cases} \quad (3)$$

Las deformaciones límites características definen diversos dominios, que se muestran en la Figura 2.

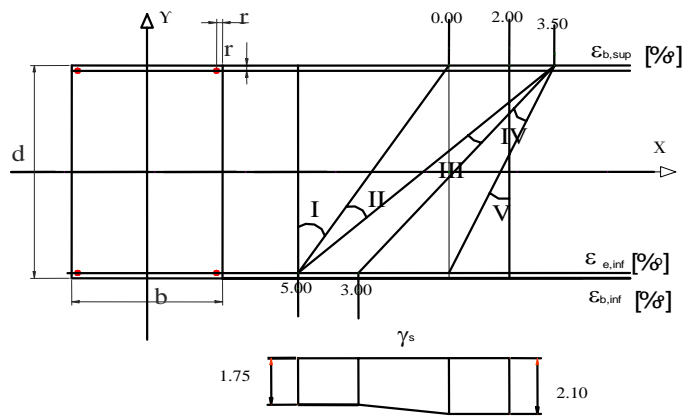


Figura 2. Deformaciones Límites Características

Método de Dimensionamiento

Características de la sección

Se trabaja con un sistema principal de ejes coordenados ortogonales $X-Y$, con origen en el centro de gravedad de la sección, al cual se refieren las coordenadas de los vértices de las secciones: exterior $(x_{e,k}; y_{e,k})$, con $k=1, \dots, v$ e interior, que delimita la parte hueca de la sección $(x_{i,k}; y_{i,k})$, con $k=1, \dots, v$, y las coordenadas de las barras de armaduras $(x_{a_j}; y_{a_j})$, con $j=1, \dots, na$.

La sollicitación normal N excéntrica produce $M = N \times e$:

$$M_x = N \times e_y, \quad M_y = N \times e_x, \quad \text{con} \quad \text{tg } \beta = \frac{e_y}{e_x} \quad (4)$$

Se definen los esfuerzos reducidos correspondientes:

$$m_x = \frac{M_x}{b \times d^2 \times \beta_r}, \quad m_y = \frac{M_y}{d \times b^2 \times \beta_r}, \quad n = \frac{N}{b \times d \times \beta_r} \quad (5)$$

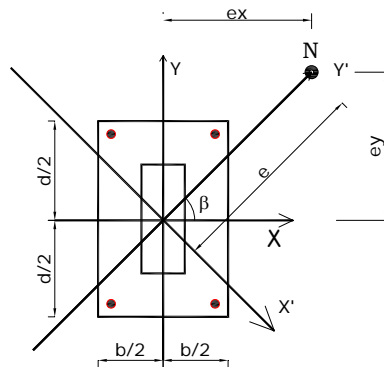


Figura 3. Solicitaciones

La resultante del esfuerzo de compresión se obtendrá integrando la zona comprimida de la sección en base al diagrama $\sigma-\varepsilon$ correspondiente. Para ello se considerará, en el caso de una sección hueca, el esfuerzo total en la sección exterior (envolvente) a la que se restará el que se produce en la sección interior:

$$N_b = \int_{A_e} \sigma_b dA - \int_{A_i} \sigma_b dA \quad (6)$$

Se considera un sistema de ejes coordenados ortogonales $X'-Y'$ rotado un ángulo $(\beta-90)$ con respecto al sistema original $X-Y$, de tal

manera que el eje Y' coincida con la dirección de aplicación de la sollicitación exterior. La transformación entre sistemas coordenados es posible mediante las funciones:

$$x' = x \sin \beta - y \cos \beta \quad y' = x \cos \beta + y \sin \beta \quad (7)$$

Admitiendo la hipótesis que las secciones permanecen planas después de haber sufrido deformación, y conociendo la deformación que sufren los puntos extremos de la sección, es posible arribar a las deformaciones que se producen en cada punto de la sección, mediante relaciones directas de proporcionalidad.

Resultante de Compresión

La resultante de compresión está formada por la contribución del hormigón y del acero en la zona comprimida de la sección A_c (zona rayada de la figura 4):

$$N = N_b + \sum_{a=1}^{na} N_a = \int_{A_c} \sigma_b dA + \sum_{a=1}^{na|_{A_c}} F e_c \sigma_e \quad (8)$$

Considérese, en figura 4, como caso particular el diagrama límite entre las zonas II y III (figura 2): $\varepsilon_{b,sup} = -3.5\%$ y $\varepsilon_{e,inf} = 5\%$. La fuerza de compresión asociada al hormigón se obtendrá integrando el volumen de tensiones en el área comprimida. El procedimiento usado consiste en expresar las rectas que determinan las dimensiones de la sección en el sistema de coordenadas $X'-Y'$.

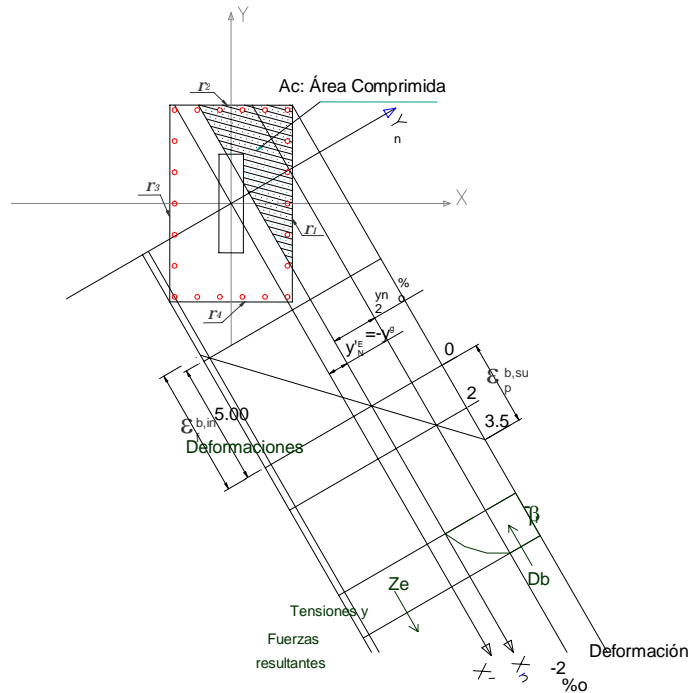


Figura 4. Determinación de Resultantes

Para la integración de las tensiones que se producen en el hormigón en la zona comprimida de la sección, se elige trabajar con un par de ejes coordenados, con las direcciones dadas a $X'-Y'$, con X' coincidente con el eje neutro. Este sistema de ejes coordenados ortogonales se denomina $X_n - Y_n$, Figura 4. Será un sistema de coordenadas dinámico, que irá variando de acuerdo al diagrama de deformaciones considerado. Las funciones de transformación del sistema $X'-Y' \rightarrow X_n - Y_n$ son:

$$x_n = x' = x \sin \beta - y \cos \beta \quad (9)$$

$$y_n = y' - y'_{EN} = x \cos \beta + y \sin \beta - y'_{EN} \quad (10)$$

Por ejemplo, la fuerza de compresión que produce el hormigón en la sección exterior, con el diagrama de deformaciones adoptado, se obtiene mediante:

$$N_{b,e} = \int_{y_0}^{y_n|_{b,sup}} \left(\int_{x_n|_{e,inf}(y_n)}^{x_n|_{e,sup}(y_n)} \sigma_b(y_n) dx_n \right) dy_n \quad (11)$$

Con las mismas consideraciones anteriores se calcula el momento interno del hormigón referido al centro de gravedad de la sección $M_{G,b} = M_{Ge,b} - M_{Gi,b}$. El momento resultante en la sección:

$$M_G = M_{G,b} + \sum_{a=1}^{na} M_{G,a} \quad (12)$$

$$M_{Ge,b} = \int_{y_0}^{y_n|_{b,sup}} \left(\int_{x_n|_{e,inf}(y_n)}^{x_n|_{e,sup}(y_n)} \sigma_b(y_n)(y_n - y_G) dx_n \right) dy_n \quad (13)$$

$$M_{G,a} = Fe_a \sigma_{e,a} y'_a \quad (14)$$

A continuación se calculan los momentos que produce esta fuerza N_b con respecto a los ejes originales $X-X$: $M_{x,b} = M_{Xe,b} - M_{Xi,b}$ e $Y-Y$: $M_{y,b} = M_{Ye,b} - M_{Yi,b}$:

$$M_{Xe,b} = \int_{y_0}^{y_n|_{b,sup}} \left(\int_{x_n|_{e,inf}(y_n)}^{x_n|_{e,sup}(y_n)} \sigma_b(y_n)(-x_n \cos \beta + (y_n - y_G) \sin \beta) dx_n \right) dy_n \quad (15)$$

$$M_{Ye,b} = \int_{y_0}^{y_n|_{b,sup}} \left(\int_{x_n|_{e,inf}(y_n)}^{x_n|_{e,sup}(y_n)} \sigma_b(y_n)(x_n \sin \beta + (y_n - y_G) \cos \beta) dx_n \right) dy_n \quad (16)$$

Se obtienen los esfuerzos reducidos que se generan en la sección por la sollicitación aplicada. Para ello se define:

$$\bar{\mu} = \frac{Fe\beta_s}{bd\beta_r} \quad Fe = \sum q_a Fe_a \quad (17)$$

Y así:

$$n = \frac{1}{\gamma_s} \frac{N}{bd\beta_r}, \quad n_b = \frac{1}{\gamma_s} \frac{N_b}{bd\beta_r}, \quad \boxed{n = n_b + \frac{1}{q} \frac{1}{\beta_s} \sum_{a=1}^{na} \sigma_{e,a} \bar{\mu}} \quad (18)$$

De igual manera para plantear el momento reducido:

$$m = \frac{1}{\gamma_s} \frac{M_G}{bd^2\beta_r}, \quad m_b = \frac{1}{\gamma_s} \frac{M_{G,b}}{bd^2\beta_r} \quad (19)$$

$$m = m_b + \frac{1}{q} \frac{1}{\gamma_s} \frac{1}{d\beta_s} \sum_{a=1}^{na} \sigma_{e,a} y'_a \bar{\mu} \quad (20)$$

Se obtienen ecuaciones del tipo:

$$\boxed{n = n_1 + n_2 \bar{\mu}} \quad \boxed{m = m_1 + m_2 \bar{\mu}} \quad (21)$$

Con estas ecuaciones es posible obtener las rectas que se trazan en el diagrama $m-n$.

$$n = \left(n_1 - \frac{m_1}{m_2} n_2 \right) + \frac{n_2}{m_2} m \quad (22)$$

Dando valores a $\bar{\mu}$ se obtienen puntos sobre esta recta, que juntamente con los correspondientes puntos sobre las otras rectas (obtenidos de otras deformaciones características), permitirán el trazado de las curvas de igual cuantía.

Ejemplos de Aplicación

Ejemplo N° 1

Sección maciza de 40 cm x 50 cm con 20 barras de armaduras uniformemente distribuidas de igual sección, dispuestas con un recubrimiento 3 cm. Resistencia característica del hormigón $\beta_r = 0.105 t/cm^2$, tensión de fluencia del acero: $\beta_s = 4.2 t/cm^2$, módulo de elasticidad del acero $E = 2100 t/cm^2$

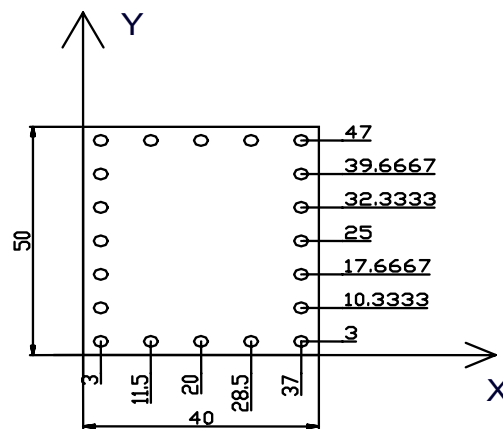


Figura 5. Sección Maciza. Dimensiones y Distribución de Armaduras

Si se considera flexión recta: $\beta = 0$ la fuerza exterior se encuentra aplicada sobre el eje $X-X$, y el diagrama de interacción que se obtiene se presenta en Figura 7. Si la fuerza se aplicara sobre el eje $Y-Y$, produciría flexión recta con: $\beta = 90$ (ver diagrama Figura 6).

La cuantía ω_0 que se obtiene del diagrama permite determinar la armadura total de la sección: $A_{Total} = \omega_0 \frac{b \times d}{\beta_s / \beta_r}$.

La superficie de interacción que se obtiene, para una cuantía $\omega_0 = 2.00$ es la que se observa en la figura 7. Se encuentran proyectadas curvas de nivel en el plano $m_x - m_y$.

A continuación se presentan figuras que permiten una mejor visualización de las superficies que se obtienen para las cuantías: $\omega_0 = 0.00 - 0.50 - 1.00 - 1.50 - 2.00$, considerando que la aplicación de la fuerza exterior varía entre $\beta = 5^\circ$ a 45° con un intervalo de 5° , Figura 8.

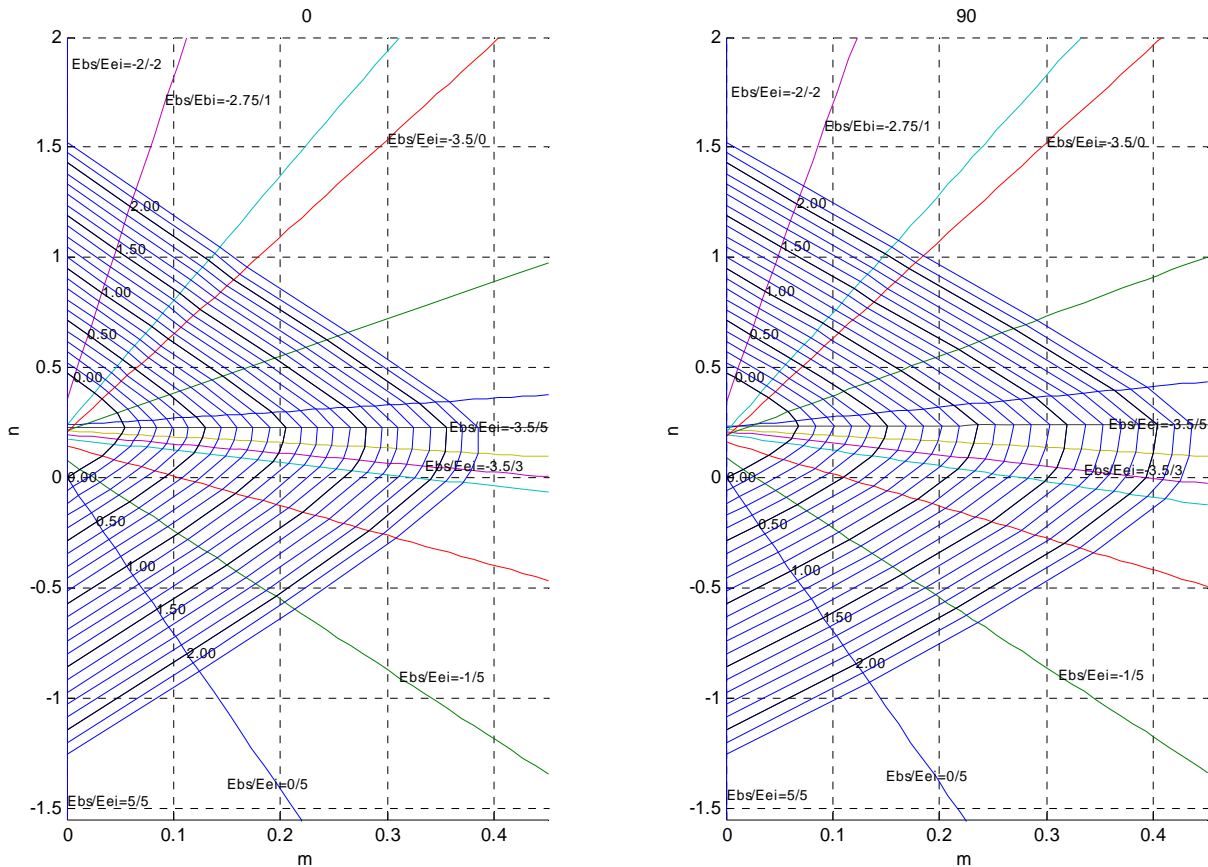


Figura 6. Diag. Interacción – Sección Maciza - Flexión Recta $\beta = 0$ y $\beta = 90$ - Ej. 1

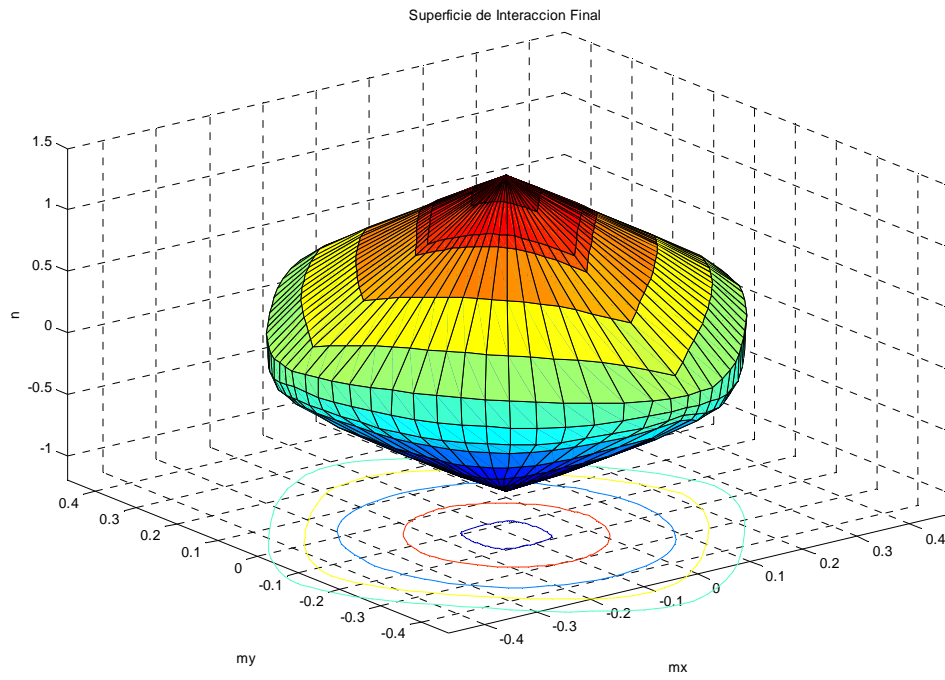


Figura 7 – Superficie Interacción $\omega_0 = 2.00$ para el ejemplo 1

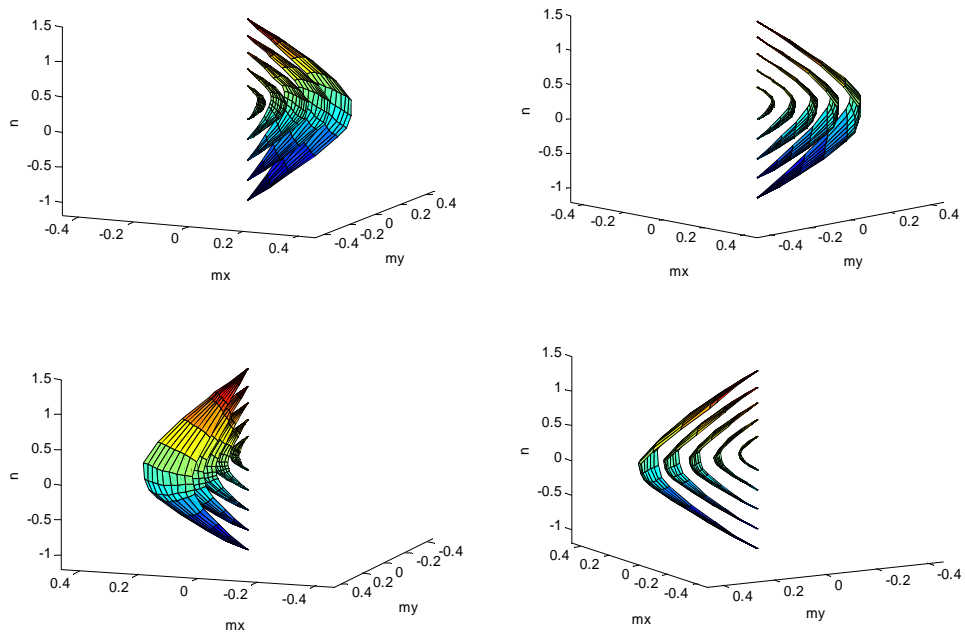


Figura 8 – Corte de las Superficies de Interacción para cuantía variable

Ejemplo N° 2

Se estudia una sección cajón de dimensiones exteriores y distribución de armadura iguales a las del ejemplo anterior. La sección interior hueca es de dimensiones: 10 cm x 30 cm, recubrimiento 3 cm. Resistencia característica del hormigón $\beta_r = 0.105 t/cm^2$, tensión de fluencia del acero: $\beta_s = 4.2 t/cm^2$, módulo de elasticidad del acero $E = 2100 t/cm^2$

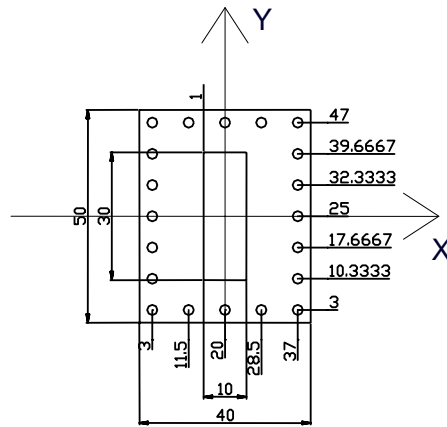


Figura 9. Sección Hueca. Dimensiones y Distribución de Armaduras

Los resultados se presentan a continuación. Se observa poca variación con respecto a los obtenidos para la sección maciza.

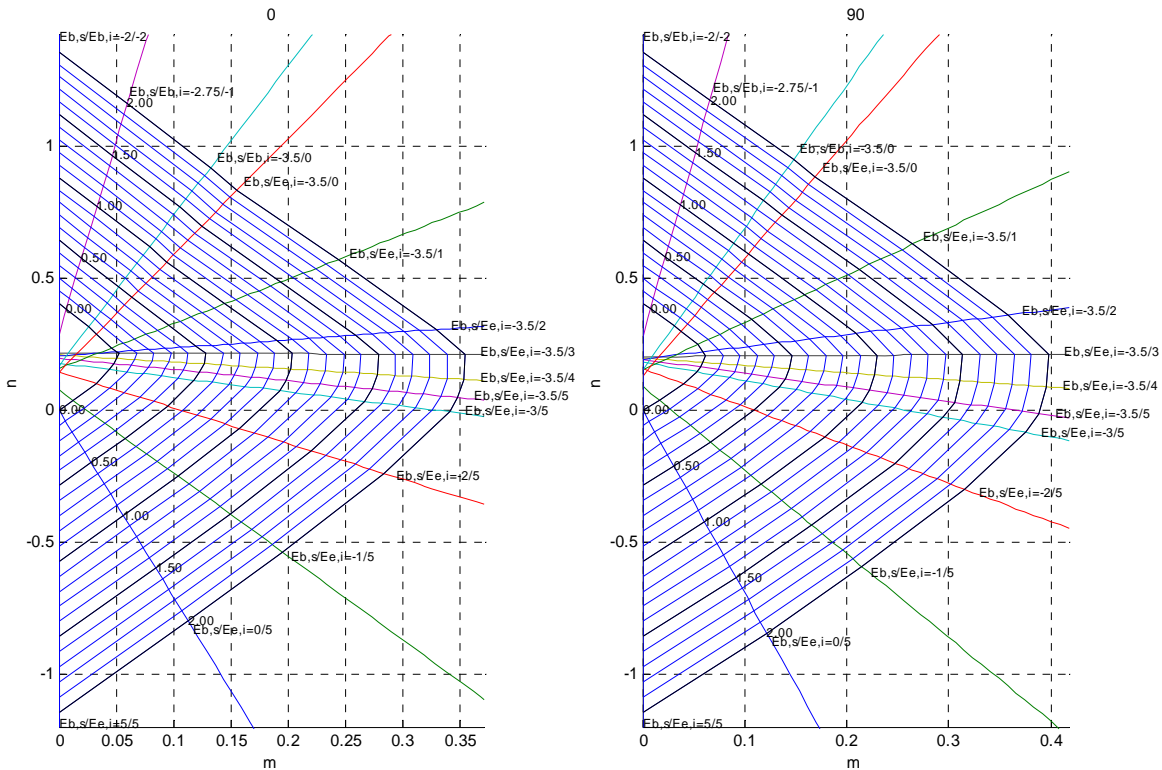


Figura 10. Diag. Interacción – Sección Hueca - Flexión Recta $\beta = 0$ y $\beta = 90$ - Ej. 2

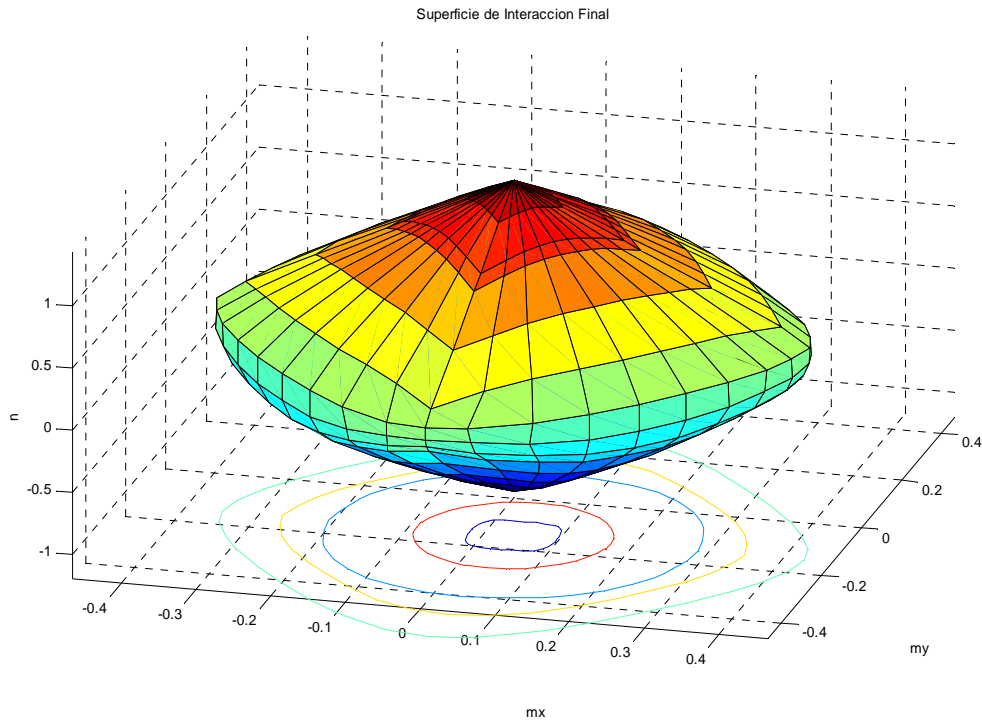


Figura 11 – Superficie Interacción $\omega_0 = 2.00$ para el ejemplo 2

En la figura 10 se muestran los resultados que se obtienen si se considera flexión recta: $\beta = 0$ (fuerza aplicada sobre el eje $X-X$) y con $\beta = 90$ (fuerza se aplicara sobre el eje $Y-Y$).

Se obtiene ω_0 y la armadura total es: $A_{Total} = \omega_0 \frac{b \times d}{\beta_s / \beta_r}$. Se muestra en figura 11 la superficie de interacción para una cuantía $\omega_0 = 2.00$ con las proyecciones de las curvas de nivel en el plano $m_x - m_y$.

Hipótesis según lineamientos dados por Norma CIRSOC 201

Se presentan a continuación las hipótesis establecidas para el diseño por resistencia de elementos solicitados a flexión y a cargas axiales de acuerdo a los lineamientos del Proyecto de Reglamento Argentino de Estructuras de Hormigón (CIRSOC 201). Se deben satisfacer las condiciones de equilibrio y de compatibilidad de deformaciones.

Se mantienen las hipótesis establecidas anteriormente, con las siguientes consideraciones:

- Las deformaciones específicas en la armadura y en el hormigón se deben suponer directamente proporcionales a la distancia desde el eje neutro. El procedimiento no es aplicable a vigas de gran altura, en las que se debe utilizar un análisis que considere una distribución no lineal de la deformación.
- Para la determinación de la resistencia nominal de la sección, se supone que la máxima deformación en la fibra extrema del hormigón sometida a compresión es igual a 0,003.
- La tensión en el acero se debe calcular como E_s veces la deformación de la armadura, siempre que dicha tensión resulte menor que la tensión de fluencia especificada f_y . Para deformaciones mayores que la correspondiente a f_y , la tensión se debe considerar independiente de la deformación, e igual a f_y .

$$\sigma_e = \begin{cases} E \varepsilon ; & \text{si } -2\% \leq \varepsilon \leq 2\% \\ f_y ; & \text{si } 2\% \leq \varepsilon \leq 10\% \\ -f_y ; & \text{si } -10\% \leq \varepsilon \leq -2\% \end{cases} \quad (26)$$

- Se desprecia la resistencia a la tracción del hormigón, debiéndose colocar armaduras para absorber tales esfuerzos.
- Para la relación entre la tensión de compresión y la deformación específica del hormigón: $\sigma-\varepsilon$ se supone una distribución rectangular de tensiones equivalentes en el hormigón.
- La tensión en el hormigón se adopta igual a $0.85f'_c$, y se supone uniformemente distribuida en una zona de compresión equivalente, limitada por los extremos de la sección transversal, y por una línea recta paralela al eje neutro, a una distancia $a = \beta_1 c$, a partir de la fibra comprimida con deformación máxima.
- La distancia c , entre la fibra comprimida con deformación máxima y el eje neutro, se debe medir en dirección perpendicular a dicho eje.
- El valor del factor β_1 , se adopta:

$$\text{Para: } \left. \begin{array}{l} f'_c \leq 30\text{MPa: } \beta_1 = 0.85 \\ f'_c > 30\text{MPa: } \beta_1 = 0.85 - 0.05 \frac{(f'_c - 30\text{MPa})}{7} \end{array} \right\}, \text{ con } \beta_1 \geq 0.65 \quad (27)$$

$$\text{Para } f'_c > 50 \text{ MPa: } \beta_1 = 0.65$$

El procedimiento de cálculo es el mismo expuesto anteriormente, pero se debe tener en cuenta que la fuerza de compresión que es capaz de resistir el hormigón ahora se obtiene al integrar el volumen de tensiones constantes ($0.85 f'_c$) en el área comprimida.

Al considerar en el hormigón una distribución rectangular equivalente de tensiones, el eje neutro se ubica en otra posición.

Se opera también para la condición de deformación balanceada, que es la situación que se produce en la sección transversal cuando la deformación de la armadura más traccionada es la correspondiente a la tensión de fluencia especificada f_y , y en el hormigón más comprimido la deformación específica es igual al valor último, supuesto 0,003.

Con estas hipótesis se procede a aplicar el procedimiento antes descrito.

La fuerza de compresión que se produce en el hormigón, debida al diagrama de deformaciones adoptado, por ejemplo, para la sección exterior resulta:

$$C_{b,e} = \int_{y_0}^{y_n|_{b,\text{sup}}} \left(\int_{x_n|_{e,\text{inf}}(y_n)}^{x_n|_{e,\text{sup}}(y_n)} 0.85 f'_c dx_n \right) dy_n \quad (28)$$

La sección interior, es decir la parte hueca, se resta de la calculada anteriormente, para obtener la fuerza de compresión actuando en el hormigón $C_b = \int_{A_e} \sigma_b dA - \int_{A_i} \sigma_b dA$:

Con las mismas consideraciones anteriores, se determina el momento interno del hormigón, referido al centro de gravedad de la sección $M_{G,b} = M_{Ge,b} - M_{Gi,b}$.

Asimismo, se calculan los momentos que produce esta fuerza C_b con respecto a los ejes originales $X-X$: $M_{x,b}$ e $Y-Y$: $M_{y,b}$.

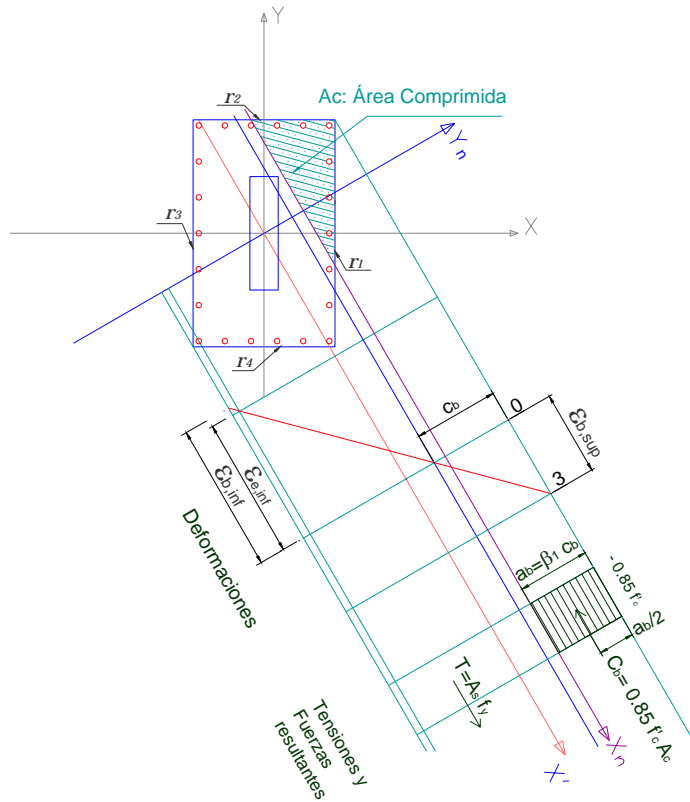


Figura 12– Tensión y Deformación adoptados CIRSOC 201

El esfuerzo normal que se genera en la sección, para la condición de deformación dada es:

$$C = C_b + \sum_{a=1}^{na} C_a \quad C = C_b + \sum_{a=1}^{na} A_{s,a} \sigma_{s,a} \quad (29)$$

El momento que se genera con respecto al centro de gravedad de la sección, por la sollicitación aplicada es:

$$M_G = M_{G,b} + \sum_{a=1}^{na} M_{G,a} \quad (40)$$

En definitiva para la construcción del diagrama, se obtienen ecuaciones:

$$\boxed{N = N_1 + N_2 A} \quad \boxed{M = M_1 + M_2 A} \quad (41)$$

$$N = \left(N_1 - \frac{M_1}{M_2} N_2 \right) + \frac{N_2}{M_2} M \quad (42)$$

La resistencia de diseño se obtiene de la resistencia nominal calculada multiplicada por el factor ϕ de reducción de resistencia, que para aquellas combinaciones que no incluyan sismo es:

- Secciones controladas por tracción: $\phi = 0.90$
- Secciones controladas por compresión en elementos no armados con zunchos: $\phi = 0.70$
- En secciones en las cuales la deformación específica neta de tracción en el acero más traccionado, para la resistencia nominal, está comprendida entre los límites establecidos para las secciones controladas por compresión y por tracción, ϕ varía linealmente.

Los resultados que se presentan consideran estos casos.

Ejemplo N° 3

Sección hueca. Dimensiones exteriores: 0.40 m x 0.50 m; interior: 0.10 m x 0.30 m, con 20 barras de armaduras de 2 cm² de sección cada una uniformemente distribuidas; recubrimiento 3 cm (figura 5). Resistencia característica de rotura a compresión $f'_c = 20 \text{ MPa}$, tensión de fluencia del acero $f_y = 420 \text{ MPa}$, módulo de elasticidad del acero $E_s = 200000 \text{ MPa}$

En la figura 13 se muestran los resultados que se obtienen al considerar flexión recta: $\beta = 0$ (fuerza aplicada sobre el eje $X-X$) y $\beta = 90$ (fuerza se aplicada sobre el eje $Y-Y$), para la sección y armadura dadas.

La figura 14 muestra distintas vistas de la superficie de interacción resultante.

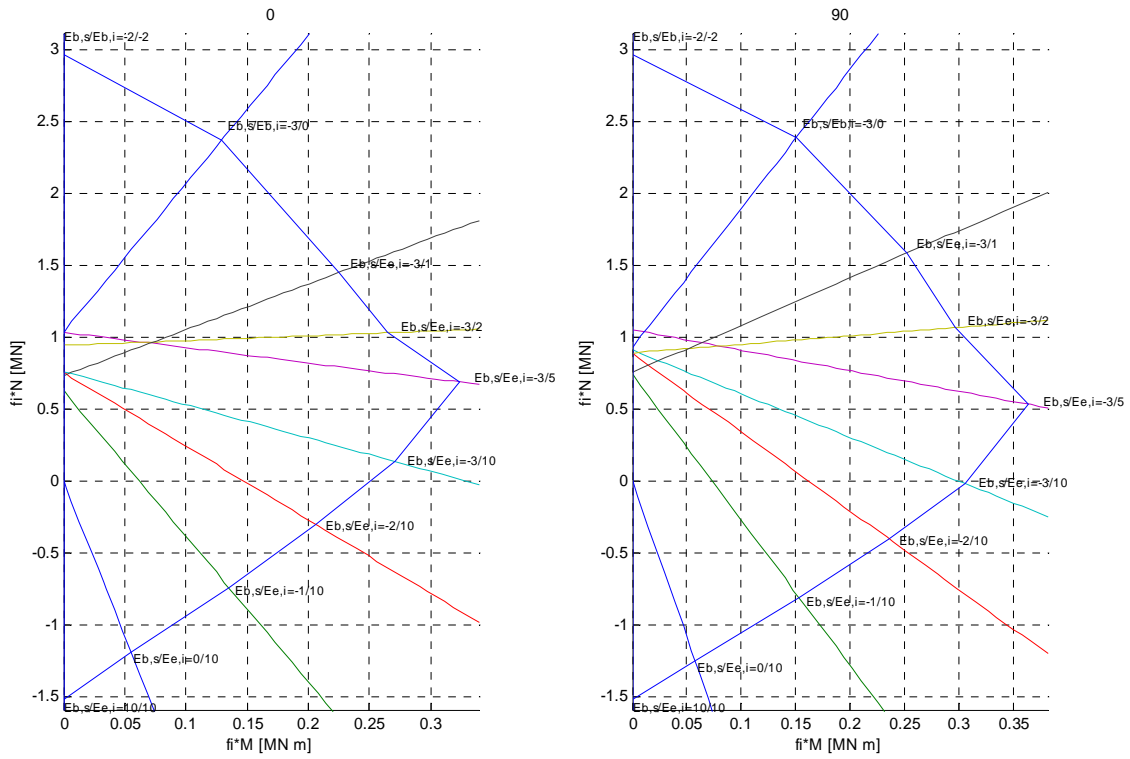


Figura 13 Diag. Interacción – Sección Maciza - Flexión Recta $\beta = 0$ y $\beta = 90$ - Ej. 3

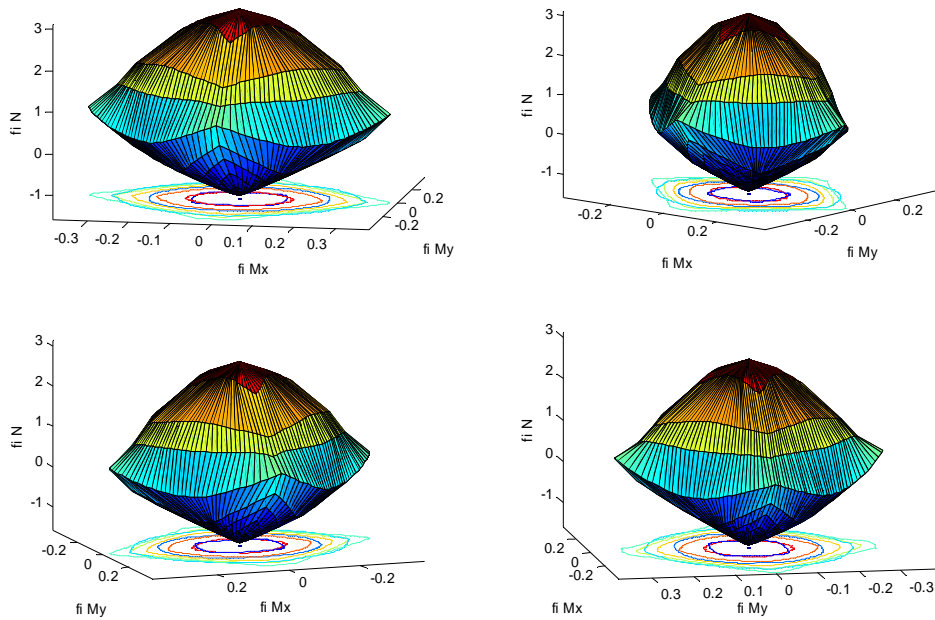


Figura 14 - Vistas de la Superficie de Interacción Resultante

Conclusiones

El trabajo permite presentar una solución a los problemas de dimensionamiento o verificación de secciones de hormigón armado con distintas configuraciones y con distintas disposiciones de armadura, sometidas a flexión oblicua combinada con sollicitación axial.

El método es exacto y el procedimiento sencillo. Es posible visualizar, en forma clara, los resultados que se obtienen y las superficies de interacción correspondientes a la sección en estudio, lo que posibilita el análisis y comparación con el comportamiento de otras configuraciones de secciones, en forma rápida y eficiente.

El método permite la fácil adaptación del programa a distintas hipótesis que se quisieran proponer; y evaluar, comparativamente, los resultados que de las mismas se obtienen. En el trabajo desarrollado se considera la configuración de rotura propuesta por la norma DIN 1045, y las resistencias de diseño del CIRSOC 201.

Bibliografía

DIN 1045

Presidencia de la Nación - Secretaría de Obras Públicas. Proyecto de Reglamento Cirsoc 201.

Acerca de la motivación del obrero en la producción tabacalera

Ing. Manuel Luís Zambrano Echenique⁴⁶

mzambrano@ucasal.net

Resumen

Este trabajo trata de concientizar a los productores del Sector Tabacalero acerca de la importancia de la motivación del recurso humano con que cuentan, marcando claramente los beneficios que esto incluye; como así también deja entrever el costo de la no-motivación, ambos factores no pueden dejar de ser considerados a la hora de toda inversión, ya que no se puede evitar considerar al recurso humano, como factor fundamental en toda organización.

Introducción

En la provincia de Salta, especialmente en los valles de Lerma y Cianca, se ejercita una destacada actividad tabacalera conducida por un importante sector empresarial puntualmente organizado.

La incidencia económico-social que de ella se deriva justifica, por su trascendencia, poner a su servicio toda la atención y consideración que merece el tratamiento de todos y cada uno de los aspectos que la entornan y le son anejos.

⁴⁶ Ingeniero Industrial, es Ayudante Docente de Operaciones Industriales I y II e Industrias II. Es además Coordinador de los Laboratorios de la Facultad de Ingeniería e Informática. Integra el Consejo de Profesores del Departamento de Ingeniería Industrial de la Facultad de Ingeniería e Informática como representante del bloque de las Tecnologías Básicas. Fue alumno pasante en el Proyecto de Reingeniería de la Municipalidad de la Ciudad de Salta, participó en la empresa INDASA S.A. en el montaje de construcciones metálicas y en la PIPELINE CORROSION SERVICE ARGENTINA, empresa dedicada a la protección catódica. Actualmente se dedica al ejercicio libre de la profesión. Actualmente cursa la Especialización en Higiene y Seguridad del Trabajo de la U.C .S.

Históricamente los avances logrados en ese ámbito se han circunscrito y apuntado siempre a la mejora del tabaco en el campo, a través de nuevas especies híbridas, fertilizantes mas efectivos, etc. Esta prioridad queda reflejada en el conocido adagio según el cual, “lo que del rastrojo no sale, la estufa no te lo da” (INTA 1990).

Es obvio que en general los empleadores nunca han considerado que modificar su forma de trabajar para proporcionar una buena motivación a sus empleados pueda resultar beneficioso, aun mediando las dificultades económicas por que se atraviesa. Espero que al final de este artículo esta postura quede refutada y llegue a demostrar que proveyendo al trabajador de un ámbito más cercano al ideal, lejos de menguarse se acrecentarán las ganancias del productor.

Durante el proceso de curado se cumplen gran cantidad de tareas, por lo general realizadas por personas que no poseen ningún tipo de estudios. La manera de realizar las tareas suele sustentarse en la simple experiencia o conocimiento empírico sin más, sorteando la debida planificación y dedicación que el caso exige.

De todo esto surge la necesidad de sustentar las prácticas reales en fundamentos teóricos, ya que en estas actividades confluyen una concurrencia de hechos o situaciones cuya naturaleza corresponde al marco de disciplinas complementarias al objetivo primero de la actividad. La unidad del conocimiento es siempre el principal germen de mejoramiento de toda actividad humana.

Esto nos previene sobre la necesidad de promover vínculos permanentes entre las organizaciones, en este caso tabacaleras, y los medios universitarios de investigación. La evolución se nutre del conocimiento sistemático, por eso es posible.

En los últimos años el sector tabacalero no ha considerado una sinergia en sus instalaciones. Como resultado en la inversión realizada para el curado de tabaco se tiene un capital inutilizado, parado, por un período aproximado de 9 meses. De aquí, la necesidad de buscar cultivos alternativos, que no sólo aprovechen la infraestructura y la maquinaria disponibles, sino también cuenten con una mano de obra permanente, la que se estará continuamente capacitando, para que de esta forma bajen los costos sobre la curva de “Experiencia” (García Criollo 2005).

Además es evidente que los operarios del rubro no trabajan en un medio y condiciones que fuesen de desear, así: horario excesivo de trabajo, mala alimentación, posturas físicas de trabajo inapropiadas, alojamientos inadecuados que no cumplen con requisitos mínimos no ya de comodidad, sino de seguridad. Por lo general se trata de personal itinerante desarraigado de su medio original.

Espero que a través de este artículo estas sugerencias se tengan presente como alternativa positiva

Descripción del proceso productivo del tabaco

En general los procesos de una planta de curado de tabaco son:

- A. Recepción del tabaco
- B. Carga y encendido de estufas
- C. Curado, con los siguientes subprocesos:
 - a. Maduración
 - b. Fijación del color
 - c. Secado de la lámina
 - d. Secado de la vena
 - e. Humectación
- D. Descarga
- E. Pesado
- F. Clasificado y enfardado
- G. Venta

Descripción de las Empresas Tabacaleras

Por lo general las empresas tabacaleras, no presentan un organigrama, ya que se trata de empresas manufactureras familiares, en las cuales no esta definido ningún tipo de responsabilidad entre los integrantes, es decir que la idiosincrasia que presentan es bastante particular. La importancia de todo organigrama es que refleja todas las funciones formales que tienen los empleados, y los departamentos que representan.

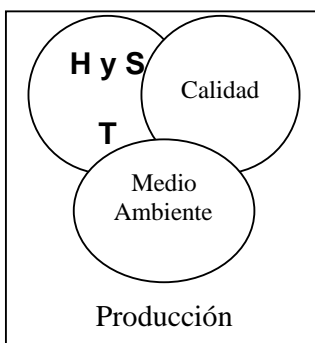
Es importante destacar que por lo general el grado de motivación que se les da a los operarios es nulo dada la política de las empresas. El desayuno, merienda, almuerzos corren por cuenta de aquel. Las empresas no les brindan ninguna de estas atenciones, lo contrario resultará en el espíritu de ellos un motivo de aliento y estima.

Una de las tareas fundamentales, la realizan los estuferos, que por lo general cubren turnos de 12 hs. siendo importante destacar que la calidad del tabaco radica especialmente en la habilidad de estos dos operarios, ya que se trata en la mayoría de los casos de uno por turno. En caso de faltar uno de ellos dicha tarea se vería cubierta por el Encargado General, teniendo que dejar éste de desempeñar sus tareas específicas. Es dable destacar que la persona responsable del estufado tiene que ser idónea en el tema. De ahí que sea importante desarrollar un manual de procedimiento del estufero, a efectos de que toda persona lo pueda desempeñar. Será pues necesaria la capacitación del personal, no sólo en este aspecto, sino en todo las tareas involucradas en el proceso de curado.

Esto hace a la buena visión empresarial. El capital humano es uno de los factores de mayor importancia dentro de una empresa, ya que es el que genera las actividades productoras.

“Los resultados se obtienen a través de las Personas” (De Board1997)

En el siguiente gráfico, se ve claramente la importancia de la Psicología laboral. Detrás de estos círculos se encuentran personas y de aquí surge la necesidad de un departamento de RRHH, que pueda velar por el bienestar psicológico de sus empleados, dándoles contención en sus problemas personales, ya que estos pueden influir en los distintos círculos de la figura.



Como se ve en el gráfico la interrelación de las tres disciplinas (calidad, medio ambiente e Higiene y seguridad en el trabajo) apunta al mismo fin, el aumento de la productividad.

Si yo no me preocupo por la jornada laboral de mi empleado y sus problemas personales y lo hago trabajar 12 o 14 hs., lo cual es muy común, y encima no le doy comida “pero está asegurado”, debería hacerme las siguientes preguntas, ¿puedo mejorar la productividad de mis empleados?, ¿se estará realmente ahorrando en algo? ¿o se estará perdiendo dinero?

La respuesta puede verse a simple vista, partiendo de la definición de productividad que es igual a lo producido sobre lo insumido. Lo insumido en este caso es la mano de obra que se traduce a horas trabajadas. Manteniendo el número de horas trabajadas, la producción no aumentará sin ningún tipo de incentivación, siendo el resultado una misma productividad (Niebel 2004)

Como se vio claramente en el ejemplo anterior, una de las respuestas a la mejora de la productividad es la motivación. Con más motivación y una misma cantidad de horas trabajadas aumentaría la producción, lo que se reflejaría en el incremento de la productividad. Por otro lado, la disminución de las horas trabajadas manteniendo constante lo producido, daría nuevamente como resultado la incrementación de la productividad.

Políticas de Motivación Utilizadas

En general las gerencias consideran que los empleados sólo trabajan por el dinero, y que el deseo de obtener un máximo de ganancia es el único factor de motivación que induce al hombre a trabajar. Es decir, basándose en la Teoría de administración de Taylor (Stoner 2001) la gerencia afirma que los trabajadores quieren de sus empleadores, más que cualquier otra cosa, un salario elevado.

Entrando en el estudio de los paradigmas en acción, y mencionando el de Mc Gregor (De Board 1997), ya que al parecer está bastante relacionado con el pensamiento de la gerencia, sobre todo en de la Teoría XY, decimos que éste está ligado al modelo de los recursos humanos. Mc Gregor identificó dos series de supuestos sobre los empleados. Por un lado tenemos a la denominada Teoría X, la cual

sostiene que las personas prefieren evitar el trabajo, en lo que sea posible, prefiriendo ser dirigidas y no tener responsabilidades, dando una importancia secundaria al trabajo. Diríamos que el trabajar es el último recurso. Por otro lado una segunda serie denominada Teoría Y, más optimista, al considerar que las personas quieren trabajar por sí mismas y pueden derivar satisfacción de su trabajo; teniendo capacidad para aceptar responsabilidades y aplicar su imaginación, ingenio y creatividad a los problemas de la organización. Esta se asemeja más a la realidad, y coincide más con la visión de la Doctrina Social: El trabajo ennoblece a la persona humana, ayudándola en su auto desarrollo.

La situación actual de la empresa no es muy favorable respecto al factor motivación. Pero definamos lo que se entiende por Motivación.

“Se entiende por motivación a los procesos psicológicos que causan la aparición, dirección y persistencia de actos voluntarios orientados a objetivos” (De Board 1997)

Si la "motivación" no es tomada en cuenta, esto es debido a distintos agentes:

1. La gerencia considera que el único tipo de motivación es el económico, dado que no existe una administración de recompensa, ya que como lo menciona, se considera que el único motivador es el dinero. Existen teorías que revierten este concepto, a continuación se desarrollan dos.

A. La jerarquía de las Necesidades de Maslow: Esta es la teoría de motivación por la cual las personas están motivadas para satisfacer distintos tipos de necesidades clasificadas con cierto orden jerárquico y que se encuentran a continuación.

- Autorrealización
 - Reconocimiento
 - Pertenencia
 - Seguridad
 - Biológicas
- 

B. Teoría de los dos factores de la motivación: Esta es la teoría desarrollada por Frederick Herzberg a finales de los años cincuenta (De Board 1997), en la cual se dice que tanto la satisfacción como la insatisfacción laboral derivan de dos series de diferentes factores: factores higiénicos o de insatisfacción, y los motivantes o satisfactores.

B.1. Higiénicos o de insatisfacción: según Herzberg cuando no son percibidos en un nivel óptimo generan insatisfacción, pero cuando están en niveles óptimos no influyen poderosamente en el comportamiento.

B.2. Factores motivantes: producen efectos duraderos de satisfacción y están directamente asociados a los contenidos de la función.

2. Horarios de trabajos entre 12 y 14 horas, dependiendo esto de distintos factores, algunos ajenos a la empresa.

Si bien las leyes laborales no prevén una jornada laboral determinada en el agro debido a condiciones ajenas a los productores, esto no debería ser así ya que se trata de empresas privadas, que utilizan durante un periodo de 4 meses a sus operarios.

3. Trato impropio.

En lo que se refiere a esto en parte abarca al ítem 1 ya que no hay un reconocimiento ni público ni privado de las tareas que realiza el empleado. También se incluye el hecho que los trabajadores no gozan de ninguna atención ni recompensa.

4. Malas condiciones de higiene y seguridad industrial en el trabajo

Entre las malas condiciones de higiene y seguridad en el trabajo podemos nombrar las siguientes:

a. Falta de baños, ó si los hay no presentan ningún tipo de higiene, ni están discriminados por sexo.

b. Falta de elementos de protección personal o de concientización de uso de los mismos.

Es necesario tomar conciencia que la mano de obra se cumple por medio de personas que tienen familias que conforman un hogar, que trabajan no sólo por satisfacción personal sino también por necesidad. Es importante destacar aquí la Teoría de las tres necesidades que expresa que las personas motivadas tienen tres impulsos (De Board 1997):

- A. La necesidad de Logro
- B. La necesidad de Poder
- C. La necesidad de Afiliación

El equilibrio de estos impulsos varía de una persona a otra. Según las investigaciones de David C. McClelland (De Board 1997) la necesidad de logro tiene cierta relación con el grado de motivación que poseen las personas para ejecutar sus tareas laborales.

La necesidad de poder se refiere al grado de control que la persona quiere tener sobre su situación. Esta de alguna manera guarda relación con la forma en que las personas manejan tanto el éxito como el fracaso. Pueden encontrarse a veces personas que temen al fracaso, pudiendo resultar esto un motivador de suma importancia. En cambio, para otras personas, el temor al éxito puede ser un factor motivante.

La necesidad de afiliación es aquélla en la cual las personas buscan una estrecha asociación con los demás.

Cada una de las teorías expuestas muestra la satisfacción de algunas necesidades más importantes que las personas tienen como meta. En ellas se destaca además, que las personas deciden cuál es su grado de satisfacción, comparando de manera consiente sus necesidades y circunstancias. Estas necesidades ya satisfechas o insatisfechas pueden irse modificando con el tiempo. Al observador le cabe la tarea de orientar.

Es de suma importancia calcular el costo de no “motivar”, ya que se puede deducir fácilmente que la falta de motivación en los empleados tarde o temprano va a generar una pérdida.

Un ejemplo corto pero muy demostrativo, sería el del operario que renuncia porque no siente reconocimiento por parte de la gerencia de

sus esfuerzos. Si hay que capacitar a otro operario, ¿no será un costo?, ¿la curva de experiencia no lo refleja así?

Queda claro que no existe un contrato psicológico que articule las necesidades y expectativas del sujeto con las de la organización.

En general es importante en toda empresa institucionalizar el sentido de pertenencia. A todos los operarios les gustaría sentirse parte de ella. Esto queda reflejado en servicios que les brindan a sus empleados, por ejemplo en clubes en donde el empleado lleva a su familia el fin de semana y en donde todos están unidos por un único lazo. Pero en el caso de las empresas tabacaleras no existe el sentido de pertenencia, dando pruebas de esto el índice de ausentismo y de renunciaciones que es elevado, lo que refleja que para el operario es sólo un trabajo de paso.

Respecto a la importancia del reconocimiento, lo único que se reconoce por lo general es el trabajo mal hecho. No existe un reconocimiento de las tareas que se realizan con éxito; bastaría con tan sólo una palmada en la espalda que le diga “¡sigamos!”, “¡que bien va!”, “¿cómo está su familia?”, y así tantas cosas que van haciendo a la cultura organizacional (Stoner 2001) como ser el ambiente, los valores, entre otros. Todo esto tendría que llevar a la realización personal del operario.

Ya hemos mencionado la importancia de la conformación de grupos, trataremos de explicar este concepto según las teorías de Freud y las de Lewin (De Board 1997) las cuales sostienen que el grupo constituye un nuevo ser provisional compuesto por cada miembro individual y, de este modo, las células individuales se combinan para formar un organismo nuevo. Freud manifiesta que en el grupo desaparecen las adquisiciones distintivas y conscientes de cada individuo, de manera que surge una suerte de inconsciente racial o colectivo que conforma las bases de la cohesión y la acción grupal.

De acuerdo con Le Bon (De Board 1997), otras fuerzas que entran a funcionar en el grupo son la de contagio y la de sugestión; esta última es afín al estado hipnótico. Le Bon investigó el concepto de mente de grupo y sostuvo que tiene similitud con la vida mental de los niños y los pueblos primitivos.

En lo que se refiere al nivel grupal, y en especial la efectividad grupal, aunque las empresas del medio nunca lo hayan evaluado, se ve que en determinados sectores está tan bien arraigado el concepto de grupo que se logra una alta efectividad. Existen distintos grupos, los cuales están orientados a distintas funciones, persiguiendo los mismos objetivos.

Es importante para toda empresa generar una “historia compartida”. En general las empresas tabacaleras no toman ninguna política respecto a este tema, como organizar al menos un asado a mitad de cosecha, etc... A partir de algo tan sencillo, se instaura en el grupo el sentido del nosotros, integrándose el grupo, tanto operarios como administrativos y sector directivo.

Por último pero no menos trascendental es el estudio del “Liderazgo” (De Board 1997). Es importante detectar las necesidades y expectativas de los integrantes del grupo. En el caso de las empresas tabacaleras no se ve claramente la figura del líder. Esta circunstancia se llama en la teoría freudiana sustitución del ideal del yo por un objeto. Por ejemplo en el ejército donde los soldados tomaban a su superior como ideal, generando vínculos de camaradería entre si, ellos no se identificaban con aquel. El soldado se vuelve ridículo si trata de identificarse con el general. Tampoco se cumple el típico ejemplo de liderazgo que se da en el caso de padre e hijo, que es considerado por Freud la forma más temprana de vínculo emocional. La relación entre un niño y su padre se asemeja a la relación entre el líder y los miembros del grupo o, por lo menos, se supone que los mismos procesos psíquicos básicos entran a funcionar en ambas situaciones; es lo que Freud denomina identificación.

Conclusión

De acuerdo a la investigación teórica y práctica que guía este trabajo podemos aseverar que el recurso humano no es considerado con la debida importancia en las organizaciones tabacaleras, sin considerar la relación de estos con la productividad. Por lo expuesto, tampoco se prevén los beneficios económicos que estos pueden llegar a generar a la empresa como se ha expresado durante el desarrollo del trabajo.

Queda clara en consecuencia la necesidad de considerar al recurso humano, como factor fundamental en toda organización. La frase ya mencionada con anterioridad, resulta clave para resaltar esta línea de pensamiento:

**“LOS RESULTADOS SE OBTIENEN A TRAVÉS DE
LAS PERSONAS” (De Board 1997)**

Bibliografía

- De Board Robert, *El Psicoanálisis de las Organizaciones*, Paidós, Argentina 1997
- García Criollo Roberto, *Estudio del Trabajo 2ª ed.*, Mc Graw Hill, México, 2005
- Niebel Benjamín, *Ingeniería Industrial 11ª ed.*, Alfaomega, México 2004
- Stoner James, *Administración 6ª ed.*, Prentice-Hall Hispanoamericana, México 2000
- Fernández de Ullivarri Darío, *Manual 1: El cultivo de los Tabacos Claros*, INTA Centro Regional Salta – Jujuy E.E.A. Salta, Argentina 1990

La formación humanística en el ingeniero

Ing. H. Beatriz Parra de Gallo⁴⁷
bgallo@ucasal.net

Resumen

Este artículo rescata la necesidad de formar profesionalmente a los ingenieros desde el punto de vista humanístico, como complemento de la formación científico-tecnológica que habitualmente se brinda en las universidades argentinas. Considerando a la filosofía de la educación, como elemento sustentador de cualquier proyecto educativo, se enfoca el análisis en la relación entre ciencia y tecnología y el papel que los ingenieros cumplimos en el desarrollo de la calidad de vida del hombre.

Palabras Claves: formación profesional, informática, filosofía de la educación

Introducción

Con este trabajo se pretende analizar si el profesional ingeniero que se está formando en la universidad argentina, tiene la formación humanística que todo profesional debería tener, según dicta la filosofía de la educación.

Partiendo del supuesto que la filosofía de la educación aporta la esencia antropológica en un proyecto educativo, y por ende, no puede ni debe desconocerse al momento de formularlo, se analiza el perfil profesional del ingeniero, tomando como ejemplo la carrera de Ingeniería en Informática de la Universidad Católica de Salta. Entiéndase que no se pretende generalizar las conclusiones de este estudio.

⁴⁷ La autora es Ingeniera en Computación y Master en Administración de Negocios. Mientras se desempeñaba como docente de la UTN San Francisco (Córdoba) implementó el primer plan de estudio de la carrera de Ingeniería en Sistemas de Información. En la Universidad Católica de Salta fue Decana de la Facultad de Ciencias Informáticas y actualmente es Jefa del Departamento de Ciencias Informáticas y ha sido responsable del diseño e implementación de los sucesivos planes de estudio hasta llegar a la actual carrera de Ingeniería en Informática.

Desarrollo

Comencemos desde la base misma de toda esta cuestión: la educación.

Al comienzo de una de sus obras, Cirigliano [1] plantea una discusión muy interesante acerca de cómo **vivenciamos** la educación respecto de lo que en realidad **es**. Con suma claridad discurre acerca de que entendemos racionalmente a la educación como “... *un desarrollo de la naturaleza humana...*” y que sabemos (porque así nos muestra la razón) que “... *la educación ordena diversas cualidades, perfecciona al hombre, lo acaba o lo cumple...*”. Y a cualquiera que le planteemos el tema llegará a la misma conclusión: la educación está en la esencia del hombre, está centrada en él.

Pero hay una gran diferencia entre lo que pensamos **que es** la educación y **cómo** la aplicamos o instrumentamos. Al momento de **llegar** al hombre a través de la educación, nos perdemos en un laberinto de métodos, ideas, técnicas y terminamos por olvidarnos del fin último: la propia persona. En la práctica esto supone que nos preocupa más “terminar el dictado del programa” que considerar a nuestros alumnos como “... *sujetos perfectibles... en donde la educación es únicamente el proceso perfeccionador del sujeto...*” [1]. Es decir, iniciamos la tarea de educar con muy buenas intenciones pero en medio camino perdemos la visión antropológica y terminamos simplemente volcando conocimientos pero no formando (o educando...).

Queda planteada entonces el **primer supuesto** acerca de la educación: sabemos que es el camino mediante el cual el hombre se logra a sí mismo, pero también sabemos que nos olvidamos de este concepto en la práctica.

Por otra parte, conviene introducir aquí la eterna discusión entre ciencia y filosofía, no para desarrollarla ni fijar posturas, sino para analizar cómo afecta este paradigma en la formación de un profesional eminentemente técnico, como es el ingeniero. La ruptura o sismo producido durante el racionalismo entre ciencia y filosofía ha dejado su marca en la educación en general, y en particular, en la educación del área de las ciencias denominadas “duras” (tomo lo dicho por Mauricio Shojjet acerca de que “con ciencias duras nos referimos a las ciencias altamente formalizadas y que operan con instrumentos matemáticos”)[2]. Todo el proceso de “experimentar para reconocer

como válido” favoreció a la ciencia en su crecimiento, pero en muchos casos no se fue alimentando de un sustento filosófico parejo.

Eso ha cambiado. De modo que la concepción popular de considerar a la filosofía como la “madre de todas las ciencias” porque orienta acerca de las últimas causas, se ha modificado por la de una “filosofía aplicada”, en cuanto a que es la que da fundamento al resto de las ciencias. Por eso, Cirigliano habla de la concepción moderna de la filosofía que permite ahora trabajar sobre la “filosofía de la empresa”, “filosofía de la democracia”, entre otras.

Queda claro que no hay una disociación entre ciencia y filosofía, sino que por el contrario, la filosofía sustenta y promueve la ciencia mediante la búsqueda constante de la verdad, y a mi entender, sin perder la visión humanística en esa búsqueda.

Dicho esto, tomemos como **segundo supuesto** que: de por sí la filosofía está en la esencia de cualquier otro saber, y por ende, es de presumir que debería **notarse** ese acercamiento como natural e indispensable.

Adentrándonos un poco más en los elementos de la formación del ingeniero, podemos encontrar otro factor de discusión y ruptura: el encuentro (¿o desencuentro?) entre ciencia y tecnología.

En un principio, se entendía perfectamente la relación de jerarquía entre ciencia y tecnología, donde ésta última era la herramienta de desarrollo de la primera; esto es, primero estaba la ciencia, y luego se recurría a la técnica para incorporarla en la realidad inmediata.

Hoy en día, la simbiosis entre ambos elementos es innegable. Así la consideran Husserl, al hablar de la tecnificación de la ciencia, como de la cientifización de la tecnología según Habermas, y hasta de la noción de sistema científico-técnico de Bunge [3]. En todo caso, existe una interdependencia comprobada entre ciencia y tecnología. Nuestro tiempo está profundamente marcado por el auge de las tecnologías y su aplicación en todos los ámbitos de la vida (desafío al lector a encontrar alguna ciencia, disciplina, arte u oficio que no haya incorporado las así llamadas *tecnologías de la información*), y a veces se pone en duda qué está primero: ciencia o tecnología.

Con esto queda sentado el **tercer supuesto**: la ciencia y la técnica están íntimamente relacionadas y no es posible entender una sin la otra.

En consecuencia, sustentándonos en estos 3 supuestos:

- La educación es el camino mediante el cual el hombre se logra a sí mismo,
- La Filosofía está en la esencia de cualquier otro saber,
- La ciencia y la técnica están íntimamente relacionadas y no es posible entender una sin la otra.

Podría pensarse que de manera natural, coherente y consistente debería haber una raíz filosófica en la formación del ingeniero. Sin embargo, la realidad nos muestra otra cosa. En alguna parte se ha perdido ese enfoque humanístico.

Solamente para acercarnos a la filosofía desde una óptica más amigable para los técnicos, no la tomemos desde su esencia, sino desde la fundamentación antropológica que le aporta a la educación; en consecuencia, estudiemos la formación humanística del ingeniero desde esa visión humana (o hasta social si se quiere) y no desde una óptica de integración del saber con una base filosófica.

Cabe aclarar ahora que no se está hablando del humanismo en un sentido renacentista (i.e., el humanismo como corriente filosófica fundada por Francesco Petrarca), sino del humanismo en “... *todo aquello que contribuye a humanizar al hombre, todo lo que hace que el hombre sea más humano, más persona...*” [4].

¿Qué quiero decir con esto? Que no solo debemos pensar en la **formación humanística** del ingeniero sino en darle también una **visión humanística** de su profesión. Analicemos ambos enfoques: la formación y la visión humanística del ingeniero.

Primero, definamos que entendemos por INGENIERO, y simplemente para trabajar sobre una base formalmente constituida, tomo prestada la definición de ingeniería y de práctica de la ingeniería propuesta por el Sobrevila [5]:

Ingeniería es la profesión en la que el conocimiento de las ciencias matemáticas y naturales adquiridas mediante el estudio, la

experiencia y la práctica, se emplea con buen juicio a fin de desarrollar modos en que se puedan utilizar, de manera óptima los materiales y las fuerzas de la naturaleza en beneficio de la humanidad, en el contexto de restricciones éticas, físicas, económicas, ambientales, humanas, políticas, legales y culturales.

La Práctica de la Ingeniería comprende el estudio de factibilidad técnico-económica, de investigación, desarrollo e innovación, diseño, proyecto, modelación, construcción, pruebas, optimización, evaluación, gerenciamiento, dirección y operación de todo tipo de componentes, equipos, máquinas, instalaciones, edificios, obras civiles, sistemas y procesos. Las cuestiones relativas a la seguridad y la preservación del medio ambiente, constituye aspectos fundamentales que la práctica de la ingeniería debe observar.

El estudio realizado por el Ing. Sobrevila no tiene desperdicio, y exhaustivamente trata esta cuestión manifestando la preocupación con que se está comenzando a *bastardear* el nombre de la ingeniería (incluso se aclara el uso correcto del término *bastardear*: “degenerar de su naturaleza y origen, desmentir su nobleza”), intentando con esto un aporte a la problemática actual, máxime en estos momentos en que la Ley de Educación Superior ha caído con todo su rigor sobre las facultades de ingeniería de nuestro país.

Retomando a Cirigliano, ¿encontramos en la definición propuesta por Sobrevila una “pizca” de humanismo en el ingeniero?. Sí, cuando habla de que es una profesión que trabaja “... *en beneficio de la humanidad, en el contexto de restricciones éticas, físicas, económicas, ambientales, humanas, políticas, legales y culturales.*” De lo cual deducimos que sí se intenta centrar el desarrollo profesional del ingeniero en el “hombre”.

¿Pero que pasa con la “práctica de la ingeniería”? Aquí ya nos olvidamos de las buenas intenciones y recalcamos fuertemente las pautas de estructuración, tecnicismo y practicidad que caracteriza la mentalidad del ingeniero. Tímidamente se menciona al final que “... *las cuestiones de seguridad y la preservación del medio ambiente, constituye aspectos fundamentales que la práctica de la ingeniería debe observar.*”, pero a mi criterio, no es suficiente para resaltar la función **netamente social** que tiene el ingeniero.

Podrá parecer esto una exageración... pero el problema de los ingenieros no es “**saber hacer**” sino el “**saber para quien lo hace**”.

Relato aquí un dicho: “*Si se trata de hacer... consulte a un ingeniero*”, yo le agregaría “... *siempre que sepa que lo hace para usted!*”.

Voy así bosquejando la postura central de este trabajo. Los ingenieros sabemos hacer las cosas, y para eso nos prepararon, pero no sabemos para quien las hacemos, y para eso... también nos prepararon.

Pongo como ejemplo algo de mi propia competencia informática: cuando definimos al “**usuario**” hablamos del que ¿usa el sistema? o ¿es usado por el sistema?. Suelo plantear esta discusión entre el alumnado como una manera de hacerles entender que los ingenieros no solo son técnicos, y que con el “desarrollo del software” no se acaba la historia.

¿Dónde está entonces el problema? Justamente en que la formación del ingeniero ha obviado desde hace mucho tiempo, tomar como fin último el aporte social de la profesión del ingeniero, para darle un sustento sólido a la formación profesional. Hemos olvidado el concepto de educación inicialmente planteado: “... *la educación ordena diversas cualidades, perfecciona al hombre, lo acaba o lo cumple....*”.

Lógicamente, este no es el único problema, si seguimos analizando esta cuestión, encontramos diversas causales, todas ellas de tanto o igual valor que el anterior:

- Los planes de estudio de ingeniería son formulados, obviamente, por “ingenieros”, normalmente ávidos de dotar al alumno de los “saberes” indispensables para su tiempo, pero usualmente, descuidados en la formación humana. La mayoría de las veces todo termina con la identificación de una “ética profesional” o bien, con el aporte ecologista de la gestión ambiental (que no la critico, sino que no me parece suficiente).
- La definición misma del **profesional** entendido como el cúmulo de conocimientos, experiencias, sentido común, creatividad, innovación, empuje, dinamismo y otras tantas características “soft” que reclama el postmodernismo.
- La obsolescencia de cualquier proyecto educativo frente a los resultados que produce. Hoy en día los planes de estudio no pueden “probarse”, “ajustarse” ni “pilotearse” tratando de encontrar el camino más acertado para el egresado que se pretende,

simplemente porque no se sabe **que tipo de egresado** se necesita. Y aquí lleva la mayor parte de culpa la tan mentada globalización de la economía.

- Otros defectos que de por sí tienen los proyectos curriculares como la articulación horizontal y vertical de las asignaturas (por dar un ejemplo) y que se refleja en la falta de **mirada sistémica** de cada uno de los que participamos en la formación de este profesional, pues pensamos que nuestra materia es la más importante, la única, y sin cuyos conocimientos los alumnos no podrán sobrevivir en su trabajo.
- La falta de formación pedagógica de los docentes, que por supuesto, son en su mayoría ingenieros. Y esto se relaciona no solamente con la “manera” de transmitir los conocimientos, sino esencialmente, con la organización y desarrollo de la cátedra como un proyecto educativo, más que una mera transmisión de saberes por parte de un experto en la materia.
- La falta de conciencia del docente, que todavía no asume que no solo enseña con su palabra, sino que también con el ejemplo, la proyección y su trayectoria, y no solo profesional, sino sobre todo humana.

Las cuestiones aquí citadas tienen una misma base: la visión humanística.

Pareciera entonces, que si incorporamos “materias humanísticas” en la currícula, podríamos salvar la cuestión. Pero no se trata solo de esto, y aquí expongo la experiencia de la carrera de Ingeniería en Informática de la Universidad Católica de Salta que en su currícula (Plan 2002) que propone como objetivos:

- Formar un profesional de la ingeniería respetuoso de la libertad y de los valores con los que sustentamos nuestra existencia y que adhiera a los principios éticos de la moral cristiana.
- Preparar un graduado capaz de proyectar, dirigir y operar sistemas de tecnología informática con una fuerte formación humana que procure el desarrollo del país y de la región.

Estos objetivos generales están en plena coincidencia con el ideario institucional que propone la “... *formación integral (humanística,*

democrática y cristiana), técnica, científica y profesional de sus estudiantes...” [6].

El Plan de Estudios de esta carrera le asigna su lugar a asignaturas como la Filosofía, la Teología, la Doctrina Social de la Iglesia y la Ética, pero no resultan suficientes para otorgar a sus profesionales informáticos de una formación humanística y una visión humanística de su profesión.

Sin resultar suficiente por sí solos, estos conocimientos volcados en una currícula que responde a la estructura como la identificada en párrafos anteriores, no pueden dejar rasgos afianzados en los alumnos. Máxime en una disciplina como la Informática, en donde la tentación de endiosar la técnica es muy grande, de modo que todo queda sujeto a la computadora, obviando el rol de la persona y, lo que es peor, dando por entendido que los sistemas “por supuesto que se hacen para las personas”.

De modo que no es suficiente solo un conjunto de conocimientos de base humanística, se requiere mucho más.

Hay otra óptica muy interesante sobre el tema de esta discusión: ¿es necesario que los ingenieros tengan una formación humanística?, ¿no es suficiente acaso con los métodos, las técnicas y los proyectos si lo que se pretende es que **hagan**? Aquí agrego un aporte de diversos autores que me parece oportuno incluir.

El filósofo e investigador social César Rodríguez Gamboa, que durante más de tres décadas formó a ingenieros peruanos, dice “... *contra las tendencias tecnicistas sostengo el principio de que la educación humanística es parte indelible de la formación integral del ingeniero... abrir el ojo de la conciencia a la significación de los objetos y acciones culturales, es decir, a su relación con los valores, es el esfuerzo más trascendental que cabe a quienes educan. Y sólo de esta manera es que las culturas se preservan y pueden expandirse y modificarse con nuevas creaciones*” [7].

Por su parte, el profesor Álvaro A. Hamburger Fernández de la Universidad de San Buenaventura de Colombia, responde a quienes, critican la incorporación de las carreras de ingenierías como un “falseamiento del espíritu y talante humanísticos” de esa institución, con estos conceptos: “...*hoy, en el año 2000, casi siete siglos después, como Petrarca, nos preguntamos: ¿cuáles son las causas de la*

corrupción y de la maldad del mundo actual y cómo podremos ponerles remedio? Y, como Petrarca, tendremos que desembocar, ineludiblemente, en un humanismo... que se vuelque sobre el conocimiento y el desarrollo del mundo interior del hombre, de su esencia.” [4]. Pero ahora hablamos del humanismo como elemento contenedor (y difundidor) de las acciones del hombre para mejorar su propia calidad de vida: consigo mismo, con sus semejantes y con el mundo que lo rodea.

En otro contexto, un experto de la Real Academia de Ciencias de España, discurre sobre la incorporación de las matemáticas en los proyectos educativos actuales, y allí dice: *“...lo que Pitágoras y los pitagóricos comenzaron a percibir en su contemplación matemática, eran las armonías más hondas presentes en la estructura misma de este universo en el que vivimos, Y en tal contemplación basaban su misma vida ética y religiosa. Esta visión amplia... debería transformar la educación matemática de rival (en perpetua competencia con la educación humanística, como parece ser percibida por muchos), en el aliado educativo valioso que ha sido en el pensamiento y en la práctica de los más destacados pensadores de nuestra civilización.” [8]. Si las matemáticas constituyen la esencia de las técnicas y son un basamento sustantivo en la formación del ingeniero ¿porqué se encuentran tan ajenas a un enfoque social?*

Por su parte, Pedro Pascual dice *“... Todavía se sigue discutiendo y dando vueltas a una noria interminable acerca de si la cultura es patrimonio exclusivo de los humanistas (artistas, filósofos, literatos) y no de los técnicos y tecnólogos, en una dicotomía absurda de la creación de cultura. Todo es ciencia y todo es y debe ser epistemología, lo mismo da el aprendizaje y el fundamento del conocimiento de la teoría literaria que de la física...lo que ocurre es que la expresión de las artes llamadas humanística o liberales, en su docencia y formulaciones normales, siguen caminos distintos a las ingenierías...” [9].*

No puedo dejar de considerar a Serres que en su Nuevo Manifiesto Humanista convoca a todos los actores educativos en un *“... humanismo universal que contribuiría a crear una globalización pacífica... en el momento en que la globalización llega a las comunicaciones y, a través de las mismas a la economía, nosotros, investigadores y docentes, podemos luchar en igualdad de condiciones con ella y contra ella, completarla o **hacerla humana** ya que, precisamente, la primera globalización se hace por medio de la ciencia,*

el estudio y la investigación” [10]. Habla además, de que la actual división entre las ciencias duras y las ciencias sociales, no contribuye a ver el mundo como una unidad, proponiendo un “programa común” (con bases en ambos tipos de ciencias) para todos los estudiantes de todas las disciplinas de manera de posibilitar un humanismo surgido del género humano y adaptado a sus necesidades.

Puedo citar como corolario, que los grandes científicos de la humanidad fueron también grandes filósofos, y la más de las veces, totalmente compenetrados con el hombre y la sociedad.

¿En que momento se separó la técnica del humanismo que no nos dimos cuenta?

Conclusión

Queda mucho por decir. Simplemente se ha planteado la discusión sabiendo que de ninguna manera está acabada. Pero corresponde fijar una postura y delinear alguna propuesta:

- Al hablar de **formación humanística del ingeniero**, no me refiero simplemente a formar un profesional con sentido social. Es mucho más que eso, pretende marcar la necesidad de incorporar la formación humanística en varios órdenes:
 - En la formación interior del ingeniero, para que se reconozca como hombre único, indivisible, que no debe desligar su ser íntimo de su profesionalidad. Algunos entienden que “se es ingeniero de lunes a viernes y de 9 a 17... el resto del tiempo recién se es persona”.
 - En la formación profesional del ingeniero, para que mantenga una actitud ética, solidaria y de servicio hacia su cliente, para el mejoramiento de la calidad de vida de todos, la suya y la de su comunidad.
- Supongo que la falta de humanismo en la profesión ingenieril no debe ser un caso de excepción. A esta altura de la globalización económica y social, mi preocupación debe ser compartida por profesionales de otras disciplinas, pues esta vivencia es consecuencia de una situación de crisis generalizada y de nuestro tiempo, de modo que, tampoco será sencillo resolver el problema, pero simplemente a modo de esbozo propongo:
 - Difundir entre los docentes de la carrera de ingeniería la necesidad de dotar de un enfoque social a cada uno de los contenidos de la currícula. Entiendo que no es fácil buscar una óptica social en el sistema operativo Windows o en las ecuaciones diferenciales, pero al menos podríamos hacer el esfuerzo de pensarlo.
 - Hacer partícipes a los docentes del proyecto de carrera, compenetrándolos sobre el rol que cada uno cumple en él, no solo desde su materia, sino como “foco” que el alumno sigue con mucha atención. Sé que esto es más fácil decir que hacer, máxime con los profesores “taxis” que

habitualmente se desempeñan como docentes universitarios. Y aquí se podría agregar toda una lista desarrollada ya por los especialistas de la educación acerca de por qué fracasan los proyectos educativos.

- Con el mismo énfasis en que tratamos de desarrollar un plan de estudios para “acomodar los contenidos a los tiempos”, discutamos acerca de incorporar una visión humanística en la profesión.

Entonces, ¿cómo termina la historia? Como siempre... buscando el punto de equilibrio que permita incorporar el humanismo en la ingeniería, sin perder su propia esencia de profesión técnica. En fin, propongo empezar a formar ingenieros que “piensen en el otro” más que en la técnica o el método más adecuado para resolver el problema.

Bibliografía

[1] Gustavo F.J. Cirigliano, *Filosofía de la Educación*, 2º Edición actualizada, Editorial Humanitas, 1972

[2] Mauricio Shojjet, “Chovinismo y corporativismo en las ciencias duras”, *La Jornada*, 22 de noviembre de 1999, <<http://www.jornada.unam.mx/1999/11/22/cien-mauricio.html>>

[Consulta: 3 de mayo de 2001]

[3] Luis B. Peña B., *El Desafío de la Ciencia y la Tecnología. La Informática*, Conferencia XXXI del Simposio Permanente sobre la Universidad, UCS, año 2001

[4] Álvaro A. Hamgurger Fernández, *A propósito del talante humanístico de la ingeniería en la Universidad de San Buenaventura*, <<http://internet.usbbog.edu.co>> [Consulta: 3 de mayo de 2001]

[5] Marcelo Sobrevila, *Estudio del vocablo INGENIERÍA*, CONFEDI (Consejo Federal de Decanos de Ingeniería de la República Argentina), Buenos Aires, año 2001.

[6] Estatuto de la Universidad Católica de Salta, año 1997

[7] Leoncio Palacios, *Cesar Rodríguez Gamboa, Filósofo e Investigador Social*, <<http://quipu.uni.edu.pe>> [Consulta: 3 de mayo de 2001]

[8] Miguel de Guzmán, *El sentido de la educación matemática y la orientación actual de nuestro sistema educativo*, Real Academia de Ciencias de España, <<http://www.mat.ucm.es>> [Consulta: 3 de mayo de 2001]

[9] Pedro Pascual, *Tecnologías y Humanismo en el siglo XXI*, Revista Nº22 de la Universidad Politécnica de Madrid, año 2002

[10] Michel Serres, *El Nuevo Manifiesto Humanista*, miembro de la Academia Francesa y profesor de la Universidad de Stanford, año 2002, extraído de <<http://old.clarin.com/diario/2002/07/22>>