

PRESENTACIÓN

“*Nihil Intentatum*” (Nada sin intentar)

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

El hecho de 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.¹

Resulta particularmente grato ofrecer a la comunidad académica este segundo volumen de los Cuadernos celebrando los cuarenta años del inicio de las actividades de la Facultad. En cada aniversario es bueno hacer un balance mirando con gratitud el pasado, contemplando el presente saludable e imaginando el futuro.

Nacida, junto a la Universidad, del corazón de la Iglesia de Salta, la Facultad ha conocido luces y sombras. Estos años han planteado desafíos múltiples y difíciles, tiempos caracterizados por progresos muy rápidos en la ciencia y la tecnología, influenciados por cambios profundos y universales, y que no estuvieron exentos de fuertes y duras situaciones económicas y repetidas desilusiones en el campo político.

Haciendo historia y memoria de la vida de la Facultad, rescatando momentos y vivencias, podemos descubrir un hilo conductor, un guión, una conducción, una línea de protección que nos ha permitido vivir este presente.

Este cuaderno nos permite visualizar que estamos transitando un camino cierto y seguro, e imaginarnos un futuro promisorio, donde la docencia, la investigación y la extensión se encuentren debidamente equilibradas.

¹ Prólogo del primer número de estos Cuadernos.

En este Cuaderno encontramos un estudio comparado del modelo argentino y español de gestión de las construcciones que puede ayudar a crecer en la calidad de las mismas. Este artículo se encuentra en la línea del primer postgrado que se dicta en la Facultad y fue escrito por su director el magíster ingeniero Rodolfo Gallo Cornejo.

El caminar por senderos que promueven la investigación ha permitido contar con el artículo sobre la viga atirantada del ingeniero Carlos Bellagio y la primera parte del artículo sobre el potencial destructivo de sismos escritos por la doctora Lía Orosco y la ingeniera Isabel Alfaro Villegas.

La cuestión ecológica replantea la relación en la naturaleza y en esta temática, sobre la problemática ambiental de Palpalá, el ingeniero Jesús Raúl Pérez nos hace conocer su opinión y los geólogos Jorge Juan Marcuzzi y María Isabel Bolli escriben sobre la geología y riesgos asociados a la traza de la Ruta Nacional N° 34.

La preocupación por indagar la relación entre el aumento de la productividad y el nivel de vida ha dado origen al artículo del ingeniero Manuel Zambrano

La importancia y relevancia de la labor docente, abordada desde la evaluación del desempeño en el marco de la acreditación de carreras de grado es el aporte interdisciplinario realizado por los magíster María Isabel Virgili y Héctor Funes y el ingeniero Néstor Lesser.

Por último, la magíster ingeniera Beatriz Parra de Gallo nos sorprende con una reflexión sobre la motivación para el aprendizaje clasificando las asignaturas de un currículo en “necesarias”, “de estilo” e “ignoradas”.

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 2007

Ing. Claudio Mondada

Modelos de Gestión en la Construcción: Estudio de los Modelos Argentino y Español

Rodolfo Gallo Cornejo*

rgallo@ucasal.net

Resumen

El artículo analiza los puntos más fuertes del mercado español de la construcción y proyecta en el mercado argentino posibles caminos que lleven a la modernización del sector.

Palabras Claves: Dirección Integrada de Proyectos – Gestión – Asociación - Profesionalización

Introducción

El objetivo de este artículo es analizar cuales han sido los factores de éxito de la construcción española, en donde la industria de la construcción lidera con ventaja el mercado de las grandes empresas, genera una facturación anual de 30.000 millones de euros, ha construido en los últimos 3 años el 50% de las viviendas que se han levantado en toda la Comunidad Europea y que tiene una expansión fuera de los límites de su país, igualada por ningún competidor.

¿Por qué considero que es importante el tema? Porque cualquier inversión tiene en la construcción un factor decisivo desde el punto de vista económico, temporal y de adecuación al uso, que determina, en un camino crítico casi inevitable, el resultado, al menos en los primeros años de la explotación, de todos los análisis que pudieran realizarse.

* El autor es Ingeniero Civil (UCS), Magíster en Administración de Negocios (UCS) y Master en Project Management (Univ. San Pablo-CEU- España). Actualmente se desempeña como Jefe de Extensión, Graduados y Bienestar de la Facultad de Ingeniería e Informática de la UCS, es Profesor Adjunto de la misma y Director de la carrera de postgrado de Especialización en Gestión de la Construcción.

Cualquier inversor podrá relatar amargas experiencias de comenzar la inversión edilicia con un presupuesto, que termina siendo una anécdota al superarse en una o dos veces esa estimación, que se entrega con meses de retraso, invalidando todas las previsiones de venta en el pico de la temporada o de aquellos casos en donde el edificio terminado resulta inadecuado al uso que pretende dársele. Estos y otros problemas derivados de la construcción no son patrimonio del mercado argentino, sino, por el contrario, se encuentran innumerables casos en todo el mundo; el tema es como han hecho otros para superarlos.

Análisis comparativo de los modelos de gestión argentino vs. español

En este apartado quiero realizar un análisis comparativo global, sin entrar en detalles técnicos que no pretendo abordar en este artículo, sino apuntando al corazón de las diferencias entre los modelos de gestión empleados en el Reino de España y la República Argentina.

Popularmente el primer factor al se atribuye una mayor competitividad al modelo español estaría focalizado en el factor tecnológico. Pues debo desilusionar al lector, ya que en mi experiencia no he “descubierto” ningún factor tecnológico que nos diferencie. Todas las técnicas empleadas en España son bien conocidas en Argentina y están al alcance en el mercado actual. Lógicamente existen claras diferencias en cuanto a la intensidad del empleo de la mano de obra, lo que deriva en una mayor mecanización del sistema español, por lo altos salarios de los trabajadores españoles y algunas técnicas que son empleadas mas por cuestiones de tradición constructiva. Sin embargo, reitero, ninguna tecnología aplicada a la construcción en España nos es desconocida o no se puede encontrar en el mercado argentino.

¿Qué hace más competitivas entonces a las empresas españolas?

Iremos desgranando las diferencias desde lo mas global o general hasta llegar al que, considero, es el punto clave de las diferencias de competitividad.

En primer lugar se observa, en el mercado español de la construcción, una tendencia al asociacionismo, es decir, a formar constantemente Uniones Transitorias de Empresas que potencian la capacidad de cada empresa en particular y les permite diversificarse tanto técnica como geográficamente, con claras ventajas en cuanto al

volumen de trabajo, continuidad y explotación de los puntos fuertes de cada una de ellas. En este sentido, el mercado argentino está atacado por una especie de “fiebre de individualismo” llamativa que, salvo honrosas excepciones, condena a las empresas a un crecimiento lento, sin proyección y que las pone a merced de cualquier competidor un poco más fuerte que aparece en el mercado, aun cuando este tenga una menor experiencia en el mismo. Este punto creo que es un llamado claro de atención a replantear estrategias con el fin de mirarnos en otro espejo. ¿Si grandísimas empresas, como son las españolas, pueden asociarse entre ellas ininidad de veces, por que no somos capaces de superar este estigma y potenciar la capacidad de las empresas argentinas para trabajar más y mejor?

El segundo punto interesante, se refiere a la gestión interna de las empresas constructoras, a la forma de gestionar las obras. De más esta decir que todas las empresas españolas cuentan con un plan de calidad por el cual todos los procedimientos están por demás estudiados y que en el mercado argentino son muy pocas las empresas constructoras con un sello ISO 9000. En este sentido, las constructoras españolas han entendido que el capital más importante no está en las máquinas que posee cada empresa (tendencia argentina a considerar el crecimiento como acumulación de activos fijos), sino en el Capital Humano, en el equipo de dirección. Las empresas (y estoy hablando de las más grandes ACS, Ferrovial, Dragados, Sacyr, etc.) ponen en obra no mas de diez personas con altísima capacitación (el director de obra, dos auxiliares directos con responsabilidades, dos capataces con experiencia, un encargado de compras y poco mas), mientras que todos los obreros, máquinas, herramientas, etc., son subcontratadas, es decir, han entendido que el negocio no es llenarse de equipos que tiene un mantenimiento caro, depreciación, riesgo de personal, etc., sino gestionar de manera eficiente la obra para que la misma alcance el resultado previsto, en el tiempo previsto y con la calidad contratada. En este sentido los controles son estrictísimos y el nivel de rendimiento muy exigente. Aquí, en nuestro mercado argentino, observamos que aún persiste la tradición del “hágalo usted mismo”, con una gran inversión en equipos, fichaje de muchísimo trabajadores, ya que hasta tareas que eran tradicionalmente subcontratadas como la instalación de panelería de roca de yeso, están siendo absorbidas por equipos propios y, en cambio, se emplea un solo profesional para atender la construcción de diversos barrios viviendas distribuidas en un radio de 400 Km., lo que, a todas luces, es claramente insuficiente.

La situación del mercado argentino descripta no se origina en un problema de costos, es un problema de paradigma, que considera que pagar “honorarios” a alguien para que administre una empresa o dirija un proyecto es un “desperdicio de recursos”. Ahora bien, ¿cual es el nivel de desviación que tienen las empresas en sus costos?, ¿cuántos jornales de más pagan por ineficiencias?, ¿cual es el nivel de gastos generales que pagan por las demoras “eternas” en las terminaciones de obra?, ¿cuál es el costo laboral que pagan por tener todos los empleados fichados en su empresa y los riesgos que ello acarrea?, ¿cuánto de la supuesta amortización de equipos realmente absorbe la obra o están regalando equipo, en una actitud filantrópica que no buscan?. Considero que son, al menos, preguntas que la industria argentina de la construcción debería realizarse, ya que la ineficiencia en el manejo de la obra lleva, a la larga, a sobrecostos que los absorbe la sociedad, el inversor o quien le toque en suerte emprender una obra.

Hay otros aspectos interesantes de destacar en la industria española de la construcción como son el tratamiento de los problemas de higiene y seguridad en obra, los controles de calidad de ejecución, los seguros decenales, los servicios de post-venta, etc., que son interesantes de profundizar en otro trabajo más específico sobre aspectos tecnológicos de esta industria.

La Clave de la Gestión: La Dirección Integrada de Proyectos

Hasta aquí hemos repasado dos aspectos (obviamente hay muchos mas), con los que he querido reflejar las que, para mi criterio, son los mas significativos y de mayor peso en el resultado final. Sin embargo no creo haber aportado ningún elemento novedoso, sino he repasado algunos que son llamativos. Lo que sí considero es una novedad, es la introducción en el mercado español, casi inexistente en el nuestro, de la Dirección Integrada de Proyectos (DIP), conocida en el mundo anglosajón, del cual es originaria, como Project Management.

Esta técnica interesa fundamentalmente al inversor, ya que el equipo de Dirección de Proyectos es su reaseguro de que las cosas van a salir tal y como lo pensó.

La Dirección Integrada de Proyectos se introduce en el mundo de la construcción como consecuencia de todos los problemas que hemos descripto al principio de este artículo, apuntando a satisfacer al cliente, apuntando al “triangulo del éxito” de todo proyecto,

esto es Costo-Tiempo-Calidad. El desafío es: ¿cómo puedo asegurar que mi proyecto terminará costándome lo que he presupuestado, estará listo en el tiempo previsto y tendrá la calidad y prestaciones que necesito para comenzar a funcionar? En este sentido la DIP constituye la herramienta más eficiente, seria y probada que está a disposición del inversor en el mercado español y puede estarlo en el argentino, debemos comenzar por la capacitación de nuestros profesionales.

¿En que consiste la DIP? La DIP es la aplicación conocimientos, técnicas y herramientas para lograr la satisfacción de los objetivos de un proyecto equilibrando las necesidades de COSTO, PLAZO Y CALIDAD.

¿Cuáles son los pilares en los cuales se sustenta esta disciplina? En primer lugar debe hacerse notar que la DIP es una “aplicación” de conocimientos ya desarrollados en las Ciencias de la Administración, que se proyectan en diferentes campos, adaptándose a las necesidades de cada caso y la novedad es la aplicación sistemática de técnicas con base “científica” para llegar a resultados esperados.

El primer problema a que se enfrenta un Director de Proyectos, ante la complejidad que plantea cada proyecto, es la pregunta: ¿por donde empiezo?

Las respuestas son múltiples, sin embargo, una ventaja de la DIP es que permite “descomponer” un gran problema en pequeños problemas de solución más sencilla, para lo cual es imprescindible saber donde estoy ubicado, para saber que es lo que tengo que hacer.

El primer y más importante parámetro de ubicación temporal dentro de un proyecto es el Ciclo de Vida, que es la división del tiempo de desarrollo de un proyecto en fases que permiten su abordajes, organización y control.

¿Por qué recurrir al Ciclo de vida para organizar un proyecto? Simplemente porque es la forma mas simple de determinar los trabajos en cada fase y establecer quien o quienes deben realizar esos trabajos.

Es importante saber que cada fase debe culminar con un resultado concreto, medible, controlable y verificable, que me permita proseguir a la siguiente fase. Algunas “propiedades” de los ciclos de vida enuncian que:

1) los niveles de costos y personal son más bajos al comienzo, crecen sobre la mitad del desarrollo y decrecen rápidamente al final;

2) la capacidad de influencia sobre el proyecto es alta en las primeras etapas y disminuye a medida que avanza el mismo;

3) el costo de cualquier cambio aumenta a medida el mismo se encuentra en una fase más avanzada;

4) la probabilidad de que se complete un proyecto es baja al principio y aumenta su probabilidad de ejecución según avanza el progreso del mismo.

Se han generado una gran cantidad de “modelos” de ciclo de vida que nos servirán de guía en nuestro trabajo, según el tipo de proyecto que se trate (de defensa, de software, de producto farmacéutico, de construcción, etc.). Aquí desarrollaremos el modelo de Morris (PMI, 1998) para un proyecto de construcción, que divide al mismo en cuatro fases:

- FASE I: CONCEPTUAL
- FASE II: DEFINICION
- FASE III: EJECUCION
- FASE IV: DESACTIVACION

La Tabla 1 esquematiza las fases, los principales trabajos dentro de ellas y los resultados finales o entregas esperables de cada etapa.

A fin de clarificar el verdadero alcance de la DIP en el campo de la Construcción es interesante repasar algunas de las funciones que la AEDIP (Asociación Española de Dirección Integrada de Proyectos) define como principales de la misma en este campo, que son:

- *Determinación de las necesidades del cliente - Programa de Necesidades.*
- *Realización del Estudio de Viabilidad y Factibilidad que informa al cliente de las condiciones de viabilidad del Proyecto (el beneficio del negocio), de los Objetivos y factores críticos del Proyecto.*
- *Desarrollo de un sistema de información veraz, preciso y oportuno que informe a la propiedad y a las partes implicados intervinientes.*

FASE	TRABAJOS	RESULTADO
CONCEPTUAL	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Prediseño ▪ Anteproyecto ▪ Estudios de Viabilidad ▪ Análisis/Negociación de financiamiento ▪ Objetivos : alcance, coste, plazo, calidad ▪ Obtención de licencias o permisos previos 	Decisión de Inicio
DEFINICION	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Redacción de Proyecto Técnico ▪ Control de redacción ▪ Estimación de costos ▪ Programación ▪ Definición de EDP ▪ Contratación 	Firma de contratos principales
EJECUCION	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Control de ejecución ▪ Control de costes y plazos ▪ Control de riesgos ▪ Control de calidad ▪ Control de cambios 	Instalación prácticamente terminada
DESACTIVACION	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Cierre de contratos ▪ Pruebas de funcionamiento ▪ Puesta en marcha 	Completo funcionamiento del proyecto

Tabla 1. Fases para un proyecto de construcción.

- *Identificación de los riesgos y estudio de las actuaciones a emprender para evitarlos o reducir sus consecuencias.*
- *Preparación de los criterios de diseño.*
- *Establecimiento de una Estructura de Desagregación del Proyecto (EDP).*
- *Desarrollo de una programación y de un sistema de control del coste y el plazo.*
- *Estudio y análisis de la programación buscando la reducción del plazo mediante solapes entre actividades.*

- *Verificación que el proyecto técnico se ajusta al programa de necesidades y los criterios de diseños establecidos ó auditorías del proyecto.*
- *Estudio de constructibilidad del proyecto técnico.*
- *Verificación que el diseño cumple con las normativas y reglamentos aplicables.*
- *Realización de ingeniería de valor.*
- *Elaboración de un Plan de Control de Calidad que asegure y garantice la calidad en la ejecución.*
- *Implantación de un sistema de gestión de la contratación y de las compras que de fiabilidad a la consecución de los Objetivos.*
- *Desarrollo de un sistema de seguimiento, supervisión, coordinación y control de las obras de ejecución para que se realicen de acuerdo con el proyecto técnico.*
- *Implantación de unos procedimientos de desactivación y puesta a punto.*
- *Realizar el seguimiento del funcionamiento de la construcción durante el periodo de garantía (AEDIP, 2006)*

Con este conjunto de acciones se pretende que, aplicados en forma sistemática, los Proyectos de Construcción sean más confiables, previsibles y controlables, siempre en función de los objetivos planteados para el mismo.

Conclusiones

Como resultado de la comparación entre el modelo español de gestión aplicado al campo de la construcción y el argentino, podemos resumir las siguientes conclusiones, con vistas a mejorar el segundo:

- a) Es altamente conveniente **estudiar nuevas formas asociativas** entre las empresas constructoras argentinas a fin de potenciar sus capacidades y ampliar el horizonte de sus negocios.
- b) Es muy importante **profesionalizar los cuadros directivos** de las empresas incrementando la influencia de profesionales con alta capacitación que gerencien obras con criterios modernos.
- c) Es fundamental tomar conciencia de la importancia del **desarrollo correcto de los proyectos**, dando a los mismos el tiempo y los

recursos imprescindibles para que en la ejecución de las obras se minimicen las desviaciones y maximicen los beneficios esperados.

- d) Se considera clave que las empresas constructoras argentinas comiencen a **trabajar bajo parámetros de calidad**, generando procedimientos sobre sus principales procesos.
- e) Es imprescindible la introducción de conceptos y prácticas de **Dirección Integrada de Proyectos** en todos los ámbitos de la construcción argentina, a fin de asegurar que la evolución del sector se realice bajo una aplicación sistemática de métodos racionales y de probado éxito en el mundo.
- f) Es muy importante alentar el **perfeccionamiento de los profesionales** del ámbito de la construcción a fin de que se les provean las competencias necesarias para realizar la adecuación del sector a las tendencias modernas de gestión.

Todas las propuestas aquí enunciadas son posibles de aplicar en el mercado argentino, ninguna de ellas necesita fuertes inversiones de capital, sino mas bien un cambio de mentalidad, derribar paradigmas del sector y decidirse a creer que el cambio es posible. Realizándose el mismo, el camino de la Industria de la Construcción como tal estará asegurando para sí una posición fuerte y ubicará al sector como un protagonista importante de la economía argentina.

Bibliografía

- Project Management Institute, *Guía de Fundamento de Dirección de Proyectos*, Ed. AEIPRO, Zaragoza, 1998.
- Asociación Española de Dirección Integrada de Proyectos, “La dirección integrada de proyectos”, www.aedip.org

La Viga Atirantada

Carlos Bellagio¹

cbellg@arnet.com.ar

Resumen

En este trabajo nos proponemos analizar el comportamiento de la viga atirantada, estructura constituida por una viga vinculada a un tirante curvo inferior, que se agrega al sistema con el objetivo de reducir las solicitaciones y deformaciones en la viga.

La viga atirantada admite diversas aplicaciones en estructuras de uso frecuente, como vigas para soportes de cubierta, entrepisos, apuntalamientos, encofrados, pasarelas o tableros de puentes.

En cuanto a los materiales a utilizar podemos realizar distintas combinaciones como es el caso de vigas de madera, hormigón o acero con tirantes de acero o de acero más pretensado.

En este trabajo se realiza el desarrollo analítico para una viga simplemente apoyada. Se logran establecer relaciones entre las características mecánicas y geométricas del conjunto viga - tirante con el fin de evaluar en forma sencilla su comportamiento estructural.

Finalmente se comparan resultados con resoluciones mediante programas de computación y se establecen algunas reglas generales y recomendaciones para optimizar el diseño de la viga atirantada como sistema estructural.

Palabras Claves: Viga – Tirante – Análisis - Dimensionado

¹ Ingeniero Civil, Universidad Nacional de Rosario, 1970. Ex-profesor del Dpto. de Estabilidad de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Buenos Aires. Actualmente es Profesor en las Facultades de Ingeniería de la Universidad Nacional de Salta y de la Universidad Católica de Salta. Desarrolla su actividad profesional en el área de la Ingeniería Estructural. Este trabajo forma parte de los Proyectos de Investigación de la Facultad de Ingeniería e Informática de la Universidad Católica de Salta. Colaboraron los alumnos D. Radonich, E. Rocabado y G. Rodríguez de la Carrera de Ing. Civil.

1 – Viga atirantada simplemente apoyada con carga uniforme

Para la solución del sistema se utiliza el método de las fuerzas o de las incógnitas estáticas, mostrando para este caso sus ventajas por la simplicidad de su resolución y valorando su importancia didáctica y conceptual para el análisis de algunos problemas particulares como el que desarrollamos en este trabajo.

Suponemos a la viga de luz L vinculada con el tirante inferior de flecha f en el centro del tramo a través de una sucesión continua de bielas indeformables.

Se adopta en la siguiente resolución una función cuadrática para la geometría del tirante, aunque la diferencia en los resultados no resulta relevante en sistemas esbeltos, por ejemplo para vigas con $L/f > 10$, si utilizamos tirantes de geometría de arco de circunferencia.

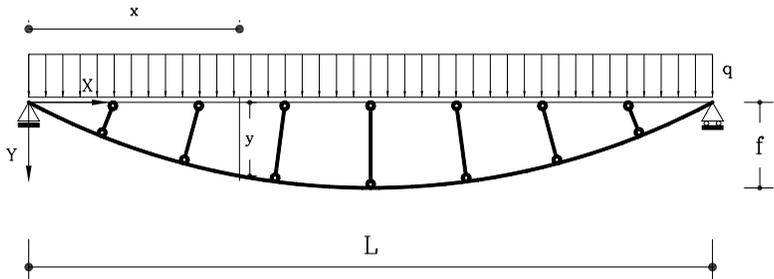


Figura 1 – Viga atirantada simplemente apoyada con carga uniforme

La ecuación del tirante para los ejes definidos en la figura 1 es:

$$y(x) = \frac{4fx(L-x)}{L^2} \quad (1)$$

Si suponemos a la viga axialmente indeformable, el alargamiento del tirante δ se encuentra relacionado con la rotación por flexión de la viga:

$$d\delta = \frac{M(x)dx}{EI} y \quad (2)$$

Como el sistema tiene hiperestaticidad interna elegimos el método de las fuerzas para su resolución, cortando el tirante como se observa en la figura 2:

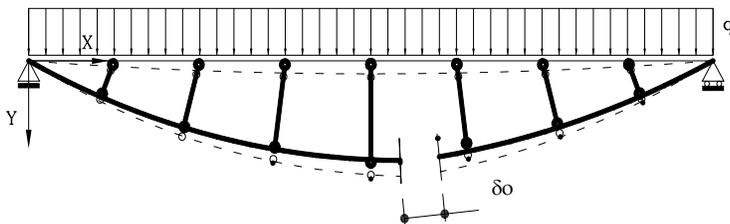


Figura 2 – Sistema fundamental isostático

La expresión de momentos flexores para el sistema fundamental isostático con carga uniforme es:

$$M(x) = \frac{qx}{2} (L - x) \quad (3)$$

Si reemplazamos (1) y (3) en la expresión (2) obtenemos:

$$d\delta_o = -\frac{2qf}{EIL^2} x^2 (L - x^2)^2 dx$$

que integrada a lo largo de toda la viga nos permite calcular el corrimiento entre ambos extremos del tirante cortado debido a la acción de la carga uniforme:

$$\begin{aligned} \delta_o &= -\frac{2qf}{EIL^2} \int_0^L (x^2 L^2 - 2Lx^3 + x^4) dx \\ \delta_o &= -\frac{qfL^3}{15EI} \quad (4) \end{aligned}$$

Aplicamos una acción unitaria en ambos extremos de la sección de corte del tirante, figura 3. Debido a las bielas vinculantes se produce una flexión negativa sobre la viga, efecto equivalente al causado por una carga distribuida hacia arriba. El valor de la carga distribuida equivalente depende de la acción sobre el tirante, unitaria en este caso, y de su radio de curvatura.

$$q_1 = -\frac{1}{R} = y''(x) = -\frac{8f}{L^2} \quad (5)$$

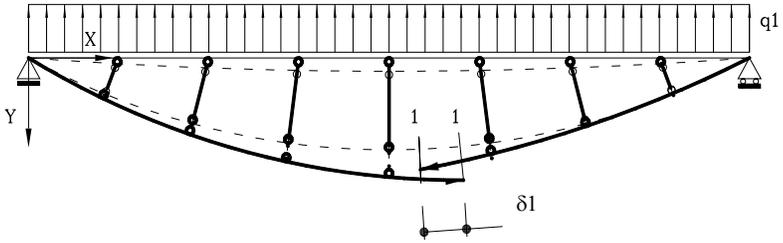


Figura 3 – Acción de la carga unitaria

El corrimiento entre ambos extremos del tirante cortado debido a la acción unitaria resulta:

$$\delta_1 = + \frac{1L}{E_{TIR} A_{TIR}} + \frac{q_1 f L^3}{15EI}$$

Teniendo en cuenta (5) con:

$$n = \frac{E_{tirante}}{E_{viga}}$$

Obtenemos:

$$\delta_1 = \frac{8f^2 L}{15EI} \left[1 + \frac{15I}{8nA_{TIR} f^2} \right] \quad (6)$$

Aplicando la ecuación de compatibilidad:

$$\delta_0 + X\delta_1 = 0$$

y reemplazando en la ecuación anterior (4) y (6) obtenemos el valor de la fuerza en el tirante del sistema hiperestático:

$$X = \alpha \frac{qL^2}{8f} \quad (7)$$

Con:

$$\alpha = \left(\frac{1}{1 + \frac{15I}{8nA_{TIR}f^2}} \right) \quad (8)$$

El valor de q_1 originado por la fuerza en el tirante vale, según (5):

$$q_1 = -\frac{8f}{L^2}x = -q\alpha$$

Con lo que la carga distribuida “resultante” sobre la viga atirantada corresponde al valor $q(1-\alpha)$, en lugar de q para la viga sin tirante.

Definimos:

$$k_1 = 1 - \alpha \quad (9)$$

según (8):

$$k_1 = \frac{1}{1 + \frac{8nA_{TIR}f^2}{15I}} \quad (10)$$

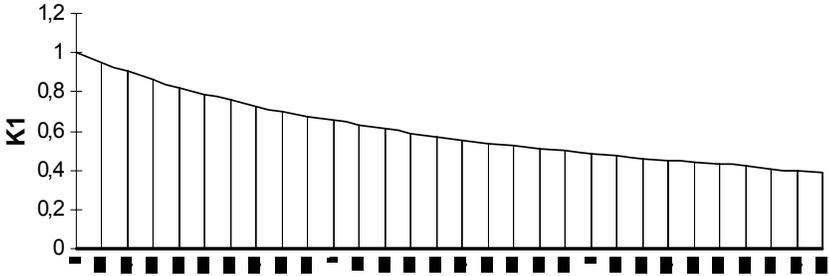
Entonces el máximo momento flexor y el máximo desplazamiento vertical en el centro de la viga son:

$$M_{max} = \frac{(qk_1)L^2}{8}$$

$$v_{max} = \frac{5(qk_1)L^4}{384EI}$$

El coeficiente k_1 nos muestra la reducción de los efectos estáticos y cinemáticos en la viga por la colaboración del tirante. Como se observa en el gráfico de la figura 4 la reducción resulta mayor a medida

que aumenta la flecha y/o la sección del tirante frente a la inercia de la viga.



$$n = \frac{A_{tir} f^2}{I}$$

Figura 4 – Factor de reducción $K1$

2. Viga atirantada simplemente apoyada con carga concentrada

Con las mismas hipótesis y procedimientos del caso anterior analizamos ahora la acción de una carga concentrada sobre la viga atirantada (Fig. 5).

Las expresiones del momento para el sistema fundamental con la carga concentrada son:

$$M_{PO} = \frac{Px(L-x_p)}{L} \quad (11) \quad \text{para } x < x_p$$

$$M_{PO} = \frac{Px_p(L-x)}{L} \quad (12) \quad \text{para } x \geq x_p$$

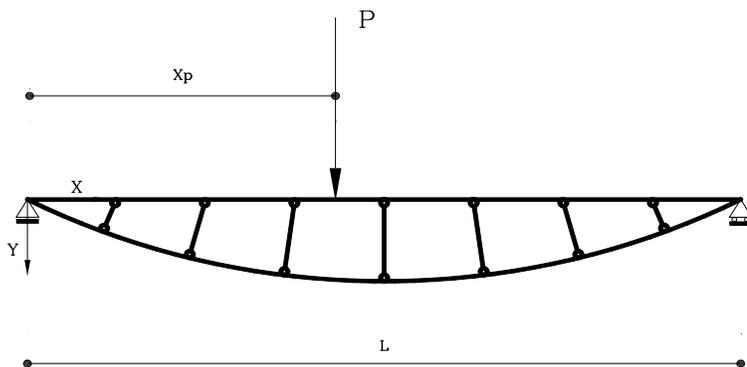


Figura 5 – Viga atirantada simplemente apoyada con carga concentrada

En base a la ecuaciones (1) (2) (11) y (12) determinamos el corrimiento entre ambos extremos del tirante cortado debido a la acción de la carga concentrada:

$$\begin{aligned} \delta_0 &= - \int_0^{x_p} \frac{P(L-x_p)x}{EIL} \cdot \frac{4fx(L-x)}{L^2} dx - \int_{x_p}^L \frac{Px_p(L-x)}{EIL} \cdot \frac{4fx(L-x)}{L^2} dx = \\ &= - \frac{4Pf}{EIL} \left[\int_0^{x_p} (L-x_p)(L-x)x^2 dx + \int_{x_p}^L (L-x)^2 x_p x dx \right] \end{aligned}$$

Integrando y operando obtenemos:

$$\delta_0 = \frac{Pfx_p^2}{3EIL} \left[\left(-\frac{2x_p}{L} + \left(\frac{x_p}{L} \right)^2 + \frac{L}{x_p} \right) \right]$$

Si definimos:

$$\beta = \frac{x_p}{L} \quad (13)$$

Entonces:

$$\delta_0 = \frac{PfL^2\beta}{3EI} [1 + \beta^2(\beta - 2)]$$

Con el mismo valor de δ_1 del caso anterior y aplicando nuevamente la ecuación de compatibilidad obtenemos la fuerza en el tirante:

$$X = \frac{5PI\beta}{8f} [1 + \beta^2(\beta - 2)]\alpha \quad (14)$$

La carga distribuida equivalente originada por la fuerza en el tirante es ahora:

$$q_1 = -\frac{5P\beta}{L} [1 + \beta^2(\beta - 2)]\alpha \quad (15)$$

Entonces el comportamiento de la viga atirantada con carga concentrada corresponde a la superposición del caso isostático cuya flexión responde a la expresiones (11) y (12) más la acción de una carga distribuida equivalente de signo negativo según (15), como se observa en la figura 6.

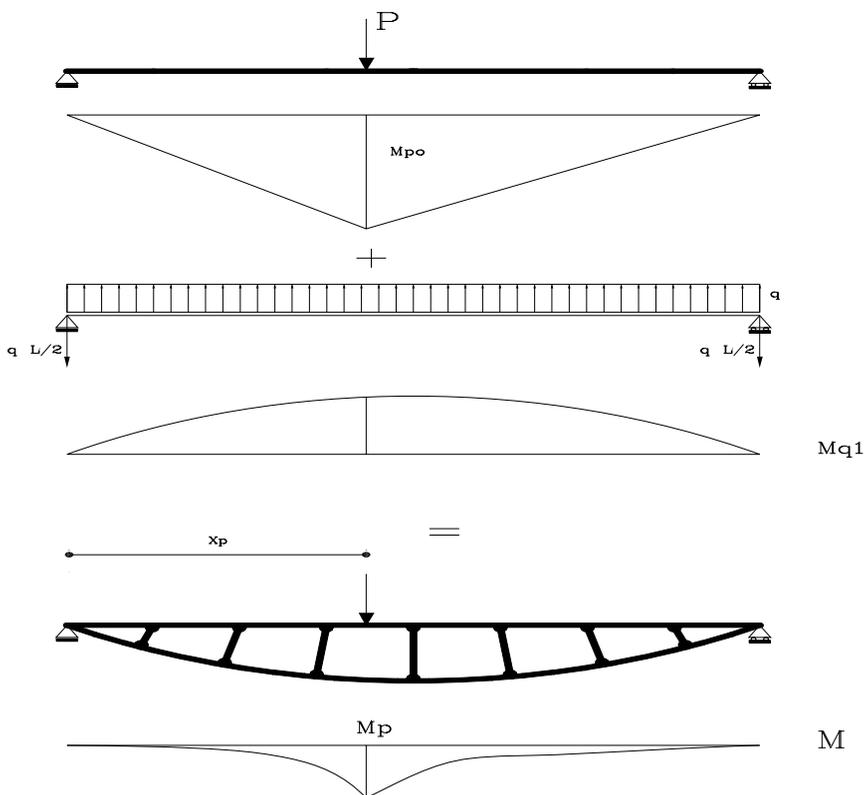


Figura 6 – Superposición de efectos

El máximo momento de la viga atirantada se produce debajo de la carga concentrada y su expresión es:

$$M_{p \text{ máx.}} = \frac{Px_p}{L}(L - x_p) + \frac{q_1 L}{2}x_p - \frac{q_1}{2}x_p^2$$

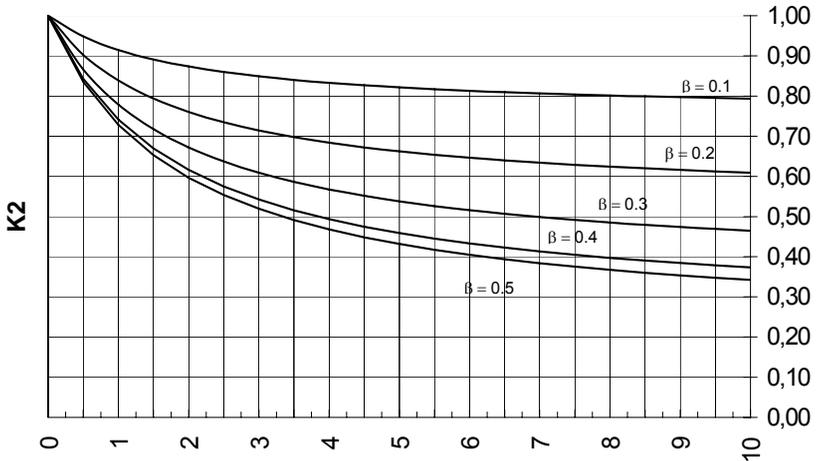
Teniendo en cuenta las expresiones (13) y (15) obtenemos:

$$M_{p \text{ máx.}} = \frac{Px_p}{L}(L - x_p) \dots k_2$$

donde:

$$k_2 = 1 - \frac{5\beta}{2}(1 + \beta^2(\beta - 2))\alpha \quad (16)$$

Se observa en la figura 7 la variación de la constante k_2 que reduce el momento máximo debajo de la carga aplicada debido a la colaboración de tirante.



$$n \cdot \frac{A_{tir} f^2}{I}$$

Figura 7 – Factor de reducción K_2

3. Resolución con programas de computación

Con el fin de comparar resultados se realizaron algunos ejemplos como el que se muestra en la figura 8. En este caso el tirante está compuesto por 6 tramos rectos cuyos puntos de quiebre responden a una ecuación de arco de circunferencia. Las 5 bielas de unión son radiales respecto al mismo arco de circunferencia.



Figura 8 – Viga atirantada discreta

El sistema se resolvió para carga uniforme y concentrada en distintas posiciones, cuya configuración de momentos se observa en el figura 9.

Como se puede apreciar en la Tabla I, los resultados para distintas relaciones de rigidez entre el tirante y la viga son similares a los obtenidos utilizando las expresiones analíticas desarrolladas.

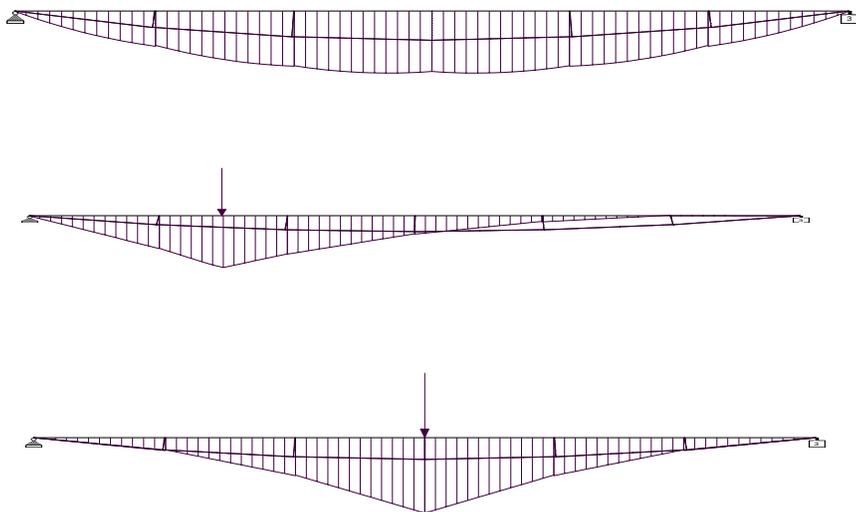


Figura 9 – Diagramas de Momentos

4 – Conclusiones

El procedimiento desarrollado permite estimar el comportamiento de la viga atirantada en función de la geometría del tirante y las rigideces de sus elementos. En primer lugar fijamos un valor de α según la ecuación (8). Luego con las expresiones (7) ó (14) determinamos la fuerza en el tirante. Finalmente con los coeficientes k_1 y k_2 según (10) ó (16) evaluamos los efectos en la viga.

En cuanto a optimizar el funcionamiento del sistema podemos afirmar que si el tirante es muy débil frente a la viga su colaboración es despreciable y no se justifica. Por otro lado si el tirante es demasiado rígido la viga se comporta como continua de varios tramos apoyada en bielas alterando el concepto de viga atirantada. Se estima obtener un buen comportamiento del sistema para valores del factor $n A_t f^2 / I$ entre 2.5 y 3.0.

Mediante la utilización de la viga atirantada se pueden diseñar estructuras livianas con una diversidad de aplicaciones.

La combinación de vigas de madera con tirantes de acero redondo resulta de utilidad para entresijos de madera o cubiertas. En este último caso como se observa en la figura 10, la viga puede tener un trazado quebrado, apropiado también para pasarelas peatonales.



Figura 10 – Viga atirantada quebrada

En el caso de puentes en caminos secundarios podemos elegir el conjunto viga – tirante de acero con tablero de madera, figura 11. En vías de comunicación importantes resulta apropiada la combinación de acero para el tirante con vigas mixtas de acero – hormigón, figura 12.

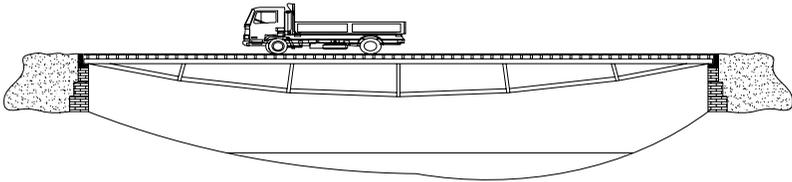


Figura 11 – Viga atirantada de acero

En luces superiores a 20 metros se puede optimizar el diseño con la utilización del pretensado al agregar cables envainados engrasados en el interior de la sección del tirante. El pretensado actúa a través de las fuerzas de desvío en el quiebre de cada tramo del tirante, sumando una acción equivalente a una carga distribuida negativa sobre la viga.

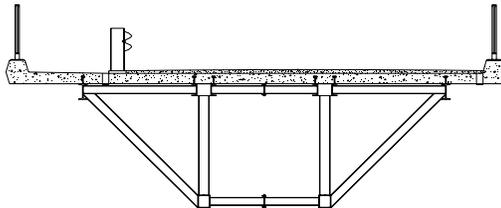


Figura 12 – Viga atirantada de hormigón y acero

Debido a que se obtienen estructuras muy livianas, sobre todo para el caso de cargas de tránsito, es necesario controlar deformaciones y vibraciones del sistema.

Tabla I - Ejemplo comparativo de resolución

Estado 1 a distribuida considerada (KN/m) = 10,00
 Momento máximo sin tirante (KNm) = 125,0



Viga	A_t (cm ²)	$nA_t f^2/l$	k_1	$M_{m\acute{a}x.}$ (KNm)	X (KN)	$v_{m\acute{a}x.}$ (mm)	Resoluc.	$L/v_{m\acute{a}x.}$
I 400	4,91	0,42	0,82	102,1	45,8	17,3	Analítica Programa % Diferenc.	577
				102,8	44,4	17,8		
				0,66	-3,07	2,58		
I 320	6,16	1,23	0,60	75,5	99,1	29,9	Analítica Programa % Diferenc.	334
				76,4	95,3	31,6		
				1,22	-3,94	5,30		
I 280	8,55	2,82	0,40	50,0	150,1	32,6	Analítica Programa % Diferenc.	306
				53,2	144,0	36,4		
				6,11	-4,24	10,32		

Estado 2 xp (cm) = 250,00

$\beta = 0,25$

Carga concentrada considerada (KN) = 65,00
 Momento maximo sin tirante M_{po} (KNm) = 121,9



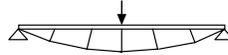
Viga	A_t (cm ²)	$nA_t f^2/l$	α	k_2	$M_{pm\acute{a}x.}$ (KNm)	X (KN)	Resoluc.
I 400	4,91	0,42	0,18	0,90	109,5	33,1	Analítica Programa % Diferenc.
					108	32,3	
					-1,35	-2,52	
I 320	6,16	1,23	0,40	0,78	95,0	71,7	Analítica Programa % Diferenc.
					94,5	69,6	
					-0,52	-2,99	
I 280	8,55	2,82	0,60	0,67	81,1	108,6	Analítica Programa % Diferenc.
					81,5	106,0	
					0,44	-2,47	

Estado 3

$x_p \text{ (cm)} = 500,00$

$\beta = 0,50$

Carga concentrada considerada (KN) = 65,00
 momento maximo sin tirante M_{po} (KNm) = 162,5



Viga	$A_t \text{ (cm}^2\text{)}$	$nA_t f^2 / l$	α	k_2	$M_{p\text{m}\acute{a}x.} \text{ (KNm)}$	X (KN)	Resoluc.
I 400	4,91	0,42	0,18	0,86	139,3 137 -1,65	46,5 45,3 -2,60	Analítica Programa % Diferenc.
I 320	6,16	1,23	0,40	0,69	112,2 112 -0,18	100,6 97,2 -3,51	Analítica Programa % Diferenc.
I 280	8,55	2,82	0,60	0,53	86,3 87,2 1,06	152,4 147,0 -3,70	Analítica Programa % Diferenc.

Potencial Destructivo de Sismos (Primera Parte)

Lía Orosco e Isabel Alfaro Villegas¹

orosco@uolsinectis.com.ar

Resumen

El análisis de estructuras ante la acción sísmica exige que tal sollicitación sea definida en forma adecuada a los fines de obtener resultados confiables. Es común especificar tal carga dinámica por medio de espectros de respuesta o historias de aceleraciones en la base, según el método de cálculo empleado. Tal idealización de la acción debe reflejar las características propias del movimiento en el lugar de emplazamiento de la obra.

Las características dinámicas de la acción definen su potencia del daño, por lo que es importante valorizar este parámetro a fin de poder comparar registros diversos en vista a su uso como la acción dinámica sobre la estructura cuya respuesta debe calcularse.

En este artículo se analizan las características dinámicas de los registros sísmicos, mientras que los parámetros de potencial de daño serán analizados en una segunda parte del mismo trabajo.

Palabras claves: acelerogramas – potencial de daño- energía

1. Introducción

La respuesta de las obras civiles a la acción sísmica depende de la conjunción de las características particulares de la estructura y el movimiento que la solicita en su base. En el caso particular de

¹ Lía Orosco es Doctora Ingeniera de Caminos, Canales y Puertos por la Universidad Politécnica de Cataluña, en el área de la Ingeniería Sísmica. Es profesora titular de la cátedra Construcciones de Hormigón Armado, en la Facultad de Ingeniería e Informática de la UCASAL.

Isabel Alfaro Villegas es Ingeniera Civil egresada de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Salta y el presente trabajo formó parte de su labor como becaria BIEA del Consejo de Investigación de la Universidad Nacional de Salta, bajo la dirección de la Ing. Orosco.

edificaciones, un mismo evento sísmico que afecta una ciudad, demanda respuestas distintas a estructuras iguales fundadas en dos sitios diferentes o a distintas estructuras ubicadas en el mismo sitio.

Las acciones sobre las estructuras deben ser definidas de modo que representen lo más certeramente posible el modo que son solicitadas realmente, para obtener así respuestas confiables. En el caso que se utilice para el diseño métodos dinámicos lineales o no lineales, se deben utilizar acelerogramas para definir la acción sísmica (INPRES-CIRSOC 103, 1983).

Los acelerogramas son la historia en el tiempo de las aceleraciones registradas en las bases de las estructuras y las características dinámicas que definen su potencial destructivo son básicamente tres: los valores picos, la duración del movimiento y su contenido espectral.

Este trabajo analiza las características dinámicas de los registros sísmicos que definen su capacidad de producir daño estructural, así como los parámetros propuestos para su definición.

2 Principales Características Dinámicas de los Movimientos Sísmicos

Los trazados de acelerograma de movimientos fuertes poseen variaciones erráticas en el tiempo y se pueden identificar sus características dinámicas de importancia a fin de compararlas con otras.

2.1 Valores Picos

El valor máximo de un registro (aceleración, velocidad o desplazamiento) es el más simple de los parámetros para identificar y comparar los movimientos sísmicos. El usado tradicionalmente es la aceleración pico. Los parámetros de respuesta espectral están relacionados linealmente y pueden ser medidos con respecto a la aceleración pico. Sin embargo, este parámetro no es necesariamente correlativa con la fuerza interna máxima desarrollada durante el sismo, especialmente cuando éste es de corta duración. La aceleración pico efectiva (ATC,1978) se propone para compensar esa deficiencia y se define como la aceleración pico que produce una respuesta espectral

similar promedio en sistemas de un grado de libertad (S1GDL) con un amortiguamiento del 5%, en un rango de período de 0.1-0.5 segundos.

La fórmula del corte basal de varios códigos como el canadiense NBCC (1980) y el argentino (IC 103) están basados en este concepto pues se derivan de espectro elásticos. Los espectros elásticos de diseño se construyen multiplicando los valores picos del movimiento del suelo (desplazamiento, velocidad y aceleraciones) por factores de amplificación espectral apropiados. Este tipo de espectros está asociado a sismos intensos “normales”, y distancias hipocentrales moderadas.

Sin embargo hay sismos que se apartan de de las características puestas en evidencia por estos espectros. Zhu et al. (1988) definen tres tipos de registros:

a - Acelerogramas con contenido energético en un amplio rango de frecuencias

b - Acelerogramas con oscilaciones de alta frecuencia y amplitudes significativas, en la fase intensa del movimiento.

c - Acelerogramas que consisten en pocos pulsos de gran duración.

Estas características manifiestan la influencia de las condiciones locales del suelo, la distancia epicentral, magnitud y duración del movimiento.

2.1.1 Relación (a/v)

Se propone entonces un nuevo parámetro que refleja de mejor manera estas peculiaridades, la relación a/v donde a es la aceleración máxima del suelo expresada en porcentaje de g , y v es la velocidad absoluta máxima expresada en metros por segundo. La aceleración pico está relacionada con las altas frecuencias y la velocidad pico con oscilaciones de moderadas y bajas frecuencias. Por lo tanto, los registros del tipo b, con alto contenido frecuencial en la fase intensa del movimiento, tendrán altos valores de la relación a/v , y grandes valores espectrales para períodos bajos, mientras que los largos e intensos pulsos que exhiben los acelerogramas del tipo c, se corresponderán con bajos valores de la relación a/v y pronunciados valores espectrales

para los períodos moderados y altos. Los registros claramente irregulares del primer tipo, resultan generalmente en valores medios de α/v y espectros de respuesta del tipo que las normas sustentan.

La atenuación de la velocidad con la distancia es menor que la de las aceleraciones, por lo que las historias registradas cerca de la fuente muestran valores elevados para la relación α/v , mientras que para distancias mayores, esta relación disminuye. En cuanto a las condiciones geológicas del suelo en el sitio considerado, la relación α/v muestra los valores mayores para roca, y disminuye conforme los suelos son más blandos.

Una importante relación entre el parámetro α/v y la amplitud del espectro de respuesta elástico, fue encontrada por Zhu et al. (1988), quienes dividen a los sismos en tres grupos, en base a la relación α/v que exhiben

Grupo I: los que tienen valores altos de α/v (mayores de 12 1/seg).

Grupo II: los que tienen valores medios de α/v (entre 8 1/seg y 12)

Grupo III: los que tienen valores bajos de α/v (menores a 8 1/seg).

El Código de Canadá de 1985 (NBCC, 1985) toma este criterio para la determinación del corte basal. Clasifica los valores de α/v en bajos, (grupo III), medios (grupo II) y altos (grupo I).

Este parámetro puede ser usado alternativamente por su relación inversa (v/α). Sucuoglu y Nurtug (1995) atribuyeron a este parámetro distintas interpretaciones para movimientos de suelo de tipo impulsivo y armónico. Si la velocidad pico es alcanzada inmediatamente después de un pulso dominante en el acelerograma, entonces la relación v/α indica la duración promedio del pulso, de acuerdo a las leyes de la cinemática.

El parámetro v/α también está relacionado con la frecuencia de vibración dominante (o lo que es lo mismo, el período) para movimientos armónicos o de banda estrecha, de la siguiente manera

$$T = 2 \pi \left(\frac{v}{a} \right) \quad (1)$$

Tso et al. (1993) encontraron una buena correlación entre el período (o frecuencia) en el que el espectro de energía de los movimientos de suelo alcanza los valores picos, y la relación v/α . Sin embargo en un estudio realizado a una población de 94 registros, Sucuoglu y Nurtug (1995) no visualizaron en forma clara esta tendencia, salvo el caso de movimientos casi armónicos.

Sawada et al. (1992) encontraron aspectos relacionados entre las principales características del espectro de potencia y este parámetro, que se pueden resumir en los siguientes puntos

a) Cuanto más grande es la relación α/v , menor es el ancho de banda central del espectro de potencia.

b) Cuanto menor es la relación α/v más grande es la dispersión del espectro de potencia, con respecto a la frecuencia central.

La dispersión fue cuantificada por la medida de ancho de banda espectral de Vanmarcke, δ (Vanmarcke, 1980), que se expresa como

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

donde λ_i con $i=1,2,3$ son los momentos espectrales del espectro de potencia. Un valor de $\lambda > 0,66$, indica un proceso de banda estrecha, mientras que si el valor es menor se trata de un proceso de banda ancha, tipo ruido blanco.

2.2 Duración efectiva

La duración de los movimientos sísmicos es una importante característica de los registros que se debe considerar en el análisis de la respuesta de edificios y suelos, tanto lineal como no-lineal, ya que es determinante en la cantidad de energía que se suministra a la estructura. Se sabe la importancia de este parámetro para estudios de licuefacción y deformaciones permanentes de suelos, como así también en los estudios probabilísticos de respuesta estructural y en los algoritmos de generación de acelerogramas artificiales (Trifunac y Novikova 1994). A pesar de que la duración de los sismos es sumamente importante en los análisis no lineales de estructuras, no ha

sido aún introducido en los códigos de modo claro. Así es como los efectos de fatiga y fluencia no lineal son ignorados o tratados en forma demasiado simplificada.

Los primeros estudios acerca de la duración de la fase más intensa consideraron su dependencia con respecto a la magnitud y la distancia epicentral, pero sin poder expresar en forma cuantitativa tal relación. En general, se define la duración de la parte intensa de un acelerograma, como la porción en que se manifiesta una respuesta estructural intensa.

Se formularon distintas propuestas para definir este concepto. Así, las primeras definieron la duración de la fase intensa como el tiempo comprendido entre la primera y última vez en que el registro alcanza un valor umbral de amplitud; normalmente se toma para este umbral el valor de 0.05 g (Bolt 1989).

Kawashima y Aizawa (1989) mejoraron esta definición, introduciendo el concepto de **duración normalizada**, la cual definieron como el tiempo transcurrido entre la primera y última vez en que la historia de aceleraciones alcanza el valor de μ veces la aceleración pico. Luego, Mohraz y Peng (1989) introducen en la definición del concepto parámetros estructurales (frecuencia y amortiguamiento), usando un filtro pasa-baja para calcular la duración efectiva.

Otros estudios, que tienen a Trifunac como principal exponente, definen este parámetro con mayor énfasis en su relación a la energía que un terremoto confiere a la estructura (Trifunac y Brady 1975; Westermo y Trifunac 1979; Novikova y Trifunac 1993a). Para analizar esta relación, se considera el trabajo por unidad de masa realizado por osciladores simples en todo el rango frecuencial $(0, \infty)$. Este trabajo es proporcional a $\int_0^{\infty} a^2(t) dt$. La energía sísmica radiada desde la fuente es proporcional a $\int_0^{\infty} v^2(t) dt$, donde v es la velocidad del suelo. A su vez, el valor esperado de los valores extremos de una función aleatoria $f(t)$, (que podría ser en este caso aceleración, velocidad o desplazamiento del suelo) dependen del número de valores picos P , proporcional a la duración del sismo y del valor cuadrático medio de la función $f(t)$. El común denominador de todos los conceptos nombrados es la integral $\int f^2(t)$, por lo que resulta natural definir la duración efectiva del sismo como el tiempo en el que la mayor parte del trabajo (por ejemplo, el 90%) es realizado, o en otras palabras el tiempo en el cual se registra el

90 % de la contribución a la **intensidad del registro**, que se define como

$$\int_0^t f^2(\tau) d\tau \quad (3)$$

donde $f(t)$ representa la historia de aceleraciones, velocidades o desplazamientos. Esta duración efectiva puede ser sustancialmente más corta que la duración total del registro, y en cuanto a la respuesta estructural, ésta puede tener una duración efectiva más larga que la duración del registro en estructuras con poco amortiguamiento.

Trabajos más recientes de Trifunac y Westermo y sobre todo de Novikova y Trifunac (1993b, 1993c), estudian la influencia del contenido espectral en la duración efectiva del sismo, mediante el filtrado de las señales en 12 bandas, comprendidas entre las frecuencias 0.075 y 21 Hz, analizando el problema de la duración efectiva en cada banda, en base al concepto básico de Trifunac. El objetivo del estudio es dilucidar la influencia que la magnitud, distancia epicentral (con especial énfasis en el paso de las ondas por los distintos medios) y las condiciones locales topográficas y geológicas, ejercen sobre el concepto de duración de la parte intensa del registro, mediante la formulación de modelos basados en técnicas de regresión multilinear.

La duración efectiva puede ser estimada como

$$t_d = \tau_f + \tau_p + \tau_s \quad (4)$$

Donde τ_f , representa la duración del proceso en la fuente, τ_p es la contribución a la duración del paso de las ondas en su viaje al sitio en consideración, y τ_s representa el probable aumento de esta duración debido a las condiciones locales de la topografía y del suelo. Entre las numerosas e interesantes conclusiones que se desprenden de estos importantes estudios, se verifica que no existe una dependencia entre la duración y la magnitud a bajas frecuencias, ya que la dimensión de la fuente es menor que la longitud de onda en este caso. Pero a medida que la frecuencia aumenta, esta dependencia es lineal primero y cuadrática después. En cuanto a la influencia de la topografía (geometría) de los sedimentos donde se ubica el sitio, son dos parámetros los que inciden en su estimación

a) la distancia entre la estación de registro (o de interés) y algún afloramiento rocoso que producirá reflexión de las ondas y

b) la profundidad de los depósitos sedimentarios.

En la investigación de referencia se constató que en la banda central de frecuencias consideradas se manifiesta la influencia de la geometría, no así para bajas o altas frecuencias. Como es de esperarse, las componentes horizontales del movimiento son más sensibles al parámetro de forma y las verticales al parámetro que considera la profundidad de los depósitos sedimentarios.

Las condiciones locales del suelo en el específico sitio de interés es por ahora más difícil de cuantificar, debido a que no se cuenta con información detallada acerca de las características geológicas del suelo en el lugar de registro de los acelerogramas que se utilizaron en el trabajo de investigación. Pero la influencia se aprecia en todo el espectro frecuencial considerado, a diferencia de la influencia de las condiciones geográficas más generales.

La cuestión es si las relaciones encontradas para ciertas regiones con muchos registros reales son aplicables a otras regiones donde no se cuenta con tal cantidad de registros. En este caso debería tenerse información de los mecanismos de generación en la fuente de estos sismos, y por supuesto la similitud total en las condiciones geológicas, tectónicas y geográficas, a fin de empezar a usarse con gran cuidado y criterio. Además, esta semejanza sólo es aplicable para la estimación de sismos pequeños y moderados, quizás con magnitud menor de 6, ya que el fenómeno de sismos de mayor magnitud es más complejo y tienen características propias en cada región.

Así lo demuestra un estudio de comparación entre registros del oeste norteamericano y la ex-Yugoslavia, donde se observan importantes diferencias en los resultados debido a las diferentes condiciones locales, que tienen que ver principalmente con el factor de atenuación Q , la velocidad de ondas y la diferente edad geológica de los sedimentos (Novikova y Todorovska 1994).

2.3 CONTENIDO FRECUENCIAL

Además de los valores picos y la duración efectiva de los sismos, el contenido frecuencial es decisivo para determinar el potencial destructivo de los sismos.

2.3.1 Espectros de respuesta

Existen varios parámetros para estimar en que banda de frecuencia el sismo que afecta una estructura transporta mayor cantidad de energía. El más utilizado en el ámbito del cálculo estructural es el espectro de respuesta, en base al cual la mayoría de las normas sismorresistentes determinan la acción sísmica. A tal fin se definen los espectros de diseño, que tienen características particulares que los diferencian con respecto a espectros de respuesta de registros sísmicos particulares; en este artículo, se hace referencia a espectros de registros individuales.

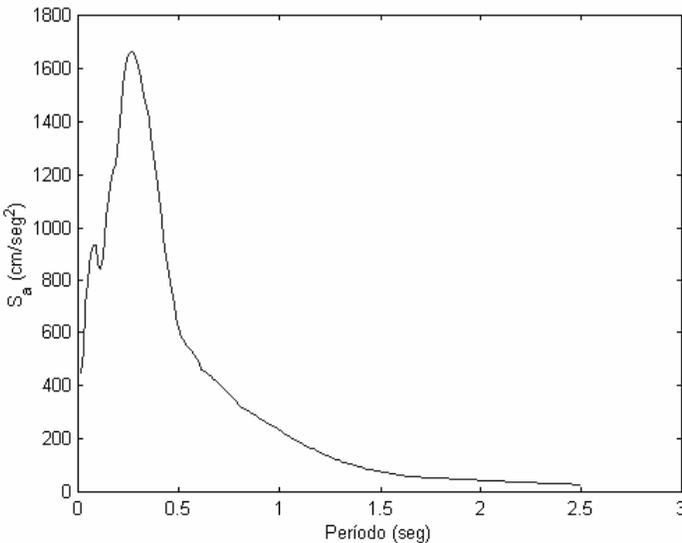


Figura 1: Espectro elástico del registros LHTR

Sabida es la naturaleza no estacionaria de los sismos, entendiéndose por tal a la variación de la amplitud con el tiempo, pero es también igualmente importante la variación temporal de la

frecuencia. Si bien desde un principio la no estacionariedad en el tiempo pudo ser analizada y estudiada con detalles en los registros que se iban obteniendo, el estudio de las variaciones de la frecuencia fue posterior, a pesar de ser reconocida desde siempre en forma cualitativa por simple inspección de los registros, debido a que su valoración cuantitativa es más compleja.

En la figura 1 se muestra el espectro de respuesta correspondiente al registro LHTR. Como se aprecia la energía se concentra en un rango angosto de períodos bajos (0,2-0,5 segundos).

2.3.2 Espectros evolutivos

La no - estacionaridad de los movimientos sísmicos se da en el dominio de las amplitudes (valor cuadrático medio variable con el tiempo) y en el dominio de las frecuencias (función de densidad espectral de potencia variable en el tiempo). Un modo de analizar y poner en evidencia ambas características es mediante el uso del concepto de espectro evolutivo. Otras propuestas son el espectro físico y el espectro instantáneo, que se pueden consultar en el trabajo de Barbat et al. (1994).

Antes de explicitar el concepto de espectro evolutivo se definirá la función de densidad espectral de potencia.

2.3.2.1 Función de autocorrelación y de densidad espectral de potencia

El análisis del contenido espectral de movimientos sísmicos está íntimamente relacionado al estudio de la energía que ese sismo "transporta". Como los sismos son procesos aleatorios, las funciones de distribución de segundo orden son las herramientas estadísticas apropiadas para su análisis, debido a las siguientes razones:

a.) Las distribuciones de segundo orden tienen relación con la energía.

b.) Conociendo la función de distribución de segundo orden de la entrada (input) de un oscilador lineal, quedan determinadas las mismas funciones para la salida (output) del oscilador.

c.) La descripción de segundo orden incluye la de primer orden.

El momento de segundo orden de un proceso aleatorio X , llamado función de autocorrelación, que se define como

$$R_X(\tau) = \lim_{T \rightarrow \infty} \frac{1}{T} \int_0^T X(t) X(t + \tau) dt \tag{5}$$

es importante para analizar registros sísmicos (figura 2).

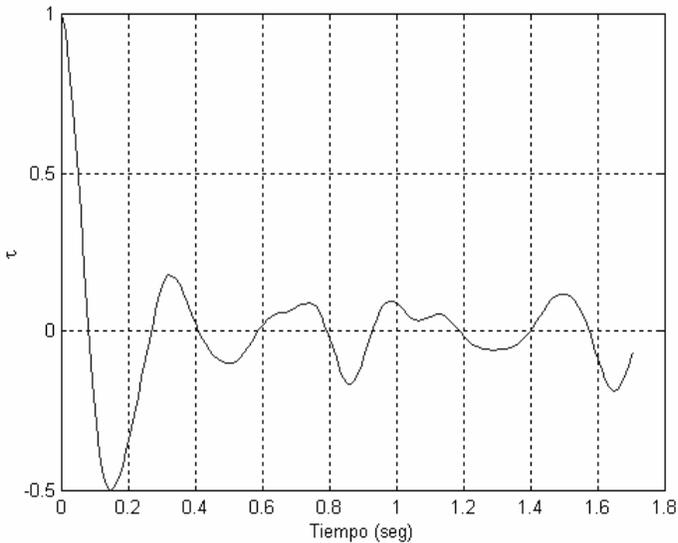


Figura 2: Correlograma del registro LHTR

La función densidad espectral de potencia se define como la transformada de Fourier de la función de autocorrelación

$$S_X(\omega) = \int_{-\infty}^{\infty} R_X(\tau) e^{-i\omega\tau} d\tau \tag{6}$$

La figura 2 muestra el correlograma de LHTR; se aprecia que es posible realizar alguna inferencia sólo hasta un rango de 0.3 segundos, en cada punto del acelerograma considerado. En la figura 3 se representa el espectro amplitudes de Fourier, que guarda una estrecha relación con los espectros de potencia, ya que describen el contenido energético de la señal.

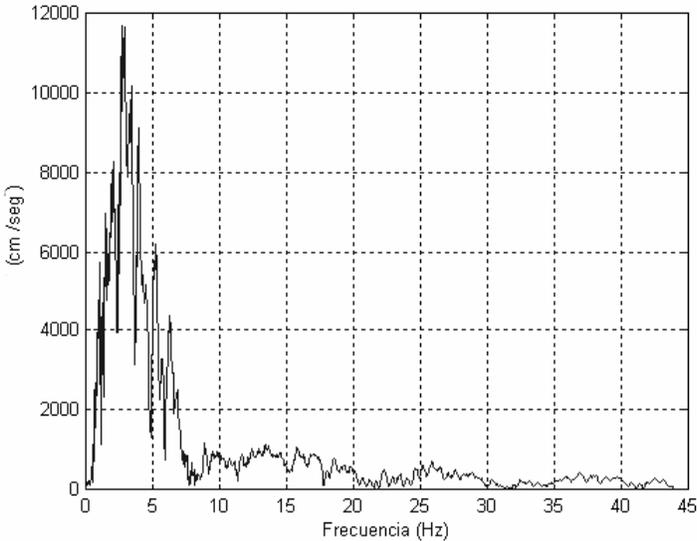


Figura 3: espectro de amplitudes de Fourier de LHTR

2.3.2.2 espectro evolutivo

El concepto de **espectro evolutivo** fue introducido por Priestley (1965) y se aplica a aquellos procesos no estacionarios conocidos como procesos oscilatorios. Se dice que un proceso $X(t)$ es oscilatorio, si existe una familia de funciones oscilatorias deterministas, $\psi(t, \omega)$, tal que:

$$\Psi(t, \omega) = \psi(t, \omega) e^{i\omega t} \quad (7)$$

Donde $\psi(t, \omega)$ es una función de modulación que varía lentamente con el tiempo. Pudiendo expresarse $X(t)$:

$$X(t) = \int_{-\infty}^{\infty} \psi(t, \omega) e^{i\omega t} dZ(\omega) \quad (8)$$

Considerando que el proceso $X(t)$ corresponde a la aceleración del suelo, $a(t)$ originada por el sismo, se tiene:

$$a(t) = \int_{-\infty}^{\infty} A(t, \omega) e^{i\omega t} dZ(\omega) \quad (9)$$

donde $Z(\omega)$ es un proceso aleatorio ortogonal y los incrementos $dZ(\omega)$, $dZ(\omega')$,... son variables aleatorias no correlacionadas. La forma más conveniente de definir la lenta variación de $\psi(t, \omega)$ es expresando que su transformada de Fourier está altamente concentrada en la región de frecuencia nula.

$$A(t, \omega) = \int_{-\infty}^{\infty} e^{i\omega t} dH(\omega, \phi) \quad (10)$$

donde $dH(\omega, \phi)$ tiene un máximo absoluto en $\phi = 0$. Esta restricción en la selección de $\psi(t, \omega)$ preserva la interpretación física de ω como una frecuencia, un concepto fundamental en procesos no estacionarios (Priestley 1977).

Un proceso estacionario \ddot{X}_e cualquiera tiene una representación espectral del tipo:

$$\ddot{X}_e(t) = \int_{-\infty}^{\infty} e^{i\omega t} dZ(\omega) \quad (11)$$

Lo que equivale a decir que un proceso estacionario puede ser representado como una suma de ondas senoidales y cosenoidales, con diferentes frecuencias ($e^{i\omega t}$) y amplitudes y fases aleatorias $dZ(\omega)$. Así, la función de densidad de potencia de un proceso estacionario puede interpretarse como la distribución de la energía en el campo de las frecuencias.

$$E[\ddot{X}_e^2] = \int_{-\infty}^{\infty} S(\omega) d\omega \quad (12)$$

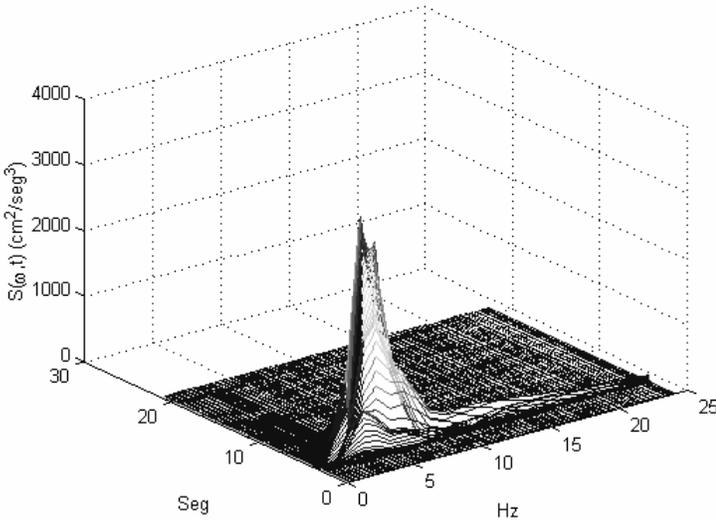


Figura 4: espectro evolutivo de LHTR

Considerando ahora el proceso no estacionario $a(t)$, las funciones ($e^{i\omega t}$), no pueden ser usadas ya como elementos básicos, pues son intrínsecamente estacionarias. Por ello se deben proponer otras funciones básicas, que si bien son no estacionarias, mantienen la forma oscilatoria y en las que el concepto de frecuencia es fundamental. La función $\Psi(t, \omega) = \psi(t, \omega) e^{i\omega t}$ cumple con esta premisa y con la restricción dada en la ecuación (10).

2.3.2.3. Interpretación física del espectro de Priestley

Suponiendo una función determinista armónica y amortiguada, del tipo:

$$x(t) = Ae^{-(t/\alpha)^2} \cos(2\omega_0 t + \phi) \quad (13)$$

Si se hace un análisis convencional de Fourier, $X(\omega)$ tiene componentes en todas las frecuencias, pues hay dos funciones Gaussianas centradas en $\pm\omega_0$. Si se quisiera representar $x(t)$ como la suma de senos y

cosenos con amplitudes constantes, se precisarían infinitas componentes frecuenciales. Sin embargo, se describe $x(t)$ considerando que contiene dos frecuencias $\pm \omega_0$, cuyas amplitudes varían en el tiempo según $Ae^{-(t/a)^2}$.

Por lo tanto, si se considera una función no periódica $a(t)$, cuya transformada de Fourier tiene un máximo absoluto en las frecuencias $\pm \omega_0$, esa frecuencia puede definirse como la frecuencia de la función, ya que localmente $a(t)$ se comporta como una función armónica convencional de frecuencia ω_0 , modulada por una función que varía suavemente en función del tiempo. Este razonamiento interpreta físicamente el concepto del espectro evolutivo. La ecuación (8) es una generalización directa de la expresión (13). La expresión (8) es entonces el límite de una suma de senos y cosenos de diferentes frecuencias, cuyas amplitudes varían aleatoriamente en el tiempo (Valerio 1992)

El valor cuadrático esperado del proceso no estacionario es (Shinozuka et al., 1987; Crempien y Araneda 1993) :

$$E[a^2] = \int_{-\infty}^{\infty} |\psi(t, \omega)|^2 dF(\omega) \quad (14)$$

donde $dF(\omega) = E[dZ(\omega)]^2$

$$E[a^2] = \int_{-\infty}^{\infty} |\psi(t, \omega)|^2 f(\omega) d\omega \quad (15)$$

lo que define a la densidad espectral de potencia como:

$$S(t, \omega) = |\psi(t, \omega)|^2 f(\omega) \quad (16)$$

La ecuación anterior puede entenderse como una directa generalización de la expresión (12) de tal modo que el valor cuadrático medio de todas las realizaciones es:

$$E[a^2(t)] = \int_{-\infty}^{\infty} S(t, \omega) d\omega \quad (17)$$

$S(t, \omega)$, la función de densidad espectral de potencia evolutiva, describe para cada instante t , la distribución en el campo de frecuencia del valor cuadrático medio en la vecindad de tal instante. Se deduce de las expresiones (15) y (16) que el espectro de potencia evolutivo es

$$S(t, \omega) = |\psi(t, \omega)|^2 f(\omega) \quad (18)$$

donde $f(\omega)$ es una función de densidad espectral.

2.3.2.4 Determinación del espectro evolutivo

Kameda (1976) propuso el uso de la técnica multifiltro, que fue utilizada con éxito también en la estimación de procesos oscilatorios transientes cualesquiera. Esta tiene la ventaja sobre el uso de repetidas transformadas de Fourier, de ahorrar tiempo de cálculo y el lograr mejor resolución en el dominio del tiempo de componentes espectrales de varias frecuencias. El concepto básico es el uso de osciladores simples que funcionan como varios filtros. Al considerar un amortiguamiento constante en ellos, se tiene el mismo efecto que variar la longitud de la ventana en forma inversamente proporcional a la frecuencia, con lo que es posible obtener detalles de la variación en el tiempo de las componentes espectrales de alta frecuencia.

La ecuación de movimiento de un oscilador simple, considerado como un filtro no recursivo y causal, sujeto aleatoriamente a una aceleración $a(t)$ en su base es:

$$\ddot{x}(t) + 2\xi_0\omega_0\dot{x}(t) + \omega_0^2x(t) = -a(t) \quad (19)$$

donde $x(t)$ es el desplazamiento relativo del oscilador sujeto a tal aceleración; este desplazamiento es de naturaleza aleatoria como la acción; ξ_0 y ω_0 son el coeficiente de amortiguamiento y la frecuencia natural de vibración. La respuesta aleatoria $R(t)$, en función de la energía total del oscilador simple, es:

$$R_{\omega_0}^2(t) = \frac{Q(t)}{\frac{k}{2}} = x^2(t) + \frac{\dot{x}^2(t)}{\omega_0^2} \quad (20)$$

Para valores pequeños del coeficiente de amortiguamiento $R(t)$ es una función suave del tipo que representa la envolvente de $x(t)$. Asumiendo que la variación de $S(t, \omega)$ es también suave con respecto a la fase final de la respuesta a un pulso unitario del filtro, la media cuadrática de $x(t)$ y $\dot{x}(t)$ es dada aproximadamente por:

$$\sigma_x^2(t) \cong \frac{\pi}{4\xi_0\omega_0^3} S(t, \omega_0) \quad (21)$$

$$\sigma_{\dot{x}}^2(t) \cong \frac{\pi}{4\xi_0\omega_0} S(t, \omega_0) \quad (22)$$

Por lo que se estima el espectro evolutivo mediante la siguiente expresión:

$$S(t, \omega_0) \cong \frac{2\xi_0\omega_0^3}{\pi} E[R_{\omega_0}^2(t)] \quad (23)$$

En la técnica multifiltro para la evaluación del espectro evolutivo, el coeficiente de amortiguamiento es lo que controla el ancho de banda de filtrado, tanto en el campo temporal como frecuencial. Un coeficiente de amortiguamiento pequeño produce alta resolución en el campo frecuencial y viceversa.

A los fines de disminuir el efecto de desfasaje en el dominio del tiempo, Shrerer et al. (1982) consideraron la parte transiente de la respuesta de los osciladores. Mientras que en la propuesta de Kameda se hace uso de un coeficiente de amortiguamiento constante, lo que implica una variación en la ventana en el tiempo, en la segunda propuesta se considera un amortiguamiento variable. Esto último implica considerar un ancho de ventana constante; a fin de determinar tal parámetro, se recurre al uso del concepto de semiancho de banda b considerando que con éste se obtiene una buena resolución frecuencial.

El semiancho de banda se expresa en función del amortiguamiento como

$$b = 2 \omega_n \xi_n \quad (24)$$

Con el objetivo de evitar intervalos superpuestos en el cálculo del espectro evolutivo en el campo frecuencial se usa un ancho de banda constante, igual al intervalo de discretización.

La figura 4 muestra el espectro evolutivo LHTR determinado según la técnica multifiltro de Kameda.

3. Comentarios finales

En esta primera parte se explican las características dinámicas de los sismos que definen su capacidad para producir daño. Ha sido el objetivo de los estudios definir correctamente la acción sísmica, ya que ello significa estimar correctamente la carga (en este caso dinámica) de la estructura. Esta definición debe corresponderse con la capacidad de producir daño de las distintas acciones de diseño.

En general, la mayor parte de las normas sísmicas adoptan los espectros de diseño elástico para definir las acciones de diseño, los que reflejan los valores picos y las frecuencias con mayor contenido energético, pero son insensibles a la duración o la evolución de la energía con el tiempo.

Los esfuerzos actuales en este campo se encaminan a proponer mejores modos de definir esta carga, pero sin abandonar la simplicidad y claridad conceptual para que sea acertadamente aplicada por los profesionales del diseño y cálculo estructural.

Bibliografía

ATC, Applied Technology Council 1978, Tentative provisions for the development of seismic regulations for new buildings, ATC 3-06, NSF Publication, 78 - 8

Barbat, A., Orosco, L., Hurtado, J.E. y Galindo M., 1994, Definición de la acción sísmica, Monografías de Ingeniería Sísmica, Editor: Alex

- Barbat, Centro Internacional en Métodos Numéricos en Ingeniería, Monografía CIMNE IS-10, Barcelona, España
- Bolt, B.A., 1989, The nature of earthquake ground motion, in F. Naeim (ed.), The seismic Design Handbook, Van Nostrand Reinhold, New York
- Crempien-Laborie, J. y Araneda, P., 1993, Simulación de acelerogramas consistentes con la sismicidad local, Tesina de Habilitación Profesional, Universidad de Concepción, Chile.
- INPRES—CIRSOC, 1983, INPRES-CIRSOC 103: Normas argentinas para construcciones sismorresistentes, Instituto Nacional de Prevención Sísmica - Centro de Investigación de los Reglamentos Nacionales de Seguridad para las Obras Civiles del Sistema INTI, Buenos Aires
- Kameda, H., 1976, Evolutionary spectra of seismogram by multifilter, Journal of the Engineering Mechanics Division, ASCE, Vol 101, No EM6, pp 787-801
- Kawashima, K. and Aizawa, K., 1989, Bracketed and normalized durations of earthquake ground acceleration, Earthq. Eng. and Struc. Dyn., Vol 18, pp 1041--1051
- Mohraz, B. and Peng, M.M., 1989, Use of a low-pass filter in determining the duration of strong ground motions, ASME, Pressure Vessels and Piping Division, Publication PVP 182, New York, pp 197 – 200
- NBCC: Associate Committee on National Building Code, 1980, National building code of Canada -- 1980. NRCC No 17303, National Research Council, Ottawa.
- NBCC: Associate Committee on National Building Code, 1985, National building code of Canada – 1985, National Research Council of Canada, Ottawa, Ontario
- Novikova, E.I. and Trifunac, M.D., 1993a, Duration of strong ground motion: physical basis and empirical equations, Dept.of Civil Engineering, Rep No 93--02, University Southern California, Los Angeles, California
- Novikova, E.I. and Trifunac, M.D., 1993b, Modified Mercalli intensity and the geometry of the sedimentary basin as scaling parameters of

- the frequency dependent duration of strong ground motion, *Soil Dynam. Earthq. Engng*, Vol 12(4), pp 209-225
- Novikova, E.I. and Trifunac, M.D., m1993c, Modified Mercalli intensity scaling frequency of the frequency dependent duration of strong ground motion, *Soil Dynam. Earthq. Engng*, Vol 12 (5), pp 309--322
- Novikova, E.I. and Todorovska, M.I., 1994, Comparison of duration of strong motion in California and Yugoslavia, *Proceedings of 10th European Conference on Earthquake Engineering*, Austria, Viena, pp 189--194
- Priestley, M.B., 1965, Evolutionary spectra and non stationary process, *Journal Royal Statistical Society*, Vol 27, pp 204 - 237
- Priestley, M.B., 1971, Some notes on the physical interpretation of spectra of non--stationary processes, *Journal of Sound and Vibration*, Vol 17, pp 51-54
- Sawada, T., Hirao, K., Tsujihara, O. and Yamamoto, H., 1992, Relationship between maximum amplitude ratio (a/v , $ad/2$) and spectral parameters of earthquake ground motion, *Proceedings of the 10th World Conference on Earthquake Engineering*, Madrid, Vol 2, 617 - 622
- Scherer, R.J., Riera, J.D., and Schueller, G.I., 1982, Estimation of the time-dependent frequency content of earthquake accelerations, *Nuclear Engineering and Design*, Vol 71, pp 301 - 310.
- Shinozuka, M., Deodatis, G. and Harada, T., 1987, Digital simulation of seismic ground motion, *Technical Report NCEER - 87 - 0017*
- Sucuoglu H. and Nurtug A., 1995, Earthquake ground motion characteristics and seismic energy dissipation, *Earthq. Eng. Struc. Dyn.*, Vol 24, 1995, pp 1195 - 1213.
- Trifunac, M.D. and Brady, A.G., 1975, A study on the duration of strong earthquake motion, *Bulletin of Seismological Society of America*, Vol 65, pp 581 – 626.
- Trifunac, M.D. and Novikova, E.I., 1994, State of the art review on strong motion duration, *Proceedings of the 10th European Conference on Earthquake Engineering*, Austria, Viena, pp 131 - 140

- Tso, W.K., Zhu, T.J. and Heidebrecht, A.C., 1993, Seismic energy demands on reinforced concrete moment resistant frames, *Earthq. Eng. and Struc. Dyn.*, Vol 22, pp 533 – 545.
- Valerio, J., 1992, Spectral analysis of earthquake accelerations as realizations of a non - stationary process, *Proceedings of the 10th World Conference on Earthquake Engineering, Madrid, Vol 2*, pp 901--907
- Vanmarcke, E., 1980, Parameters of the spectral density function, their significance en the time and frequency domain, *MIT Civil Engineering and Design*, 60--1
- Westermo, B.D. and Trifunac, M.D., 1979, Correlations of the frequency dependent duration of strong ground motion with the Modified Mercalli Intensity and the depth of sediments at the recording site, *Dept. of Civil Engng, Report No 78 -- 12, Universidad of Southampton, Los Angeles, California*
- Zhu, T.J., Heidebrecht, A.C. and Tso, W.K., 1988, Effect of peak ground acceleration to velocity ratio on ductility demand of inelastic systems, *Earthq. Eng. and Struc. Dyn.*, Vol 16, 63--79

Geología y Riesgos Asociados a la Traza de la Ruta Nacional Nº 34 Salta-Jujuy

Jorge Juan Marcuzzi y María Isabel Bolli*

jmarcuzzi@arnet.com.ar, isabelbolli@uolsinectis.com.ar

Resumen

El relieve de las provincias de Salta y Jujuy es el resultado de la interacción de factores de origen geológico, tectónico, estructural y climático, que dieron lugar a las diferentes unidades morfoestructurales que lo conforman, tales como Puna (P), Cordillera Oriental (CO), Sierras Subandinas (SS) y Llanura Chaqueña (LCh). Cada una de ellas se distingue por definir un dominio geoambiental con características propias. En el presente trabajo, interesan las unidades de SS y LCh, debido a que en ellas se concentró la actividad socio-económica de ambas provincias y en especial a lo largo de la traza de la ruta nacional Nº 34, coincidente con el Ramal C16 del Ferrocarril General Belgrano, prácticamente inactivo en la actualidad. A lo largo de esta traza se desarrollaron los principales asentamientos urbanos, lo que la constituyó en el eje de la actividad agro-ganadera, forestal, industrial y petrolera de ambas provincias. La intensa actividad antrópica potencia riesgos relacionados con los factores primigenios del geoambiente.

Palabras Claves: Geología, Geoambiente, Riesgos, Clima, Antrópico

Ubicación y Clima

El área de estudio (Fig. 1), es una franja cuyos límites son: al sur el límite político de las provincias de Salta-Tucumán y hacia el norte el límite de la provincia de Salta con la República de Bolivia.

La estacionalidad de las lluvias en ambas unidades, es uno de los principales factores desencadenantes de procesos geológicos y que determinan los riesgos geoambientales.

* Los autores son Geólogos y tienen a cargo la Cátedra de Geología y Mineralogía Facultad de Ingeniería e Informática Universidad Católica de Salta.

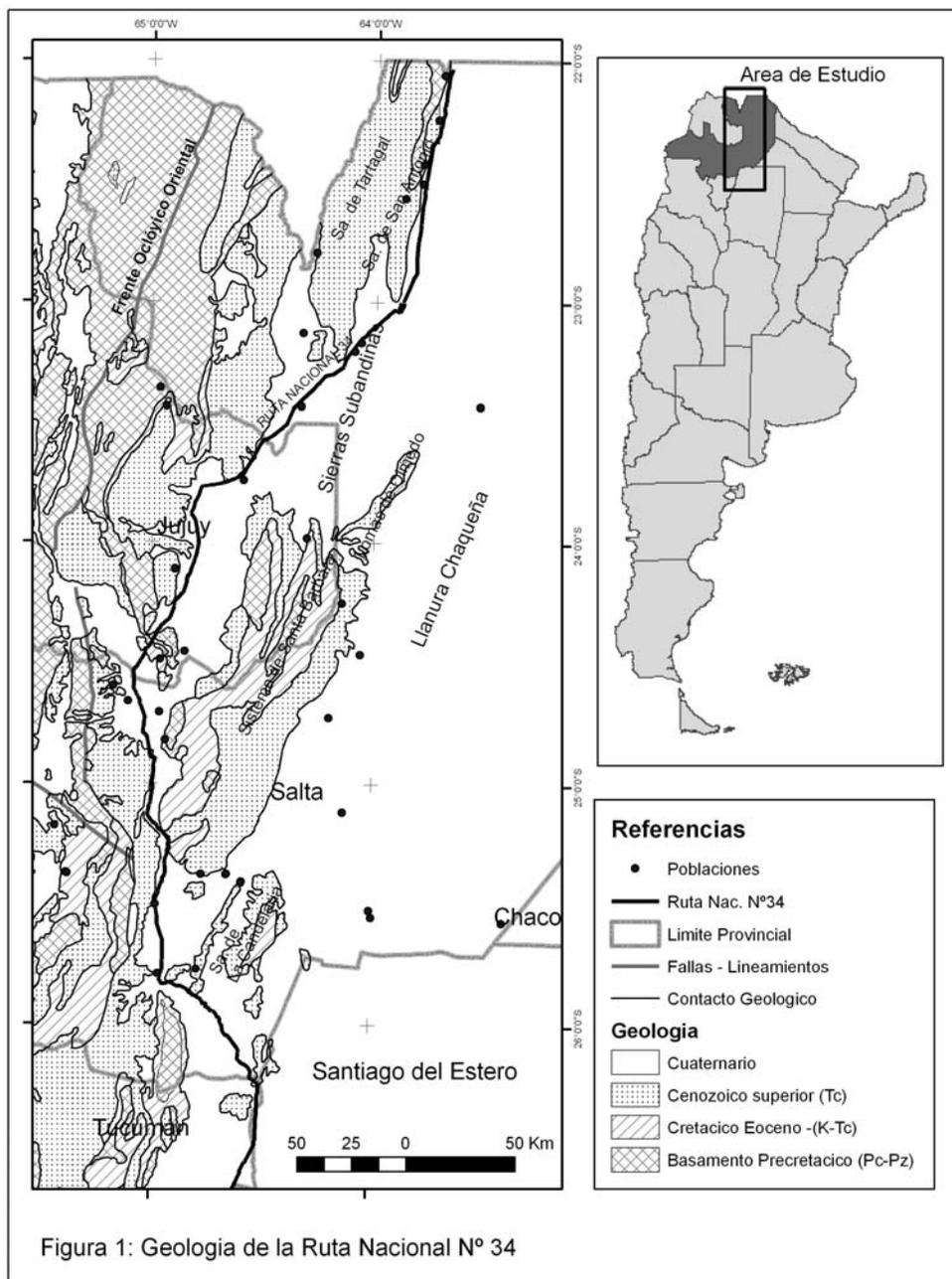


Figura 1: Geología de la Ruta Nacional N° 34

En la Llanura Chaqueña, el clima que impera está definido como tropical semiárido. Es característico del chaco occidental, con precipitaciones entre 700 y 400 mm anuales y que coinciden con altas temperaturas en verano, definiendo un balance hídrico negativo. La humedad relativa y nubosidad son bajas y con alta evapotranspiración. La estación seca, durante el otoño-invierno, a veces es acompañada por heladas. En general el clima es tórrido con rápida evaporación de las precipitaciones.

En Sierras Subandinas, domina el clima tropical serrano; las lluvias son de tipo orográfico, de régimen estival y con pronunciados contrastes según el relieve de las laderas. Las precipitaciones oscilan entre 700-1800 mm anuales y aumentan con la altitud llegando en ciertos sectores hasta los 2.000 mm, donde la evapotranspiración se atenúa.

Geología, morfología y riesgos asociados

Las características actuales del relieve y del paisaje, con los diferentes tipos de riesgos asociados (naturales y antrópicos) están vinculadas a la evolución geológica del área. Esta se inicia con los plegamientos sufridos por el Cratón Brasileño en el Paleozoico y los intensos procesos erosivos del Mesozoico, que originaron peneplanicies en el oeste y cuencas de sedimentación, por hundimiento de bloques, en el este. Luego, en el Terciario la orogenia andina plegó y elevó estos depósitos para dar lugar a la Cordillera de los Andes, y de esta forma parte del antiguo basamento brasileño formó la Puna, Cordillera Oriental y la actual estructura de plegamientos y fallas de las SS. El sector oriental del macizo Brasileño, fracturado y con hundimientos diferenciales, acumuló potentes espesores de sedimentos que luego conformaron la LCh.

En el Cuaternario hubo movimientos de ascenso de las unidades plegadas en el Terciario (Puna, Cordillera Oriental y Sierras Subandinas), donde los cambios climáticos de este período modelaron relieves de piedemontes, extensas rampas, conos y terrazas fluviales, según dominasen fases climáticas áridas o húmedas. La geodinámica cuaternaria influyó en el tipo de sedimentos acumulados en las cuencas de bloques hundidos de la LCh, al reactivar fallas que dieron lugar a cambios del nivel de base de los ríos y de las pendientes del relieve,

aspecto que aporta indicios para comprender el actual sistema de drenaje fluvial no organizado.

El nombre de SS fue empleado por Bonarelli, G.; con un criterio puramente geomorfológico (Mingramm et al. 1979), para el conjunto de serranías subparalelas de rumbo norte-sur que abarcan una importante superficie de las provincias de Salta y Jujuy. Poseen un complejo plegamiento en anticlinales asimétricos, con flancos reducidos por fallas de empuje inversas, donde resalta la estrecha relación entre estructura, litología y formas del relieve, y la relación con los riesgos asociados a su inestabilidad. La caracterización inicial de SS en una sola unidad ha sido revisada y actualmente se la considera conformada por tres elementos: el Sistema de Santa Bárbara al sur, la Depresión de Oran, que es un antepaís o zona cortical estable y poco deformado y las SS al norte (Kley y Monaldi 1999).

El relieve juvenil resultante sumado a la variabilidad del estilo estructural y la litología cambiante, con formaciones del Precámbrico y Paleozoico inferior desde aproximadamente la localidad de San Pedro hacia el sur y Paleozoico superior-Cretácico-Terciario al norte, determinan un factor litológico genético diferencial como generador de riesgos. Por otra parte, la presencia de superficies de despegue permite diferenciar la existencia de una tectónica de base y otra de cobertera entre las formaciones devónicas y cretácico-terciarias; estas últimas poco cementadas y con una importante fracturación conforman macizos rocosos debilitados con laderas inestables.

Es decir que las características litológicas y estructurales de las formaciones definen la potencialidad de generar riesgos en función de la edad geológica. Así, en la Sierra de la Candelaria, las formaciones precámbricas y cámbricas (Formación Medina y Formación Candelaria) conformadas por filitas, pizarras y ortocuarcitas o las formaciones ordovícicas de areniscas y pelitas (Sierra de Santa Bárbara), a pesar de tener fracturación importante y bancos poco potentes, presentan menor peligrosidad de deslizamientos que las formaciones rocosas del Mesozoico-Terciario. Las formaciones del Silúrico-Devónico-Carbónico, revelan similares características de peligrosidad que las terciarias pero por su menor desarrollo areal, el grado de intensidad disminuye.

Los afloramientos del Cretácico, Terciario y Cuaternario conformados principalmente por litologías de calizas, margas, conglomerados poco cementados, arcilitas, fangolitas y lutitas, que geotécnicamente son consideradas rocas débiles (weak rocks), tienen

gran incidencia en la generación de riesgos. Caso del flujo de barro que tuvo lugar en Vespucio en 1984, (González Díaz y Malagnino 1990), en donde a la anomalía climática se asoció el factor litológico de las formaciones Tartagal, Tranquitas y Chaco, conformadas por areniscas, conglomerados de matriz calcárea, fangolitas y pelitas.

En las SS las precipitaciones de carácter intenso, sobre los sedimentos cuaternarios de las áreas elevadas, producen derrumbes, deslizamientos de laderas, arroyadas, depósitos inestables de conos fluviales, y otros fenómenos. La composición granulométrica varía desde grandes bloques en las partes altas y disminuye hacia los bajos de los cauces principales donde predominan arenas-limosas o limos-arenosos y en menor medida arcillas o arcillas-limo-arenosas, con zonas de anomalías texturales como es caso de los suelos vérticos de la localidad de Saucelito, (Marcuzzi 1980).

La LCh es la continuidad de las SS hacia el este, consecuencia de la disminución de la intensidad de los plegamientos. Está conformada por importantes espesores de sedimentos provenientes de la erosión de las serranías del oeste, transportados por los ríos y en menor medida por el viento. Esta puede considerarse como un piedemonte extendido con dominio de materiales finos y arcillas-limo-arenosas a medida que se avanza hacia el este. La LCh, como prácticamente corresponde a una planicie horizontal de escasa pendiente, presenta drenajes fluviales de poca energía por lo que solo transportan y sedimentan una mayor concentración de arcillas.

Regiones Ambientales

Siguiendo el concepto de Geoambiente (Aswathanarayana 1995) la división del relieve en unidades morfoestructurales coincide aproximadamente con el de unidades geoambientales (Marcuzzi et al. 1994), por lo que se consideró interesante adoptar la clasificación realizada por Chiozza (1982), para este sector de la región NOA en: NOA Agroindustrial y Chaco Forestal (Fig. 2), según los cambios producidos por el hombre al modificar el geoambiente para el aprovechamiento de los recursos naturales y la forma de ocupación histórica del territorio; que implica la ocupación continua del suelo, incorporando áreas con mayores pendientes hacia el piedemonte.

Riesgos

Para las dos regiones mencionadas en función del geoambiente se detallan a continuación los principales riesgos asociados con las características intrínsecas de ambas.

Riesgos Naturales

Sismicidad: La subducción de la Placa de Nazca debajo de la Placa Sudamericana en el océano Pacífico, ha determinado que esta área sea considerada una de las de mayor actividad sísmica del planeta (Wigger 1988). En las SS y la LCh la sismicidad aparte de ser un riesgo de gran potencial destructivo es el disparador de otros, como los deslizamientos de laderas y licuefacción de suelos. El INPRES las incluye en las áreas de muy elevada peligrosidad, sobre la base de registros de sismos entre grado VIII y VII. Caso de los registros históricos en las localidades de Orán y Esteco, y modernos de marzo-abril de 2005 en las proximidades de J.V. González. En la LCh la mayoría de los sismos son de foco profundo, situación que amortigua su potencial efecto destructivo.

Neotectónica y fallas activas: La sismicidad tiene relación con fallas activas; este fenómeno no ha sido investigado en profundidad, pero existen indicadores sencillos de su existencia, como lineamientos apenas visibles en sedimentos cuaternarios y escarpas de falla modernas. Las imágenes satelitales muestran, a lo largo de la traza de ruta 34, la presencia de numerosas escarpas de fallas asociadas con deslizamientos de tierra de diversa magnitud. Un ejemplo es la escarpa de falla de la Serranía de La Candelaria, 20 km al sur de Rosario de la Frontera, que afecta un cono aluvial. La sismicidad también queda demostrada por la presencia de numerosos geoindicadores, tal como son las sismitas (Marcuzzi en preparación).

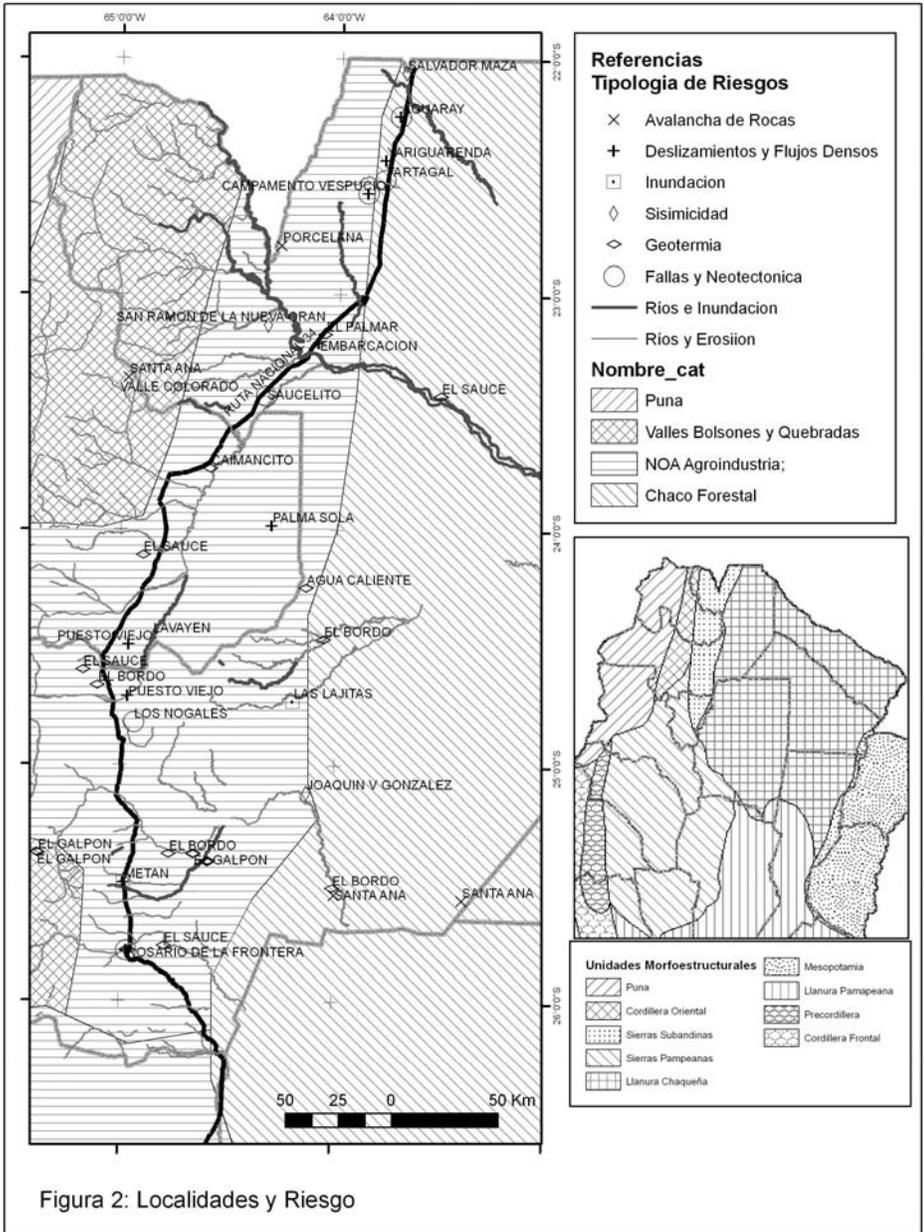


Figura 2: Localidades y Riesgo

En las imágenes satelitales también se observa que numerosas urbanizaciones se emplazan sobre trazas de falla, caso de Aguaray, cuya falla regional corta el flanco oriental de la sierra de Aguaragüe, o la que existe debajo del cierre del dique Itiyuro. Estas pueden reactivarse y potenciar riesgos de deslizamientos de laderas y corrientes de barro, fenómeno recurrente en la mayoría de los parajes del pie de monte. Como ejemplo se puede mencionar una gran cicatriz que se observa en las nacientes del Arroyo de la Peña, cerca de Tartagal; otra evidente muestra de falla activa por neotectónica es la falla de los Nogales, 45 km al este de Salta, que afecta aluviones modernos.

Geotermia: El área presenta numerosas anomalías geotérmicas (Pesce 1999) que de alguna manera pueden contribuir con la generación de riesgos, caso del deslizamiento de laderas y taludes del Cerro Terma (Marcuzzi y Viramonte 2004), donde se observaron alteraciones en la cohesión de las rocas por efectos hidrotermales, que luego, por la apertura de un camino, la infiltración del agua de lluvias asociada al posible efecto de un sismo originó el deslizamiento. Otro aspecto que puede estar relacionado con el termalismo es la contaminación de aguas y suelos con arsénico, como indican los numerosos registros de actividad geotermal existentes, en las siguientes localidades: Quebrada Caliente en el embalse Itiyuro, Caimancito, El Palmar, Cantera Minetti, El Sauce en Güemes, Aguas Calientes, El Bordo, El Galpón, Rosario de la Frontera y otras. Es posible que este fenómeno se relacione también con la alta concentración de arsénico existente en la LCh, no descartando la influencia de eventos como el vulcanismo en el pasado geológico de la región.

Erosión: Es el proceso más importante que tiene lugar en las unidades del relieve existentes a lo largo de la traza de la ruta 34. Las acciones erosivas más destacadas corresponden a la acción de los ríos principales del área, tales como: Valle-Dorado, Lavayén, Grande-San Francisco, Pescado, Blanco, Bermejo, Seco, Tartagal, Caraparí-Itiyuro, entre otros, con procesos de erosión retrocedente, zapamiento y aluvionamiento. Existe un importante número de cursos pequeños que generan inconvenientes tal como los cortes de ruta, que son consecuencia de flujos de barro que se producen aguas arriba, por la desestabilización de los perfiles de equilibrio fluviales; en algunos casos este fenómeno obedece a que en estos cauces se realizaron explotaciones de áridos. Este fenómeno es muy común a partir de la localidad de Embarcación hasta Salvador Maza.

Uno de los grandes problemas que se están produciendo a nivel regional es la desestabilización de unidades menores del relieve, que se deben considerar como piezas de las unidades morfoestructurales. Entre las más comprometidas se encuentran las serranías de Tartagal. La inestabilidad de la zona se puede apreciar por la existencia de importantes cicatrices correspondientes a centros de alimentación de los flujos de barro y a perfiles de suelos con presencia de carbón o restos de caracoles hasta profundidades de 5,00-6,00 m, indicadores de la existencia de una importante geodinámica donde coinciden numerosos factores.

La erosión hídrica de suelos es otro fenómeno preocupante, dada la presencia de extensas áreas desmontadas, y donde el problema radica, fundamentalmente, en que no se respetan y se alteran los drenajes naturales. Un ejemplo claro de esto es la profunda erosión de banquetas de la ruta 34 consecuencia de la desestabilización de los drenajes de la Quebrada de Galarza (Mosconi); situación asociada con el riesgo anterior, es decir, el gran volumen de material que transporta, obligó a construir una traza alternativa de la ruta mediante un puente elevado, sin resultados positivos. Los problemas de profundización del cauce del río Tartagal son otra consecuencia de esta acción incorrecta. Se puede concluir que la erosión hídrica de suelos es consecuencia de diversas causas como desmontes, monocultivo, urbanizaciones y prácticas inadecuadas, dando lugar a una estado de situación actual que puede considerarse como de deterioro ambiental muy grave.

Inundaciones: Es uno de los fenómenos con mayor frecuencia e impacto socio-económicos en la zona, debido a las crecientes de los ríos por diversas causas, entre las cuales sobresalen las intensas precipitaciones por el fenómeno del Niño. Según un estudio realizado por la Empresa Ledesma S.A., las inundaciones presentan frecuencia de 5-10 y 100 años en gran parte de terrenos de su propiedad, que impactan sobre infraestructura de caminos, canales y suelos cultivables. Se destaca la inundación provocada por el río Bermejo en el año 2000, que afectó la localidad de Embarcación y otras. Existen antecedentes de crecientes anómalas como la del río Caraparí-Itiyuro, fuera de la temporada de lluvias estivales, en abril de 2005, que afectó el servicio de provisión de agua a numerosas localidades; al igual que las inundaciones en las localidades de Las Lajitas y Metán. La remediación de este problema requiere de análisis integrales, complejos y costosos, de cuencas y microcuencas. La sedimentación de cauces y el cárcavamiento son los procesos más extendidos en el área.

Deslizamientos de ladera y flujos densos: Este proceso posee gran número de registros, caso de los ocurridos en Campamento Vespucio, (años 1984-91-99); Cerro Termas (Rosario de la Frontera), Aguaray, Yariguarenda, Embarcación, Metán, (Salta), los de las localidades de Palma Sola (2001) y Puesto Viejo, y otros menores en Jujuy. La mayoría fue consecuencia de precipitaciones anómalas que produjeron flujos densos y arrasaron poblaciones, donde coincidieron factores geológicos y geomorfológicos. En general la litología de estas localidades está representada por bancos poco consolidados del Cretácico-Terciario yacentes sobre bancos duros y frágiles del Paleozoico, con buzamientos favorables a pendientes abruptas y en zona de actividad sísmica intensa. La acción antrópica también tuvo un efecto sinérgico en el fenómeno.

Cerca de la localidad de Embarcación, sobre la ruta 34, existen varios arroyos cuyos cauces están desestabilizados por la extracción de áridos y la actividad petrolera y generan, todos los veranos, flujos de barro.

El análisis de la remoción en masa de la cuenca del río Caraparí-Itiyuro, por Amengual (1991), concluye que esta se debe a factores geológicos-morfológicos, como ya se expresó antes, y minimiza la acción antrópica, demostrando que las características intrínsecas del geoambiente tienden a la generación de estos procesos. En el sureste de la Sierra de Aguaragüe, Salta (1984), se produjo uno de los fenómenos de remoción en masa más dramáticos, consecuencia de precipitaciones anómalas, con más de 257 mm en cuatro horas (Gonzales Dias et al. 1990), que colapsaron las posibilidades de drenaje en las cuencas de los arroyos Galarza, Lomitas y Gritón, lo que sumado al dominio de laderas de pendientes y litologías inestables, concentraron el flujo de barro que causó graves daños en el piedemonte. El fenómeno se atribuyó a causas antrópicas, pero el autor antes citado, en base a datos históricos sobre la actividad petrolera y la geología, concluyó que el fenómeno se debió a causas naturales constitutivas del área disparadas por una precipitación anómala.

Es común observar a lo largo de la ruta 34 los procesos de remoción en masa que generan avalanchas de detritos, flujos densos y deslizamientos, dependiendo de la magnitud del área o cuenca de aporte, la pendiente, geología y estructura de la misma. En general la fuente se encuentra en las cabeceras de cuenca donde pueden existir afloramientos de rocas compactas pero con alto grado de fracturación y diaclazamiento (PC-Pz), aunque donde afloran formaciones cretácico-

terciarias. En las primeras son más comunes las avalanchas de rocas y en las segundas los flujos densos. Las avalanchas de rocas se observaron en Santa Ana, Valle Colorado, y Parque Nacional Calilegua

Un indicador de la inestabilidad del área, especialmente en el piedemonte, es la presencia de suelos enterrados, con secuencias sedimentarias de texturas y potencias variables, marcadas por horizontes orgánicos con caracoles, carbón vegetal y ramas, (Marcuzzi, 2002). La explosión del Gasoducto Nor-Andino cerca de Oran (Marcuzzi y Rodríguez, 2002) es un ejemplo de la inestabilidad mencionada. Los deslizamientos en las locaciones de los yacimientos petroleros de Ramos y Porcelana, son comunes pero de carácter antrópico. Otro riesgo relacionado con los gasoductos es la salinidad de los suelos que produce la corrosión de los caños. Un fenómeno aun no cuantificado es la contaminación de agua y sedimentos por los manaderos naturales de hidrocarburos.

Riesgos Antrópicos

Los riesgos de origen antrópico son numerosos y con mayor difusión por la sinergia entre medio y hombre, por este motivo se hará una reseña rápida de los considerados más importantes. La dilución de las rocas con que está construido el muro del dique Itiyuro, rocas carbonáticas de la Formación Vitiacua, es un caso de falta de criterio en la selección de geomateriales y han sido causa del asentamiento del muro y filtración del mismo.

La erosión posiblemente sea uno de los procesos más evidentes y desarrollados en toda el área de estudio, y puede decirse que aumenta de sur a norte, especialmente después del río Bermejo, donde existe una mayor presencia de formaciones susceptibles de desagregación por efectos del agua y donde los sedimentos limo-arenosos resultantes son transportados sin dificultad por la acción hídrica. Se producen cárcavas y sedimentación, caso de la colmatación del embalse Itiyuro. La erosión fluvial se potencia por diversas causas, siendo la principal la explotación de áridos o desvío de cauces, riesgo que pone en peligro la estabilidad de las márgenes y produce derrumbes de puentes, rotura de caminos y viviendas edificadas en sus márgenes. Ejemplos de su magnitud se observan en el río Tartagal y en la cuenca de los ríos del Valle-Dorado

Los ascensos del nivel freático por exceso de riego, afectan los suelos de varias localidades situación que significa pérdidas económicas de importancia, caso de Colonia Santa Rosa, Güemes, Metán y otras.

La descarga de efluentes en el medio natural es una constante en toda el área. Entre los lugares más contaminados están el río Caraparí, por efluentes de la destilería de Campo Durán, la Quebrada de Iquirá en Aguaray por descargas de la planta de PanAmerican Energy, más el aporte de los viejos ductos abandonados de YPF. La actividad petrolera también impacta con las piletas de lodos de perforación, restos de rocas (cutting) resultantes de las operaciones de perforación que se encuentran empetrolados, inyecciones de diferente composición, agua salada, aditivos de perforaciones y otros. El aporte de efluentes cloacales desde los centros urbanos es crítico en toda el área, incluyendo los transfronterizos provenientes de Pocitos y Yacuiba, sobre el río Caraparí.

Conclusiones

Los factores que influyen en la generación de riesgos del área de análisis son varios entre ellos la combinación más importante es la relación geoambiente, clima y hombre. Los dos primeros se relacionan con las características geológicas intrínsecas de las dos unidades consideradas. De acuerdo a la diferenciación entre SS, Depresión de Orán y Sistema de Santa Bárbara existen diferencias litológicas en los afloramientos de las formaciones de SS las que cuentan con mayor presencia de rocas bien consolidadas y menor acción antrópica. De esta manera se observa que los indicadores de riesgos tienen menor desarrollo que en la zona sur, desde el río Bermejo hacia Tucumán y ocurre lo contrario hacia el norte, hasta Bolivia.

Algunos autores consideran que en esta zona norte los riesgos de flujos no se deben al factor antrópico, pero es evidente que la actividad petrolera en las serranías de Aguaragüe y San Antonio potencia acciones de riesgo. La acción antrópica es intensa en la parte sur-este de la LCh en el sector de Anta, por el desmonte de grandes extensiones y el monocultivo. La actividad sísmica es una constante en toda la comarca, y con la tectónica se asocia un factor poco considerado hasta ahora como es el termalismo, con el posible aporte de arsénico y otros contaminantes tanto a las aguas como a los suelos.

Es indudable que los factores litológicos, determinantes de las características intrínsecas de las rocas aflorantes, como textura, estructura y propiedades geotécnicas, determinan la aptitud para generar deslizamientos y flujos de barro. Especialmente las rocas pelíticas y areno-limosas y los suelos de este tipo textural reaccionan ante la saturación. Las condiciones mencionadas contribuyen con la meteorización física y la desagregación, ya que por acciones de humectación-deseccación entre periodos secos y lluviosos facilitan la erodabilidad. Esto se observa en especial en las formaciones de origen terciario, que aportan gran cantidad de material para los deslizamientos.

La topografía y zonas de debilitamiento por acción tectónica, potencian el desplazamiento de los sedimentos que se acumulan en las serranías y el piedemonte. El debilitamiento de las rocas por tectónica y sismos, sumado a la infiltración de las precipitaciones, contribuyen al aumento de la presión de poros y de las fuerzas motoras de deslizamientos.

Las condiciones intrínsecas del geoambiente se sinergizan con la acción antrópica y el clima, que juega un papel importante ya que ciertos riesgos aumentan su persistencia en ciclos de mayores precipitaciones, en coincidencia con el fenómeno ENSO, que genera los fenómenos climáticos Niño. La acción antrópica en la generación de algunos fenómenos es puesta en duda por algunos autores, como el caso de los flujos de barro de Vespucio de 1984, pero a nuestro juicio se requiere de un análisis más detallado donde intervenga un mayor número de variables y metódicas observaciones de campo.

Bibliografía

- Aswathanarayana, U., 1995. *Geoenvironment. An Introduction*. Ed. Balkema, Róterdam.
- Amengual, R.E., 1991. "Fenómenos de remoción en Mas en la Cuenca del río Caraparí-Itiyuro". Actas ASAGAI Vol. VI; pp 94-102.
- Chiozza, E. M., 1982. "Las regiones ambientales, en: Atlas Físico de la República Argentina". vol. II. *Atlas Total de la República Argentina*. CEAL.

- González, M.A. y R. Chávez, 1999. "Carta de peligrosidad geológica de la hoja de ciudad Libertador Gral. San Martín, escala 1:250.000, Jujuy-Salta". *Revista de Geología Aplicada a la Ingeniería y la Ambiente*, N°13:59-66.
- González Díaz, E.F. y E.C. Malagnino, 1990."El proceso de la remoción en masa: Su incidencia como riesgo geológico natural en el fenómeno del 29-03-84 en el sureste de la Sierra de Aguargüe, Salta (R Argentina)". *Actas Asoc. Geol. Aplic. A la Ing.*; V:7-18, Buenos Aires.
- INPRES, 1983. *Reglamento INPRES-CIRSOC. Normas Argentinas para Construcciones Sismorresistentes. Parte I Construcciones en General*. INTI ISBN 950 532 039 6.
- Kley, J. y C.R. Monaldi, 1999. "Estructura de las Sierras Subandinas y del Sistema de Santa Bárbara". XIV Congreso Geológico Argentino, Relatorio. T-I, pp 415-425 Salta.
- Marcuzzi, Jorge J., 1983. "Los Vertisoles de la Localidad de Saucelito, Prov. de Salta-Argentina". Consejo de Investigación de la U.N.Sa. *Revista de la Asociación Geológica Arg.*; T-XXVIII n° 3-4,pp 289-298.
- Marcuzzi, J.J.; Wayne W.J. and R.N. Alonso, 1994. "Geologic hazards of Salta, Province, Argentina". 7° International IAEG Congress, Balkema Rotterdam, pp 2039-2048.
- Marcuzzi, J.J. y R.N. Alonso, 1996. "Recurrent Mudflows in Northern Argentina". Congreso de Geología Ingenieril. Engineering Geology and Environment. International Symposium, IAEG Greek Group. ISBN 5410 877 0. Grecia.
- Marcuzzi, Jorge J., 2001. *Estudio geotécnico cruce gasoducto REFINOR, Quebrada del Gritón, Mosconi, Dpto. San Martín, Salta*. Inédito.
- Marcuzzi, Jorge J.; Pablo Rodríguez, Jorge E. Rodríguez y Horacio Gutiérrez, 2002. "Riesgos Asociados con el Geoambiente en la Construcción de Obras de Infraestructura en el NOA, Salta-Jujuy, Argentina". Reunión Consejo de Ingenieros y COREBE Tarija.

- Marcuzzi, J.,J. y J.G. Viramonte, 2004. "Deslizamientos de taludes del Cerro Terma un indicador de Riesgos de la actividad antrópica. R de la Frontera, Salta". Sinergia 2004. Sesión Estabilidad de Taludes. Córdoba, Argentina.
- Mingramm A.; Russo A.; Pozzo A. y L. Cazu, 1979. "Sierras Subandinas. Geología Regional Argentina", Vol. I, pp 95-134. Academia Nacional de Ciencias, Córdoba, Argentina.
- Pesce, A., 1999. "Geotermia". 14° Congreso Geológico Argentino Relatorio 2: 69-98.
- Solís, N.; Ramírez, A.; Chaile W.; Rosas S. y C. Barrientos. "Fenómeno Torrencial del 4 de Abril de 2001, en la Localidad de Palma Sola y Puesto Nuevo, Dpto. Sta. Bárbara, Prov. de Jujuy". XV Congreso Geológico
- Wigger, P.; Parandea, M. y Röwer, P.; 1988: "Investigaciones sísmicas de refracción en el norte de Chile". V Congreso Geol. Chileno, Santiago, Tomo II, F185-F202.

Problemática Ambiental de Palpalá

Jesús Raúl Pérez*

jesusraulperez@hotmail.com

Resumen

La industria siderúrgica nacional nació y creció en Palpalá hasta alcanzar un importante desarrollo. Paralelamente creció también la población y en su área de influencia se radicaron numerosas industrias básicas, entre cuales se cuentan empresas metalúrgicas que procesan minerales y fundidoras de concentrados de metales pesados, como así también otras industrias químicas, papeleras, frigoríficos, etc. Naturalmente la operación de las mismas con un relativo cuidado ambiental producen permanentemente contaminación al medio; imponiéndose la necesidad imperiosa de adoptar medidas de saneamiento ajustadas al derecho ambiental

Palabras Claves: Huaycos, estiaje, polvo ciclón, saturnismo, biosfera.

1. Introducción

El objeto del presente informe es mostrar la problemática ambiental departamental. A tal efecto resulta pertinente ubicar a Palpalá en la Geografía, la Historia y el contexto Social en el que se desenvuelve. Ello implica aceptar implícitamente dos escenarios. Un pasado relativamente cercano donde creció explosivamente en función de las necesidades circunstanciales y un presente acotado en el tiempo, y sujeto a las políticas novedosas de la globalización que dejaron como herencia una impronta incierta.

* El autor es Ingeniero Químico egresado de la Facultad de Ciencias Naturales de la Universidad Nacional de Tucumán. Es docente de la Universidades Nacional de Jujuy y Católica de Salta. Está radicado en la Ciudad de Palpalá desde el año 1981.

El presente trabajo se publicó en la revista del Colegio de Ingenieros de Jujuy (Abril 2007).

2. Situación pasada

Palpalá se incluye dentro del área del Valle Templado Jujeño, en las márgenes del Río Grande (RG) y flanqueado al Nor. Este por un cordón montañoso dentro del cual se elevan los cerros Zapla y Centinela. La cabecera departamental y la Ciudad de San Salvador de Jujuy distan 13 Km. Originariamente la actividad se basó en la explotación de sus recursos agropecuarios, y producido el descubrimiento de minerales de hierro en las Serranías de Zapla, el 9 de Octubre del año 1941 es sancionada la Ley 12709 creando la Dirección de Fabricaciones Militares. Su objeto obedecía a la necesidad del abastecimiento de acero, para el desarrollo nacional.

En 1943 se crea Altos Hornos Zapla (AHZ), produciendo su primera colada de arrabio el 11 de Octubre de 1945, hecho histórico que dio origen al nacimiento de la Siderurgia Nacional (Nicodemo 2003). La planta integral estaba constituida por cuatro áreas: Minas 9 de Octubre y Puesto Viejo, y los Centros Siderúrgico y Forestal. Las Minas proveían el mineral de hierro, el Centro Forestal carbón, coque siderúrgico, leña y postes creosotados. El Centro Siderúrgico (C^o S^o) lo constituían plantas auxiliares para el abastecimiento de minerales, carbón, fundentes y otros insumos, y plantas principales para la producción de arrabio, acero, laminados, forjados, refractarios, agua, vapor y energía eléctrica. Laboratorio de ensayos y de control de calidad. Talleres de maquinado, tratamiento térmico y mantenimiento.

Cumplido el programa de inversiones, la dotación de personal, llegó a contar con más de 5.000 empleados; también crecía Palpalá, y en el año 1986 adquiere el estatus de departamento, declarándose posteriormente Municipio y luego Ciudad.

En el marco de la Ley de privatización de las Empresas del Estado, en 1992 AHZ fue privatizada y transferida a un Consorcio denominado Aceros Zapla S.A. Dadas las necesidades y expectativas del desarrollo económico local se habían conformado tres sectores: agropecuario, urbano e industrial. El territorio con una superficie de 46.700 hectáreas (ha) presenta mayormente un área de serranías y quebradas, y aledañas al RG planicies aptas para cultivos especiales, en particular las áreas bajo riego.

2.1. Sector Agropecuario

En la actividad se destaca la producción de tabaco en Río Blanco, La Noria, Carahunco, El Remate, Alto La Torre y El Pongo, con el cultivo de unas 4.000 ha y otras 2.000 a secano y las pequeñas propiedades dedicadas a horticultura y forrajeras. En áreas de pastizales y monte nativo como en Las Escaleras, Los Blancos y El Cucho, unas 8.000 ha se destinan a la cría de ganado mayor y menor. Con el desarrollo de la silvicultura en Centro Forestal fue posible el cultivo, explotación y mantenimiento de unas 14.000 ha de especies arbóreas como eucaliptus, pinos y cipreses destinados para la producción de carbón, postes, varejones y rollizos para cajones y fibra de papel. También se cuenta con unas 15.000 ha de cerros y laderas improductivos.

2.2. Sector Urbano

Debido a las características de las áreas aledañas al C° S° con sus terrenos surcados por arroyos y huaycos, y al carácter de la producción de Zapla llevaron a desarrollar una urbanización de baja densidad con numerosos barrios y que hoy superan el número de 30.

La ubicación de AHZ, las vías del FC y la RPN° 1 partieron literalmente al conglomerado que crecía a su alrededor de espaldas al RG. Además, el patrón de crecimiento respondía a una clase verticalista que produjo un ejido social segregado, se construyeron los primeros barrios destinados a empleados y otros para directivos, técnicos y profesionales.

La gran demanda de mano de obra produjo una inmigración de ciudadanos de los países vecinos, de la Quebrada, Puna y de otras provincias, produciéndose su asentamiento en los barrios Florida, Carolina y 23 de Agosto. Posteriormente la provincia construyó los barrios 9 de Julio, Hipotecario y San Cayetano y en 1975 se inaugura la RNN° 66 con lo cual se agregó otro causal de desequilibrio urbano a la Ciudad.

2.3. Sector Industrial

Responde a dos periodos, el primero evolucionó con el crecimiento de AHZ hasta el año 1980 que se radicaron en el Parque Industrial Alto la Torre en un predio bien definido y con pautas serias de planificación, importantes empresas metalúrgicas productoras de metales como plomo, plata, estaño, fundición gris, acero fundido y laminados. Por entonces también se radicaron en el área de Río Blanco las empresas Pirquitas y Badía, como así mismo otras para la producción de papel, bolsas y cartón corrugado. En los últimos años se radicaron varias industrias y empresas de servicio en el área de La Noria sobre la RPNº 1. Y en el sector Sud de la Ciudad, adyacente a la RNNº 66 y el Río Los Alisos se creó el Parque Industrial Ing. Snopek.

Con la privatización de Zapla, la pérdida laboral de más de 3.000 puestos de trabajo y las crisis institucionales operadas a nivel provincial en la década de los años 90 coadyuvaron también al deterioro general de Palpalá, involucrando a los componentes social, industrial y ambiental.

3. Situación actual

El desarrollo departamental tuvo su mayor potencial en la actividad industrial, que marcó un rumbo en los ámbitos local provincial y regional. Palpalá fue el Parque Industrial de la Provincia de Jujuy, quien supo ser para orgullo propio Capital Nacional de la Minería, actividad que le dio vida a la Industria Siderúrgica (Nicodemo 2003). Hoy cuenta con cuatro parques industriales insertados en áreas urbanas, vulnerables ante la presión que ejercen los efluentes industriales que afectan a los recursos naturales y humanos en su conjunto.

El vertido de efluentes contaminantes produce la acumulación de residuos industriales conformando sendos pasivos ambientales perjudiciales para el ambiente. La dirigencia política apoyada por las juntas vecinales producen sus manifiestos que prosperan como ordenanzas y reglamentos que se acumulan a la legislación, pero que sin la voluntad de quienes ostentan el poder, por omisión o ex profeso, ignoran y callan serias aberraciones ambientales incompatibles con el desarrollo sostenible como lo preconiza el Art. 41 de la Constitución Nacional.

3.1. Parque Industrial Aceros Zapla

Comprende una superficie de 106 ha delimitado al Norte por las playas del RG, al Oeste por una área rural, al Sur por el B° Florida, al Este la Estación Ferroviaria y el B° Belgrano, ambas áreas urbanas y densamente pobladas. El complejo siderúrgico, con el funcionamiento de sus instalaciones produjo grandes volúmenes de escorias, aglomerados metálicos, finos de minerales, fundentes y carbón, los cuales estacionados en la playa del RG por acción de los elementos naturales como la lluvia el sol y el viento provocan la contaminación de los recursos: agua (superficial y subterránea), aire, y suelo. Debiéndose agregar a lo anterior los residuos domiciliarios con disposición final en las playas del RG.

También en los alrededores de estas áreas habitan varias familias dedicadas a la recolección de metales y al cultivo de hortalizas, cría de ganado mayor y menor y aves de corral, las cuales están expuestas a enfermedades, contingencias climáticas e incendios que en la temporada de estiaje produce accidentes y pérdidas en su hacienda, que es el caso concreto de la combustión de polvo-ciclón (residuo del alto horno) que invariablemente, todos los años se quema accidental o espontáneamente.

3.2. Parque industrial Alto la Torre

Cuenta con una superficie de 200 ha, originariamente fue implementado y declarado parque industrial por el Gobierno Provincial con fines promocionales para la industrialización de bienes primarios con posibilidades de desarrollo y aplicación de las escorias de altos hornos y convertidores de acero para cemento y fertilizantes, ferro silicio, cal y aceros especiales. Allí se instalaron importantes empresas metalúrgicas y de servicios y que por los años 90 varias de ellas sufrieron el quebranto económico, heredando el parque sendos pasivos ambientales a la espera de medidas de saneamiento.

En los últimos años se han radicado nuevas industrias, entre ellas una metalúrgica productora de plomo, cinc, plata y otros productos químicos. Y más recientemente una fábrica productora de ácido sulfúrico. Pero también coexisten allí recicladoras de acumuladores de plomo, fundidoras y productoras de derivados de minerales de boro cuyos vertidos impactan en el ambiente y la salud de la población,

particularmente en los niños, dándose numerosos casos de saturnismo, enfermedades alérgicas con afección de las vías respiratorias y otras patologías.

3.3. Parque industrial La Noria

Zona de emplazamiento de diversas industrias (químicas, madereras, papeleras, cárnicas y de servicios). Cuenta con un área de 113 ha ubicado a ambos costados de la RPN° 1, e insertado en un área rural y de uso residencial, las empresas allí instaladas impactan permanentemente contaminando a los recursos con los vertidos de sus efluentes, por un lado al RG, al suelo y el aire y obviamente también a la comunidad que es afectada por los efluentes gaseosos, particulados, líquidos y sólidos, destacándose allí los pasivos ambientales de la Empresa Fundidor, inactiva desde hacen más de 10 años y con enormes estivas de escorias y residuos industriales de metales pesados que presentan un aspecto de total abandono, a la espera de medidas tendientes a una razonable gestión ambiental en salvaguarda de sus recursos.

3.4. Parque Industrial Ing. Snopek

Cuenta con una superficie de 92 ha, y se halla ubicado adyacente a la RNN° 66 y el Río Los Alisos. Su creación se remonta al año 1994 y las actividades de las empresas están relacionadas con el aserrado de madera para obra, cajones para fruta, alimentos balanceados, servicios industriales, textil, mecanizado, etc. Allí en las cercanías opera el Servicio de Aduana Primaria con depósitos fiscales, playa de transferencia de carga y servicios generales. En el corto plazo está previsto habilitar el Servicio de Inspección Técnica Vehicular de la Provincia, medida que se estima aliviará el mal funcionamiento del parque automotor.

4. Contaminación ambiental

Existe contaminación ambiental o polución (del gr. Contaminatio = corromper y del lat. Pollutus = sucio, inmundo) cuando la entrada de

sustancias exógenas a los ecosistemas naturales, agroecosistemas o ecosistemas urbanos, provoca alteraciones en su estructura y en su funcionamiento (Olivier 1988). La actividad humana deriva a diario a la biosfera (porción de la tierra y de la atmósfera donde puede existir vida) miles de toneladas de residuos que se incorporan a los ciclos naturales biogeoquímicos en ocasiones inocuos, en otros productos degradables por la actividad bacteriana, y en otras sustancias contaminantes no degradables y que persisten y circulan a través de las cadenas tróficas, que es el caso de los COPs (contaminantes orgánicos persistentes), sumándose a ellas desperdicios como metales, plásticos, vidrio, etc. Los efectos de la contaminación se manifiestan con la generación y propagación de enfermedades en los seres vivos con reducción de su capacidad vital, muerte masiva de individuos, y la desaparición de especies animales y vegetales.

La biosfera recibe múltiples impactos contaminantes en todos sus ambientes: en la atmósfera (aerocontaminación), en la tierra (geocontaminación) y en las aguas continentales y oceánicas (hidrocontaminación), además de la polución propia de los asentamientos humanos. Las organizaciones ecologistas y de los derechos humanos reconocen al menos tres fuentes de contaminación: la industrial, el subdesarrollo y las acciones bélicas.

4.1. Contaminación industrial

La industria en general y en especial la química, petrolera, minera, nuclear, petroquímica, siderúrgica, metalúrgica, textil, y papelera generan residuos y que en el mejor de los casos se acumulan en lugares reservados de la biosfera. Una parte importante de ellos pueden ser reutilizados y de hecho existen tecnologías adecuadas y si no se emplean es porque no resultan económicamente atractivas para los empresarios. Para controlar la contaminación los países han elaborado leyes de defensa del medio ambiente. Sin embargo la realidad muestra que en muy pocos casos son efectivas. Las soluciones tecnológicas no se aplican, y en muchos países se producen flagrantes violaciones que transforman la legislación en letra muerta.

Es que existe una evidente contradicción entre producción y contaminación ambiental en el sistema de "libre empresa" para quienes la producción solo persigue la máxima utilidad con la mínima inversión y en el más corto plazo. También, entre las políticas ambientalista de los

países capitalistas reviste prioridad la transferencia de tecnologías obsoletas. Resulta evidente que para los países capitalistas, tal cual está hoy estructurado, no queda otra alternativa que seguir envenenando el medio ambiente. No obstante hay países desarrollados que han implementado medidas anticontaminantes efectivas y dignas de ser tomadas como modelo.

4.2. Contaminación del subdesarrollo

El especialista en el tema Josué de Castro sostiene que el subdesarrollo es la principal causa de contaminación. En los países subdesarrollados en general y en los países de América Latina en particular, esto es dramático: hambre y desnutrición, enfermedades endémicas y miseria, déficit habitacional y promiscuidad, insalubridad pública y degradación moral. Las villas miseria en Argentina, las favelas de Brasil, las callampas de Chile, etc. son sinónimos de hacinamiento y polución. Precisamente en esos asentamientos humanos vive el 50% de la población latinoamericana. Es común oír a estadistas, parlamentarios y técnicos, incluso a líderes de movimientos ecologistas, clamar en contra del crecimiento demográfico, la polución de los ríos, mares, aire y suelo, pero por lo general no consideran los efectos contaminantes de la miseria. El subdesarrollo no es insuficiencia o ausencia de desarrollo. El subdesarrollo es un producto del desarrollo mismo, es una derivación inevitable de la explotación económica de tipo colonial que se sigue ejerciendo en diversas regiones del planeta.

4.3. Contaminación bélica

La guerra y la miseria son las calamidades más siniestras que ha enfrentado y enfrenta la humanidad. No se trata solo de las guerras convencionales que tantas víctimas ha cobrado, sino especialmente a la generada por la acción de las sofisticadas armas modernas de destrucción masiva que amenazan con un holocausto. Se trata de la guerra química, bacteriológica y nuclear. La carrera armamentista es la responsable del despilfarro de inmensos recursos que en un mundo más humano debían destinarse al desarrollo económico y social, privilegiando la educación, salud pública, vivienda y la protección ambiental.

5. Contaminación ambiental en Palpalá

En función de las diversas actividades de Palpalá, los efectos polutantes en el área han adquirido grandes dimensiones, debiéndose considerar particularmente las acciones sobre cada uno de los estratos solicitados.

5.1. Aerocontaminación

La contaminación atmosférica se debe a gases tóxicos y partículas sólidas en el aire que provienen del complejo siderúrgico, fundidoras de concentrados metálicos, recicladoras de acumuladores de plomo, refinadoras de minerales de boro, papeleras, frigoríficos y peladoras de ave, aserraderos, procesadoras de briquetas de carbón, transporte eólico, combustión de motores de explosión, equipos de calefacción doméstica, laboreo agrícola y otros procesos industriales.

La ciudad de Palpalá se ubica en pleno valle del Río Grande con un desarrollo de 26 Km. de ancho dispuesto de nor.-Oeste a Sud-Este a una altura media de 1100 m.s.n.m. y donde la concentración urbana es máxima albergando una población de más de 50.000 habitantes (107 hab./Km²). Dicho valle es flanqueado por el Norte por un relieve montañoso, mientras que por el centro discurre en la pendiente del Río Grande entre amplias terrazas aluvionales. El clima es templado y el régimen de lluvias es de aproximadamente 700 mm concentradas en los meses de noviembre a abril.

Debido a las características del relieve y del clima con frecuencia, en el área y particularmente durante las noches, se manifiesta el fenómeno meteorológico denominado Inversión Térmica que tiende a concentrar los aerocontaminantes en la ciudad y el valle, y cuyos periodos se alivian de algún modo con las lluvias del verano que lavan el aire disolviendo los óxidos de nitrógeno, el ácido clorhídrico y el anhídrido sulfuroso (sustancias responsables de la lluvia ácida); arrastrando también los metales pesados y partículas de carbón originadas en la combustión selectiva. De este modo los contaminantes se acumulan en las aguas y en el suelo, degradando la vegetación, la fauna terrestre y acuática.

5.2. Geocontaminación

La mayor contaminación en el suelo tiene su origen en el uso abusivo de los fertilizantes fosforados, carbamatos, pesticidas y herbicidas portadores de metales tóxicos como cobre, zinc, arsénico, cadmio y mercurio.

También en los últimos años se han producido reiterados episodios de contaminación del suelo debido a la acción de sales y particularmente boro, producto de la descarga de efluentes industriales al agua de riego del RG, el cual por su reducido caudal en la temporada de estiaje no admite carga contaminante. (Ver Tablas 2 y 3).

Si bien la tan mentada revolución verde incrementó el rendimiento de los cultivos también generó graves consecuencias ambientales como es la contaminación por agroquímicos con la degradación química, biológica y física de los suelos con salinización, pérdida de estructura, aumento de la erosión hídrica y eólica con extracción de nutrientes sin reposición y contaminación del agua dulce de los recursos fluviales.

5.3. Hidrocontaminación.

Las aguas han sido históricamente el basurero de la humanidad. Se las ha considerado con tal desaprensión que todo resto inservible, orgánico o inorgánico, ha ido a parar a los ríos. La contaminación de las aguas dulces proviene de la aerocontaminación, la geocontaminación y de los desperdicios industriales y domésticos que se vuelcan en ellos.

En los ríos se acumulan los polutantes atmosféricos arrastrados por el agua de lluvia, los restos de abonos, herbicidas, y pesticidas de los agroecosistemas y una serie interminable de compuestos minerales y orgánicos de origen industrial; además de las excretas y aguas servidas de los asentamientos ribereños

La Tabla 1 ilustra sobre los materiales contaminantes volcados al Río Grande por una planta procesadora de ácido bórico.

6. Conclusiones

Las consecuencias de la contaminación en sus diversos aspectos se refleja también en el estado general que presenta la ciudad de Palpalá con sus calles semidestruidas y mal iluminadas, sus múltiples espacios verdes descuidados, residuos diseminados a la espera de la recolección, vertidos en las banquetas y las playas de los ríos y arroyos.

Palpalá hoy presenta un alto grado de contaminación ambiental en agua, aire y suelo, con indicadores sanitarios alarmantes que revelan enfermedades prevenibles y crónicas sin resolver, sumado a nuevas patologías como HIV- SIDA en constante aumento, además de innumerables casos de afecciones orgánicas graves debido a metales pesados y PCBs (Gómez 2005).

De la problemática descripta y de los relevamientos de campo realizados, surge que Palpalá no cuenta con una política coherente en materia ambiental, correspondiéndole al Estado asumir un rol comprometido en el control racional de los recursos y la preservación del medio ambiente. Para ello cuenta con una basta legislación, pero se precisa también definir pautas concretas para la materia en cuestión y la voluntad política para revertir el proceso de retracción sufrido, debiendo organizar un área con amplio conocimiento del tema y la capacidad para organizar, planificar y gestionar responsablemente los aspectos que hacen al buen desempeño ambiental.

Por último, se sugiere definir en el corto plazo un curso de acción tendiente a implementar medidas de saneamiento de los pasivos existentes

Bibliografía

- Gómez, Herminio, *Perfil de Comunidad. Diagnóstico de Situación*. Palpalá, Jujuy 2005
- Nicodemo, Miguel Ángel. *Mis primeros cincuenta años en la Siderurgia del País, su nacimiento y desarrollo*. Honorable Senado de la Nación - Universidad Nacional de Jujuy – Argentina, Jujuy 2003
- Olivier, Santiago R., *Ecología y Subdesarrollo en América Latina*, 4ª ed. Siglo XXI, México, 1988.

Tablas

Tabla 1: Informe de análisis físico-químico E.E.A. INTA Cerrillos-Salta

Material: efluentes líquidos de planta y agua									
Lugar de muestreo			Vertedero (1)	Vertedero (1)	Vertedero (1)	(2)	(3)	(1)	(1)
Fecha de muestreo			17/11/06	10/12/06	27/12/06	27/12/06	27/12/06	21.01.07	28.01.07
Fecha de ingreso a laboratorio			21/11/06	13/12/06	28/12/06	28/12/06	28/12/06	23.01.07	30.01.07
Fecha de finalización del análisis			28/11/06	20/12/06	05/01/07	05/01/07	05/01/07	06.02.07	06.02.07
1	Identificación de campo		M efluente EQC	M efluente EQC	M1-Descarg Efluent Planta	M2-Agua vertiente	M3-Agua A.La Torre	M4 Efluente	M Efluente
2	Nº de laboratorio		3567	3577	3582	3583	3584	3600	3599
3	pH		3,5	6,0	5,8	6,6	7,0	7,5	5,9
4	Conduct eléctrica	µmhos/cm	28.750	6930	1270	450	480	2600	10550
5	Sodio	meq/l	102,4	31,7	3,5	1,0	1,2	9,4	48,7
6	Potasio	meq/l	3,05	0,78	0,20	0,12	0,15	0,23	0,90
7	Calcio	meq/l	99,1	33,1	8,1	3,6	2,7	11,8	56,7
8	Magnesio	meq/l	14,3	4,5	1,8	0,8	1,2	2,1	6,6
9	Suma de cationes	meq/l	218,86	70,08	13,60	5,52	5,25	23,53	112,9
10	Cloruro	meq/l	220	8,8	4,0	1,2	1,2	21,6	110
11	Carbonato	meq/l	0	0	0	0	0	0	0
12	Bicarbonato	meq/l	10	1,6	1,1	2,8	2,9	1,5	0,5
13	Boro	p.p.m	1020	110	600	1,38	0,42	24	840
14	R.A.S.		13,60	7,31	1,58	0,68	0,86	3,56	8,66
15	Clasif. Agua s/Riverside		C ₄ -S ₄	C ₄ -S ₃	C ₄ -S ₁	C ₂ -S ₁	C ₂ -S ₁	C ₄ -S ₂	C ₄ -S ₄
16	Peligrosidad salina		Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Media	Media	Muy Alta	Muy Alta
17	Peligrosidad sódica		Muy Alta	Alta	Media	Baja	Baja	Media	Muy Alta

Notas:

n.d: determ no realizada

(1) Las muestras de los efluentes de planta se tomaron del chorro del extremo del vertedero

(2) La muestra de agua de vertiente se tomó antes de la junta con el cauce viejo.

(3) La muestra de agua del primer afluente del canal Alto La torre se tomó antes de la junta con el cauce Viejo.

Tabla 2: Informe de análisis físico-químico E.E.A INTA Cerrillos-Salta

Material		Barro	Barro	Sedimento
Lugar de muestreo		Playa del R.G.	Playa del R.G.	Cauce Viejo
Fecha de muestreo		10.12.06	27.12.06	27.12.06
Fecha de ingreso al laboratorio		13.12.06	28.12.06	28.12.06
Fecha de finalización del análisis		19.12.06	05.01.07	05.01.07
01	Identificación de campo	Muestra de Barro	Barros M1 27.12.06- 11,45 hs	Sed. M2 27.12.06 11,30 hs
02	Número de laboratorio	F.8793	F.8924	F.8925
03	Profundidad de muestreo	cm	15-20	0-20
04	Próximo cultivo	-	-	-
05	Arena	%	76	84
06	Limo	%	22	14
07	Arcilla	%	2	2
08	Calificación textural		Areno Franco	Areno Franco
09	Estabilidad de agregados	%	-	9
10	Capacidad hídrica de saturac	%	34	27
11	pH en pasta		3,6	3,7
12	Conductividad eléctrica en el extracto de saturación.	mmhos/cm	245	224
13	Carbonato de Ca y Mg	%	Conc.cal.	Cc
14	Carbón orgánico	%	-	0,27
15	Materia orgánica	%	-	0,47
16	Nitrógeno total	%	-	0,02
17	Relación C/M		-	12
18	Fósforo extractable	p.p.m.	-	14
19	Sodio intercambiable	meq/100g	14,0	5,6
20	Potasio intercambiable	meq/100g	1,81	1,23
21	Calcio intercambiable	meq/100g	n.d.	n/d
22	Magnesio intercambiable	meq/100g	n.d.	n/d
23	Cloruro soluble en extracto de saturación	meq/l	1410	4950
24	Cloruro soluble en extracto de satur. refer. a suelo seco	p.p.m.	16779	46778
25	Boro	p.p.m	6800	8800
26	Azufre	p.p.m.	1569	600

n.d.: determinación no realizada.

Nota: Las muestras de barro provienen de playa de disposición final. Las muestras de sedimento provienen del costado derecho del cauce viejo.

Tabla 3: Informe de análisis físico-químico E.E.A. INTA Cerrillos-Salta

Material		Suelo	Suelo	Suelo	Suelo	Suelo	Suelo	Suelo	Suelo	
Ensayo: Fertilidad + Boro		Fer.+ B	Fer.+ B	Fer.+ B	Fer.+ B	Fer.+B	Fer.+ B	Fer.+ B	Fer+B	
Lug de muestreo Fca. Roberto Coria		Área C	Almá c.	área I	área G	F.La Noria	área C	área H	Monte novi	
Fecha de muestreo		17.11 .06	17.11 .06	17.11 .06	17.11. 06	30.11. 06	02.12 .06	02.12 .06	28.01. 07	
Fecha de ingreso al laboratorio		21.11 .06	21.11 .06	21.11 .06	21.11. 06	05.12. 06	05.12 .06	05.12 .06	30.01. 07	
Fecha de finalización del análisis		29.11 .06	29.11 .06	29.11 .06	29.11. 06	15.12. 06	15.12 .06	15.12 .06	01.02. 07	
01	Identificac. del campo	Mues tra1	Mues tra2	Mues tra3	Mues tra4	Mues tra5	Mues tra6	Mues tra7	Mues tra 8	
02	Nº del laboratorio	F-8597	F-8598	F-8599	F-8600	F-8760	F-8761	F-8762	F-9238	
03	Profund. de muestreo	cm	0-15	0-15	0-15	0-15	0-15	0-15	0-15	
04	Próximo cultivo	-	-	-	-	-	-	-	-	
05	Arena	%	60	58	48	41	-	-	66	
06	Limo	%	25	28	34	39	-	-	25	
07	Arcilla	%	15	24	18	20	-	-	9	
08	Calificación textural	-	Franc o Arenoso	Franc o Arenoso	Franc o	Franc o	-	-	Franc o Arenoso	
09	Capac. hídrica de satur.	%	26	27	26	27	52	25	24	
10	pH en pasta	-	6.10	6.1	6.5	5.5	6.1	6.4	5.7	6,7
11	Cond. Eléc. en el extr. de saturación	mmho s/cm	3,35	1,27	1.97	2.32	1.03	1.2	1.23	18,88
12	Carbonato de Ca y Mg	%	0	0	Conc .Cal.	0	0	0	Conc .Cal	Conc. Cal
13	Carbono orgánico	%	0.67	1.47	0.81	0.97	-	-	-	0,93
14	Materia orgánica	%	1.16	2,53	1.40	1.67	-	-	-	1,60
15	Nitrógeno total	%	0.08	0.16	0.09	0.10	-	-	-	0,09
16	Relación C/N	-	8	9	9	10	-	-	-	10
17	Fósforo extractable	p.p.m	18	35	47	26	-	-	-	29
18	Sodio intercambiable	meq/100g	1.0	1.1	1.0	1.0	0.8	0.7	0.6	1,7

19	Potasio intercambiable	meq/100g	0.67	0.63	0.67	0.55	1.43	0.50	1.09	0,61
20	Calcio intercambiable	meq/100g	9.4	9.9	n.d.	9.2	18.9	8.5	n.d.	-
21	Magnesio intercambiable	meq/100g	1.4	2.6	n.d.	0.4	4.4	0.9	n.d.	-
22	Cloruro Soluble en el Extracto de Saturación	meq/l	9.4	4.4	4.4	6.2	4.0	3.1	2.2	168
23	Cloruro Sol en Extr de Sat ref a Suelo Seco	p.p.m	86	42	40	59	73	27	17	1411
24	Boro	p.p.m	10.5	2.00	3.66	2.92	2.6	10.5	1.9	120



Foto 1: Polvo ciclón



Foto 2: Polvo ciclón



Foto 3: Escorias de Alto horno

El Aumento de la Productividad y la Mejora del Nivel de Vida

Ing. Manuel Luís Zambrano Echenique¹

mzambrano@ucasal.net

Resumen

Este artículo es una pequeña introducción al concepto de productividad, involucrando a todas las variables que se ponen en juego cuando hablamos de ésta, y su relación directa con el nivel de vida. El objetivo primordial fue realizar un documento en un lenguaje ameno y efectivo en donde el lector pueda observar fácilmente las distintas maneras de medir la productividad, viendo la importancia que ésta refleja y su influencia directa en la sociedad, como así también en la misma empresa, ya sea ésta de producción primaria, secundaria o de servicios.

Palabras Claves: Productividad, eficiencia, recursos, objetivos predeterminados, nivel de vida.

Introducción

Argentina está saliendo lentamente de un proceso de recesión económica muy importante. Esto en parte se debe al aumento de la productividad, frase ya escuchada por nosotros infinidad de veces. Pero, ¿qué significa productividad? Por lo general erróneamente se asocia la productividad con el aumento en la producción con lo que producción y productividad vendrían a ser sinónimos. Sin embargo, podemos definir la productividad como “el grado de eficiencia con que se utilizan los recursos para alcanzar los objetivos predeterminados” (García Criollo 2005). Se trata de una definición muy sencilla, siempre y

¹ Ingeniero Industrial por la UCS, Ayudante Docente de Operaciones Industriales I y II e Industrias II y Coordinador de los Laboratorios de la Facultad de Ingeniería e Informática. 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 cursa la Especialización en Higiene y Seguridad del Trabajo de la UCS.

cuando sepamos a que nos referimos cuando usamos los términos “eficiencia”, “recursos” y “objetivos predeterminados”.

Es habitual confundir eficiencia con eficacia, considerándolas prácticamente lo mismo: se sabe que existe una diferencia, pero no se distingue claramente cuál es. Las siguientes definiciones (Stoner 2001) pueden aclarar dicha distinción:

- Eficiencia: capacidad de hacer correctamente las cosas
- Eficacia: capacidad de escoger los objetivos apropiados.

El diccionario de la Real Academia Española, define “recurso” como conjunto de elementos disponibles para resolver una necesidad o llevar a cabo una empresa. Pero, ¿cuáles son estos elementos? Están conformados por el Factor Terrenos y Edificios, el Factor Humano, el Factor Capital y el Factor Tecnología (OIT 1977). Estos recursos lamentablemente no son ilimitados, lo que exige un uso racional y eficiente de los mismos.

Por último nos queda definir cuáles son los objetivos, en especial los del ingeniero, que busca fabricar más al menor costo; esto se logra a través del empleo eficiente de los recursos primarios de la producción: materiales, personas, máquinas.

Ahora sólo queda indicar cómo se calcula el índice de productividad.

$$\text{Productividad} = \text{Producido} / \text{Insumido}$$

Es decir, productividad es la relación entre el producto y los recursos utilizados. Con esta relación podemos expresar la productividad tanto de los materiales, del factor humano, de las maquinarias o de todos los factores juntos. Esto nos lleva a preguntarnos si, cuando un empresario dice que ha aumentado la productividad en un 15 %, realmente nos está diciendo algo.

Para aumentar la productividad tenemos que producir más, manteniendo constantes los insumos, o producir lo mismo reduciendo los insumos, o por último producir más reduciendo simultáneamente los insumos.

En resumen, la productividad no es una medida de la producción ni de la cantidad que se ha fabricado, sino de la eficiencia con que se

han combinado y utilizado los recursos para lograr los resultados específicos deseados.

Por lo tanto podemos demarcar dos puntos de vista de medir la productividad:

= producción / insumos

= resultados logrados / recursos empleados

Queda claro que el aumento de la productividad no es casual. Se obtiene a través de la fijación de metas que serán elaboradas estratégicamente y que contarán con la elaboración de planes de acción ante contingencias y la dirección eficaz de todos los recursos con que cuenta la empresa.

Habiendo definido claramente el término “productividad” la siguiente pregunta es: ¿por que a las empresas les cuesta tanto alcanzar dicho beneficio?

Entre los motivos más notorios tenemos los siguientes:

- Falta de capacidad en dirigentes
- Políticas gubernamentales que no acompañan al crecimiento, creando un clima de inestabilidad
- El tamaño y la obsolescencia de la organización, no debemos olvidarnos de la globalización –todos invasores, todos invadidos- ya que a causa de ésta tenemos mercados muy cambiantes, lo que nos demandan empresas muy flexibles
- Incapacidad para controlar, lo que no lleva a no poder medir, y al no poder medir es imposible evaluar la productividad.
- Los recursos físicos, métodos de trabajo, la maquinaria y el equipo, los factores tecnológicos inadecuados restringen la productividad.

Criterios para analizar la productividad

Los factores generalmente utilizados para analizar la productividad se conocen como las “M” mágicas:

- Personas (Men)
- Materiales
- Métodos
- Mercados

- Máquinas
- Dinero (Money)
- Medio ambiente
- Mantenimiento del sistema
- Misceláneos: costos, inventarios, calidad, etc.
- Management
- Manufactura

Estructura del tiempo que demora en ejecutarse una tarea cualquiera

La Figura 1 muestra la descomposición típica del tiempo de producción. Aproximadamente el 32% del tiempo total de producción, actividad o tarea corresponde a un tiempo básico; este sería el tiempo ideal de producción. El 12% responde a deficiencias en el diseño por las siguientes causas:

- Diseño del producto o partes que impide la utilización de procedimientos o métodos de fabricación mas eficientes.
- Gran cantidad de productos o falta de normalización de los componentes
 - Fijaciones de normas de calidad que resultan equivocadas por exceso o por defecto
 - Generación excesiva de desechos y aumento del contenido de trabajo.

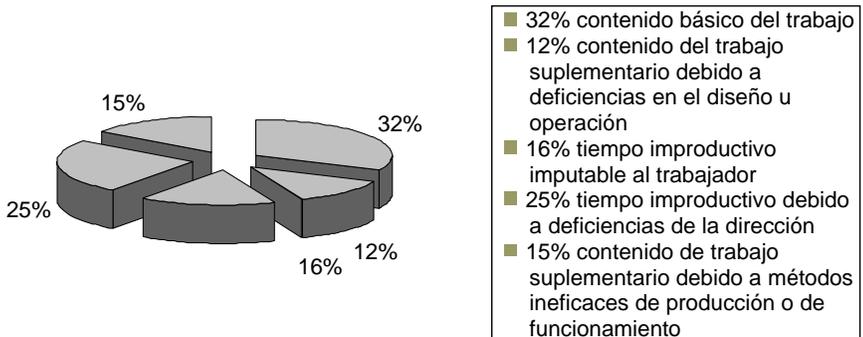


Figura 1: Descomposición del tiempo de producción (OIT 1977)

El 16% está imputado al trabajador debido a ausencias, demoras en el horario de llegada, falta de incentivo, falta de ganas de trabajar, descuidos en el trabajo que generan desperdicios o repeticiones de tareas, descuido o desconocimiento de las normas de seguridad, lo que da resulta en lesiones y genera ausencias, capacitación de nuevos empleados – no nos olvidemos de la curva de experiencia-, etc.

Un 25 % perteneciente a la dirección, causado por:

- Políticas de ventas que generan gran diversidad de productos.
- Falta de estandarización de componentes.
- Descuido en el diseño del producto sin respetar las indicaciones del cliente.
 - Mala planificación de la secuencia de operaciones y pedidos.
 - Inadecuada organización del abastecimiento de materias primas, herramientas y demás elementos necesarios.
 - Mala planificación del mantenimiento de las instalaciones y/o equipos.
 - Mal diseño del puesto de trabajo.

El 15% restante es acreditado a métodos ineficientes de producción y/o de funcionamiento, esto es causado por:

- Utilización de tipos o tamaños inadecuados de máquinas con capacidad inferior a la apropiada.
- Procesos de alimentación, ritmos, velocidad de recorrido, temperatura, presión, etc. Inadecuados.
- Herramientas inadecuadas.
- Distribución y métodos de trabajo inadecuados, que resultan en pérdidas de tiempo y fatigas innecesarias.

Productividad y nivel de vida

Ahora bien, podemos aseverar que mientras más alta es la productividad de nuestra empresa, más económica resulta la producción ya que estaríamos bajando los costos al optimizar el uso de los recursos. Así se ven acrecentados los beneficios tan buscados por los empresarios. Estos beneficios se repartirán entre los productores y los consumidores de la siguiente manera (García Criollo 2005):

- Una parte irá a los obreros

- Otra parte a los empresarios
- Otra parte al consumidor

La empresa, al ver incrementado su margen de utilidad, deberá distribuir parte de este margen entre sus empleados. No olvidemos que los resultados se obtienen a través de las personas. Asimismo deberá beneficiar a los consumidores rebajando los precios y por último deberá invertir capital mejorando sus instalaciones, lo que a su vez incrementa aún más la productividad. Esto generaría un ciclo ideal, una utopía.

El obrero al ver incrementadas sus ganancias aumenta sus gastos, dejando de comprar tan solo productos de primera necesidad – de la canasta básica – pasando a darse gustos mas costosos, y nace en él una nueva posibilidad, la opción de ahorrar. ¿Ahorrar para qué? ¡Para invertir!

Los consumidores al estar los precios más bajos podrán comprar más productos, lo que genera un aumento en el Nivel de Vida

Hasta el momento, el lector se preguntará ¿Por qué entonces no aumentamos la productividad? La causa es el “Temor”, temor a:

- Lo desconocido
- La reducción de horas trabajadas, pagadas
- El desempleo
- Las cargas de trabajo desbalanceadas
- La mala distribución de las ganancias

Roles que deberán asumir los distintos sectores

A continuación se enuncian los diversos roles que deberán asumir los distintos sectores para incrementar la productividad:

1. El gobierno tendrá la responsabilidad de:

- Propagar el concepto de productividad y financiar a las instituciones que la promuevan
- Procurar un desarrollo económico equilibrado
- Sostener y aumentar el empleo
- Regular los precios
- Crear condiciones adecuadas para incrementar la productividad

2. La responsabilidad de las empresas es:

- Reconocer y asumir el concepto de productividad
- Favorecer los adelantos técnicos y utilizar técnicas modernas de dirección
- Desarrollar buenas relaciones obrero-patronales
- Conseguir que los trabajadores apoyen las campañas de productividad
- Reinvertir utilidades
- Revisar periódicamente las políticas de salarios

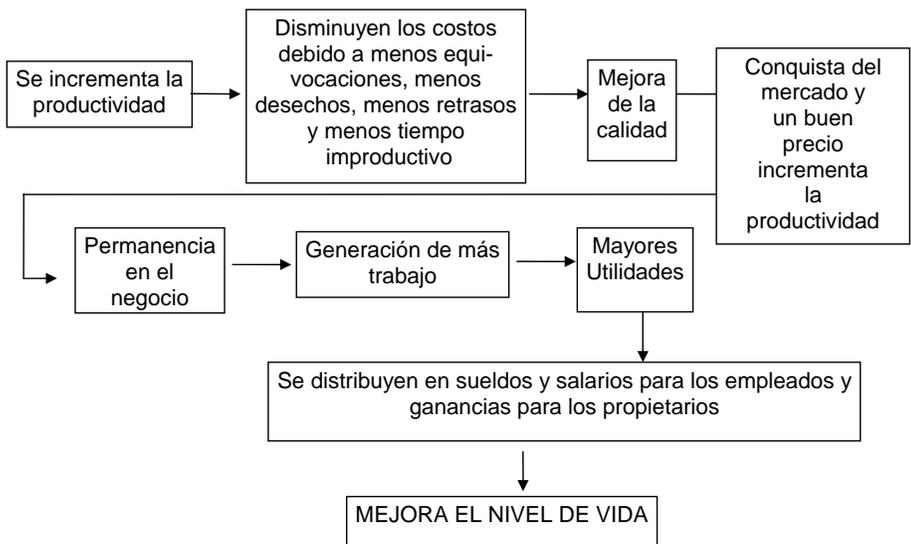
3. Responsabilidad de los trabajadores

- Reconocer y aceptar las políticas elaboradas por la dirección
- Reconocer y aceptar los beneficios que generan los cambios técnicos
- Hacer un buen trabajo a cambio de un salario justo

4. La responsabilidad de la sociedad

- Regular el nivel de población
- Insistir en la calidad y precios justos
- Fomentar la educación

Para finalizar esta simple relación entre la productividad y el nivel de vida se presenta el cuadro siguiente, que resume lo expuesto.



Conclusión

Un aumento en la productividad produce una riqueza marginal cuyo efecto multiplicador se traduce en una elevación continua del nivel de vida.

Bibliografía

García Criollo Roberto, *Estudio del Trabajo* 2ª ed., Mc Graw Hill, México, 2005

OIT, *Introducción al Estudio del Trabajo* 2ª ed., Sagrad, Nápoles, 1977

Stoner James, *Administración* 6ª ed., Prentice-Hall Hispanoamericana, México 2000

Evaluación de Desempeño de los Docentes en el Marco de la Acreditación de las Carreras de Ingeniería

M. Isabel Virgili, Héctor N. Funes y Néstor E. Lesser*

ivirgili@ucasal.net, hfunes@ucasal.net, nlesser@ucasal.net

Resumen

La evaluación de los docentes permite conocer cómo es el desempeño, debilidades y fortalezas del docente evaluado, qué proyección tiene en la institución y qué propone como mejora individual. En la institución permite establecer parámetros para: a) ingreso del docente; b) promoción de una categoría a otra o mayor dedicación; c) incentivos; d) dirimir la permanencia en la carrera docente. La evaluación busca apoyar el desarrollo del docente ya incorporado. Es el proceso en el que los propios docentes, desde su cátedra, con su trabajo, colaboran con los fines de la institución y deben comprometerse a su propio desarrollo académico y pedagógico, como una manera de retribuir a la organización universitaria que le proporciona este espacio privilegiado de crecimiento intelectual. El instrumento destinado a recoger las opiniones de los alumnos deberá incorporar aspectos sobre los cuales su opinión tenga validez y puedan servir como indicador de efectividad docente. Las distintas maneras de evaluar la tarea docente deben completarse con la suscripción de un compromiso en las áreas de la evaluación que no hubiesen resultado del nivel de satisfacción esperado, de motivación, de la actitud, de la calificación y evaluación, de su responsabilidad por las obligaciones asumidas.

Palabras Claves: Evaluación del desempeño docente, evaluaciones docentes

* Este artículo fue publicado como parte de las actas del V Congreso Argentino de Enseñanza de la Ingeniería (CAEDI) 2006, Mendoza, Argentina. Isabel Virgili es Abogada y Master en Gestión Educativa por la UCS y docente de las carreras de Abogacía y Formación Docente. Héctor Funes es Máster en Estadística por la UNT y docente de las carreras de Ingeniería de la UCS. Néstor Lesser es Ingeniero Civil, Profesor Universitario de Ingeniería Civil, y Jefe del Departamento de Ingeniería Civil de la UCS.

1. Enfoque desde el cual se abordará el análisis

La Ley de Educación Superior N° 24521/95 (1995), consagra en su articulado innovaciones de carácter sustancial, que están directamente vinculadas con la gestión de las instituciones universitarias argentinas.

Concretamente, la creación de la Comisión Nacional de Evaluación y Acreditación Universitaria en su artículo 44, así como la posibilidad de creación de Agencias Privadas de Acreditación en su artículo 45, introducen a través de la instancia de la evaluación institucional, de carreras de grado y posgrado, el mejoramiento de la calidad de las funciones universitarias de docencia, investigación, extensión y gestión. Consecuentemente el artículo 33 del mismo cuerpo normativo determina que “las instituciones universitarias deben promover la excelencia...”

Ahora bien, Chiavenatto (2001) afirma que los procesos de evaluación externa equivalen a la función de control de procesos y de resultados y como el control es inseparable de la planeación, la ley inserta la planificación estratégica en las organizaciones universitarias (Virgili, 2003), que lleva ínsita la función de administración del personal docente universitario con una visión estratégica, en la que la evaluación de desempeño forma parte del control.

La evaluación de desempeño de los docentes constituye un proceso que tiene por finalidad emitir un juicio de valor sobre las cualidades del docente, o sea, su grado de excelencia en el comportamiento de rol de ocupante del cargo.

Un sistema de evaluación busca principalmente responder a unas necesidades de información y de conocimiento con respecto a lo que se hace, con la finalidad de facilitar el diseño de planes y objetivos de trabajo futuros tanto para el evaluado como para el evaluador y la organización universitaria.

Desde el punto de vista del docente evaluado, la evaluación le permitirá conocer cómo es su desempeño, cuáles son sus fortalezas y debilidades, qué proyección tiene en la carrera/ institución y qué proponerse como mejora a nivel individual.

Desde el punto de vista de la autoridad que evalúa, la evaluación le permitirá a) conocer cómo se desempeña el docente y cuáles son sus capacidades para optimizar el aprovechamiento integral de los recursos

humanos (art. 4 de la Ley de Educación Superior); b) prever la aparición de situaciones conflictivas; c) detectar las debilidades individuales y si pueden corregirse a través de planes de mejora - que incluyan capacitación, actualización, perfeccionamiento; d) identificar las necesidades de integración de cátedras y mayor dedicación a fin de elaborar la planta académica ideal a la que se debe tender en función de la planta académica real.

Más allá de la finalidad de mantener y mejorar la calidad docente en la institución, la evaluación puede realizarse con distintos fines específicos: a) para el ingreso del docente; b) para la promoción de una categoría a otra o acceder a una mayor dedicación; c) para la aplicación de un sistema de incentivos de manera rutinaria y sistemática y d) para dirimir la permanencia de los docentes reglamentarios que accedieron a sus cargos por dos veces consecutivas mediante el sistema de concursos.

Cuando se trata en este trabajo la evaluación de desempeño no se refiere a la finalidad establecida en el apartado “a” del párrafo anterior, sino para las finalidades indicadas en los otros apartados.

Es necesario distinguir la evaluación que se realiza para la selección del personal docente –curso de antecedentes y oposición– que persigue el ingreso del mejor de todos los postulantes, de la evaluación que se lleva a cabo con fines de apoyar el desarrollo del docente ya incorporado. Cautelar todos los extremos es indispensable en la selección para el ingreso, en cambio, en la segunda, cuando se trata de apoyar el desarrollo del docente, la evaluación nunca debe presentarse como represiva o como control burocrático, sino como un proceso en el que los propios docentes – desde su cátedra–, con su trabajo, colaboran con los fines de la institución y deben comprometerse a su propio desarrollo académico y pedagógico como una manera de retribuir a la organización universitaria que le proporciona este espacio privilegiado de crecimiento intelectual.

2. La evaluación docente en el marco de los procesos de acreditación de carreras de grado

Santos Guerra con acierto expresa: ...“El profesor ha de ser un conoedor de la disciplina que desarrolla, un especialista en el campo del saber, permanentemente abierto a la investigación y a la

actualización del conocimiento. Pero ha de saber, también, qué es lo que sucede en el aula, cómo aprenden los alumnos, cómo se puede organizar para ello el espacio y el tiempo, qué estrategias de intervención pueden ser más oportunas en ese determinado contexto. El profesor, pues, no es sólo un experto conocedor de una disciplina, sino un especialista en el diseño, desarrollo, análisis y evaluación de su propia práctica” (Santos Guerra 1990).

Se han contemplado distintas formas de recoger juicios de valor sobre el desempeño docente en la adquisición de competencias por los alumnos, tales como: rendimiento académico por regularidad, por exámenes; ACCEDE; pasantías; práctica profesional supervisada y encuestas a alumnos y graduados.

A continuación nos referiremos únicamente a las encuestas como medio de recolección de juicios de valor.

En el caso concreto de la encuesta, la primera pregunta es sobre quienes pesa la responsabilidad por la evaluación de desempeño. Según cual sea la política de recursos humanos adoptada por la institución universitaria, esta evaluación puede ser realizada por diferentes instancias: los alumnos, el propio profesor a través de una autoevaluación o por las autoridades académicas. Obviamente que cada una de estas alternativas implica una filosofía de acción.

La evaluación *realizada por los alumnos* ya se ha incorporado al sistema en virtud de la aplicación de la Ley de Educación Superior. Sin embargo es un tema que todavía genera debate y sobre el que pesan algunos interrogantes aún no definidos. La literatura sobre el tema, hace referencia a la ponderación de esta evaluación en la evaluación global del desempeño del docente. Existe una fuerte tendencia a asignarle casi hasta un 50%. En este punto se abre un nuevo interrogante: ¿está el alumno en condiciones de juzgar o de emitir un juicio de valor respecto del profesor en todos sus aspectos? O, ¿se torna necesario acotar esa evaluación? O, ¿será necesario analizar qué factores interfieren el juicio del alumno? Qué grado de objetividad ofrece esta evaluación, al existir por una parte una natural relación de autoridad del docente sobre el alumno por el poder del saber o “autoridad epistemológica” (Bochensli 1979) y por otra parte por la relación afectiva que se traba en el proceso de enseñanza-aprendizaje, que puede ser de naturaleza empática –si es positiva- o de naturaleza antipática- si es negativa-.

Es dable recordar que se ha señalado que muchos cuestionarios para recoger la opinión de los estudiantes abordan aspectos administrativos como puntualidad o asistencia, grado de cumplimiento del programa, que si bien son aspectos que necesitan ser controlados, no es aconsejable emplearse a los estudiantes como informadores ya que esta responsabilidad corresponde a la gestión propia de los directivos de las unidades académicas.

Resumiendo opiniones de autores calificados sobre el tema, recomiendan que no puede dejar de considerarse los factores distorsionantes que se producen en el proceso pedagógico y que no dependen de la calidad científica del docente ni de su propia capacidad pedagógica, entre los cuales se puede enumerar: a) la incidencia de la evaluación frente a la existencia de clases numerosas versus clases con un número considerado óptimo de alumnos para el proceso de enseñanza-aprendizaje; b) materias que por su propio contenido resultan menos atractivas para el alumno, que son aquellas que constituyen las bases de una disciplina o introductorias frente a aquellas en las que el alumno ya percibe la posible aplicación concreta de lo aprendido a la realidad, tornándolas en conocimientos significativos.

Las conclusiones a las que han arribado autores calificados consisten en reconocer que evaluar la calidad de la enseñanza es un proceso complejo como para que se base únicamente en el juicio del alumno, pero tampoco puede prescindirse de esa opinión porque el alumno es el destinatario de la tarea docente.

Diversos estudios sobre el tema, han desarrollado aquellos aspectos favorables de ser evaluados por los alumnos y aquellos aspectos difíciles, los que corresponde que se tengan en cuenta a la hora de formular los cuestionarios de evaluación.

Entre los aspectos que los alumnos pueden evaluar, se detalla los siguientes: conocimiento de la materia; claridad de las explicaciones; dedicación al trabajo; desempeño docente; entusiasmo; estructuración de la clase; interacción profesor-alumno, alumno- profesor; interés para el alumno; liderazgo evidenciado; material pedagógico utilizado; metodología de enseñanza adaptada; motivación de los alumnos en el proceso de enseñanza- aprendizaje; organización pedagógica; sistema de evaluación adoptado en la materia. En estos aspectos la opinión del alumno es indispensable.

Entre los aspectos difíciles de ser evaluados por el alumno, se detalla los siguientes: adecuación y validez de los objetivos; contenidos y principios de la disciplina; actualización del material pedagógico; dominio y profundidad del contenido; indicación de bibliografía actualizada y validez de las lecturas exigidas. Esta crítica se presenta como pertinente, ya que estos aspectos debieran ser evaluados por personas con igual o superior preparación al docente en cuestión.

Como conclusión puede señalarse que el instrumento destinado a recoger las opiniones de los alumnos deberá incorporar aspectos docentes sobre los cuales su opinión tenga validez, de manera que la información recogida pueda servir como indicador de efectividad docente.

Una recomendación que debe tenerse presente es que la entrega del formulario sea siempre en una fecha predefinida (que podría ser el último mes del período asignado a la materia), en los últimos minutos de una clase, que el profesor se ausente durante el proceso y que las respuestas sean anónimas.

La *autoevaluación por parte del docente* está cobrando vigor en instituciones democráticas. Fungiría como un descargo por parte del interesado, quien autoevalúa su desempeño, eficiencia y eficacia, teniendo en cuenta los parámetros fijados por la propia institución educativa. En esta autoevaluación pueden aparecer las explicaciones a aparentes deficiencias detectadas por las demás partes evaluadoras.

El instrumento de autoevaluación del docente debe estar diseñado para fomentar la autocrítica del profesor, ya que de esa manera se lo induce a perfeccionar su docencia, mucho más si el proceso incluye un sistema de incentivos ya sean éstos económicos o académicos.

El instrumento de autoevaluación podría considerar los siguientes aspectos: estrategias pedagógicas; motivación; actitud; evaluación y calificación; responsabilidad; contenidos temáticos y bibliografía.

La Tabla 1 ejemplifica el desglose de los ítems considerados en el bloque de MOTIVACION, que en tanto responda el propio docente le permite reflexionar sobre su actividad.

La crítica de que ha sido pasible la autoevaluación para descalificarla ha sido su subjetividad y parcialidad. Sin embargo, esta forma de evaluación supone un verdadero proceso de reflexión sobre el

quehacer docente en miras a descubrir sus fortalezas y debilidades, que operan positivamente en el docente que está dispuesto a mejorar, ya que en muchos casos surgen del propio docente sugerencias para modificar las conductas no deseables.

N°	Enunciados
1	Mi acción docente despierta el interés de los alumnos en los temas tratados en clase
2	Estimulo o permito la participación de mis alumnos durante el desarrollo de las clases, incentivando el protagonismo
3	Considero los aportes de mis alumnos en las conclusiones respecto de los temas tratados en clase
4	Acepto e integro la opinión divergente de mis alumnos relacionada con los temas tratados en clase
5	Hago uso de una variedad de medios, recursos, textos, apuntes, y materiales instruccionales para promover y motivar el aprendizaje de mis alumnos
6	Mi acción docente despierta en los alumnos la necesidad o el deseo de conocer más acerca de los temas tratados en clase, iniciando la búsqueda de nuevas experiencias de aprendizaje
7	Mi acción docente permite a los alumnos mantener el interés durante gran parte de la clase
8	Mi acción docente se complementa con actividades de laboratorios y de campo
9	Mi acción docente se complementa con la resolución de problemas que involucren conocimientos adquiridos en otras materias
10	Mi acción docente despierta el interés sobre la aplicación de los conocimientos adquiridos en situaciones ideales y/o concretas

Tabla 1. Ítems a evaluar sobre la motivación

Las distintas maneras de evaluar la tarea docente deben complementarse con la suscripción de un compromiso por parte del mismo en las áreas de la evaluación que no hubiesen resultado del nivel de satisfacción esperado; a saber: o en el ámbito de las competencias, de la motivación, de la actitud, de la calificación y evaluación o de su responsabilidad por las obligaciones asumidas.

En cuanto a los instrumentos para llevar a cabo la autoevaluación, pueden ir desde un cuestionario, un autoinforme, hasta la grabación de un video. Se discute mucho sobre la ponderación de la autoevaluación del profesor y existe algún consenso sobre otorgarle un valor del 10%.

La *Evaluación por las autoridades de la unidad académica*, según sea el caso, será realizada por el Jefe de Departamento si lo hubiere, el Secretario Académico y el Decano/ Director, que son quienes están más cerca de la labor del docente.

Estas autoridades recogen la información sobre las otras evaluaciones y añaden las opiniones e impresiones sobre el desempeño del docente, sobre todo el nivel de cumplimiento de las obligaciones a su cargo.

Estas evaluaciones se elevan a las comisiones evaluadoras, las que deberán considerar entre otros aspectos, el resultado de estas tres evaluaciones, a las que se les asignará un puntaje.

La evaluación por pares académicos o iguales es otra de las formas aceptadas en las instituciones universitarias. Se trata de una evaluación colectiva. Existen dimensiones que son sometidas al juicio de iguales, tales como la lectura de publicaciones, la calificación de proyectos de investigación, la calidad de programas de asignaturas, la adecuación de los materiales de apoyo docente, el análisis de la bibliografía empleada, por ejemplo porque son dimensiones que tienen que ver directamente con el bagaje de conocimientos y con su preparación científica y pedagógica.

3. Experiencia en la Facultad

Cada finalización de periodo cuatrimestral, desde hace cuatro años, se realizan en la Facultad de Ingeniería e Informática de la Universidad Católica de Salta, las encuestas de evaluación del desempeño docente en la que participan los alumnos, el propio docente que se autoevalúa y el jefe de carrera.

3.1. Instrumentos de Evaluación

La evaluación de la calidad académica de los docentes de la Facultad de Ingeniería e Informática se basa en la autoevaluación de

los docentes, la evaluación de los jefes de carrera y la evaluación de los docentes por parte de sus alumnos en cada una de las cátedras.

3.1.1. Autoevaluación del docente

Cada profesor contestó a una encuesta que se estructuró en siete bloques, desglosados en ítems temáticos, tal como muestra la Tabla 2, que a su vez, se relacionan con la encuesta de los alumnos.

Cada ítem de la encuesta ofrecía cinco alternativas de respuesta: (1) Nunca, (2) Casi nunca, (3) A veces, (4) La mayor parte de las veces, (5) Siempre. El encuestado debía marcar sólo una de las opciones.

Bloque	Respecto a	Nro. de ítems
1	Estrategias pedagógicas	12
2	Motivación	10
3	Actitud	10
4	Evaluación y Calificación	10
5	Responsabilidad	6
6	Referente a la asignatura	3
7	Bibliografía	2

Tabla 2. Estructura de la encuesta

3.1.2. Evaluación del docente por los jefes de carrera

Los jefes de carrera realizan evaluaciones de cada profesor, con juicios de valor sobre la interacción con los docentes referidos a las propuestas de cátedra y metodologías empleadas en el proceso enseñanza aprendizaje como así también el compromiso que demuestran con la Facultad.

3.1.3. Evaluación de los docentes por sus alumnos

Para recabar opiniones respecto de sus docentes; se realizaron encuestas a los alumnos al finalizar cada semestre. Al finalizar el primero se desarrolla la evaluación de los docentes de las asignaturas dictadas en ese período y al terminar el segundo semestre se desarrollan las evaluaciones correspondientes a las materias dictadas en ese periodo y las anuales.

Estas encuestas permitieron elaborar una calificación para cada docente que luego fue comparada con su autoevaluación y las apreciaciones del jefe de carrera.

En la encuesta de los alumnos se evalúa al profesor titular o adjunto a cargo, al profesor adjunto y al auxiliar de cátedra según la constitución de cada equipo docente.

En referencia al profesor titular o adjunto a cargo la encuesta se estructuró en cuatro bloques: motivación, actitud del profesor, evaluación y calificación y responsabilidad.

La encuesta acerca del profesor adjunto o auxiliar a cargo, se estructuró sólo en dos bloques: motivación y actitud del profesor, conformados por los mismos ítems correspondientes a los profesores adjuntos a cargos.

La encuesta acerca del profesor auxiliar, se refirió al apoyo a la cátedra, su desempeño y sus aportes a la cátedra.

Cada ítem de la encuesta ofrece cinco alternativas de respuesta: (1) Nunca, (2) Casi nunca, (3) A veces, (4) La mayor parte de las veces, (5) Siempre. El encuestado debía marcar sólo una de las opciones.

Existen espacios para comentarios y observaciones sobre aspectos que los alumnos consideren relevantes.

En casos de cátedras integradas por varios docentes, se advirtió que a los alumnos les costó identificar al profesor auxiliar y al adjunto, calificando a algunos auxiliares como adjuntos o viceversa. Este inconveniente fue subsanado por las autoridades y es una consecuencia positiva de la experiencia.

3.2 Procedimiento de toma de encuestas

Las encuestas son tomadas por personal directivo en una semana previamente seleccionada la cual es comunicada a los docentes.

El encargado de las encuestas trabaja en los horarios de clase de la Facultad, seleccionando los más convenientes, luego se distribuyen entre los directivos para no sobrecargar las tareas habituales.

Las encuestas se toman simultáneamente al profesor y a los alumnos para que las mismas resulten representativas, en presencia del directivo encuestador que las recoge al final.

Resulta motivadora en el llenado de la encuesta una breve descripción de los objetivos buscados, la confidencialidad de los datos aportados y el carácter anónimo que garantiza la transparencia en el procedimiento.

Es de destacar que al principio existió alguna resistencia a la evaluación, por parte del docente, que luego se fue disipando con la devolución de los resultados y la difusión del espíritu de la calidad educativa generado por los procesos de acreditación que se fueron desarrollando en la facultad en estos últimos años.

3.3. Los indicadores

Con el objeto de resumir la información recibida a través de las encuestas se definieron indicadores para los grupos o bloques de preguntas: índice de motivación (IM), índice de actitud del profesor (IAP), índice de evaluación y calificación (IEC), índice de responsabilidad (IR).

Estos indicadores tienen un rango de 1 a 5. Para su construcción, los ítems de un bloque fueron agrupados según similitudes, y de cada grupo se tomó un promedio.

Se tomó el promedio ponderado de estos números, a los fines de tener un indicador por bloque. La ponderación tiene que ver con la importancia de los ítems intervinientes en cada grupo.

3.4. Procesamiento de la información

Para el estudio y procesamiento de la información, se procedió a realizar las siguientes etapas:

3.4.1. Diseño y carga de la base de datos

Los registros de las encuestas fueron volcados en una planilla Excel, donde fueron calculados los indicadores con los que cada alumno calificó al profesor.

3.4.2. Procesamiento mediante SPSS

A los fines de corregir posibles errores de cargado de datos, o de cálculo de indicadores, se procedió a un control exhaustivo de la base.

La elección del paquete informático SPSS se debe a que es un sistema global que permite el procesamiento, presentación y análisis de datos en una forma más accesible al poseer una estructura sencilla y eficaz.

A los efectos de la presentación de resultados en forma gráfica, o sea la distribución de los indicadores de cada profesor de cada materia, éstos fueron agrupados por materias comunes o propias de cada carrera. A su vez se realizó una subclasificación según área y año de cursado para de esa manera obtener en lo posible la misma población de respondientes a las encuestas.

El SPSS permitió la realización de los gráficos (box-plot) de las distribuciones para cada una de las agrupaciones consideradas. El box-plot o diagrama de cajas es un gráfico del análisis exploratorio de datos que permite visualizar con rapidez la ubicación de la mediana, los cuartiles y principalmente la existencia de valores alejados o muy extremos.

El gráfico que muestra la Fig. 1, es un ejemplo que nos permite comparar los valores de los Indicadores de Motivación para un grupo de docentes de las asignaturas del 2º semestre de 1º año, que por tratarse de actividades curriculares comunes a las 3 carreras de ingeniería que se imparten en la facultad, permiten mostrar valores representativos.

Los valores antes mencionados nos permitieron elaborar una calificación de los docentes, que hemos denominado ranking. Pero, ¿como asignarle algún número que nos aproxime o muestre la realidad de su desempeño? Se ha ideado una manera de determinarlos tratando de neutralizar las calificaciones antipáticas y/o en su defecto las más favorables pero sin dejarlas de lado. Esto es una tarea que nos llevó a experimentar, realizar ensayos de prueba y error hasta lograr la siguiente propuesta.

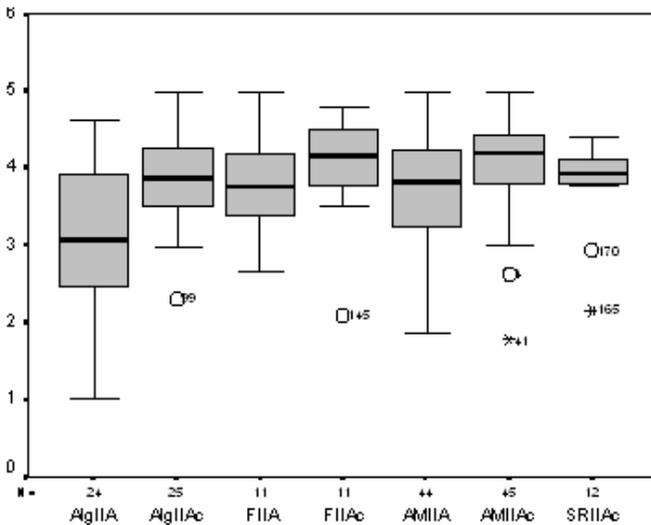


Figura 1. Valores de los indicadores de motivación para el grupo de docentes de Álgebra II, Análisis Matemático II, Física II y Sistemas de Representación II.

3.4.3. Elaboración de ranking

A los fines de elaborar una calificación para cada docente, los indicadores definidos por los alumnos fueron resumidos en un valor llamado ranking para cada bloque. El promedio de ellos es el ranking que califica al docente, denominado ranking global (Rg).

Se pensó en varias opciones de ranking, decidiendo lo siguiente:

La distribución de los indicadores permite definir mediana (Me), rango (R), rango intercuartil (RI), y las otras medidas descriptivas. El ranking del bloque Rb, se define de acuerdo a las ecuaciones (1) y (2):

$$Rb = Me \Leftrightarrow R < 3 \quad (1)$$

$$Rb = \frac{Me}{RI} \Leftrightarrow R \geq 3 \quad (2)$$

En el caso que el cociente planteado en esta última opción fuera mayor que 5, se consideró que el Rb toma el valor 5. En el caso que el cociente planteado sea menor que 1, se consideró que el Rb toma el valor 1. Estas limitaciones tienen la intención de prevenir que cualquier componente del indicador produzca un efecto excesivo en la calificación global. De esta manera, los rankings por bloque y el ranking global varían entre 1 y 5.

3.5. Devolución de los resultados de la evaluación

Luego de realizar el procesamiento y el análisis de las encuestas de los alumnos y comparar con las partes correspondientes de las autoevaluaciones de los docentes y la apreciación por parte de los jefes de carrera, se procede a la devolución de los resultados de este proceso de evaluación a los docentes, el encargado es el Secretario Académico de la Facultad que se entrevista con cada uno y analizan los valores obtenidos.

Este proceso de evaluación del desempeño docente culmina con un *Compromiso del Docente* sobre las acciones a seguir en atención a los resultados logrados en la evaluación, que aunque no se formalizó por escrito, sí existe, en la mayoría de los casos, un compromiso por parte del docente de mejorar en aquellos aspectos que pudieran estar con indicadores menores. Estas entrevistas se realizan luego de hacerles conocer a los profesores por correo electrónico privado el resultado que obtuviera en las encuestas. Los docentes no conocen el puntaje de los otros profesores.

4. Conclusiones

De la experiencia, del análisis de las evaluaciones realizadas en 5 semestres, se concluye que la propuesta de indicadores es adecuada porque en general permite detectar los profesores que en la realidad se apartan sustancialmente del perfil docente ideal requerido por la facultad y destacar, en cuanto a los aspectos evaluados, a otros docentes. De la comparación de la autoevaluación del docente con la de los alumnos en general nace en el docente deseos de superación y a las autoridades les permite tomar decisiones a los efectos de la mejora del proceso de enseñanza-aprendizaje.

Este proceso continuo también permitió recibir aportes de los profesores que en una revisión necesaria de la encuesta se debe encarar en el futuro. Pero tenemos que dejar establecido que no se trata de una encuesta de satisfacción del cliente, sino de un parámetro de medición de la calidad para la mejora del proceso de enseñanza-aprendizaje en el cual los alumnos, docentes y directivos participan.

Referencias

Ley N° 24.521 sancionada el 20 de julio de 1995, promulgada el 7 de agosto de 1995 por Decreto 268/95 y publicada el 10 de agosto de 1995 en el Boletín Oficial N° 28.204.

I. Chiavenatto, *Administración de Recursos Humanos*, McGraw Hill, 2001.

M. I. Virgili, *La ley de Educación Superior y la función de administración del personal docente universitario con una visión estratégica*, Tesis para acceder al grado de Magíster en Gestión Educativa, Universidad Católica de Salta, 2003.

M. A. Santos Guerra, "Criterios de referencia sobre la calidad del proceso de enseñanza/aprendizaje en la Universidad", *Revista de Enseñanza Universitaria*, N° 1, Vol.1, 1990.

J.M. Bochensli, *Qué es la Autoridad*, Biblioteca Filosófica Herder, 1979.

Sobre la Motivación para el Aprendizaje: las Asignaturas “Necesarias”, “de Estilo” e “Ignoradas”

H. Beatriz P. de Gallo¹

bgallo@ucasal.net

Resumen

¿Cómo hacemos para motivar a nuestros alumnos en aquellos temas que no son convocantes ni atractivos para ellos? ¿Cómo logramos que se apropien de conocimientos que en principio ellos no ven como importantes? Tomando como base estas preguntas se analiza un problema de aprendizaje observado en los alumnos de la carrera de Ingeniería en Informática de la Facultad de Ingeniería e Informática de la Universidad Católica de Salta. Mediante un análisis que identificando tres contextos de aprendizaje diferentes, se enfatiza la necesidad de un aprendizaje comprensivo y se enuncia un conjunto de estrategias para generar conocimiento significativo.

Palabras Clave: Problemas de aprendizaje, Contextos de aprendizaje, aprendizaje significativo.

1. Introducción

¿Cómo hacemos para motivar a nuestros alumnos en aquellos temas que no son convocantes ni atractivos para ellos? ¿Cómo logramos que se apropien de conocimientos que en principio ellos no ven como importantes?

¹ 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 de 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 Informática.

Tomando como base estas preguntas que indefectiblemente nos hacemos todos los docentes alguna vez, he analizado un problema de aprendizaje que observo continuamente entre mis alumnos de la carrera de Ingeniería en Informática de la Facultad de Ingeniería e Informática de la Universidad Católica de Salta². Si bien he centrado el estudio en esta carrera específicamente, no resulta difícil deducir que algo similar puede estar ocurriendo con otras carreras.

El trabajo principia con el esquema teórico que señala la estructura seguida para desarrollar la idea y con la descripción del marco contextual para situar al lector. Considerando los tres contextos de aprendizaje definidos, se enfatiza la necesidad de un aprendizaje comprensivo y se enuncia un conjunto de estrategias para generar conocimiento significativo.

2. Marco Teórico

Para este estudio seguiré la propuesta de Pozo³ que define tres componentes básicos desde los que se puede analizar cualquier situación de aprendizaje:

- a) Los **resultados del aprendizaje** o contenidos del aprendizaje humano, refiriéndose con esto no sólo a conocimientos sino también a conceptos, conductas, actitudes y procedimientos que debe aprender el alumno. Este autor destaca el aprendizaje repetitivo del aprendizaje por comprensión. En el primer caso, el resultado es la información verbal, como producto de la enseñanza verbalista más tradicional, centrada en la transmisión de conocimiento verbal; mientras que en el segundo caso, los conceptos que se comprenden se interpretan según los saberes previos, se relacionan con éstos y generan conocimientos significativos que se integran a la “red de conceptos” del alumno.
- b) Los **procesos del aprendizaje** o mecanismos psicológicos mediante los cuales la persona aprende. Aquí hace referencia a los procesos psicológicos implicados en el aprendizaje (motivación, atención, métodos de razonamiento, etc.). Tomando la motivación

² Este trabajo fue desarrollado como evaluación final del curso “Aprender para comprender y construir conocimiento” (J.I. Pozo Muncio, M. M. Sanz y M.P. Pérez Echeverría, *Aprender para Comprender y Construir Conocimiento*, Editorial Santillana Docentes, año 2006).

³ Esquema para el análisis y la intervención en contextos de aprendizaje, J.I. Pozo Muncio, M. M. Sanz y M.P. Pérez Echeverría, *Aprender para Comprender y Construir Conocimiento*, Editorial Santillana Docentes, año 2006, pág. 45 y ss.

como eje del análisis, hay que observar si el alumno es un sujeto activo y participe de su propio aprendizaje.

- c) Las **condiciones de aprendizaje** se refieren al tipo de actividades o práctica que tienen lugar para poner en marcha esos procesos de aprendizaje, de modo que se puedan crear condiciones favorables para los mismos. Aquí se trabaja más allá del “dictado de la clase” y entran a jugar factores como la influencia del contexto en el acto educativo, el rol activo/pasivo del alumno y del docente, entre otros.

3. Marco Contextual

Cuando el alumno ingresa a la carrera de Ingeniería en Informática, tiene una idea preconcebida de lo que aprenderá. Si estudia para ser informático, entonces encontrará materias relacionadas con la computadora, los programas, Internet, etc. Sabe además que hay otras materias no relacionadas directamente con la futura formación profesional que imagina, pero en ese momento no intenta entender *para qué están* en el plan de estudio. Esta idea preconcebida de los conocimientos que estudiará genera - a posteriori- “problemas de aprendizaje” con la “motivación” como uno de los factores de mayor peso.

Así, he observado dificultades de aprendizaje que parten de esa “supuesta utilidad” de los conocimientos –según la entiende el alumno- y que provoca diferentes estadios de motivación en él. En esa visión inicial sobre los conocimientos que espera estudiar, el alumno **percibe**⁴ las asignaturas de acuerdo al sentido que éstas tienen en su idea del profesional que desea ser y las agrupa en 3 categorías:

1. **Asignaturas Necesarias:** aquellas que están en el plan de estudio porque contribuyen directamente con la formación técnica del ingeniero en informática.
2. **Asignaturas de Estilo:** aquellas que están en el plan de estudio porque *suelen estar* y el alumno no observa su utilidad inmediata.
3. **Asignaturas Ignoradas:** aquellas que están en el plan de estudios y el alumno *no entiende para que están*.

⁴ Las expresiones atribuidas a los alumnos no provienen de instancias formales de encuestas de opinión, sino de entrevistas mantenidas con ellos a lo largo de 14 años, en mi carácter de Jefa de la carrera y profesora.

Las **Asignaturas Necesarias** son aquellas que entusiasman al alumno porque están íntimamente relacionadas con la formación técnico-profesional. Estas materias denominadas “específicas” – como ser Lenguaje I, Sistemas Operativos, etc – no presentan problemas de aprendizajes para los alumnos desde el punto de vista de la motivación, pues mayormente incluyen contenidos conceptuales y procedimentales referentes a la capacitación técnica del futuro profesional: cómo se desarrolla un software, cómo es la estructura interna de una computadora, etc. En este caso el alumno se avoca a estudiarlas con dedicación y voluntad, incluso venciendo por sí mismo muchas barreras que dificultan el proceso de aprendizaje (conocimientos previos faltantes, metodologías de enseñanza inadecuadas, falta de recursos técnicos, etc.). No importa cómo, él o ella están dispuestos a aprender... y aprenden⁵.

Las **Asignaturas de Estilo** son aquellas conocidas como “ciencias básicas” (matemáticas, física y química). Requieren del alumno un esfuerzo importante de abstracción y modelización. Los problemas de aprendizaje de estas materias ocurren al momento en que el alumno tiene que asimilar conocimientos teóricos muy abstractos para los que no está preparado, pero una vez que encontró el modo, se le facilita el camino. Desde el punto de vista de la motivación no reniega por aprender estos conocimientos porque sabe que forman parte de su esencia como “ingeniero”, de manera que se esfuerza y se convierte en un partícipe activo del proceso de enseñanza-aprendizaje pues de lo contrario no puede aprender.

El último grupo – las **Asignaturas Ignoradas** – son aquellas a las que el alumno no le encuentra sentido en el esquema preconcebido de “ingeniero en informática” que trae al ingresar a la carrera. Tal es el caso de asignaturas de formación humanística, social y comunicacional. Aquí, el estudiante no encuentra ninguna motivación para aprender porque no logra incorporar estos conocimientos “no técnicos” (o “no informáticos” según su propio decir) con los conocimientos “técnicos” que va adquiriendo.

⁵ Lógicamente, esto no significa que en estas asignaturas el joven no tenga dificultades. Las hay y de mucho peso; es más, la falta de superación de problemas de aprendizaje en estas materias, es considerada uno de los motivos de abandono de la carrera.

4. Análisis de Contextos de Aprendizaje

Tomando como base los tres grupos definidos se enunciarán las características de cada uno según el esquema de resultados, procesos y condiciones de aprendizaje propuesto por Pozo.

4.1. Asignaturas Necesarias

En este grupo, los contenidos básicamente están orientados a brindar al alumno los conocimientos conceptuales y procedimentales que exige la carrera, el “qué se aprende” incluye los saberes propios de la disciplina más las capacidades y destrezas técnicas necesarias para aplicarlos.

Resultados del Aprendizaje

Los contenidos abordados se pueden resumir brevemente en los siguientes:

- Sistemas: la Teoría General de Sistemas, las metodologías de desarrollo de sistemas y los modos de procesamiento de datos.
- Hardware: la computadora y sus periféricos, las redes y sus elementos de transmisión de datos.
- Software: los programas, los lenguajes de programación y las estructuras de datos.
- Gestión: las organizaciones socio-económicas, la visión estratégica y los recursos de todo tipo.

Los temas citados incluyen contenidos que pueden tratarse como *información verbal* y otros que se incluyen en los denominados *conocimientos significativos*. Sirva como ejemplo la computadora misma. En referencia al hardware que utiliza es habitual que tecnológicamente sus componentes varíen continuamente y con rapidez, en consecuencia, en la asignatura “Arquitectura del Computador”, en donde los alumnos estudian sobre la constitución interna de la máquina, se enseña la estructura general interna como un conocimiento significativo, pues es necesario que el alumno conozca cómo se realiza el procesamiento electrónico de los datos, los componentes genéricos y los procesos estándares; mientras que aquellos datos referidos a los periféricos más usuales se tratan como

información verbal no tan significativa pues seguramente la evolución de la tecnología los hará caducar prontamente.

Procesos del Aprendizaje

Por otra parte, los procesos de aprendizaje involucrados en estas asignaturas tienen características propias, entre las que se pueden citar:

- El alumno está dispuesto a aprender, es un partícipe activo y colaborativo. En la enseñanza universitaria se “cuenta” con la voluntad del alumno, usualmente está allí porque es “su” decisión.
- El docente, profesional informático por formación, está capacitado en el área de estudio de su materia y es usual que se desempeñe profesionalmente en esa misma temática, de manera que se siente cómodo en su propia clase.
- El paso de la teoría a la práctica es muy corto, los alumnos llegan rápidamente a la aplicación práctica de los conocimientos que van adquiriendo⁶.
- Entendiendo el aprendizaje como un proceso de cambio, en estas actividades el alumno y el docente ponen todo de sí, vinculando en un único contexto el aprendizaje, la experiencia y la práctica. Con este proceso también colabora la novedad de los conocimientos, es decir, el alumno no es una tabula rasa pero está muy dispuesto a incorporar nuevos conocimientos a los que ya tiene y no presenta resistencia al cambio.

Condiciones del Aprendizaje

En primera instancia se puede decir que desde el punto de vista de las competencias conceptuales y procedimentales los objetivos se logran pues el contexto de cada cátedra promueve las actividades teóricas y prácticas necesarias.

Si bien cada asignatura requiere conocimientos previos, exige además la vinculación horizontal y vertical de los mismos⁷. Este proceso resulta escasamente alcanzado por el alumno, y aquí sí está solo, pues

⁶ El trabajo constante con la computadora los obliga a volcar rápidamente la teoría a la práctica.

⁷ Interrelación *horizontal* de una asignatura con las restantes que está cursando. Debe tenerse presente que muchas veces el alumno cursa materias de diferentes años, esto dificulta la interrelación.

Interrelación *vertical* de una asignatura con las anteriores y posteriores en sucesivos años, de acuerdo al sistema correlatividades que propone el plan de estudios.

generalmente el docente se dedica “a su materia” quedando a cargo del alumno la incorporación de estos nuevos saberes en su estructura de conocimientos.

Ahora bien, el problema está en el proceso de aprendizaje en sí mismo, pues usualmente las cátedras (alumnos y docentes) no “trabajan” sobre los mecanismos de aprendizaje. Es habitual que el docente universitario sea un experto en su tema, pero también es habitual que desconozca –e incluso menosprecie- los aspectos didácticos y metodológicos de ambos procesos: la enseñanza (su proceso) y el aprendizaje (el del alumno). Por su parte, el alumno no sabe que existen mecanismos de aprendizaje o si los conoce los subutiliza⁸.

Es evidente que la formación universitaria de un alumno requiere por encima de todo un aprendizaje comprensivo, considerándolo en toda su dimensión: concepción integradora que afecte a toda la persona, pasar de la información al conocimiento, contrastar modelos alternativos, aplicar los conocimientos en nuevos contextos, en última instancia, aprender a resolver problemas de manera eficiente.

Y es aquí, en el aprendizaje comprensivo, en donde se presentan las dificultades de aprendizaje, no desde el punto de vista de la adquisición de conocimientos (teóricos, prácticos o instrumentales) sino desde el punto de vista de la comprensión de los mismos (y la capacidad última para resolver problemas).

4.2. Asignaturas de Estilo

Las asignaturas -que “se estila que estén”- tienen por objeto que el alumno pueda obtener “...una sólida formación básica para que pueda discernir y evaluar sus tareas ingenieriles y obtenga los recursos lógico-racionales necesarios para la resolución de problemas...”⁹.

Resultados del Aprendizaje

⁸ En el curso de ingreso universitario se enseñan metodologías de estudio, pero habitualmente no son aprovechadas por los alumnos, o recién las ponen en práctica ante una experiencia de fracaso en un examen, pero no durante el cursado de la materia.

⁹ Perfil del Ingeniero en Informática, Facultad de Ingeniería en Informática, *Plan de Estudios 2002 de Ingeniería en Informática*, Argentina, 2002.

En este grupo se proponen los contenidos de Matemática General y Discreta, Estadística, Física General y Química General.

Con las asignaturas correspondientes a las ciencias básicas, se pretende que el alumno obtenga las competencias conceptuales – y principalmente procedimentales- necesarias para los procesos de abstracción y modelización que la tarea de ingeniero implica. Es necesario que el alumno comprenda el proceso que vincula la realidad con un modelo físico-matemático que se obtiene mediante la abstracción y la posterior formulación de un modelo lógico-racional como resultado del problema que pretende resolver.

En este grupo de materias la *información verbal* es continua y además el alumno la obtiene mediante el aprendizaje repetitivo, mientras que los *conocimientos significativos* tardan en llegar, pues solo “aparecen” cuando –en asignaturas posteriores- el alumno puede insertar estos conceptos en los que va aprendiendo.

Permítaseme un ejemplo: los alumnos aprenden los métodos de integración numérica de manera repetitiva (estudian las reglas de integración y las aplican en infinitos ejercicios matemáticos), aprenden que el cálculo de una integral es útil para obtener la superficie bajo una curva, pero recién pueden entender “para que sirven las integrales” cuando esa curva representa el costo de un proyecto. En estas asignaturas ocurre gradualmente la incorporación (“in corpore”) de los “modelos físico-matemáticos” que explican un modelo real.

Procesos del Aprendizaje

En estas asignaturas los procesos de aprendizaje muestran las siguientes características:

- El alumno no está tan dispuesto a aprender, siente que es “forzado”, no le encuentra sentido a lo que estudia.
- La motivación –que en este caso es extrínseca, ajena al proceso de aprendizaje- pasa por el interés del joven en aprobar la materia, no en aprender.
- Es común encontrar situaciones de “indefensión” producto del fracaso en estas asignaturas, siendo una de las principales causas de la deserción en los primeros años de la carrera.

- El docente, formado en las ciencias básicas usualmente, no cuenta con la experiencia laboral en ingeniería, por lo que no puede ayudar demasiado al alumno en lograr conocimientos significativos.
- El paso de la teoría a la práctica no es pareja en todas estas asignaturas. En Física y Química, cada asignatura cuenta con un componente teórico y otro práctico, y se llega a una real experiencia práctica por parte del alumno (que lo ayuda además en la comprensión significativa de esos conocimientos), pues a través de las experiencias de laboratorio “experimenta por sí mismo” lo que está aprendiendo¹⁰. Pero en el área de las Matemáticas, la experiencia de volcar la práctica en algo real se propone en las asignaturas de los años superiores - es decir, no a la par- con temas que requieren de la “matemática aplicada”, como ser: Investigación Operativa, Transmisión de Señales o Simulación Discreta.
- Si consideramos que el aprendizaje es un proceso de cambio que implica partir de los “conocimientos previos” del alumno, en estas asignaturas es en donde más se necesita trabajar con lo que “trae” el alumno. La mayoría de los contenidos que se desarrollan en las primeras materias de las ciencias básicas se inician en la currícula polimodal¹¹ o continúan a partir de ésta. Pero no se logra la incorporación inmediata de los nuevos conocimientos. La dificultad mayor no parte de la capacidad o voluntad del alumno por incorporarlos sino de la imposibilidad de hacerlo cuando le faltan esos conocimientos previos que debería traer consigo.

Condiciones del Aprendizaje

En estas asignaturas las condiciones de aprendizaje son diferentes. Se trabaja más sobre los objetivos conceptuales que procedimentales, y la vinculación horizontal y vertical es muy estrecha, por ejemplo: se observa una complejidad creciente entre los contenidos de Física I, II y III; mientras que en la asignaturas de programación el alumno desarrolla los algoritmos matemáticos de resolución de matrices al momento en que está cursando Algebra. Pero aún así falta una

¹⁰ Si bien en Física y Química la enseñanza propone experiencias de laboratorio que ahora se exigen en las universidades, no ocurre así con las Matemáticas que siguen proponiendo experiencias escasamente “reales” para los alumnos.

¹¹ En realidad, se “deberían enseñar” pero la realidad muestra el crítico problema del ingreso universitario de alumnos que no han adquirido las competencias mínimas necesarias en el área de física, química y matemáticas.

integración interdisciplinaria más profunda (que sería el aprendizaje comprensivo que se busca).

En estas asignaturas es en donde más se trabaja el proceso de aprendizaje del alumno, por dos razones sustanciales: la mayoría de los docentes cuentan con formación pedagógica-didáctica por lo que el tema no les resulta ajeno y, los alumnos vinculan cómodamente y sin mayores inconvenientes las técnicas de estudio con las asignaturas de las ciencias básicas¹².

Estas asignaturas cumplen un rol sustancial en la formación del ingeniero, especialmente en la formación en los primeros años, pero no por el caudal de conocimientos que brindan sino principalmente porque generan en el alumno las capacidades de abstracción y reconocimiento de un marco conceptual que luego permite avanzar sobre las competencias de diseño y modelización que requiere el trabajo ingenieril. De manera que las dificultades de aprendizaje en estas asignaturas deben analizarse desde la contribución que cada asignatura provee a la generación de estas competencias (diseño y modelización), así como de la aplicabilidad de las ciencias básicas en las tecnologías básicas y aplicadas.

4.3. Asignaturas Ignoradas

Las asignaturas del **tercer grupo** -las que el alumno “no entiende para que están”- son aquellas referidas a la formación no técnica del profesional universitario.

El objetivo que estas asignaturas cumplen en la formación del alumno atiende a brindar las pautas sociales y de comportamiento que le permitan insertarse en una comunidad y participar de ella. Y en esta cuestión se insiste desde todos los ámbitos:

- En el caso de la Universidad Católica de Salta, ello se enuncia desde su ideario institucional que propone la “...*formación integral (humanística, democrática y cristiana), técnica, científica y profesional de sus estudiantes...*”¹³.

¹² Existe como un preconcepto en el que las técnicas de estudio sólo son válidas para estas asignaturas.

¹³ Estatuto de la Universidad Católica de Salta, año 1997

- Por su parte la Facultad de Ingeniería e Informática toma lo dicho y enuncia como misión que: *“La Facultad se propone formar un profesional educado integralmente, con profundos conocimientos científicos y técnicos, con una sólida formación en valores morales cristianos, capaz de desarrollar sus actividades profesionales con gran sentido de responsabilidad ética y alto grado de compromiso con la comunidad en la que se encuentra inserto.”*¹⁴

El CONFEDI¹⁵ aconseja que los planes de estudio de las carreras de ingeniería deben:

- Contener los análisis de las consecuencias políticas del manejo de la tecnología y su implicancia en el desarrollo económico y social del país.
- Suministrar una visión geopolítica actualizada del país y del mundo, para encarar la elaboración de las soluciones que demande la sociedad
- Posibilitar la difusión de aptitudes profesionales con sentido humanístico y ético, para la conservación del patrimonio cultural y ecológico del medio.

Se solía entender que todo esto se aprendía “afuera”, en la casa (la ética y la responsabilidad social) o en la escuela (la expresividad oral y escrita). Es decir, la universidad tenía como función esencial la formación técnica y era mucho pretender que se ocupara –además- de la formación integral. Si bien siempre se consideró importante el código de conducta del profesional universitario, la más de las veces, la enseñanza de este tema no pasó de la incorporación de la Etica Profesional como asignatura.

En el caso particular de las disciplinas informáticas, la preocupación por la formación ética y social de los alumnos tiene antecedentes importantes. Conviene mencionar lo dicho por la ACM en las curriculas de estudio que propone para las carreras del área: *“[los estudiantes] necesitan entender las cuestiones culturales, sociales, legales y éticas básicas inherentes en la disciplina de la computación. Deben entender de dónde viene la disciplina, dónde está, y adónde se está dirigiendo. Deben entender sus papeles individuales en este*

¹⁴ Facultad de Ingeniería e Informática, *Informe de Autoevaluación Institucional*, Octubre de 2006.

¹⁵ Consejo Federal de Decanos de Ingeniería (CONFEDI), *Proyecto Estratégico de Reforma Curricular de las Ingenierías 2005 – 2007*, Argentina, 2005. Ver en www.confedi.org.ar.

proceso, así como apreciar las preguntas filosóficas, problemas técnicos, y los valores estéticos que hacen una parte importante en el desarrollo de la disciplina... Los futuros profesionales deben poder anticipar el impacto de introducir un producto dado en un ambiente dado. ¿Ese producto realzará o degradará la calidad de la vida? ¿Cuál será el impacto sobre los individuos, los grupos y las instituciones?”¹⁶

Resultados del Aprendizaje

Los contenidos abordados por estas asignaturas se pueden agrupar en:

- Contenidos de Formación Humanística: Filosofía, Teología, Doctrina Social de la Iglesia, Ética
- Contenidos de Formación Social: Recursos Humanos, Ingeniería Legal, Legislación Informática e Higiene y Seguridad
- Contenidos de Formación Comunicacional: Comunicación Oral y Escrita e Idioma Inglés

Es decir, desde estas asignaturas se pretende trabajar con los contenidos actitudinales que el alumno debe aprender (el *saber ser*).

En estas materias la relación entre *información verbal* y *conocimientos significativos* prácticamente no existe. En el caso de los contenidos referidos a la formación humanística el alumno los descarta desde el primer momento, con opiniones tales como: “...son una pérdida de tiempo...están en el plan de estudios porque esta es una universidad católica...no me enseña nada útil...no importa si no sé expresarme, aprenderé más adelante...”, de manera que el proceso de aprendizaje es repetitivo (lo suficiente para aprobar el examen) y se olvida enseguida.

Por su parte, las asignaturas del grupo de formación social aunque son menos resistidas por los alumnos, tampoco logran el pase del estadio de información verbal a conocimiento significativo, por ejemplo: el alumno estudia acerca del Derecho y el Sujeto del Derecho, pero no “traslada” esos conceptos al usuario del sistema informático que está diseñando.

¹⁶ ACM/IEEE-CS Joint Curriculum Task Force Report. *Computing Curriculum 1991*. ACM Press (Association for Computing Machinery).

En referencia a las actividades de formación comunicacional, ocurre que el alumno las rechaza constantemente hasta que llega el momento en que necesita de las destrezas y capacidades de la comunicación, por ejemplo, cuando desaprueba un examen escrito por el profesor no entiende su letra o cuando no logra defender una idea en una exposición oral, ni que decir cuando desde la cátedra se propone bibliografía en inglés...

Procesos de Aprendizaje

Para estas asignaturas los procesos de aprendizaje responden a lo siguiente:

- El alumno descarta estos conocimientos desde un principio, en consecuencia se debe trabajar bastante sobre la motivación y la generación de estrategias de enseñanza-aprendizaje que puedan movilizarlo.
- El docente de estas asignaturas, responde mayormente al perfil de la disciplina, i.e, el profesor de filosofía es Licenciado en Filosofía, el de Recursos Humanos es Psicólogo, etc. Y se les exige que se compenetren con la ingeniería para entender “cómo” deben enseñar su materia, esto requiere un enorme esfuerzo por su parte.
- Estas asignaturas contienen un componente teórico fuerte, con escasa formación práctica, y cuando la tienen, no es al estilo de la práctica en las materias de los otros dos grupos que incluyen prácticas de laboratorio o mediante fórmulas y/o algoritmos. En consecuencia, para los alumnos estas asignaturas “no tienen prácticos”.
- El aprendizaje significativo en estas asignaturas se logra –con suerte- mucho tiempo después, cuando el alumno ya es un profesional. Conceptos como la ética, la responsabilidad social empresaria, la expresión clara de las ideas, están a su disposición a través de estas asignaturas pero el alumno “no los ve” en ese momento, de manera que no puede incorporarlas al conjunto de saberes que va adquiriendo.
- En esta ausencia de un aprendizaje significativo, una parte de la responsabilidad le toca al docente **de las otras asignaturas**, es decir, la responsabilidad social empresaria (por dar un ejemplo) no debe enseñarse solo desde un único espacio curricular, sino

esencialmente desde las asignaturas técnicas. El Working Group SGICSE/SIGCUE ITICSE'97¹⁷ propone incluir este tema en los planes de estudio distribuyéndola a lo largo de toda la carrera mediante el estudio de aspectos individuales según el contenido curricular que trate la asignatura (“propiedad intelectual” en las materias de Lenguajes, “calidad de vida” en Ingeniería de Software, por citar algunos ejemplos).

- La expresión clara de las ideas debería exigirse (y enseñarse previamente!) en las instancias de evaluación oral de cualquier asignatura.

Condiciones de Aprendizaje

En estas asignaturas, las condiciones de aprendizaje promueven escasamente el aprendizaje significativo. Mayormente repetitivas, las estrategias de enseñanza de los profesores no logran generar interés en los alumnos, salvo excepciones logradas como producto del trabajo conjunto entre cátedras específicas y cátedras de formación, por ejemplo: “firma digital” como tema visto desde la cátedra de Seguridad en los Sistemas de Información y desde la cátedra de Legislación Informática.

Hay muchos ejemplos de integración de conocimientos para lograr un aprendizaje significativo que van desde el desarrollo de un mismo trabajo práctico en cátedras diferentes, pasando por los trabajos integradores por área, hasta llegar al proyecto de grado e incluso a los proyectos de investigación en los que participan alumnos. Pero la mayoría de estas actividades involucran conocimientos y competencias “técnicas”, por lo que se debería buscar esos puntos de conexión entre las “asignaturas ignoradas” y las “asignaturas necesarias” **desde las competencias no técnicas**.

5. Necesidad de un aprendizaje comprensivo

La currícula de la carrera de Ingeniería en Informática debe mirarse desde dos aspectos.

¹⁷ SGICSE/SIGCUE ITICSE'97, Granger Mary. J. y otros, *Using information technology to integrate social and ethical issues into the computer science and information systems curriculum*, Reports and Supplemental Proceedings, ACM Press, 1997.

- 1) La enseñanza de la ingeniería propone no sólo el “saber”, sino principalmente el “saber hacer”, en consecuencia se enfatizan todos los aspectos (teóricos, prácticos e instrumentales) de las áreas de conocimiento que comprende. Al respecto se destaca especialmente que las competencias de un ingeniero *“...aluden a capacidades complejas e integradas, están relacionadas con saberes (teórico, contextual y procedimental), se vinculan con el saber hacer, están referidas al contexto profesional y permiten incorporar la ética y los valores”*¹⁸.
- 2) El segundo aspecto a considerar es la intención de avanzar en la formación de un profesional –como persona- además de un profesional abocado a las tecnologías y su aplicación. Considerando la definición del perfil del profesional de la ingeniería propuesta por el CONFEDI, que lo define como:

“Un balance equilibrado de conocimientos científicos, tecnológicos y de gestión, con formación básica humanista, son los ingredientes fundamentales del currículo de Ingeniería.

Los egresados de carreras de ingeniería deben tener una sólida formación general, que les permita adquirir los nuevos conocimientos derivados del avance de la tecnología”.

Esta propuesta se basa en que el ingeniero no es sólo un profesional técnico, sino que su formación debe incluir además un componente humanístico de valor equivalente al de los otros componentes (científico-tecnológico-de gestión). El segundo párrafo por su parte, anuncia que el futuro profesional debe estar dispuesto y capacitado para la formación permanente.

De manera que el modelo de aprendizaje comprensivo es de plena aplicación en este caso. Es más, el ingeniero es un profesional que resuelve PROBLEMAS, de manera que hay plena coincidencia en focalizar los procesos de enseñanza en la solución de problemas.

6. Estrategias para generar conocimiento significativo

Se entiende que es necesario cambiar en el alumno la concepción de que hay asignaturas de “estilo” e “ignoradas”, pues todas ellas aportan a su formación profesional. Si bien las asignaturas específicas

¹⁸ Consejo Federal de Decanos de Ingeniería (CONFEDI), *Desarrollo de Competencias en la Enseñanza de la Ingeniería Argentina*, Argentina, Agosto 2006. Ver en www.confedi.org.ar.

de la carrera definen el núcleo central de la formación, si no se incluye en ella una visión humanística y social no será posible lograr el profesional de la ingeniería que se pretende.

¿Cómo se logra esto? No es una cuestión que se puede mirar desde un único punto de vista. En realidad, se requiere la conjunción de estrategias que apunten a diferentes focos: la visión que el alumno tiene de la carrera, la visión que el **docente** tiene de la carrera, la interrelación horizontal y vertical de contenidos apuntando a la generación de competencias actitudinales (las conceptuales y procedimentales ya están) y el proceso educativo por supuesto¹⁹.

Pero una línea de bajada en referencia a la temática que se está tratando aquí, consiste en idear las formas en que se puede tratar la cuestión desde el punto de vista de las estrategias para conocer las dificultades de aprendizaje, analizar las causas e intentar a posteriori que la situación pueda revertirse.

6.1. Identificación del problema y sus causas

Si se tienen presentes las características del proceso educativo propuesto por Pozo, se entiende que las dificultades del aprendizaje no pueden “mirarse” desde una sola óptica. Se debería comenzar por conocer las causas y el problema de las actuales condiciones de aprendizaje mediante acciones que abarquen dos aspectos sustanciales:

Primeramente debemos comprender la diversidad de nuestros alumnos, no son todos iguales, cada uno de ellos puede tener diferente bagaje previo cuando llegan a nuestra clase y además, diferentes formas de aprender. De manera que la lógica indica que primero debería **conocer a mis alumnos**, luego trabajar con aquellos que tienen dificultades de aprendizaje desde una visión integral que involucre a toda la actividad educativa. Entre las actividades que posibilitaría conocer a los alumnos y su contexto se proponen:

- Actividades para saber cómo aprenden los alumnos (¿por comprensión?, ¿por repetición?)

¹⁹ La lista se puede ampliar para incluir aspectos más generales como las políticas educativas, los recursos disponibles, etc.

- Actividades para saber cómo organizan sus estudios (¿estudian de libros?, ¿de apuntes?, ¿cuántas horas?, ¿solos o en grupo? etc.)
- Actividades para saber cuáles son sus conocimientos previos (¿conceptos básicos aprendidos?, ¿conceptos básicos no aprendidos?, ¿por que?)
- Actividades para identificar exactamente dónde está el problema de aprendizaje (¿en el alumno?, ¿en el docente?, ¿en el método de enseñanza?, ¿en el método de aprendizaje?, ¿en el tema que se está enseñando?, ¿en los recursos tecnológicos utilizados?, etc.)

En segundo lugar, debemos comprender también que los profesores no somos todos iguales y que, al igual que nuestros alumnos, cada uno de nosotros puede tener diferente bagaje previo cuando llegan a la clase y además, diferentes formas de enseñar. De manera que corresponde entonces **conocer a los docentes**, para recién trabajar con aquellos que no promueven el aprendizaje comprensivo. Entre las actividades que se podría proponer están:

- Actividades para saber cómo enseñan los docentes (¿para el aprendizaje por comprensión? ¿para el aprendizaje por repetición?)
- Actividades para saber cómo organizan su cátedra (¿clases expositivas? clases de formación experimental?²⁰, ¿qué bibliografía utiliza?, ¿planifica sus clases? etc.)
- Actividades para saber cuál es su formación docente (¿está formado pedagógica y didácticamente?, ¿conoce y aplica diferentes instancias de enseñanza? etc.). Aquí cobra especial importancia los aspectos no explícitos del currículo -el denominado curriculum oculto- porque el docente inconscientemente está transmitiendo valores y actitudes que los alumnos observan y aprenden.

²⁰ La formación experimental en ingeniería comprende el desarrollo de actividades en laboratorio y/o campo que permita desarrollar habilidades prácticas en la operación de equipos, diseño de experimentos, toma de muestras y análisis de resultados, así como la utilización de software específico para la resolución de problemas de la ingeniería (PROYECTO ESTRATÉGICO DE REFORMA CURRICULAR DE LAS INGENIERÍAS 2005 – 2007, Consejo Federal de Decanos de Ingeniería - Argentina, 2005. Ver en www.confedi.org.ar)

- Actividades para identificar exactamente dónde está el problema de aprendizaje (¿en el alumno?, ¿en el docente?, ¿en el método de enseñanza?, ¿en el método de aprendizaje?, ¿en el tema que se está enseñando?, ¿en los recursos tecnológicos utilizados?, etc.)

6.2. Acciones Remediales Propuestas

Luego de comprendido el problema en su integralidad, el paso siguiente consiste en generar las **relaciones entre la enseñanza y el aprendizaje**, que señalarían el camino para llegar desde el dato o información inicial al conocimiento significativo, de manera que el camino entre lo que se enseña y lo que se aprende sea más eficiente. Algunas de estas pautas pueden incluir:

- Comprensión (incorporación, in-corpore) del perfil profesional de la carrera por parte de todos los integrantes del proceso educativo (docentes, alumnos, gestores de la carrera).
- Comprensión (incorporación, in-corpore) de la relación entre las distintas disciplinas mediante la aplicabilidad de unas sobre otras (física aplicada a transmisión de señales digitales por ejemplo).
- Definición de las situaciones de aprendizaje con una estructura formal (con objetivos, planificación, diseño instruccional y evaluación).

A partir de allí se podría **generar una nueva cultura en el proceso educativo** orientado al aprendizaje comprensivo, con énfasis en:

- la integración de los nuevos conocimientos con los saberes previos del alumno,
- la promoción de un esquema dialógico como estructura de trabajo en el aula para que el alumno “aprenda a aprender”,
- la revisión de las actividades de enseñanza para que expresen con claridad la relación entre la teoría (conceptos o saberes), la práctica (procedimientos) y las estrategias comprensivas (comportamientos).

- la potenciación de las capacidades para buscar, seleccionar e interpretar información a partir de la incorporación en las cátedras de las tecnologías informáticas de las cuales el alumno es muy amigo.
- la aplicabilidad de las ciencias básicas (matemática, física y química) para que no resulten un conocimiento encerrado en sí mismo sino que pueda servir de “puente” entre la ciencia y la tecnología.
- la transversalidad de las asignaturas de formación humanística, social y comunicacional dentro de la currícula de la carrera, no como islas o espacios autónomos con una identidad propia, sino íntimamente relacionadas con los conocimientos que el alumno está desarrollando en ese momento en las materias específicas, potenciando la relación entre todos estos espacios de conocimiento.

Conclusiones

El trabajo no está terminado, recién se inicia. Hasta aquí sólo se ha logrado “abrir la puerta y meter la cabeza”, y queda mucho por analizar todavía.

Sin embargo, ha resultado una experiencia muy enriquecedora que me permitió “mirar” de una manera diferente el acto de educar, esbozando una idea que explique las dificultades del aprendizaje y proponga sus posibles soluciones, y visualizando en un contexto real lo amplio y complejo que resulta el proceso de enseñanza-aprendizaje.

Bibliografía

J.I. Pozo Muncio, M. M. Sanz y M.P. Pérez Echeverría, *Aprender para Comprender y Construir Conocimiento*, Editorial Santillana Docentes, 2006.

Facultad de Ingeniería en Informática, Universidad Católica de Salta, *Plan Estudios de la carrera de Ingeniería en Informática*, Argentina, 2002.

Consejo Federal de Decanos de Ingeniería (CONFEDI), *Proyecto Estratégico de Reforma Curricular de las Ingenierías 2005 – 2007*, Argentina, 2005, www.confedi.org.ar.

Facultad de Ingeniería e Informática, *Informe de Autoevaluación Institucional*, Octubre 2006.

ACM/IEEE-CS Joint Curriculum Task Force Report. *Computing Curriculum 1991*. ACM Press (Association for Computing Machinery), 1991.

SGICSE/SIGCUE ITiCSE'97 Working Group, Granger Mary. J. y otros, *Using information technology to integrate social and ethical issues into the computer science and information systems curriculum*, Reports and Supplemental Proceedings, ACM Press, 1997.

Consejo Federal de Decanos de Ingeniería (CONFEDI), *Desarrollo de Competencias en la Enseñanza de la Ingeniería Argentina*, Argentina, 2006, www.confedi.org.ar.