

4. REFERENCIAS

- [1] C. Labriola, R. Pérez, M. Ávila; "Factibilidad de una Central Eléctrica Escuela de combustibles combinados en Neuquén", *HYFUSEN*, San Juan, Junio 2009.
- [2] C. Labriola (Director); Proyecto de Investigación y Desarrollo FAIN 160: "Central Eléctrica Escuela a partir de Recursos Renovables Combinados". *Grupo G.E.S. de la FIUNCo*. Aprobado en marzo 2010 con alta calificación de evaluadores externos y mención por innovación. Período 2010-2012.
- [3] González, L.; Moya, M.; Tesis de grado: "Estudio de Optimización Técnico-Económica en el uso de la Energía Eléctrica en la FIUNCo" *Departamento de Electrotecnia, Facultad de Ingeniería, UNCo*. 2008-2009.
- [4] C. Labriola; Tesis de Maestría: "Study of Darrieus-Troposkien rotor for gust of wind regime in Patagonia, Argentina", Calificación: A con mérito, *University of Reading, Berkshire, Reino Unido*, 12/2000.
- [5] C. Labriola, J. Lässig, "Taller de Energía renovable y Eficiencia Energética" organizado por Comité de expertos de FIUNCo. *Reunión Nacional tipo Taller de Expertos de Energía Renovable y Eficiencia Energética* para propuestas de proyectos para el Bicentenario de carácter de desarrollo social, industrial y agropecuario. Legislatura de Neuquén, septiembre 2009.
- [6] C. Labriola, R. Pérez, D. Simone, "Articulación vertical y horizontal de asignaturas de las Carreras de Ingeniería Eléctrica e Ingeniería Electrónica", *Plan de Mejoras de la FIUNCo – Ing. Eléctrica y Electrónica*, CONEAU 2006.
- [7] C. Aguilera, C. Labriola; "Estimated CO₂ avoided per MW by Wind Energy Installation on Patagonia Argentina, using LCC análisis and Energy Balance", *XI World Renewable Energy Congress*, Glasgow, Escocia, Reino Unido, Julio 2008.
- [8] Labriola, C., Sierra, E.; "Energía rtenovable, un tema para Motivación en la Educación Formal. *ASADES*, Facultad Regional Buenos Aires, Noviembre 2006.
- [9] Sierra, E., Labriola C., Hosian A., "Hacia un Modelo de Desarrollo Cognitivo del Estudiante en el Área de Conocimiento Tecnológico asociada a la Electricidad, la Electrónica y la Robótica", *ENIDI*, Facultad Regional Mendoza-UTN, Mendoza Noviembre 2009.
- [10] Cardona, O.; "Midiendo lo Inmedible", *6th Open Meeting of the Human Dimensions of Global Environmental Change Research Community*, Universidad de Bonn, 2005
- [11] Bignoli A., Ferraris I., de la Canal M. Daniel, "La Incertidumbre en el Ejercicio Profesional de la Ingeniería", *Ed Alsina*, Buenos Aires, 2003
- [12] Ferraris I., de la Canal M. Daniel; "Vulnerabilidad Del Contexto De Una Obra De Ingeniería: Análisis Y Evaluación Desde Una Perspectiva Holística", *Actas XX Jornadas Argentinas de Ingeniería Estructural*, Mar del Plata, 2006
- [13] Blockley D., Godfrey P.; "Doing It Differently", *Ed. T. Telford*, 2000
- [14] Koestler A.; "The Ghost in the Machine", *Ed. Arkana*, 1967
- [15] Klir G., Yuan B.; "Fuzzy Sets and Fuzzy Logic: Theory and Application", *Prentice Hall*, 1995.

Si hubiera alguna desviación inicial, esta se va transmitiendo en forma ascendente a través de todo el proceso de cálculo.

Es conveniente calibrar parcial o totalmente el árbol jerárquico, a fin de detectar o verificar situaciones que pueden no ajustarse a la realidad. Esta operación se puede realizar tomando valores límites o característicos que establezcan bordes al problema y que sean de aceptación general. Estas serían parte de las hipótesis de partida con las que se construyó el árbol jerárquico.

También, se puede establecer un control "nivel a nivel", para salvar, solucionar o atenuar posibles resultados parciales no coincidentes con la realidad.

El valor obtenido del holón **F. No técnicos** mediante la metodología propuesta es válido para el tiempo t para el que fue realizado. Los estados de definición del problema pueden variar con el tiempo, por lo que los valores hallados se deben tomar como instantáneos [11].

La integración de los factores técnicos y no técnicos permite obtener el nivel de riesgo del proyecto. Sin embargo toda la estructura jerárquica es la herramienta que permite visualizar el problema en un todo y al mismo tiempo en cada uno de sus holones. La idea central es poder detectar posibles problemas, dónde se producen y poder intervenir para prevenir situaciones críticas. El objetivo principal no es encontrar un valor del riesgo sino contar con una herramienta, que en conjunto con otras pueda contribuir a la toma de decisiones.

6. CONCLUSIONES

- Se ha propuesto el Análisis de Riesgo aplicado a un proyecto en ejecución de una Central Eléctrica Escuela para la enseñanza de la operación, mantenimiento y nuevas tecnologías en generación de energía eléctrica con combustibles combinados renovables.
- Para lograr la implementación de este proyecto no sólo los recursos tecnológicos y técnicas son necesarios, sino también la generación de RRHH son también relevantes para el proyecto. Todos estos recursos aplicados permitirán obtener a su vez RRHH para las empresas del medio energético en la región y en el país, habiendo participado en la metodología de trabajo propuesta en diferentes formas y grados de responsabilidad.
- La amplitud en el espectro de decisiones a tomar para la ejecución de este proyecto va desde lo tecnológico pasando por lo académico y hasta llegar a lo político interno de la Institución que lo realiza. Es de destacar la prioridad que las autoridades de la Facultad le están dando al desarrollo de las Fuentes de Energía Renovable priorizando la necesidades de los Grupos de investigación que están en estos temas.
- Se presenta una metodología de evaluación del riesgo que tiene en cuenta factores técnicos y no técnicos que posibilita la incorporación de información de distintas fuentes, naturaleza y precisión.
- La subjetividad presente en la evaluación de los factores no técnicos puede ser controlada nivel a nivel permitiendo que se explore cada parte como un todo en sí mismo que integra a su vez procesos de mayor generalidad.
- El mapa de riesgo que se obtiene, brinda información sobre la evaluación realizada que puede ser útil en la toma de decisiones. Permite detectar problemas y sus causas que pueden orientar en la solución de los mismos.
- Esta metodología es aplicable no sólo a estructuras de RRHH para desarrollo de tecnología y técnicas en la Ingeniería sino también a cualquier otra organización para un fin determinado que no necesariamente sea ingenieril.

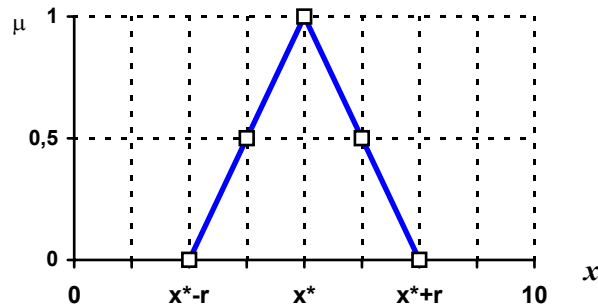


Figura 5 Número Borroso Triangular (NBT)

5. METODOLOGÍA DE TRABAJO

El proceso de evaluación del riesgo, lo realizará un grupo multidisciplinario de expertos. En este caso se trata de los docentes y personal del grupo de trabajo de la FiunCo, que además de sus probados conocimientos técnicos, tienen experiencia propia sobre la realidad de la vida universitaria, con sus características particulares en términos académicos, políticos y presupuestarios. Son convocados y coordinados por el director del proyecto, considerándose a este como la persona que tiene conocimiento del funcionamiento general de la tarea a realizar, además de los demás factores no técnicos comentados. Estos factores, que en muchos casos son aquellos de los que depende la concreción de los proyectos, también son incorporados por los expertos a la evaluación planteada.

Los actores y las actividades que cada uno realiza son:

Expertos: conocen y tienen experiencia probada en la disciplina en la que asesoran.

1. Participan del armado, ajuste y definición del árbol jerárquico general (Riesgo).
2. Elaboran el árbol jerárquico para evaluar los tópicos referidos a su especialidad (variables, ubicación jerárquica, interacciones e influencias). Recolectan y clasifican evidencias tendientes a justificar el valor que asignan.
3. Valoran mediante las etiquetas presentadas en el apartado anterior, el estado de las variables con su incertidumbre asociada.
4. Diseñan acciones a seguir de acuerdo al valor que alcancen las variables a monitorear.
5. Calibran junto al coordinador la estructura jerárquica.

Coordinador: en este caso el director, quien conoce bien el proyecto y su contexto.

1. Presenta el esquema jerárquico inicial.
2. Coordina el armado, ajuste y definición del árbol jerárquico general (Riesgo) definitivo
3. Asesora a los expertos en cuanto al procedimiento a utilizar en la valoración de cada disciplina.
4. Provee las etiquetas (de su interacción y comunicación con los expertos surgirá la uniformidad del proceso).
5. Interpreta los valores obtenidos por cada experto mediante el algoritmo programado.
6. Coteja con cada experto estos valores.
7. Ajusta y calibra el procedimiento

Una vez definido el árbol jerárquico, el proceso de cálculo (realizado por el coordinador) comienza en el nivel más bajo, donde se carga el sistema. El experto asigna valores a las variables utilizando las etiquetas que asocian adjetivos (alto, mediano, bajo, etc.) a una escala numérica.

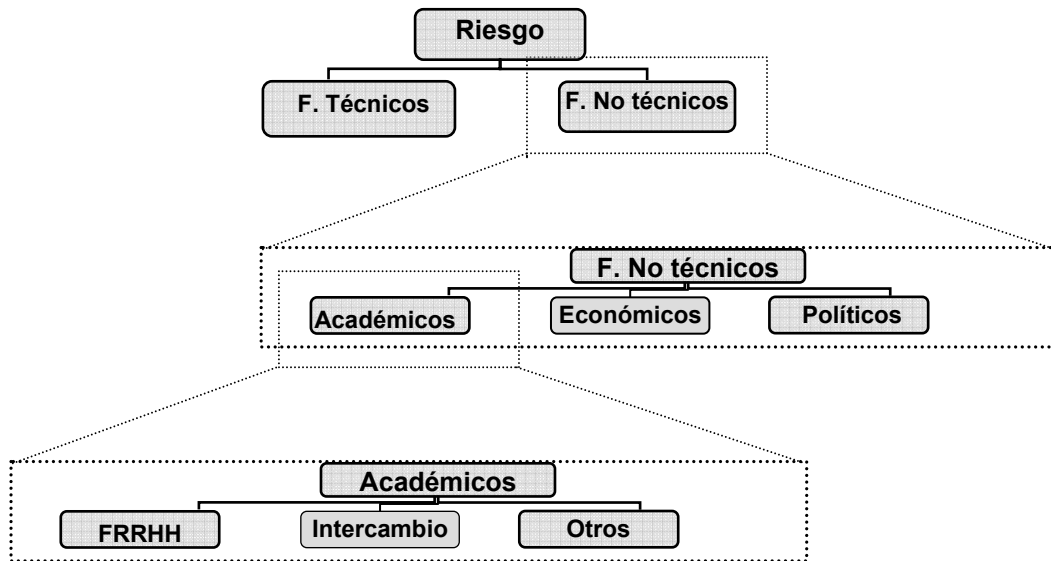


Figura 4 Árbol Jerárquico Holístico

4.2 Herramienta Formal

Los expertos convocados de cada disciplina tienen dos tareas principales:

1. Definir el árbol jerárquico, es decir determinar la “ley del proceso” de su propia disciplina. Esto implica la elección de los factores relevantes, su orden de jerarquía y las *interacciones* entre elementos de un mismo nivel y las *influencias* entre los elementos de los niveles entre sí (de abajo hacia arriba)
2. Asignar los valores iniciales de los factores del nivel más bajo, que en general está basado en evidencia objetiva. Los valores en general son lingüísticos y se utilizarán números borrosos triangulares (NBT) [15] para representarlos. En la Figura 5 se muestra un ejemplo de NBT. En el caso de valores determinísticos el valor asignado tendrá incertidumbre 0. Esta tarea se realiza utilizando etiquetas que permiten establecer la correspondencia entre valores lingüísticos y los NTB. La Tabla 5 muestra un ejemplo de etiquetas que pueden ser utilizadas para la asignación de valores de las variables, interacciones e influencias según el caso como a la incertidumbre asociada a ellos.

Tabla 5 Etiquetas

Calificación de la variable	Moda NBT (x^*)
Pequeña	1
mediana	3
Grande	5

Incertidumbre	Semirrango NBT (x^*-r)
- Pequeña	0
Pequeña	1
+ pequeña	2
mediana	3
+Mediana	4
Grande	5

Los NBT son incorporados a un algoritmo programado basado en la aritmética borrosa [15], que permite obtener los valores de los holones en los distintos niveles del árbol jerárquico. Así, la idea central es poder detectar posibles problemas, dónde se producen y poder intervenir para prevenir situaciones críticas. **El objetivo principal no es encontrar un valor del riesgo sino contribuir a la toma de decisiones**

razonamiento quedarían expuestas para fundamentarlas y de existir arbitrariedad o error en la asignación de algún valor, este se pondría en evidencia. [12].

4. PROPUESTA

En este trabajo se focalizará la atención en la evaluación de los factores no técnicos. La evaluación de los llamados técnicos se realiza siguiendo los procedimientos usuales en ingeniería. El apartado 2. detalla los factores de este tipo relevantes tenidos en cuenta, la evaluación de los mismos realizada al presente y a realizar en el futuro.

A modo de síntesis de lo expresado en el apartado 3 respecto de los factores no técnicos, la Figura 3 muestra el punto de partida, características del modelo necesario para evaluar estos factores y la propuesta de este trabajo.

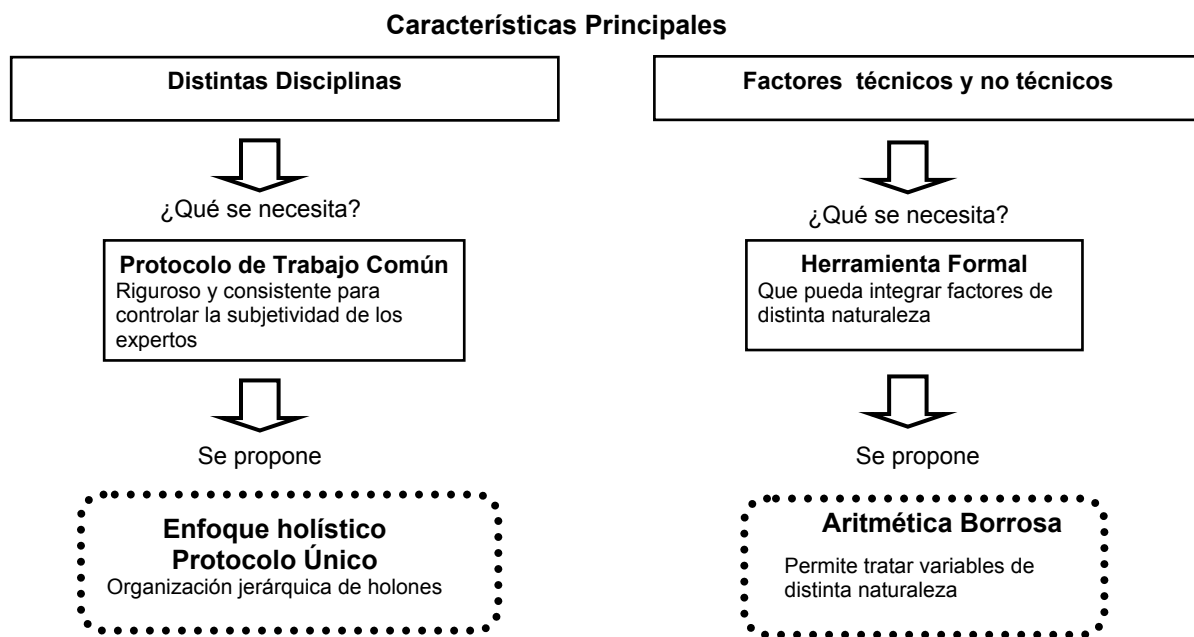


Figura 3 Síntesis de la Propuesta

4.1 Enfoque holístico

Para representar la multidisciplinariedad se propone un enfoque basado en una perspectiva holística. Esta constituye un marco de pensamiento que permite capturar la complejidad de un problema. La idea tiene origen en la biología y en la actualidad se usa para indicar idea de totalidad. El concepto de holón es fundamental en esta concepción [13]. Un holón es un proceso que es un todo en sí mismo y al mismo tiempo es parte de un proceso más general. No debe entenderse que una parte es algo fragmentado o incompleto sino que en sí mismo es un “todo” que al mismo tiempo compone un proceso más amplio del cual es una parte. [14]. La concepción holística está representada aquí por un árbol jerárquico en el que los niveles superiores representan los holones conceptualmente más amplios y complejos, que al mismo tiempo son los menos precisos. A medida que se desciende en la jerarquía, los holones son más específicos, menos complejos y con menor contenido conceptual. La Figura 4 muestra el concepto de estructura jerárquica holística

La evaluación del riesgo plantea problemas complejos. En principio, se trata de una tarea **multidisciplinaria** donde en las partes involucradas influyen factores que van desde los sociales y políticos hasta los técnicos. Cada una de las áreas tiene: sus propios intereses, concepciones, incumbencias, criterios y metodologías de trabajo. Asimismo y dentro de cada disciplina, la información relevante es **variada en cuanto a naturaleza, precisión y fuente**.

En el caso que nos ocupa, se puede observar en las Tablas 1 y 4 los factores relevantes en relación al proyecto planteado. Al analizar la naturaleza de los mismos se los puede clasificar en técnicos (2) y no técnicos (1, 3 y 4).

Cuando se trata de considerar el riesgo, en general los ingenieros suelen concentrarse en el análisis, evaluación y control de los factores técnicos, la parte “dura” del problema. Las incertidumbres asociadas a los mismos son en general aleatorias. Para su tratamiento existen metodologías que permiten alcanzar precisiones importantes. En general se basan en protocolos establecidos y probados y las herramientas formales utilizadas están basadas en la matemática biunívoca (métodos determinísticos o basados en la Teoría de Probabilidad).

Los factores no técnicos, la parte “blanda” del problema, son más dificultosos para su análisis. Las incertidumbres asociadas a ellos son las llamadas epistémicas para cuya modelización no son adecuadas las mismas herramientas que para los factores técnicos. Para su evaluación, lo habitual es recurrir a la opinión de expertos, los cuales basan sus juicios en información objetiva y subjetiva, esta última fundamentada en su experiencia y capacidad profesional [11].

El tratamiento de información subjetiva, presupone la utilización de códigos referenciales preestablecidos que permitan salvar y/o establecer acuerdos frente a disparidad de opiniones o controversias.

Además, cada experto debe controlar su subjetividad, manejando “reglas o mecanismos” sencillos que le permitan ir construyendo las partes del proceso en base a las evidencias disponibles.

Se trata de encontrar, diseñar o formular “herramientas” para controlar y verificar, parcialmente y durante el proceso de cálculo, los valores asignados.

En las ciencias duras para obtener el valor de una magnitud y que éste sea *objetivo*, se requiere de la existencia de un *instrumento de medición*, un *proceso de medición* y una *unidad de medida*. En los tres casos se trata de convenciones adoptadas con un fin: encontrar el valor cuantitativo de una magnitud. Esto justamente es lo que lo convierte en objetivo.

Los patrones de medición surgen por la necesidad de tener un mismo código de evaluación y comparación de magnitudes. Como cualquier código de comunicación están basados en una convención. Se buscan patrones que sean no solamente invariantes y accesibles, sino que tengan adecuada resolución y apreciación.

Cualquier patrón debe poder ser empleado por cualquiera que desee comparar un instrumento de esa magnitud. Esta característica le da valor de *código* en la interpretación de la magnitud en cuestión.

En este trabajo para controlar y acotar la subjetividad propia de cada experto se les proveerá de un protocolo de trabajo único y concreto con pautas definidas. Este permitirá a cada uno describir, socializar, comparar y fundamentar, no sólo el valor que asignan a las variables relevantes sino también explorar la información en las que basó su asignación. Asimismo los expertos podrán revisar el protocolo de trabajo para ajustarlo o “calibrarlo”. Esto ciertamente, no convierte el juicio experto en un valor objetivo, pero acota significativamente su subjetividad. En el caso que existieran opiniones diferentes, las líneas de

2.3. Trabajos a Futuro:

Habiendo detallado la propuesta y lo desarrollado hasta el momento se establecen las tareas a futuro a realizar tomando el año 2010 como año de iniciación del proyecto en forma integral.

Tabla 4 Detalle de tareas trianuales a realizar para la concreción de la CEECRC

Aspectos	Año 1	Año 2	Año 3
1-Política Universitaria	<ul style="list-style-type: none"> • Cercado égido para el PFER. • Definición dlugar para generación térmica • Declaración de Interés Académico de proyecto CEECRC por CD de la FIUNCo 	<ul style="list-style-type: none"> • Direccionamiento del presupuesto de gastos de Energía Eléctrica como becas para operación de la CEECRC 	<ul style="list-style-type: none"> • Aprobación de turnos rotativos de operación de CEECRC a modo de becas estudiantes.
2- Técnicos	<ul style="list-style-type: none"> • Ingeniería de detalle de turbina Eólica Darrieus Troposkein 5kW • Ingeniería de Detalle de turbina hidráulica de 5kW • Escalado y diseño de turbina Eólica de Darrieus-Troposkein de 50kW. • Diseño de grupo turbo-generator dual de 50kW de generación síncrona. • Redacción de manuales de operación de Turbina Eólica y Turbia Hidráulica. • Redacción de Manuales de operación de Grupos generadores térmicos. • Diseño de tablero de conexión y transferencia de energía a la red de la FIUNCo • Diseño de hardware del sistema informático de control y supervisión. • Organización de los turnos de instalación de equipos con certificación de tareas a los alumnos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Construcción de tablero de transferencia • Construcción e instalación de Turbina Darrieus-Troposkein 5kW. • Construcción e instalación de Turbina Darrieus-Troposkein 5KW. • Diseño de grupo turbo-generator dual de CC de 50kW • Instalación de grupo turbo-generator dual de 50kW de generación síncrona. • Instalación del sistema de comunicaciones FO-FM-OP. • Instalación del sistema informático de control y supervisión. • Organización de los turnos rotativos de operación y supervisión de la generación de la CEECRC. • Evaluación de CO2 evitado [7]. 	<ul style="list-style-type: none"> • Instalación de grupo turbo-generator dual de CC de 50kW. • Redacción de las Órdenes de servicio y calidad para la operación de la CEECRC. • Ensayos de los sistemas electromecánicos de ICEECRC • Inicio de operación de la CEECRC • Análisis de fallasy determinación de equipos críticos para aplicación de mantenimientos tipo RCM y TPM.
3- Económicos	Adquisición por compra o donación de: <ul style="list-style-type: none"> • Motor dual de 70HP por compra o donación. • Armadura de bases, columnas, chapas y perimetral de galón para central térmica. • Rotores de miniturbinas hidráulicas. • Materiales para rotores de turbinas Darrieus • Equipamiento informático y de comunicaciones • Materiales de arriostamiento, multiplicador y accesorios mecánicos para Turbina Darrieus de 5kW. • Material conductor y aislante para rotor de Máq. de CC. 	Adquisición por compra o donación de: <ul style="list-style-type: none"> • Motor dual de 70HP por compra o donación. • Tablero de transferencia. • Materiales conductores de interconexión eléctrica. • Contratación de MdeO de instalación de canalización y cableado de interconexión. • Contratación de MdeO para instalación de SET Bt/MT demostrativa. • Materiales de arriostamiento y accesorios mecánicos para Turbina Darrieus de 50kW. 	Adquisición por compra o donación de: <ul style="list-style-type: none"> • Sistemas de control de tensión. • Sistemas de control de velocidad. • Paneles Fotovoltaicos de 1kW de potencia instalada. • Sistema de control de arranque y frenado de turbina Darrieus de 50kW. • Sist. Conversión CC/CA de 50kVA.
4- Académicos y FRRHH	<ul style="list-style-type: none"> • Desarrollo didáctico de la operación de la CEECRC [8]. • Ídem procedimientos mantenimiento [9]. 	<ul style="list-style-type: none"> • Presentación de trabajos sobre el diseño final de la CEECRC 	<ul style="list-style-type: none"> • Propuesta: creación del Instituto de Estudios de FER

3. ANÁLISIS DE RIESGO

Se presenta en este trabajo un análisis del riesgo para llevar a cabo el proyecto. El concepto de riesgo siempre está asociado con el futuro, con posibilidades, con eventos que aún no han sucedido. El riesgo es una consecuencia natural de la incertidumbre y es inherente a todas las actividades humanas.

La necesidad de hacer manifiesto el riesgo es fundamental para incidir en las decisiones, para que se le reconozca y se convierta en una preocupación para alguien. Sin su reconocimiento no hay decisión, pero el riesgo es un concepto extraño, representa algo irreal, en tanto que está siempre relacionado con azar, con posibilidad, con algo que aún no ha sucedido [10].

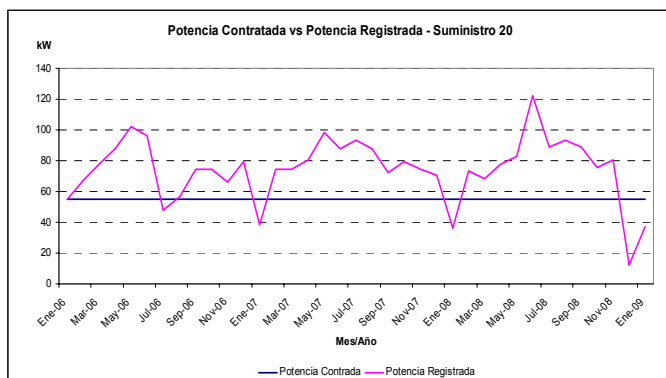


Figura 1 P. max. y P.contr. vs tiempo [3].

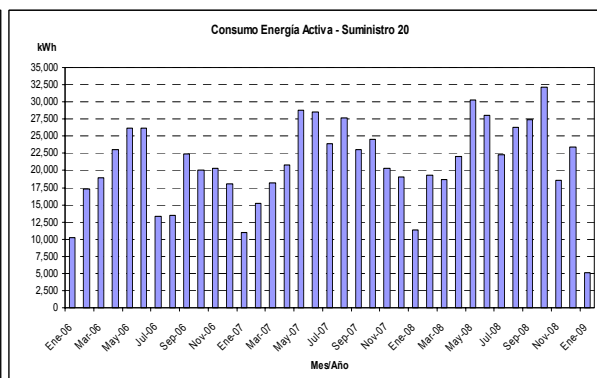


Figura 2 Energía consumida 2006-2009 [3].

Tabla 2 Demanda y generación de la FIUNCo

Caso	Procedencia	Periodo de instalación estimado		
		1º Año	2º Año	3º Año
Carga Acumulada (kW)	FIUNCo Max.	120	135	150
Generación disponible (kW)	PEFER	5		1
	DE	5	50	50
	Total Acumulado	10	60	110
% Gen./Dem.		8,3%	44,4%	73,3%

2.2. Consolidación del proyecto:

Para consolidar el proyecto a través de una evaluación mediante referato externo se lo ha sometido no sólo por medio de trabajos a congresos [1], sino también mediante un Proyecto de Investigación y Desarrollo (PID) de Ingeniería Aplicada el cual fue presentado en el ámbito de la FIUNCo [2] y ha sido recientemente aprobado (marzo 2010) con alta calificación, con mención a su propuesta innovadora respecto de la enseñanza de la ingeniería en el ámbito nacional.

Las tareas de diseño y factibilidad técnica se comenzaron durante el 2009 como trabajos de alumnos de grado y postgrado, que se detallan en Tabla 3.

Tabla 3 Detalle de proyectos para la Central de Combustibles Renovables Combinados [6].

Tema	Tipo de proyecto	Desarrollo
Sistema de adquisición de datos	Hardware y detectores para adquisición de datos, control y protecciones para CEECRC.	Trabajo Práctico de cátedra "Sistemas controlados por computadora".
Control y supervisión del proceso	Pantallas de control y supervisión del proceso de conversión energética.	Trabajo Práctico de cátedra "Sistemas controlados por computadora".
Sistema de Comunicaciones	Comunicaciones por Fibra óptica, Onda Portadora y FM a sala de control.	Trabajo Práctico de cátedra "Comunicaciones".
Generador de Imanes permanentes	Generadores síncronos de Imanes permanentes en CA.	Trabajo Práctico de cátedra "Máquinas Eléctricas I".
Electrolizador	Factibilidad técnico económica de disponer de electrolizador de 50kW.	Trabajo Práctico de cátedra "Energía renovable y Medio Ambiente".
Generación de Biogas	Factibilidad Técnico económica de uso de biogas mediante desechos orgánicos FIUNCo.	Trabajo Práctico de cátedra "Energía renovable y Medio Ambiente".
Generación de Biodiesel	Análisis del proceso de obtención de Biodiesel mediante colza transgénica australiana.	Trabajo Práctico de cátedra "Energía renovable y Medio Ambiente".
Aspas de Turbina Darrieus	Desarrollo constructivo de aspas para turbina eólica de 5kW – Perfil NACA0024.	Trabajo Práctico de cátedra "Energía renovable y Medio Ambiente".
Control de frenado de Turbina Darrieus	Sistema de control para frenado aerodinámico de turbina Darrieus-Troposkien de 5KW.	Tesis de grado FIUNCo – carrera Ing. Electrónica.
Análisis Ambiental	Evaluación del CO2 evitado por generación de electricidad en la CEECRC.	Tesis de Maestría en ejecución Por Ing. Alejandro Palavecino.
Regulación de velocidad	Análisis del regulador de velocidad de turbina hidráulica y grupos generadores con motores.	Trabajo Práctico de cátedra "Máquinas Eléctricas I".
Regulación de tensión	Análisis del regulador de tensión para turbina hidráulica y grupos generadores con motores.	Trabajo Práctico de cátedra "Máquinas Eléctricas I".
Protecciones eléctricas	Instalación y verificación de funcionamiento de protecciones de generación.	Trabajo Práctico de cátedra "Máquinas Eléctricas I".

El Proyecto de la Central Eléctrica Escuela con Combustibles Renovables Combinados (CEECRC) representa un tema muy novedoso en el ámbito Universitario de nuestro país ya que este tipo de temas siempre se esperó que lo realizaran las empresas energéticas. La riqueza de generación de conocimiento en tecnologías y técnicas de Ingeniería, como así también de procedimientos y órdenes de servicio de operación son de relevancia para el ámbito académico en su relación con el medio tecnológico en el cual trabajan las empresas del mercado electromecánico de generación eléctrica. A partir del punto anterior y las etapas a futuro se plantea la ejecución de este proyecto a partir de los aspectos de Tabla 1.

Tabla 1 Aspectos analizados.

Aspectos	Disponible	A futuro
1- Políticos Universitarios	<ul style="list-style-type: none"> • Decisión política de instalación del PEFER. • Decisión en DE de generación eléctrica con el equipamiento disponible. 	<ul style="list-style-type: none"> • Gestión de recursos materiales y económicos para complementar el equipamiento disponible.
2- Técnicos	Disponibilidad de: <ul style="list-style-type: none"> • Desarrollo de Turbina Eólica de Eje vertical tipo Darrieus-Troposkien (TEDT) de 5-20kVA [4]. • Desarrollo de Miniturbinas hidráulicas de 5-10kVA • Generador de CA: 30kVA y de CC: 50KW. • Máquinas asincrónicas (cant.: 2) de 20kVA cada una de eje vertical. • Generador Estructura para instalación de la central térmica. • Trafo. 3x380V/13,2kV . 	Necesidades a futuro de: <ul style="list-style-type: none"> • Desarrollo de rotor de TEDT con generación asincrónica de 50kW [4]. • Necesidad de motor de combustión interna dual (gas-gasoil) para arrastre de generador 40kVA. • Paneles fotovoltaicos de potencia inst. hasta 1kW. • Sistema de conversión de CC/CA de hasta 50kW. • Control de generación (CAG) combinada (viento, biocombustibles, sol, agua).
3- Económicos	<ul style="list-style-type: none"> • Afianzamiento de los grupos de trabajo por servicios y disponibilidad de recursos para el desarrollo de investigación aplicada [5]. 	<ul style="list-style-type: none"> • Participación en concursos de financiación de proyectos del Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva.
4- Académicos y formación Recursos Humanos (FRRHH))	<ul style="list-style-type: none"> • Disponibilidad en FIUNCo de trabajo de distintos grupos de investigación en FER y acumulación de Energía. • Generación de RRHH académicos, técnicos, y de los alumnos se capacitarán con práctica in situ y generación FER 	<ul style="list-style-type: none"> • Intercambio y trabajo en conjunto con otros grupos en el país con temáticas convergentes con el proyecto. • Habilitar el sistema de generación combinada como Central Eléctrica Escuela de Generación.

2.1. Formulación del proyecto:

Análisis de Potencia disponible: Desde fines del año 2007 se viene trabajando por la concreción del Parque de FER para ensayos de equipamiento, lo cual permitirá poner una potencia instalada inicial de hasta 1KVA que en un año serán hasta 5kVA. Se agregaría a largo plazo 1kW fotovoltaico [2]. Por otro lado la generación térmica-eólica a instalar por el DE estará inicialmente comprendida entre 5kVA hasta 50kVA (mediano plazo) y otros 50kVA en largo plazo [2].

Análisis de demanda: Las demandas del edificio de la FIUNCo se pueden apreciar en las Figuras 1 y 2. La primera indica el gráfico de evolución del pico de potencia máximo registrado frente a la potencia contratada, y el segundo la evolución de la demanda en kWh.

En la Figura 1 se puede observar un pico de demanda de 120kW, frente a una potencia máxima declarada de 55kW. En Figura 2 se puede observar una demanda máxima de 32kWh que dividido por las horas del mes nos daría una potencia necesaria de 42kW. En la Tabla 2 se aprecia el crecimiento de la demanda estimada en la FIUNCo (11,2% promedio anual) y la generación a instalar en el tiempo, destacándose los ítems de cada caso que son Demanda Máxima Estimada, Generación Disponible que se irá incorporando según el plazo, y el % de Generación sobre Demanda máxima.

1. INTRODUCCIÓN

A partir del año 2009 se propuso en el ámbito del Departamento de Electrotecnia (DE) de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional del Comahue (FIUNCo) el diseño e instalación de una Central Eléctrica Escuela con generación de energía a partir de Combustibles renovables Combinados. Esta propuesta se originó en el Grupo de Energía y Sustentabilidad (GES) del mencionado departamento. Este proyecto se puede concretar no sólo con la disponibilidad de dichas fuentes de energía (Eólica, Solar, Biomasa y Minihidráulica), sino también con una gran cantidad de equipamiento disponible en el Laboratorio de Máquinas Hidráulicas y en el Departamento de Electrotecnia, donado en las últimas décadas por empresas privatizadas y del petróleo, con posibilidad de ser puestos en servicio. Para lograr desarrollos en Fuentes de Energía Renovable se concretaron acciones a partir del 2007 mediante la propuesta del Laboratorio de Máquinas Hidráulicas (LAMHI) de realizar un Parque de Ensayos y Pruebas de convertidores de energía a partir de Fuentes de Energía Renovable (PEFER). Se gestionó la utilización de un predio definido sobre la barda (meseta) dentro de égido de la UNCo. Además la FIUNCo, dispone de desarrollos propios en Energía Eólica para zonas de ráfagas y prototipos de minicentrales-hidráulicas. En el predio mencionado se localizarán la generación Eólica y Minihidráulica, que sumada a la generación térmica que se dispondrá a partir del uso de Biocombustibles/Hidrógeno con el equipamiento del DE, permitirá incrementar la potencia instalada total. Estas acciones están pensadas en un plan de 3 años para lo disponible y 5 años para lo que necesite adquisición o solicitud de donación [1].

1.2 Antecedentes:

Durante la década de los 1980s nació la idea de una Central Eléctrica Escuela tomando como referencia la existente en el Instituto de Energía Eléctrica de la Universidad Federal de Méjico, (IEE), la cual es una central termoeléctrica de 40MW de calderas intercambiables, con la finalidad de desarrollo de materiales especiales para calderas y accesorios, dada la calidad de petróleos sulfurosos que se extrae en Méjico [1]. Por otro lado, a partir de las privatizaciones de servicios, las nuevas empresas necesitan mano de obra calificada para la operación de sus centrales hidráulicas y térmicas de la región Comahue. También desde 2003 en adelante se comienza a desarrollar una conciencia a nivel nacional de valorización de las FER y el Hidrógeno por la escasez de hidrocarburos en el mercado local. Con esta realidad, las necesidades de las empresas detectadas por la FIUNCo son diferentes del proyecto mejicano. Por ello algunas cátedras ven, como parte de los temas de las asignaturas, la pertinencia de concentrar la generación del conocimiento en la operación y mantenimiento de centrales convencionales y de convertidores de FER (eólico, solar, biomasa, hidráulica) [1].

Es de destacar que ante la crisis presupuestaria de las Universidades declarada en 2008, se desarrolló un estudio de demandas y localización de interconexiones a la red eléctrica de Media Tensión de la UNCo para el análisis de cargas y solictación de nueva potencia disponible para reducción de costos de energía [3]. Esto permitió disponer de un análisis de la demanda y solictud de la disponibilidad de potencia más real al desarrollo de las cargas de la UNCo reduciendo costo de las penalizaciones.

2. DESARROLLO



FORO
DOCENTE
DEL AREA
MECANICA
DE LAS
INGENIERIAS

FoDAMI



II CAIM 2010
Segundo Congreso Argentino
de Ingeniería Mecánica
San Juan - Noviembre 2010

Análisis de Riesgo aplicado a Proyectos de Enseñanza de la Ingeniería

Labriola, C. ¹ Ferraris, I.,

**¹ Grupo de Energía y Sustentabilidad – Facultad de Ingeniería Universidad Nacional del Comahue
Buenos Aires 1400 – Neuquén (4300)**

Tel/Fax: +54-299488305

carloslabriola54@yahoo.com.ar - icferrari@yahoo.com.ar.

RESUMEN

Con la convicción de que se trata de un campo profesional clave para el desarrollo productivo de nuestro país, la Ingeniería como profesión esta siendo solicitada por el sector industrial a partir del desarrollo tecnológico del último lustro. A pesar de la crisis internacional y la globalización, la demanda de Ingenieros con experiencia sigue en aumento: existe en la actualidad déficit de ingenieros. Las acciones de las Facultades de Ingeniería tendientes a la inclusión de alumnos en pasantías y prácticas rentadas en las empresas son cada vez mayores, sin embargo la situación económica general y las regulaciones de trabajo e impositivas condicionan su éxito. Es por ello que algunas facultades han optado por proporcionar la experiencia inicial a sus alumnos en Temas de Ingeniería Aplicada en sus propias instalaciones [1]. Tal es el caso de la Facultad de Ingeniería de la UNCo, Neuquén, que ha propuesto como Proyecto de Investigación Aplicada, una Central Eléctrica Escuela a partir de Recursos Renovables Combinados. Este proyecto que se está realizando desde el 2008 y se ha plasmado como PID [2] en el 2009, requiere por una parte la conjunción de distintas disciplinas y voluntades y por otra parte, la organización y recuperación de equipamiento disponible y por adquirir. La tarea está compuesta por factores técnicos y no técnicos. Para evaluar estos últimos se hace indispensable calificarlos subjetivamente y usar un razonamiento aproximado. Se presenta en este trabajo un análisis del riesgo para llevar a cabo el proyecto. Se propone un enfoque basado en una perspectiva holística utilizando herramientas formales alternativas. El análisis propuesto incorpora al problema todos los factores relevantes de distinta naturaleza. Así, la idea central es detectar posibles problemas, dónde se producen y poder intervenir para prevenir situaciones críticas. El objetivo principal no es encontrar un valor del riesgo sino contribuir a la toma de decisiones

Palabras Claves: Riesgo – Ingeniería – Central Eléctrica -Renovable – Escuela.