

# TESIS DE MAESTRÍA

## MAESTRÍA EN INGENIERÍA EN CALIDAD

### Título:

“Demostrar la viabilidad de la implementación de un Sistema de Gestión de la Calidad, durante la reactivación de la Planta de Enriquecimiento de uranio, Complejo Tecnológico Pilcaniyeu”

Autor: Ing. Carlos Alberto Sanches

Director de Tesis: Mg. Ing. Nicolás Francisco Rona

Co Director de Tesis: Ing. Juan Esteban Bergallo

Buenos Aires - 2018





**UTN.BA**  
**ESCUELA DE**  
**POSGRADO**



*Universidad Tecnológica Nacional*  
*Facultad Regional Buenos Aires*

## **TESIS**

### **Maestría en Ingeniería en Calidad**

**“Demostrar la viabilidad de la implementación de un Sistema de Gestión de la Calidad, durante la reactivación de la Planta de Enriquecimiento de uranio, Complejo Tecnológico Pilcaniyeu”**

**Maestrando:** Ing. Carlos Alberto Sanches

**Director:** Mg. Ing. Nicolás Francisco Rona

**Co-Director:** Ing. Juan Esteban Bergallo

**CABA, 31 de agosto de 2017**



## DEDICATORIA

A Mariana Fangauf, sin cuyo apoyo nada de esto hubiera sido posible.

A mi padre, Carlos, y mis hermanas, Gabriela y Valeria, que siempre están a mi lado a pesar de la distancia.

A Ernest y Gilmar, por su constante compañía a lo largo de todo este trabajo.



## TABLA DE CONTENIDO

<b>DEDICATORIA .....</b>	<b>5</b>
<b>RESUMEN .....</b>	<b>11</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>11</b>
<b>PALABRAS CLAVES .....</b>	<b>11</b>
<b>PRÓLOGO.....</b>	<b>13</b>
<b>LISTA DE ABREVIACIONES.....</b>	<b>21</b>
<b>CAPÍTULO I – INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>23</b>
1.1 Ejes problemáticos del CTP en los inicios en esta fase del proyecto.....	25
1.2. Ejes problemáticos del CTP en la implementación del SGC.....	26
1.3. Objetivos del trabajo de tesis .....	26
1.4. Objetivos generales del Proyecto de enriquecimiento de uranio en el CTP ..	28
1.5. Capítulos del trabajo de tesis .....	29
<b>CAPÍTULO II – CONTEXTO HISTÓRICO DEL COMPLEJO TECNOLÓGICO PILCANIYEU .....</b>	<b>33</b>
2.1. Inicios de la CNEA .....	33
2.2. Cómo surgió el Complejo Tecnológico Pilcaniyeu .....	36
2.3. Establecimiento del Complejo Tecnológico Pilcaniyeu.....	39
2.4. Cómo se instauró el Sistema de Gestión de Calidad en el CTP.....	50
2.5. Cómo se documentó y se llevaron los registros generados en el CTP .....	52
2.6. Década del 90 – Contexto Nuclear y Político .....	54
2.7. Reanudación de las actividades en el CTP.....	56
2.8. Reactivación del Plan Nuclear Argentino .....	57
2.9. ¿Cómo se encontró la documentación en su reanudación? .....	58
2.10. Las problemáticas en la reactivación de la planta .....	59
<b>CAPÍTULO III - CONFORMACIÓN DE LA DIVISIÓN GESTIÓN DE LA CALIDAD DEL CTP .....</b>	<b>61</b>
3.1. Estructura orgánica del CTP – División Gestión de Calidad.....	62
3.2. Política de Calidad de la Comisión Nacional de Energía Atómica .....	63
3.2.1 Política de Calidad del Complejo Tecnológico Pilcaniyeu .....	65
3.2.2 Acciones de la División Gestión de Calidad.....	66
3.2.3 Misión de la División de Gestión de Calidad.....	66
<b>CAPÍTULO IV - DIAGNÓSTICO AL SGC EN EL CTP.....</b>	<b>67</b>
4.1. Metodología Aplicada .....	67

4.1.1 Lista de Chequeo de la norma ISO 9001:2008 .....	68
4.1.1.1 Calificación de la lista de chequeo de la norma ISO 9001:2008 .....	68
4.1.1.2 Análisis de la lista de chequeo de la norma ISO 9001:2008.....	74
4.1.2 Encuesta a las Divisiones del CTP .....	74
<b>4.2. Resultado del Diagnóstico.....</b>	<b>77</b>
<b>4.3. Plan de Acción .....</b>	<b>78</b>
4.3.1 Estrategias de Acción .....	78
4.3.2 Acciones a implementar dentro del SGC .....	79
<b>CAPÍTULO V - CONTEXTO SITUACIONAL DE LOS RRHH DEL CTP .....</b>	<b>83</b>
<b>5.1. Conformación de los Recursos Humanos en el CTP.....</b>	<b>84</b>
<b>5.2. Personal actual del CTP.....</b>	<b>85</b>
<b>CAPÍTULO VI - CAPACITACIONES DE LOS RRHH DEL CTP .....</b>	<b>89</b>
<b>6.1. La importancia de la formación del personal .....</b>	<b>89</b>
<b>6.2. Proceso de la capacitación .....</b>	<b>91</b>
<b>6.3. Detección de las necesidades de la capacitación .....</b>	<b>92</b>
6.3.1. Necesidades de capacitación del CTP .....	92
6.3.2. Diseño y planificación de la capacitación .....	94
6.3.3. Desarrollo de la capacitación.....	95
6.3.3.1. Documentación aplicable que se generó para el desarrollo de las capacitaciones.....	95
6.3.3.2. Naturaleza de la capacitación.....	96
6.3.3.2.1. Capacitación Técnica al personal del CTP.....	97
6.3.3.2.2. Formación del personal del CTP en Gestión de la Calidad.....	97
6.3.3.3. Capacitaciones dictadas en el CTP .....	97
6.3.3.3.1. Capacitaciones: Implementación del Sistema de Gestión.....	99
6.3.3.3.2. Capacitaciones: Implementación del Sistema de Gestión en Laboratorio 107	
6.3.3.3.3. Capacitaciones: Proyecto de Acreditación del Laboratorio - Físicoquímica y Control de Calidad.....	111
6.3.4. Evaluación de la eficacia y mejora de la capacitación .....	114
6.3.5. Conclusión del capítulo .....	118
<b>CAPÍTULO VII - DOCUMENTACIÓN DEL SGC DEL CTP .....</b>	<b>121</b>
<b>7.1. Fundamentos de la documentación del Sistema de Gestión .....</b>	<b>121</b>
7.1.1 Jerarquía de la documentación del Sistema de Gestión de Calidad .....	122
7.1.2 Cómo estructurar la documentación de su Sistema de Gestión de Calidad .....	124

7.1.3 Requisitos normativos de la documentación de la CNEA .....	127
<b>7.2. Contexto de la documentación histórica del CTP .....</b>	<b>129</b>
7.2.1 Evaluación de la documentación histórica .....	132
<b>7.3. Sistema de Gestión de la Calidad en la reactivación del CTP .....</b>	<b>133</b>
<b>7.4. Implementación del sistema de documentación del CTP .....</b>	<b>134</b>
7.4.1 Codificación de la documentación del CTP .....	135
7.4.1.1 Campos de la codificación de la documentación del CTP .....	136
7.4.1.2 Uso y confidencialidad de la documentación.....	137
7.4.1.3 Herramientas aplicadas al acceso de la documentación.....	138
7.4.2 Proceso de reinstauración de equipos e instalaciones .....	142
7.4.3 Adaptación del Sistema de Gestión de Calidad a la norma 17025:2005 ...	143
<b>7.5. Sistema de generación de los documentos – actualidad .....</b>	<b>145</b>
<b>7.6. Conclusión del capítulo .....</b>	<b>148</b>
<b>CAPITULO VIII - EVALUACIÓN DEL SGC DEL CTP .....</b>	<b>151</b>
<b>8.1. Metodología aplicada .....</b>	<b>152</b>
<b>8.2. Grupo Auditor .....</b>	<b>153</b>
<b>8.3. Planificación de las Auditorías .....</b>	<b>154</b>
<b>8.4. Resultados obtenidos.....</b>	<b>157</b>
<b>8.5. Conclusión del capítulo .....</b>	<b>160</b>
<b>CAPITULO IX - CONCLUSIONES .....</b>	<b>163</b>
<b>9.1. Conclusiones.....</b>	<b>163</b>
<b>9.2. Análisis FODA .....</b>	<b>166</b>
9.2.1. Análisis FODA 2010 (FODA inicial).....	167
9.2.2. Análisis FODA 2015 (FODA final) .....	168
<b>9.3. Validación de la estrategia adoptada.....</b>	<b>168</b>
9.3.1 Hipótesis 1: Cese de las actividades dentro del CTP .....	169
9.3.1.1 Recopilación de la información.....	169
9.3.1.2 Resguardo de la información.....	172
9.3.1.3 Conclusiones, hipótesis 1: Cese de las actividades dentro en el CTP.....	172
9.3.2 Hipótesis 2: Integración de una nueva línea de enriquecimiento de uranio en el CTP.....	173
9.3.3 Conclusión final .....	175
<b>9.4. Futuras líneas de trabajo .....</b>	<b>175</b>
<b>INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA .....</b>	<b>177</b>
Anexo I: Ciclo de Combustible Nuclear.....	177

Anexo II: Por qué enriquecer uranio .....	182
Anexo III: Tratado de No Proliferación (TPN) .....	184
Anexo IV: Diagnóstico sobre el SGC en el CTP – Año 2011.....	186
Anexo V: FO-CTP/PEU0-144 – Programa anual de capacitación.....	189
Anexo VI: Principios de Gestión de la Calidad.....	190
Anexo VII: Ciclo Deming .....	192
Anexo VIII: Familia de la norma ISO 9000 .....	194
Anexo IX: Punto 4 de la norma ISO 9001:2008 .....	195
Anexo X: Flujograma: Proceso de generación de documentos.....	198
<b>BIBLIOGRAFÍA: .....</b>	<b>199</b>

## **RESUMEN**

En la década del 70', Argentina toma la decisión estratégica de desarrollar la tecnología de enriquecimiento de uranio por el método Difusión Gaseosa. Entre 1983 y 1987, CNEA operó el proyecto en el CTP, ubicado a 60 km. de Bariloche. Debido al contexto nacional e internacional de los 90', la planta cierra abruptamente, abandonando tanto sus instalaciones como la documentación.

En 2007, con la reactivación del Plan Nuclear Argentino, se reanudan las actividades en el CTP, adhiriendo al uso pacífico de la energía nuclear y de tratados internacionales. Tanto la falta de sistematización y guarda de documentos y registros, al no contar con un Sistema de Gestión de la Calidad, como de un protocolo de acción que previese una situación de esta naturaleza, generaron grandes dificultades para su reactivación y adecuación de la documentación.

Ante lo planteado, el tesista aborda la viabilidad de implementación de un Sistema de Gestión de la Calidad, así como el establecimiento de un protocolo para la conservación del conocimiento generado en instalaciones de tecnología nuclear. A su vez, deja sentada bibliografía de consulta como base para la implementación de un Sistema de Gestión de la Calidad en instalaciones de tecnológicas que presenten un contexto similar.

## **ABSTRACT**

In the 1970s, Argentina made the strategic decision of developing the uranium enrichment technology by the gaseous diffusion method. Between 1983 and 1987, CNEA managed the project at the CTP, located 60 km away from Bariloche. Due to the international and the domestic contexts of the 1990s, the plant was abruptly closed, abandoning both the facility and the related documentation.

In 2007, with the reactivation of the argentine nuclear plan, activities were resumed at the CTP, adhering to the pacific use of nuclear power and to international treaties.

The lack of systematization, conservation of documents and records, a quality management system or any protocol to deal with situations of the sort, made it difficult to reactivate the project and to adequate the documentation.

Given the facts raised, the author of the thesis addresses the viability of implementing a quality management system for the project, as well as the establishment of a protocol for the conservation of the knowledge produced in nuclear technology facilities. In turn, he leaves bibliography as a base for the implementation of quality management systems in technological facilities which present a similar context.

## **PALABRAS CLAVES**

- |                  |              |
|------------------|--------------|
| • CALIDAD        | QUALITY      |
| • CONOCIMIENTO   | KNOWLEDGE    |
| • GESTION        | MANAGEMENT   |
| • IMPLEMENTACIÓN | IMPLEMENTING |
| • URANIO         | URANIUM      |



## PRÓLOGO

El objeto del presente trabajo es demostrar la viabilidad de implementación de un Sistema de Gestión de la Calidad durante la reactivación de las actividades de la planta de enriquecimiento de uranio, con el fin de recuperar, sistematizar y conservar el conocimiento que se genere en este proceso y a la vez acompañe el desafío de la puesta en marcha del proyecto.

Efectivamente, el intempestivo cierre del Complejo Tecnológico Pilcaniyeu a fines de los años '90, el cual era operado por INVAP S.E., dejó un escenario caracterizado por el abandono propio de un cierre traumático y del cese abrupto de todas sus actividades. Asimismo, a esto se le sumaban las consecuencias de la falta de sistematización de documentos y registros, como así también de un método para su guarda producto dado que el Complejo Tecnológico Pilcaniyeu no contaba con un Sistema de Gestión de la Calidad que abarcase estas actividades, ni con un protocolo que previese cómo proceder ante una situación de esta naturaleza, lo que condujo a extremas dificultades para su posterior reactivación.

Por tanto, durante el período de unos 10 años en que las instalaciones estuvieron cerradas se produjo la pérdida, deterioro y obsolescencia de la escasa documentación existente así como de los equipos e instalaciones.

Es de destacar que no existen precedentes en el mundo donde una planta de estas características haya llegado a operar plenamente y cesado sus actividades para luego retomarlas un largo tiempo después.

A todo esto se le debe sumar que todo el conocimiento del Proyecto fue desarrollado internamente y que por cuestiones de confidencialidad no hay bibliografía pública de libre acceso sobre el tema.

La relevancia de los resultados de este trabajo está dada, por un lado, por la implementación de un protocolo para la conservación del conocimiento generado en instalaciones de tecnología nuclear, que permita afrontar exitosamente un eventual (y a juicio del autor poco probable en la actualidad) escenario de cierre.

Por otro lado se deja sentada bibliografía de consulta que pueda ser tomada como base para la implementación de un Sistema de Gestión de la Calidad en instalaciones de tecnológicas, las cuales presenten un contexto adverso como el descripto.



## **RECONOCIMIENTOS**

Especialmente a la memoria del Ing. Edgardo Isnardi, Gerente del Complejo Tecnológico Pilcaniyeu, con quien tuve el honor de trabajar y siempre demostró predisposición para colaborar en el presente trabajo.

Al Mg. Ing. Nicolás Rona, primeramente, por el apoyo para encarar este proyecto y luego por aceptar ser mi director, en cuyo papel no solo contribuyó con sus aportes y correcciones sino que además me brindó todo su dedicación y esfuerzo, ¡Gracias!

Al Ing. Juan Bergallo, por aceptar ser parte de este trabajo y brindarme la confianza para abordar su desarrollo.

A todas las personas entrevistadas que han aportado valiosísima información, destacando la contribución del Ing. Eduardo Santos.

A todo el personal del GESCAL, por su apoyo pese a la distancia, sobre todo a la Dra. Nilda Eliosoff y al Lic. Ignacio Guerreiro.

A mi compañera y amiga de trabajo Lic. Mariana Rodríguez quien fue el soporte a lo largo de todos estos meses.



## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Calificación de la Lista de Chequeo.....	68
Tabla 2: Lista de chequeo: norma 9001:2008 - Resultados.....	69
Tabla 3: Matriz de resultados .....	76
Tabla 4: Personal en servicio.....	86
Tabla 5: Listado de disertaciones en base a la norma ISO 9001:2008 .....	99
Tabla 6: Listado de disertaciones en base a la norma ISO/IEC 17025:2005 .....	107
Tabla 7: Listado de disertaciones, proyecto de Acreditación.....	111
Tabla 8: Diagnóstico sobre SGC en el CTP año 2011 .....	186



## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Reactores de investigación y producción de la CNEA .....	35
Figura 2: Pilcaniyeu, lugar donde se emplazaría el proyecto enriquecimiento de uranio I.....	44
Figura 3: Pilcaniyeu, lugar donde se emplazaría el proyecto enriquecimiento de uranio II .....	45
Figura 4: Obra civil A1, año 1981 .....	48
Figura 5: Recorte de la época, diario Clarin – noviembre 1983.....	50
Figura 6: Instalaciones del CTP en la actualidad .....	60
Figura 7: Estructura orgánica del CTP .....	63
Figura 8: Evolución del personal del CTP 2006-2015 .....	85
Figura 9: Nivel de formación/Bajas.....	87
Figura 10: Proceso de capacitación .....	91
Figura 11: Cantidad de horas-hombre 2010-2015.....	115
Figura 12: Cantidad de participantes 2010-2015.....	115
Figura 13: Jerarquía de la documentación.....	122
Figura 14: Pirámide de la documentación del CTP.....	128
Figura 15: Documentación histórica en la actualidad I.....	131
Figura 16: Documentación histórica en la actualidad II.....	131
Figura 17: Archivo de la documentación histórica en la actualidad.....	132
Figura 18: Codificación de la documentación.....	136
Figura 19: Ejemplo de la codificación del SGC del CTP.....	137
Figura 20: Base de datos del SGC del CTP.....	139
Figura 21: Base de datos del SGC del CTP. Lista de documentos.....	139
Figura 22: Base de datos de la documentación histórica del CTP.....	140
Figura 23: Base de datos de la documentación histórica del CTP. Listado de documentación histórica. ....	140
Figura 24: Solicitud de códigos del SGC del CTP .....	141
Figura 25: Solicitud de códigos del SGC del CTP II .....	141
Figura 26: Evolución de la documentación generada, período 2010-2015 .....	146
Figura 27: Documentación emitida por la División Gestión de la Calidad 10-2015 ..	147
Figura 28: Resultados de auditorías internas CTP, 2013-2015 .....	158
Figura 29: Resultados de auditorías internas a Gestión de Calidad, 2013-2015 .....	159
Figura 30: Ciclo de combustible nuclear .....	181
Figura 31: Ciclo de Deming .....	193



## **LISTA DE ABREVIACIONES**

**ABACC:** Agencia Brasileño-Argentina de Contabilidad y Control

**ARN:** Autoridad Regulatoria Nuclear

**CAB:** Centro Atómico Bariloche

**CNEA:** Comisión Nacional de Energía Atómica

**C:** Conformidad

**CP:** Cumple Parcialmente

**CK:** Material de Capacitación

**CoCaLIN:** Comité de Calificación de Laboratorios e Instalaciones

**CSA:** Canadian Standards Association

**CTP:** Complejo Tecnológico Pilcaniyeu (CTP)

**DDG:** Unidad de Demostración de Difusión Gaseosa

**FO:** Formulario

**GE:** División Gestión de la Calidad

**GESCAL:** Gerencia de Gestión de la Calidad

**ha:** Hectárea

**h-h:** horas hombre

**IEC:** International Electrotechnical Commission

**IN:** Informe

**INVAP:** Investigaciones Aplicadas

**IRAM:** Instituto Argentino de Normalización y Certificación

**ISO:** International Organization for Standardization

**IT:** Instructivo de Trabajo

**LABQ:** Laboratorio de Fisicoquímica y Control de Calidad

**MC:** Manual de la Calidad

**NC:** No Conformidad

**OAA:** Organismo Argentino de Acreditación

**OIEA:** Organismo Internacional de Energía Atómica

**PEMIN:** Planta Experimental de Materiales de Interés Nuclear

**PEU0:** Planta de Enriquecimiento de uranio

**PG:** Procedimiento General

**PN:** Procedimiento Normativo  
**PO:** Procedimiento Operativo  
**PP:** Procedimiento Particular  
**PHWR:** Pressurized Heavy Water Reactor  
**QA:** Garantía de Calidad  
**RA:** Reactor Argentino  
**RRHH:** Recursos Humanos  
**SGC:** Sistema de Gestión de la Calidad  
**TNP:** Tratado de No Proliferación

## CAPÍTULO I – INTRODUCCIÓN

Al tesista, quien desde noviembre del año 2010 trabaja como Responsable de la División Gestión de la Calidad del Complejo Tecnológico Pilcaniyeu (CTP), dependiente a la Comisión Nacional de Energía Atómica<sup>1</sup> (CNEA), le fue encomendado, desde el momento de su ingreso, evaluar la viabilidad de implementar un Sistema de Gestión de la Calidad (SGC) durante el proceso de puesta a punto y funcionamiento de todas las instalaciones con las que cuenta el CTP para el proceso de enriquecimiento de uranio a partir del método de Difusión Gaseosa<sup>2</sup>.

El CTP cuenta con una superficie cubierta de casi 30.000 m<sup>2</sup> correspondientes a las Plantas de Procesos y a las Instalaciones de Servicios. El complejo está ubicado en el Departamento Pilcaniyeu, Provincia de Río Negro, a 60 km de la ciudad de San Carlos de Bariloche, a la cual se accede desde la Ruta Nacional N° 23 (Km. 575,5), en un predio de aproximadamente 8.000 ha.

Ante el contexto internacional actual, vuelve a ser una cuestión estratégica el control de las tecnologías de fuentes de generación de energía por parte del Estado, en defensa de intereses nacionales, siendo de fundamental importancia en el campo nuclear poseer el dominio del Ciclo de Combustible<sup>3</sup> (véase en Anexo I: “Ciclo de Combustible Nuclear”)

La CNEA reactivó el Proyecto de enriquecimiento de uranio iniciando en 2007 la adecuación de las instalaciones del Complejo. El proyecto tiene por finalidad la puesta en marcha y operación de la planta de Difusión Gaseosa (Mock-Up) e instalaciones auxiliares y de servicios, con el objetivo de recuperar la capacidad operativa de la tecnología de enriquecimiento de uranio.

Entre agosto de 1979 y septiembre de 1981, se realizó la ingeniería conceptual, diseño y construcción de una planta de demostración de enriquecimiento de uranio por Difusión Gaseosa. Para llevar a cabo los procesos de fabricación de hexafluoruro de uranio (UF<sub>6</sub>) y de membranas, se decidió emplear sólo equipos y materiales de

---

<sup>1</sup> Es actualmente un organismo autárquico dependiente del Ministerio de Energía y Minería de la Nación. Sus facultades y funciones están establecidas principalmente en la Ley Nacional de la Actividad Nuclear (Ley N° 24.804).

<sup>2</sup> Se basa en la utilización de membranas permeables para separar las moléculas gaseosas de diferente peso molecular del hexafluoruro de uranio.

<sup>3</sup> Son una serie de actividades complejas que posibilitan el aprovechamiento de la energía nuclear. Desde la obtención de materia prima con todos sus procesos intermedios, incluyendo la gestión ambiental, hasta la utilización del uranio procesado en reactores nucleares de investigación y de potencia y la disposición de los combustibles gastados.

producción nacional, con el consecuente desarrollo de proveedores. Salvo en aquellos casos en que no pudo obtenerse un producto nacional adecuado, se procedió a desarrollar el equipamiento. Por último, se midieron factores de enriquecimiento que se compararon con los que poseen las plantas industriales basadas en esta tecnología y comparables a los previstos en la literatura.

Desde octubre de 1981 hasta diciembre de 1983, se pasó a la etapa de demostración de la tecnología con la construcción de la planta de UF<sub>6</sub>, comenzando por la construcción de una réplica operativa en escala 1:1 de un módulo de Difusión Gaseosa (Mock-Up). En forma casi simultánea se inició la construcción de la cascada<sup>4</sup>.

En 1986, se recibieron directivas de ampliar la capacidad instalada por lo cual se rediseñó la distribución y tamaño de las diferentes etapas del Mock-Up, incorporando al diseño los avances obtenidos a través de los desarrollos y experiencias hasta el momento realizados.

A mediados de los años 90', debido a las restricciones presupuestarias generales y particulares del CTP, se desactivó el proyecto y sólo se pudo realizar el mantenimiento mínimo de las instalaciones del Complejo.

A partir de la reactivación del Plan Nuclear Argentino<sup>5</sup>, en el año 2006, se decidió reanudar las actividades de enriquecimiento en el Complejo Tecnológico Pilcaniyeu, consolidando la tecnología, dentro del marco de la adhesión al uso pacífico de la energía nuclear y del cumplimiento de tratados internacionales.

El proyecto en cuestión consiste en enriquecer el uranio a través del proceso de Difusión Gaseosa, como fuera desarrollado en nuestro país en la década del 80, recuperando, manteniendo y mejorando las condiciones operativas de la planta, en particular desde el punto de vista de la seguridad.

En esta etapa del proyecto, se pusieron operativos un total de 20 difusores, que se encuentran montados en la Instalación conocida como Mock Up, la cual cuenta en forma autónoma con todos los servicios y capacidades para hacer esta operación.

---

<sup>4</sup> Una cascada es un arreglo en serie de etapas de enriquecimiento que permite alcanzar el nivel requerido. Este tipo de arreglos se hacen debido a que el nivel de enriquecimiento necesario para un reactor no es posible de alcanzar en una sola etapa.

<sup>5</sup> El Gobierno nacional anunció el 26 de agosto de 2006 la reactivación del Plan Nuclear Argentino, que estableció un programa para el corto y mediano o plazo sobre la base de dos ejes principales: la consolidación de la opción nuclear como fuente de generación eléctrica y la ampliación del desarrollo de las aplicaciones de la tecnología nuclear a la salud pública, el agro y la industria.

La implementación de un SGC, en paralelo con la reactivación de las actividades<sup>6</sup> dentro del CTP, se presenta como uno de los pilares para el logro de los objetivos que se plantean en el Plan Nuclear Argentino.

A partir de un enfoque conjunto del proyecto técnico y del proyecto de implementación del SGC, se consideró que no sólo se alcanzarían los objetivos que devienen de una implementación tradicional del SGC, como por ejemplo, de la estandarizar y controlar los procesos, mejorar la documentación, evitar la repetición del trabajo, entre otros; sino que además, se podrían establecer otros objetivos adicionales, los cuales se detallan en “1.3 Objetivos de trabajo de tesis”. Los mismos son de suma importancia, para este caso particular que no registra semejanza con ningún otro en el mundo, en que una instalación con las características del CTP detuvo su operación por completo por más de 10 años para luego retomarla.

### **1.1 Ejes problemáticos del CTP en los inicios en esta fase del proyecto**

El CTP se presenta como un caso atípico a nivel mundial en el que una instalación de tecnología nuclear que operó durante años, logrando resultados satisfactorios, cerró sus puertas, perdiendo parte de la información desarrollada durante esos años. A partir de la situación mencionada, el autor de la presente, detectó las siguientes problemáticas que la distinguen de otros proyectos de desarrollo tecnológico:

- Una instalación con un alto grado de desarrollo de tecnología nuclear en estado de abandono y deterioro por más de 10 años, por lo cual no se contaba con la totalidad de la documentación respaldatoria de los equipos y sus procesos.
- Pérdida de la información de los resultados de la operación de la planta, de sus procesos, de diseños de equipos e instalaciones entre otras, con una gran dificultad para originarla nuevamente.
- Falta de acceso a la bibliografía técnica del método de enriquecimiento de uranio por Difusión Gaseosa, debido al secreto tecnológico y al Pacto de No Proliferación al cual Argentina adhirió en los años 70’.

---

<sup>6</sup> Mantener la capacidad técnica de enriquecer uranio, consolidando la tecnología de los 80’ acorde con los tratados internacionales y puesta en marcha del laboratorio Mock Up.

- Pérdida del capital humano que había operado el CTP, durante los años 80' y '90, sumándose a esto una gran dificultad para acceder a personal histórico clave, con el objeto de recuperar el *know-how*.
- Aislamiento geográfico de las instalaciones, que se encuentran a 60 km de San Carlos de Bariloche; clima hostil, en especial durante los meses de invierno y difícil acceso a las instalaciones, para llegar a ella se debe recorrer unos 45 km de camino de ripio.

## **1.2. Ejes problemáticos del CTP en la implementación del SGC**

Al iniciarse el proceso de implementación del SGC dentro de proyecto de enriquecimiento de uranio, el autor determinó una serie de ejes problemáticos a solucionar en el desarrollo del presente proceso, los cuales se listan a continuación:

- Carencia de personal idóneo para implementar y desarrollar el SGC del proyecto.
- Formación dispar del plantel del CTP, tanto en las áreas técnicas como en aquellas referidas a la Gestión de la Calidad. Incluso en algunos de los sectores, el desconocimiento sobre el SGC era casi total.
- Gestión deficiente de la documentación, evidenciándose la falta de documentación sistemática de los procesos, equipos e instalaciones y de registro de las actividades y operaciones dentro de la planta.
- Dificultad para evaluar e incorporar al SGC en vía de implementación, la documentación correspondiente a la primera etapa del proyecto entre los años 1978 y 1997, dado que se encontraba dispersa por todas las instalaciones del CTP.
- Falta de integración de la División Gestión de la Calidad a los procesos del proyecto y del empleo de herramientas que faciliten el acceso al SGC.

## **1.3. Objetivos del trabajo de tesis**

El objetivo del desarrollo de la presente tesis es reflejar cómo el esquema de trabajo planteado por el autor permitió contribuir a la resolución de los problemas que se fueron sucediendo durante la reactivación del proyecto de enriquecimiento de uranio, a partir

de la implementación eficaz de un SGC, que faciliten la gestión de los conocimientos generados en el proyecto, la normalización del diseño de las instalaciones y sus procesos y el establecimiento de la confidencialidad de las actividades.

Algunos de los objetivos particulares que se pretendieron alcanzar, en el proyecto de viabilidad de implementación del SGC y que además constituyen los ejes principales sobre los cuales se desarrollará el presente trabajo de tesis, son los siguientes:

- Conformar un grupo con formación técnica para la implementación del SGC.
- Establecer y capacitar al plantel del CTP, en todos los aspectos referidos a un SGC.
- Recuperar, actualizar, implementar y mantener la documentación correspondiente a todas las instalaciones/plantas, sus equipos y su operación, que se genere durante la reactivación y operación del CTP.
- Evaluar y recuperar la información documentada no registrada formalmente<sup>7</sup> en el SGC, que según los relevamientos realizados, consta de 10.000 documentos entre procedimientos, registros y diferentes manuales, los cuales se encuentran en distintos soportes, como por ejemplo papel mecanografiado o manuscrito, micro fichas, informático obsoleto (en general, en soportes anticuados como disquetes de diversos tipos que actualmente son obsoletos).
- Evaluar el grado de obsolescencia de las instalaciones y el equipamiento para determinar si son recuperables y documentar los hallazgos.
- Actualizar y estandarizar el equipamiento. Muchos de los equipos fueron diseñados por personal del proyecto en los años 80' y se dispone de información incompleta o directamente se ha perdido la misma.
- Implementar en los laboratorios del CTP<sup>8</sup> un SGC conforme a los requisitos de la norma ISO-IEC 17025:2005 y obtener su acreditación por el OAA (Organismo Argentino de Acreditación).
- Evaluar permanentemente el SGC implementado y realizar las mejoras necesarias para adaptarlo a la reactivación del proyecto.

---

<sup>7</sup> Durante la primera etapa el CTP recibía documentación de múltiples proveedores, en diferentes formatos y sin un sistema documental que la contenga.

<sup>8</sup> El CTP cuenta con los laboratorios de Físicoquímica y Control de Calidad y Separación Isotópica.

#### **1.4. Objetivos generales del Proyecto de enriquecimiento de uranio en el CTP**

Tal como se enunció anteriormente, en la actualidad no se encuentran antecedentes, tanto en el marco nacional como internacional, de instalaciones de tecnología nuclear que hayan detenido sus actividades en pleno funcionamiento y, después de transcurrida más de una década, se tomase la decisión estratégica de reactivar sus operaciones.

Llevar a cabo los objetivos descriptos conducirá al logro de las metas establecidas para el CTP en el Plan Nuclear Argentino del año 2006, referentes al desarrollo de la Industria Nuclear Argentina para:

Reposicionar al país en el grupo de naciones poseedoras de tecnología de enriquecimiento de uranio. Esto es de suma importancia ya que en la actualidad hay diversas iniciativas que intentan establecer una estructura internacional de suministro para el ciclo combustible, que provea al mercado mundial.

- Reanudar las actividades de enriquecimiento mediante la tecnología de difusión gaseosa. Recuperando plenamente las capacidades que posee el país en esta área, que incluyen el manejo del hexafluoruro de uranio ( $UF_6$ ) y una serie de conocimientos asociados con los materiales utilizados.
- Poseer tecnología de enriquecimiento, y a futuro su desarrollo a escala industrial, favoreciendo la sustentabilidad de esta actividad a través del tiempo y permitiendo prever el uso de elementos combustibles con uranio levemente enriquecido para los reactores de potencia. A largo plazo, también posibilitar la previsión del uso de elementos combustibles con uranio enriquecido en centrales de potencia como para los reactores experimentales y de producción de radioisótopos, tanto los instalados en el país como los que se exporten. De esta manera, se desarrolla tecnología e infraestructura local que favorecerá la autosuficiencia del ciclo de combustible nuclear y de la generación de electricidad.
- El desarrollar de esta área tecnológica le da profundidad y sentido estratégico al proceso bilateral con Brasil en el área nuclear, contribuyendo al balance tecnológico entre ambos países, fortaleciendo la postura regional en el contexto internacional<sup>9</sup>.

---

<sup>9</sup> Citado de Plan Estratégico 2015-2025, Comisión Nacional de Energía Atómica.

El controlar y manejar las tecnologías de enriquecimiento permitirá continuar con los desarrollos en todo el campo nuclear sin restricciones, buscando soluciones a los desafíos energéticos argentinos del siglo XXI, tal como se viene haciendo desde hace más de sesenta años.

### **1.5. Capítulos del trabajo de tesis**

El trabajo de tesis se ha dividido en los siguientes capítulos:

Capítulo primero:

Se divide en tres secciones. En la primera sección, se hace una descripción de los antecedentes del desarrollo y establecimiento de la energía nuclear en Argentina. En la segunda sección, una reseña historia del surgimiento del proyecto de enriquecimiento de uranio en Argentina a fines de los años 70' y de la decisión de su establecimiento en Pilcaniyeu, de quiénes fueron los actores principales para la puesta en marcha y cómo operaron y documentaron las actividades e instalaciones para cumplir con el objetivo planteado de enriquecer uranio en los años 80'. En la tercera sección, se detalló el contexto nuclear y político de los años 90', el cual desencadena en el cese de las actividades en el CTP y su reapertura para a fines del año 2006, a partir del Plan Nuclear Argentino.

Capítulo segundo:

Su objetivo es describir el desarrollo e implementación del SGC en el proyecto de enriquecimiento de uranio, tomando como referencia la norma ISO 9001:2008. Para conocer el diagnóstico de situación del proyecto, se emplearon dos herramientas, una encuesta diseñada a la medida del proyecto y una lista de chequeo, tomando a la norma ISO 9001:2008 como referencia. A partir del análisis de los resultados se estableció un plan de acción en el que se plantearon las estrategias y las acciones conducentes a la implementación del SGC en el CTP.

Capítulo tercero:

Se describe la conformación del plantel del CTP a partir de la incorporación, por un lado, de personal que operó la planta en los años 80' y 90' y por otro técnicos y profesionales recientemente graduados, Otro aspecto que se considera en esta tercera parte, fue la rotación del personal del proyecto cómo desde el sector Gestión de la Calidad se implementaron acciones para minimizarla.

Con los resultados obtenidos por medio del diagnóstico, se evidenció entre otros factores la necesidad de capacitar al plantel del proyecto. A partir de ello se elaboró el programa de formación del personal, incluyendo la documentación necesaria del área técnica como de Gestión de la Calidad, tanto para la norma ISO 9001:2008 como la ISO/IEC 17025:2005. Hay que remarcar que dentro de este proceso de formación, se contempló recuperar y transferir el *know how* desde el personal experimentado que operó la planta entre los años 80-90 hacia, el personal sin experiencia, siendo esto uno de los hitos más importante para la puesta en marcha del CTP.

Cuarta parte:

Se describió cómo se estructuró el sistema documental dentro del CTP, como así también la jerarquía adoptada, el sistema de codificación, el alcance de los documentos, las herramientas diseñadas y cómo esto se desplegó a todos los sectores del proyecto, siendo que en sus inicios éste no contaba con un SGC implementado. A la vez, se desarrolló cómo el SGC implementado fue integrándose a los requisitos normativos de la CNEA.

En paralelo con esta implementación del SGC según la norma ISO 9001:2008, se presenta cómo se llevó a cabo el proceso de evaluación de la documentación histórica, siendo este uno de los factores más importantes para la reactivación del proyecto. Se evaluaron, además, los equipos e instalaciones del CTP y la adaptación del Sistema de Gestión a la norma ISO/IEC 17025:2005 implementada en los laboratorios. Finalmente se realiza una reseña de cómo se encuentra el SGC en la actualidad en comparación con lo evidenciado a fines del año 2010 y cómo las diferentes herramientas aplicadas afectaron positivamente la integración del Sistema de Gestión en el proyecto.

Como herramienta de evaluación de la eficacia del SGC implementado por el responsable del presente trabajo de tesis, se realizaron auditorías, conducidas por personal calificado externo al proyecto, las cuales determinaron, en base a los resultados obtenidos, una evidente mejora año a año.

## Quinta parte

Se describen las conclusiones del presente trabajo de tesis, las cuales se dividieron en tres partes:

- Descripción de las conclusiones generales, donde se detallan cómo resultaron las estrategias y las acciones tomadas.
- Confección de dos FODA, el primero detallando cómo encontró el autor de la presente tesis al CTP en el año 2010 y cómo se encuentra al año 2015.
- Descripción y desarrollo de las estrategias a implementar por la División Gestión de la Calidad ante dos hipótesis, la primera “9.3.1 Cese de las actividades dentro en el CTP” (hipótesis académica) y la segunda: “9.3.2 Integración de nueva línea de enriquecimiento de uranio en el CTP” (hipótesis práctica).



## **CAPÍTULO II – CONTEXTO HISTÓRICO DEL COMPLEJO TECNOLÓGICO PILCANIYEU**

### **2.1. Inicios de la CNEA**

El 31 de mayo de 1950, mediante el Decreto N.º 10.936 de dicho año, el presidente Juan Domingo Perón creó la Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA). En un primer momento la Institución se dedicó al desarrollo de la minería de uranio, para luego comenzar con el estudio, desarrollo y aplicaciones en todos los aspectos vinculados con la utilización pacífica de la energía nuclear; apostando a la investigación, a la innovación y a la transferencia de tecnología en el ámbito nuclear y tecnológicos relacionados. De hecho, desde su creación hace más de 60 años, la CNEA aporta logros de importancia, que acompañan y contribuyen al crecimiento del país, de la región e incluso de la ciencia en todo el mundo.

El campo nuclear se comenzó a desarrollar en el país con la formación profesional en las ciencias y tecnologías asociadas; posteriormente, se prosiguió con la creación de laboratorios y el inicio de actividades específicas, como la radioquímica, la metalurgia nuclear, la minería del uranio y procesos de irradiación gamma.

Posteriormente, se consolidaron las actividades para el diseño y la construcción y operación de reactores de investigación y de sus combustibles nucleares, la producción de radioisótopos y el empleo de las radiaciones ionizantes para el diagnóstico y tratamiento médico. Se alcanzó la madurez con el acceso a la nucleoelectricidad (que llegó a producir, con sólo dos centrales nucleares de potencia, el 8% de la energía eléctrica del país), lo que incluyó la construcción y operación de centrales nucleares de potencia y el dominio del ciclo de combustible. En la actualidad, la CNEA avanza en la construcción del proyecto CAREM<sup>10</sup>, primera central nuclear de potencia de diseño 100 % argentino. (CNEA, 2016)

Desde que la CNEA fue creada, se desarrollaron en el país diez reactores nucleares, de los cuales ocho se construyeron: RA-0, RA-1, RA-2, RA-3, RA-4, RA-6 y RA-8. Por otra parte, los reactores RA-5 y RA-7 sólo fueron diseñados, pero no llegaron a construirse, y el RA-10 se encuentra actualmente (2017) en fase de construcción.

---

<sup>10</sup> El Proyecto Carem tiene por objeto la construcción y puesta en marcha de un prototipo del reactor nuclear de baja potencia, diseñado íntegramente en el país. Prevé que al menos el 70% de sus insumos, componentes y servicios vinculados sean provistos por empresas nacionales.

En referencia a los reactores nacionales que se han construido, cuatro corresponden a conjuntos críticos para experimentación y entrenamiento del personal, tanto de la CNEA como de otras instituciones de investigación de excelencia, los tres restantes fueron destinados a la investigación, uno de ellos (RA-3) es empleado principalmente para la producción comercial de radioisótopos. El RA-2 fue desmantelado durante la década del 80. Los demás reactores se encuentran operativos en la actualidad. El RA-4 es el único reactor que no fue diseñado y construido en Argentina, siendo desarrollado por la empresa alemana Siemens AG y donado por el entonces República Federal de Alemania en el año 1971.

Argentina es pionera y líder en este tema a nivel regional y también se destaca en el campo de la medicina nuclear y, muy particularmente, en el de la producción de radioisótopos. Cabe mencionar que la CNEA produce el molibdeno-99 ( $^{99}\text{Mo}$ ), e incluso exporta otros radioisótopos, como el yodo yodo-131 ( $^{131}\text{I}$ ) y el cobalto-60 ( $^{60}\text{Co}$ ), que contribuyen al tratamiento de ciertos tipos de cáncer.

UNIDAD	AÑO 1° CRITICIDAD	POTENCIA TÉRMICA	UBICACIÓN	PROPÓSITO PRINCIPAL
RA-1	1958	40 KWt	Centro Atómico Constituyentes	Investigación y formación de recursos humanos.
RA-0	1958*	1 Wt	Universidad Nacional de Córdoba	Conjunto Crítico para formación de recursos humanos y difusión de la actividad nuclear.
RA-2	1966	30 Wc	Centro Atómico Constituyentes	Conjunto Crítico Experimental (desmantelado) para proyecto RA-3.
RA-3	1967	10 MWt	Centro Atómico Ezeiza	Producción comercial de radioisótopos e investigación.
RA-4	1971	1 Wt	Universidad Nacional de Rosario	Conjunto Crítico para formación de recursos humanos y difusión de la actividad nuclear.
RA-5				Fue diseñado pero no llegó a construirse.
RA-6	1982	3 MWt	Centro Atómico Bariloche	Producción comercial de radioisótopo e investigación.
RA-7				Fue diseñado pero no llegó a construirse.
RA-8	1997	10 Wt	Complejo Tecnológico Pilcaniyeu	Conjunto Crítico Experimental del reactor de potencia CAREM.
RA-10	En construcción	30 MWt	Centro Atómico Ezeiza	Producción comercial de radioisótopo e investigación.

**Nota:** Todos los reactores operativos emplean en la actualidad U235 a <20% de enriquecimiento, a excepción del **RA-8**: <3.4%.

**Nota:** Las designación **RA-9** corresponde al proyecto que, por diversos motivos fue cancelado en su primera etapa de ejecución .

\*Alcanzó criticidad por primera vez en el **Centro Atómico Constituyentes** (CAC).

(De Dicco, 2010)

Figura 1: Reactores de investigación y producción de la CNEA

## 2.2. Cómo surgió el Complejo Tecnológico Pilcaniyeu

En la década de 1960 el país era neto importador de petróleo, carecía de grandes usinas hidroeléctricas y el parque generador nacional de usinas térmicas imponía limitaciones al consumo.

En aquellos años, se tomaron decisiones de estrategia nacional para alcanzar la independencia energética. Se estableció como Política de Estado el control de las fuentes de energía. La misma estaba orientada al autoabastecimiento de petróleo y a la construcción de las grandes represas hidroeléctricas.

En la década de los 60, el Estado Nacional, a través de la CNEA, tomó la iniciativa de construir centrales nucleares, se fijó como objetivo estratégico dominar la tecnología del ciclo del combustible, para evitar la dependencia de terceros países. En aquel entonces, se optó por el ciclo de uranio natural, pues se pensaba que la tecnología de enriquecimiento de uranio aún estaba fuera del alcance de nuestro país. Consecuentemente, se decidió construir y operar centrales nucleares de potencia con uranio natural y agua pesada, conocidas como PHWR (del inglés, *Pressurized Heavy Water Reactor*).

Hacia fines de la década de los 70, Argentina había comenzado una política de exportaciones nucleares a América Latina muy ambiciosa, y ya se estudiaba la posibilidad de introducir elementos combustibles de uranio levemente enriquecido (del orden del 1%), en la entonces central nuclear Atucha I<sup>11</sup> (hoy presidente Perón). Esto permitiría aumentar el quemado de los elementos combustibles casi al doble, reduciendo a prácticamente la mitad el consumo de elementos combustibles y disminuir, aproximadamente, a la mitad la generación de residuos para una misma cantidad de energía producida, además de preservar las reservas uraníferas del país (véase en Anexo II: “Por qué enriquecer uranio”). (CNEA, 2016)

Incluso, el uranio de muy alto enriquecimiento<sup>12</sup>, resultaba imprescindible para algunos de los reactores que se encontraban operando en el país; por su parte, para los que se exportaban, como el RP-10 a Perú, se utilizaba el uranio enriquecido<sup>13</sup> como elemento combustible.

---

<sup>11</sup> La Central Nuclear Atucha I es la primera central nuclear de América Latina. Aporta energía a la Argentina desde 1974 y está situada a 100 km de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires, en la localidad de Lima, partido de Zárate.

<sup>12</sup> Se denomina uranio de muy alto enriquecimiento al que está enriquecido hasta el 93%.

<sup>13</sup> Se denomina uranio enriquecido al que está enriquecido hasta el 20%.

Tras la explosión nuclear de China, el 15 de octubre de 1964, la opinión pública india (como lo haría la pakistání tras la prueba india de 1974) reclamó una respuesta “inmediata” a su gobierno. Un mes más tarde, se autorizó la realización de un estudio sobre Explosiones Nucleares con Propósitos Pacíficos (SNEPP) que culminó en la prueba nuclear de fisión de 15 kilotones de potencia, realizada el 18 de mayo de 1974, en el desierto de Rajasthan. El ensayo, realizado bajo tierra para no violar el Tratado de Prohibición Parcial de Ensayos Nucleares (PTBT), el cual sólo prohibía los ensayos atmosféricos, fue declarado por el gobierno indio como “una explosión nuclear pacífica”.

En realidad, lo que India había logrado en 1974 era romper por vez primera el monopolio nuclear de las cinco potencias atómicas (P-5: EE UU, la URSS, Reino Unido, Francia y China) tras la explosión termonuclear, siete años después de que el club nuclear se declarase cerrado a nuevos socios.

Además, siendo que el principal objetivo del Tratado de No Proliferación de Armas Nucleares (véase en Anexo III: “Tratado de No Proliferación (TNP)”) era evitar la aparición de nuevos estados nucleares más allá de los cinco que ya tenían dicha consideración, el mismo había sido fácilmente burlado por una potencia aún “no desarrollada”, algo que irritaba especialmente a muchos países. (Garrido Rebolledo, 2012)

Ante el contexto internacional, en el cual la prueba nuclear de la India se interpretó como una amenaza, con considerables repercusiones internacionales, Estados Unidos planteó argumentos sobre la necesidad de la no proliferación nuclear y por tal motivo interrumpió el suministro de material fisionable a países como la Argentina, el cual destinaba el combustible de uranio enriquecido a los reactores de irradiación e investigación. Con el paso de los meses, la posición de Estados Unidos se fue endureciendo junto a su postura de no suministros de material fisionable. La administración James Earl Carter<sup>14</sup> prohibió a proveedores norteamericanos de tecnología nuclear, toda venta a países que no hubieran firmado el TNP, del cual la Argentina, hasta ese entonces, no era parte. Para respaldar esta política, Canadá anunció que no vendería agua pesada a la Argentina para la central de Embalse. (Hurtado de Mendoza, 2009)

---

<sup>14</sup> 39º presidente de los Estados Unidos de América (Plains, Georgia, 1924).

En tanto, en nuestro país, la CNEA se encontraba en dicha encrucijada debido a que el suministro de radioisótopos para aplicaciones en medicina, industria, agro, etc., dependía casi en su totalidad de la producción del RA-3 (reactor de producción comercial de radioisótopos e investigación, ubicado en el Centro Atómico Ezeiza), el cual necesitaba para poder operar elementos combustibles de uranio enriquecido. La falta de suministro nacional llevaba a la necesidad de importar radioisótopos con la consiguiente erogación de divisas y un retroceso en el grado de autoabastecimiento por entonces alcanzado.

A lo anterior se debían sumar otras consecuencias tales como no poder operar el RA-6 (reactor de investigación y formación de recursos humanos, ubicado en el Centro Atómico Bariloche), dejando sin apoyo a la carrera de Ingeniería Nuclear y creando un lucro cesante de esa inversión y, por último, no poder alcanzar la calificación de proveedor integral y confiable de tecnología y equipamiento nuclear, para lo cual era necesario poder ofrecer los suministros correspondientes al ciclo de combustible, caso reactor RP-10 de Perú. (Isnardi y Bergallo, 2005)

Frente a tal situación, se evaluó primeramente la posibilidad de encontrar un proveedor alternativo que pudiera abastecer a Argentina del uranio enriquecido, cuestión que se volvía dificultosa debido al endurecimiento de las restricciones internacionales antes mencionadas.

Llegando a fines de los años 70, Argentina toma la decisión estratégica de desarrollar la tecnología de uranio enriquecido, objetivo que se llevaría a cabo con la creación del proyecto correspondiente que contemplaba la creación del Complejo Tecnológico Pilcaniyeu (CTP), ubicado a 60 km de la ciudad de San Carlos de Bariloche.

Entre las principales razones que finalmente definieron llevar adelante este hito, se pueden mencionar:

- “Poder reemplazar los elementos combustibles de uranio natural de las centrales nucleares de potencia por otros con uranio levemente enriquecido del orden del 1%.
- Prolongar las reservas uraníferas del país, ya que usar uranio enriquecido disminuiría el consumo de uranio natural en más de un 20% para la misma energía entregada a la red.

- Aumentar la flexibilidad operativa de las centrales nucleares argentinas al poder operar con uranio natural o levemente enriquecido flexibilizando a su vez el suministro nuclear.
- Disponer de una pieza clave para poder construir un reactor experimental que quemase uranio enriquecido al 20%, destinado a pruebas de irradiación de elementos combustibles avanzados, y de materiales estructurales. Cabe mencionar que con ese grado de enriquecimiento dichos reactores serían considerados como no proliferación.
- Disponer de material fisionable para fabricación de elementos combustibles para reactores de exportación, colocando al país como un proveedor internacional confiable en esta materia, facilitando así la obtención de contratos de exportación.
- Disponer de un material altamente estratégico, que permitiría posicionar al país favorablemente, para negociar sin apremios la obtención de materiales nucleares a precios de mercado.
- Alcanzar autonomía, autosuficiencia y capacidad de suministro propio.” (Isnardi y Bergallo, 2005)

Corresponde mencionar que el CTP sería operado hasta los años 90 por INVAP S.E. (Investigaciones Aplicadas, Sociedad del Estado)<sup>15</sup>, empresa de capital estatal conformada por la CNEA y el Gobierno de la Provincia de Río Negro.

El objetivo del Proyecto Pilcaniyeu se concentró finalmente en desarrollar la tecnología para obtener uranio enriquecido para la fabricación nacional de elementos combustibles para reactores de potencia y de investigación.

Como consecuencia de la decisión anterior, se debía desarrollar una tecnología adecuada para construir y poner en operación la planta de producción de uranio enriquecido, sin contar con asistencia técnica extranjera.

### **2.3. Establecimiento del Complejo Tecnológico Pilcaniyeu**

---

<sup>15</sup> Es una empresa dedicada al diseño y construcción de sistemas tecnológicos complejos, con una trayectoria de casi cuarenta años en el mercado nacional y treinta en la escena internacional.

En el año 1978, época en la cual Argentina era gobernada por un gobierno militar surgido de un golpe de estado producido el 24 de marzo de 1976, se puso en marcha el programa secreto de enriquecimiento de uranio. Este proyecto fue propuesto por un grupo de científicos de CNEA e INVAP S.E., empresa que surge como un desprendimiento originado en el Programa de Investigaciones Aplicadas (PIA) creado por CNEA en 1971. El objetivo primordial del PIA era asistir a la industria local en la incorporación de tecnologías modernas. Uno de los principales obstáculos al que tuvo que hacer frente el PIA, fue la compleja burocracia de CNEA y, como consecuencia, la dificultad de concretar compras en plazos cortos y en condiciones de ventas distintas a las permitidas por el Estado. (Hurtado de Mendoza, 2009)

En 1975, se iniciaron las primeras negociaciones entre CNEA y el gobierno de la provincia de Río Negro para la creación de dicha empresa. En septiembre de 1976, el gobernador de esa provincia, Contralmirante Aldo Luis Bachmann, y el presidente de CNEA, Vicealmirante Doctor Carlos Castro Madero<sup>16</sup>, ambos militares pertenecientes a la Marina, acordaron la creación de la empresa INVAP S.E. En sus inicios, dicha empresa estuvo casi exclusivamente dedicada a los requerimientos del área nuclear. En 1978, con un personal de alrededor de 130 personas, la empresa comenzó a participar en la construcción del RA-6, un reactor de investigación para el Centro Atómico Bariloche (CAB)<sup>17</sup>. En 1980, la empresa fue contratada por CNEA con el fin de proveer los instrumentos para el reactor que estaba siendo construido en Perú. Sin embargo, la mayor tarea que emprendió en aquellos años fue el desarrollo secreto de una planta de enriquecimiento de uranio por el Método de Difusión Gaseosa. (Hurtado de Mendoza, 2009) *"La determinación de avanzar vino en 1978, cuando el Congreso norteamericano aprobó la ley de no proliferación. Estados Unidos no proveería combustible enriquecido para un reactor de investigación que la Argentina estaba vendiendo a Perú y para la producción de radioisótopos para medicina e industria que nosotros exportamos"* (Varotto, 1984).

---

<sup>16</sup> Egresado en Física del Instituto de Balseiro de Bariloche y doctorado en 1967. Presidió la CNEA entre los años 1979 y 1983. La Argentina alcanzó bajo su Presidencia el ciclo nuclear completo y desarrollar una planta de agua pesada.

<sup>17</sup> Se encuentra ubicado en San Carlos de Bariloche, en la provincia de Río Negro, en el kilómetro 9,5 de la Avenida Ezequiel Bustillo, entre sus actividades principales se dedica a las áreas de física y energía nuclear, y es reconocido mundialmente por sus proyectos y trayectoria en la formación de recursos humanos.

El Doctor Conrado Varotto<sup>18</sup>, creador y Gerente General de INVAP S.E., fue quien conformó un grupo de científicos jóvenes para trabajar en esa institución, con el objetivo de afrontar diferentes proyectos tecnológicos, siendo el proyecto de enriquecimiento de uranio el primero que estos científicos desarrollaron. En otoño de 1978, el grupo inicial comenzó a revisar la bibliografía sobre enriquecimiento de uranio en la biblioteca del CAB. Los artículos franceses presentados en la reunión de Ginebra en 1958 permitieron comprender la escala de las dificultades que habría que abordar, conjuntamente con bibliografía perteneciente a Cohen K.; Massignon, D.; Vellani, S. y, además, unos 10 tomos de documentación desclasificada del Proyecto Manhattan. La información inicial sobre el hexafluoruro de uranio (UF<sub>6</sub>) se buscó también en la biblioteca del CAB. A partir de este primer contacto con el tema, concluyeron que la tecnología de difusión gaseosa era la que estaba más al alcance de la capacidad tecnológica e industrial doméstica. Sobre todo, se pensó que se contaba con la capacidad técnica y profesional del personal, para la construcción de 4.000 compresores. (Santos, 2016)

Si bien, para fines de los años 70, la documentación técnica sobre enriquecimiento de uranio se encontraba de manera pública y con pocas restricciones de acceso, esto cambió luego de las pruebas realizadas por la India, cuyos resultados fueron explicados anteriormente, fue así que se comenzaron a establecer controles estrictos sobre este tipo de información, y desde ese entonces ya no se encuentra disponible la documentación o las publicaciones actualizadas sobre la temática en cuestión. En un principio se trabajó con la bibliografía necesaria para realizar el desarrollo de los procesos, pero nunca se pudo contar con la información esencial de este, como por ejemplo, los datos sobre la operación de las cascadas, es decir, la cuestión relevante de la tecnología. “El conocimiento científico en el cual se basa de planta de enriquecimiento de uranio del CTP es del año 1848-1870, Ley de Graham (Difusión gaseosas. Velocidades moleculares) y la Teoría de Gases Ideales. Lo más crítico es la parte operativa del proceso, cómo se opera la planta, sus problemas y cómo corregirlo y la estabilidad. Hasta que no se puso en marcha no se pudo obtener esa información”. (Santos, 2017)

---

<sup>18</sup> Licenciado y Doctor en Física graduado en el Instituto Balseiro de la Universidad Nacional de Cuyo. Se desempeñó como Investigador Asociado en el Departamento de Ciencias de los Materiales en la Universidad de Stanford, USA. Fue coordinador del Programa de Investigación Aplicada, CAB-CNEA. Luego de ser Gerente General y Técnico de INVAP.

Se descartó en ese momento la tecnología de enriquecimiento por Centrifugación<sup>19</sup>, dado que, para el desarrollo de tecnología por el método de Difusión Gaseosa, la industria del país, sumado al estado de conocimiento de la CNEA, contaban con el dominio pertinente como para resolver los problemas que el proyecto generaba, mientras que los inconvenientes que surgieran del método por Centrífuga, no estaban al alcance de los conocimientos con que se contaba en Argentina en esa época. Además, se debe subrayar que una de las condiciones principales del proyecto era que todo lo esencial en materia tecnológica se desarrollase fronteras adentro, es decir, no comprar tecnología fuera del país, ya que se había decidido que esta instalación se debía encontrar fuera del Régimen de Salvaguardias del Organismo Internacional de la Energía Atómica; la compra de equipamiento en el exterior generaría, automáticamente, la obligación de someterse al régimen de salvaguardias sobre el CTP, debiendo en ese caso ajustarse el proyecto obligatoriamente a los protocolos establecidos para dicho régimen. (Santos, 2017)

El 1 de agosto de 1978, el Vicealmirante Doctor Carlos Castro Madero firmó un documento secreto autorizando los estudios de enriquecimiento de uranio. El llamado "Informe DDG 1/78" (las siglas DDG corresponden a planta de enriquecimiento de uranio por el proceso de difusión gaseosa), el cual proponía desarrollar la tecnología de enriquecimiento de uranio por el método de difusión gaseosa, en escalas de entre 50 y 500 kg/año de uranio metálico equivalente, con un enriquecimiento de hasta un 20% de <sup>235</sup>U, este documento había sido redactado en junio de ese año por el Licenciado en Física Eduardo Santos, después de una reunión de la que participó junto con el Vicealmirante Doctor Carlos Castro Madero, el Doctor Conrado Varotto y el Doctor en Física Daniel Esparza, entre otros miembros de CNEA. Allí también se hablaba de un plazo de 12 meses, hasta junio de 1979, para el cumplimiento de la primera etapa, que consistía en el diseño y construcción de una cascada de hasta 20 etapas de separación por difusión gaseosa. Para la segunda etapa, se anunciaba una planta de enriquecimiento por difusión gaseosa, con una capacidad de entre 2.000 y 20.000 UTS (unidades de trabajo separativo), no se mencionaban plazos. Se lee más adelante que la tecnología de

---

<sup>19</sup> Proceso de enriquecimiento de uranio que se lleva a cabo por medio de un cilindro hueco (rotor) que gira a altas velocidades dentro de una carcasa a alto vacío. El UF<sub>6</sub> es inyectado dentro del rotor, donde el gas es sometido al campo de fuerza centrífuga que produce una ligera separación de los isótopos. El isótopo pesado se concentra cerca de la pared del rotor y el isótopo liviano se concentra cerca del eje de rotación.

producción de hexafluoruro de uranio ( $UF_6$ ) debía ser puesta a punto por el proyecto en paralelo con la construcción de la planta de enriquecimiento, debido a que en el país no se producía el  $UF_6$  por no existir demanda de dicho insumo en el mercado. Se planteaba como solución alternativa, desarrollar un proveedor de este insumo. (Hurtado de Mendoza, 2009)

En las pautas para la organización del personal se mencionaba: “Sólo determinado personal tendrá conocimiento del Proyecto en su totalidad”, “El personal de menor jerarquía que tome parte del mismo, deberá ignorar las finalidades, salvo que sea aconsejable enterarlo. Cada caso se estudiará particularmente”, esto con el paso del tiempo fue tomado como el “secretómetro”<sup>20</sup>. El mayor volumen del informe se dedicaba a la "Memoria técnica del proceso". Allí se consideraba la cascada, las membranas porosas, la preparación del hexafluoruro de uranio ( $UF_6$ ), cuestiones de ingeniería de vacío, corrosión, compresores, etc. En el documento también se presenta un plan de trabajo y dos anexos. En uno de ellos se puede leer que “*Los beneficios que producirá el Proyecto hacen estrictamente a la Seguridad Nacional y a la independencia en la toma de decisiones internacionales por parte del país*” (Santos, 2008).

El mismo 1 de agosto de 1978, un primer grupo tomó posesión de las instalaciones, ubicadas a 25 kilómetros de Bariloche, llamada Villa Golf, estas instalaciones incluían inicialmente lo que había sido el laboratorio de microbiología de la Fundación Bariloche y un bungalow cercano.

Se estableció un grupo de trabajo de alrededor de 20 profesionales de CNEA e INVAP S.E., entre ellos se encontraban ingenieros mecánicos, ingenieros electrónicos, químicos, físicos y técnicos. Este grupo comenzó a investigar sobre tópicos básicos vinculados a la cascada; la construcción de infraestructura para la producción de alúmina ( $Al_2O_3$ ) para las membranas porosas; la producción de flúor ( $F_2$ ) para el hexafluoruro de uranio ( $UF_6$ ) y la producción del propio  $UF_6$ .

Mientras tanto, CNEA había adquirido un terreno en Pilcaniyeu (a 60 kilómetros de San Carlos de Bariloche), a la vera del Río Pichi Leufu y Vialidad Nacional había

---

<sup>20</sup> Se denominó así a la adopción de mantener en total reserva la información acerca de cada aspecto concerniente al proyecto, motivado por cuestiones políticas y comerciales ya que, en general, la información que rodea a este tipo de tecnologías no se encuentra disponible. A su vez, se dejó establecido qué información podía ser transferida a terceros, por fuera del sector donde se trabajara.

comenzado la construcción del camino de acceso. En este lugar aislado sería construido el complejo tecnológico para el enriquecimiento de uranio. (Santos, 2017)

Para determinar el sitio donde se llevaría a cabo el emplazamiento de la planta de enriquecimiento de uranio, se analizaron otras posibles ubicaciones, entre ellas: Estancia Paso Chacabuco; Ciudad Industrial del Nahuel Huapi; La Paloma; Campo Lera y Pilcaniyeu. Finalmente se tomó la decisión de emplazar el proyecto en Pilcaniyeu, gracias a que cumplía con variables tales como:

- Sitio apto para Instalaciones Nucleares de Potencia.
- Geología.
- Climatología.
- Agua de Refrigeración.
- Baja densidad poblacional.
- FFCC cercano.
- Ruta Nacional No. 23 (la cual iba a estar asfaltada en tres años).
- Gas.
- Electricidad.
- Lugar aislado (esto facilitaría al hermetismo dentro de la instalación).



Figura 2: Pilcaniyeu, lugar donde se emplazaría el proyecto enriquecimiento de uranio

I



Figura 3: Pilcaniyeu, lugar donde se emplazaría el proyecto enriquecimiento de uranio II

En julio de 1979, se realizaron las primeras reuniones del Equipo de Proyecto, en las cuales se reformuló el proyecto en tres partes. La primera parte se desarrollaría en Villa Golf, donde los primeros pasos apuntarían a la construcción de la llamada DDG, Unidad de Demostración de Difusión Gaseosa, una cascada experimental de 20 etapas para ensayo y prueba de materiales. La segunda parte tendría lugar en Pilcaniyeu y se proponía pasar a una planta que significara un 10% de la planta final. La tercera parte era la planta que, hasta ese momento, se estimaba que debería contar con una cascada a gran escala. En estas reuniones también se trató el tema de los proveedores, se ordenaron las prioridades y se asignaron las responsabilidades del grupo. El Licenciado en Física Héctor Otheguy estaría a cargo de la coordinación y control de todas las actividades de Villa Golf; el Doctor Daniel Esparza estaría a cargo del desarrollo del material y proceso de fabricación de las membranas y de la dirección de las tareas de investigación y desarrollo de la DDG; el Doctor Conrado Varotto se ocuparía de las obras de infraestructura de Pilcaniyeu; el Licenciado en Química José Astigueta sería el responsable del desarrollo de la producción en escala de flúor ( $F_2$ ), tetrafluoruro de uranio ( $UF_4$ ) y hexafluoruro de uranio ( $UF_6$ ); el Ingeniero Mecánico Hugo Brendstrup sería el responsable del desarrollo, producción e instalación de las 200 unidades del sistema de difusión gaseosa, que integrarían 10% de la planta final y finalmente, el Licenciado en Física Eduardo Santos se haría cargo de la auditoría técnica de todo el

proyecto, del control de obras y colaboraría con el Licenciado en Física Adrián Furman en la elaboración del modelo matemático. En el informe de estas reuniones se concluiría que para fines de 1979 había que tener listos 500 kilogramos de hexafluoruro de uranio ( $UF_6$ ).

Debido a las malas condiciones climáticas durante el invierno de 1980, Vialidad Nacional se demoró en la construcción del camino de acceso a las instalaciones de Pilcaniyeu. Esto a su vez retrasó el comienzo de las obras civiles, la cuales comenzaron en diciembre del dicho año. (Hurtado de Mendoza, 2009)

Problemas presupuestarios también interfirieron en la compra de los espectrómetros de masa requeridos para el proyecto.

Para proveer de electricidad a las instalaciones se comenzó con tres grupos portátiles de 500 kW traídos de Suiza. En forma paralela el Técnico Químico Horacio Osuna, un discípulo de Jorge Sábato que a fines de los sesenta se había dedicado a la química del plutonio, se encargó de licitar una usina adicional más potente, con una potencia 7.000 kW. (Santos, 2016)

Mientras tanto, a pesar de existir informes de factibilidad favorables para ambos proyectos, Gas del Estado no tomaba la decisión de construir el gasoducto cordillerano ni las compañías Hidronor y Agua y Energía estaban interesadas en construir la línea de alta tensión a Bariloche que pasaría por Pilcaniyeu y en particular por el sitio del proyecto. Llevó algún tiempo hasta que el Doctor Varotto y el Técnico Osuna lograron ambos objetivos, lo que significó también llevar energía a la Ciudad de San Carlos de Bariloche años más tarde, que hasta ese momento la recibía la electricidad generada por grupos diésel.

El 2 de octubre de 1980, se formalizó el contrato entre CNEA e INVAP S.E. referente al proyecto. CNEA contrataba a INVAP S.E. para "El proyecto, dirección, provisión de partes, equipos, ejecución y puesta en marcha de una planta de enriquecimiento de uranio por el método de difusión gaseosa", incluyendo la investigación y desarrollo de materiales, la provisión de insumos críticos, el desarrollo de procesos físico-químicos necesarios para este fin, y el desarrollo de equipamiento para el cumplimiento del mencionado contrato.

En este extenso documento se acordaba, entre muchas otras cosas, que INVAP S.E. debía asegurar ante las autoridades nacionales, provinciales o municipales una reserva de agua adecuada del río Pichi Leufu y una extensión de terreno que asegurara que en el futuro no se instalarían en la cercanía poblaciones, explotaciones agropecuarias o de

otro tipo. También debería realizar un estudio siguiendo las normas recomendadas por el Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA)<sup>21</sup>, para los centros de investigación nuclear y/o instalaciones nucleares. Finalmente se aclara en dicho documento que: “La propiedad de las instalaciones será de CNEA”. (CNEA-INVAP S.E., 1980)

En el período 1980-81, algunos miembros del grupo que estaba a cargo de llevar a cabo el proyecto de enriquecimiento de uranio viajaron a Europa y tuvieron contacto con la empresa Leybold-Heraeus, en Hanau (Alemania Federal), para estudiar la compra de una planta de condensación-sublimación de UF<sub>6</sub> y de espectrómetros de masa que pudieran utilizarse para la determinación isotópica de <sup>238</sup>U/<sup>235</sup>U, además de aceites especiales y compresores específicos para UF<sub>6</sub>. También compraron válvulas y caudalímetros específicos para ser usados con UF<sub>6</sub> y visitaron a otra compañía Balzers, en Vaduz (Liechtenstein), para estudiar el funcionamiento de los espectrómetros de masa específicos para determinar la relación entre <sup>238</sup>U/<sup>235</sup>U. En diciembre de 1981, un miembro del grupo viajó a Estados Unidos para ponerse en contacto con algunas empresas para avanzar sobre cuestiones como el niquelado de piezas, la capacitación de una persona para la operación de un horno, la discusión de problemas de rotura de piezas en las maquinarias de extrusión, sobre detectores de presión y la compra de bibliografía. Entre las empresas mencionadas, se encontraban Entone de Connecticut, Bickley de Filadelfia, Mohr de Detroit, Micrometrics de Atlanta. (Hurtado de Mendoza, 2009)

En el invierno de 1980, se había terminado el montaje de la DDG y se había logrado hacer funcionar cada componente por separado. Luego de la ardua tarea de hacerlos funcionar en conjunto, finalmente el 23 de febrero de 1981 fueron obtenidos en Villa Golf los primeros miligramos de uranio enriquecido. Como todavía no se contaba con el Espectrómetro de Masas, se corroboró el enriquecimiento utilizando el Método de Espectrometría Gama<sup>22</sup>. Este resultado alentó a que se iniciaran las inversiones para la obra civil de la propia planta de enriquecimiento. (Santos, 2016)

En diciembre de 1980, se comenzó con los trabajos de las obras civiles en Pilcaniyeu y para el siguiente año se culminaron:

---

<sup>21</sup> Es el principal foro intergubernamental para la cooperación científica y técnica en materia de utilización de la energía nuclear con fines pacíficos.

<sup>22</sup> Espectrometría Gamma consiste en la obtención del espectro de las radiaciones gamma emitidas por los radionucleidos o isótopos radiactivos. Se basa en que la respuesta del detector, un semiconductor que bajo ciertas condiciones, también tienen una alta eficiencia de detección de los fotones de gran energía (radiación gamma). Tiene la ventaja de ser una técnica multielemental y no destructiva.

- A1 (una de las cascadas principales del proyecto a escala industrial).
- Mock Up.
- Pemin (Planta Experimental de Materiales de Interés Nuclear).
- Planta de membranas.
- Talleres.
- Usina.



Figura 4: Obra civil A1, año 1981

A comienzos de 1982, las plantas de producción de hexafluoruro de uranio ( $UF_6$ ) y de la materia prima para las membranas, a las que se llamó complejo Pilca I, estaban listas para comenzar a producir. A fines de ese mismo año fue obtenida la primera tonelada de hexafluoruro de uranio ( $UF_6$ ). Entonces se inició el complejo Pilca II, que se proponía llevar la cascada de 20 unidades a las dimensiones de una planta piloto de 200 unidades. (Hurtado de Mendoza, 2009)

A mediados de agosto de 1982, INVAP S.E. presentó a la Representación Técnica de CNEA el informe de avance correspondiente a abril-junio del mismo año. El cual reportó algunas demoras debido al retraso en la autorización de fondos, a una inflación superior a la prevista y al duro invierno, con temperaturas inferiores a 25 grados centígrados bajo cero. De todas formas, el informe era optimista y se cumplirían los principales objetivos con atrasos no mayores a un mes.

En este se hace mención a la mudanza de la planta de producción de membranas de Villa Golf a Pilcaniyeu y aclara que el montaje del horno de recocido de cerámicas

avanzaba en plazo, salvo por una pequeña demora provocada por el hecho de que el proveedor pertenecía a uno de los países que no apoyaban a la Argentina. Lo mismo ocurría con la firma proveedora de las máquinas extrusoras. Refiere también que no se emitieron órdenes de compra al exterior por el bloqueo económico establecido sobre nuestro país, y las dificultades internas de ese momento, relativas a la obtención de los permisos de importación.

Por último, se hacía alusión a la compra de 150 compresores dentro del país. Entre el 16 de octubre y el 15 de noviembre se habían afectado más de 46.000 horas hombre a los trabajos del proyecto de enriquecimiento, lo que representaba un equivalente de 236 personas trabajando full time en el Proyecto. (Santos, 2017)

En octubre de 1982, se informa en Buenos Aires al Vicealmirante Doctor Castro Madero y al Doctor en Física Hugo Erramuspe, quien se encontraba al frente del Departamento de Investigación y Desarrollo de CNEA, el estado de situación del proyecto y se señalaba que el 100% de la tecnología era propia y que se habían importado sólo materias primas, materiales y equipos no incluidos en ninguna lista de embargos.

Durante el primer semestre del año 1983, fue puesta en funcionamiento una cascada de 400 unidades. En las primeras pruebas, el promedio de vida de la cascada era de 10 minutos. Era necesario alcanzar las 10.000 horas de operación continua. Durante estos ensayos, todas las correas de automóvil disponibles en los negocios de Bariloche fueron compradas y algunas más tuvieron que ser traídas de la ciudad de Neuquén. En el mes de julio, de pronto todo se arregló “el vacío era bueno, los servicios funcionaban, los motores tenían estabilizadas sus temperaturas”. En la madrugada del 16 de julio de 1983 fue obtenido uranio enriquecido con un porcentaje de enriquecimiento más alto del esperado (Santos, 2008).

A partir de agosto de 1983 el cronograma de trabajo se convirtió en vertiginoso, debido a diferentes cuestiones sociales que se vivían en ese entonces en el país, el gobierno militar, debilitado por la derrota de Malvinas, terminaba de negociar el retorno a la democracia y 30 de octubre el Doctor Raúl Ricardo Alfonsín<sup>23</sup> ganó las elecciones presidenciales y debía asumir la Presidencia el 10 de diciembre. Por tal motivo había que hacer pública la existencia de una planta de enriquecimiento antes de esa fecha. El

---

<sup>23</sup> 33º presidente de la República Argentina, 1983-1989 (Chascomús, Buenos Aires, 1927-CABA 2009).

18 de octubre, la planta operó y se obtuvieron varios kilogramos de UF<sub>6</sub> enriquecido. (Castro Madero, 1991)

El anuncio fue programado para el 18 de noviembre. Dos semanas antes de esta fecha, Castro Madero pudo reunirse con Doctor Raúl Ricardo Alfonsín. Al enterarse, este último se preocupó sobre las posibles sanciones contra el país. Castro Madero argumentó que esto no ocurriría, dado que sería el propio gobierno argentino quien haría pública la noticia. Por esta misma razón, era fundamental que la información no se filtrara antes de la fecha convenida. Estas notificaciones debían concretarse pocas horas antes que el anuncio en la conferencia de prensa convocada por Castro Madero para el 18 de noviembre a las 15.30 horas. Durante la mañana de ese mismo día, el canciller argentino entregaría una nota del presidente de la nación a los embajadores de Estados Unidos, Rusia, China y Francia e invitaría a los embajadores de América Latina a un almuerzo al que asistiría Castro Madero.



Figura 5: Recorte de la época, diario Clarin – noviembre 1983

#### 2.4. Cómo se instauró el Sistema de Gestión de Calidad en el CTP

A partir del año 1983, replicando lo que se estaba realizando para ese entonces en la Central de Embalse, el CTP comenzó a implementar lo que en ese momento se

denominaba como Garantía de Calidad (QA), hoy se lo conoce como SGC, siendo la CNEA pionera en la implementación de Sistemas de Gestión con la utilización de normas canadienses CSA (*Canadian Standards Association*) Z-299-1 a la 4. Hasta ese entonces, el proyecto no había trabajado bajo un SGC que cubriese todas las actividades que se realizaban dentro del mismo, si bien se llevaban registros de algunas actividades, estos no se encontraban sistematizados ni se llevaba un control de seguimiento. Se puede resaltar que, el grupo que trabajaba en QA por esos años, estaba integrado por un mínimo de personal en relación al que se encontraba operativo en el proyecto; en ese entonces en el CTP trabajaban alrededor de 600 personas. (Santos, 2016).

El primer paso para implementar el SGC se dio a partir de la construcción de un grupo de cisternas, de las cuales se realizaron el diseño, fabricación, ensayo y puesta en marcha. Es de destacar que todo el trabajo se llevó a cabo con el personal que trabajaba en el proyecto. Durante toda la fase de construcción se estableció la generación y archivo, de manera sistemática, de las memorias de cálculos, procedimientos, instrucciones de trabajo, formularios y diferentes tipos de planos; como así también, se llevaron a cabo actividades como controles de diseño, ensayos y seguimientos operativos; y por último, la puesta a punto de estos equipos. Se puede recalcar que, como ocurrió en gran parte del proyecto, el equipamiento fue desarrollado a medida que fueron surgiendo las necesidades y con mano de obra 100% nacional. (Santos, 2016).

Tal como se detalló anteriormente, estos fueron de los primeros acercamientos a la Gestión de Calidad dentro del proyecto, incluso, por cuestiones de la época toda la documentación que se generaba era en soporte papel. Una vez que este sistema logró madurar, se comenzó a implementar en otros sectores del proyecto, por ejemplo, la planta PEMIN<sup>24</sup>, A1<sup>25</sup>, CLIM<sup>26</sup>, entre otras, la emisión de la documentación necesaria para realizar las actividades rutinarias. Gran parte de la documentación que se generó fue escrita “a mano”, y buena parte de ella también se perdió con el paso del tiempo por diferentes motivos (Santos, 2016).

---

<sup>24</sup> Esta planta está compuesta por dos procesos, por un lado, la vaporización de ácido fluorhídrico que consiste en purificar el HF con objeto de eliminar la humedad del mismo y por otro la producción de flúor, utilizado para el pasivado de la planta Mock-up/SICADE. El pasivado es un proceso que se realiza para inertizar los componentes de una instalación, produciendo una capa de fluoruros metálicos que protege los componentes de los gases corrosivos.

<sup>25</sup> Planta de Enriquecimiento de uranio por método de difusión gaseosa. Está compuesta por 20 módulos.

<sup>26</sup> Planta para limpieza de componentes contaminados, ya sea para su reutilización o disposición final. Está compuesta por una serie de procesos con el objeto de retener los contaminantes en solución.

Durante los años 1983 y 1984, se conformaron diferentes grupos dentro del CTP, entre ellos se encontraban, Seguridad Física, Seguridad Industrial y Protección Radiológica, los cuales compartían la característica de que, en un principio no contaban con la documentación necesaria para llevar a cabo las actividades rutinarias de cada sector. No mucho tiempo después de su creación, estos grupos comenzaron a implementar la utilización de registros técnicos y operativos. Como ocurrió con los documentos de diferentes plantas, estos registros se perdieron o se deterioraron por el paso del tiempo, a raíz del método que se implementó para su guarda una vez que la planta cesó con sus actividades (Santos, 2016).

Una de las características destacables durante la primera fase del proyecto, es decir, desde su creación en el año 1978 hasta su cierre en el año 1995, fue el manejo de la confidencialidad y el hermetismo que regía dentro de cada sector en cuanto a las actividades que desarrollaba cada uno, ya que no había interacción entre estos; la comunicación que existía se limitaba al personal jerárquico del proyecto, lo cual generó que simples fallas tardasen más tiempo de lo común en solucionarse, tanto en la readecuación de la documentación como en las necesidades operativas. (Santos, 2017). Si bien el SGC no estaba del todo desarrollado, los grupos de Ingeniería habían implementado formalmente el tratamiento de desvíos que se detectaban durante la operación de los equipos de la planta, es decir, se realizaba una evaluación crítica de lo acontecido, emitiéndose un informe interno, para luego determinar la causa raíz del desvío para, por último, aplicar la solución adoptada. Este tipo de actividad, innovadora para ese entonces, se tuvo que implementar debido a que el CTP recibió, durante toda esta fase del proyecto, documentación, materiales, equipamiento e instalaciones que provenían de múltiples proveedores, y estos no contaban con los controles mínimos dentro de sus procesos que debían tener los productos como la documentación que era entregada al proyecto. (Santos, 2016)

## **2.5. Cómo se documentó y se llevaron los registros generados en el CTP**

El proyecto se caracterizó por la gran cantidad de documentos y registros de sectores claves, como Ingeniería, que se generaron durante la operación de la planta entre los

años 80' y 90'. Si bien se remarcó que una buena parte de ellos se perdieron por diferentes factores, otra parte importante fue resguardada, alrededor de 10.000 documentos de diferentes características, como Procedimientos Operativos; Memorias de Cálculo; diferentes tipos de Manuales e Instrucciones de Trabajo de sectores; a estos se les debe sumar los registros de plantas, libros de guardia y de desempeños de algunos equipos. La información que pudo resguardarse fue de gran importancia al momento de reanudar las actividades en el año 2006 y al día de hoy se sigue utilizando como base para generar nueva documentación o para el relevamiento de las instalaciones. Es de destacar que, la documentación nombrada, se caracterizó por ser registros tomados a mano durante la operación de la planta en soportes como papel, fichas, para los cuales sólo se contaba la posibilidad de contenerlos en carpetas, con el tiempo se incorporó el uso de disquetes como soporte informático.

*“El cierre de la planta fue traumático, de un día para el otro no se volvió a trabajar en las instalaciones del CTP”* (Santos, 2016), no se pudieron tomar las medidas necesarias para establecer qué y cómo se debía archivar de manera definitiva toda la documentación que se había generado a lo largo de los años que la planta estuvo operativa. *“Durante años se ordenó la documentación de diferentes plantas, pero mucha de ella se fue perdiendo”* (Santos, 2016), debido a inundaciones y deterioro del papel. En un accionar a destacar, parte de la documentación que fue recuperada gracias al Licenciado Eduardo Santos, quien la retiró de la planta y la devolvió cuando se reanudaron las actividades en Pilcaniyeu: *“robé la documentación para retenerla y que no se pierda”*. (Santos, 2016). Otra parte de la documentación que pudo resguardarse fue aquella que se clasificó, la cual correspondía a diferentes plantas, donde se llevó a cabo el “conforme a obra del proyecto”. Esta se generó cuando se cerró la misma, y estuvo a cargo de personal de INVAP S.E., quien tenía relación con la CNEA, este proceso llevó un período de alrededor de dos años. Toda la documentación correspondiente al conforme a obra estuvo guardada dentro de las instalaciones del CTP, mientras la planta se encontraba inactiva. Tal como se mencionó anteriormente, no se tomaron los recaudos para que los registros operativos perdurasen en el tiempo, parte de los cuales se perdieron o destruyeron.

## **2.6. Década del 90 – Contexto Nuclear y Político**

En la década de los 90, se instauraron los sistemas internacionales de control requeridos para la no proliferación nuclear, dividiendo al mundo en dos grandes sectores, los países que ya tenían capacidad de enriquecer uranio y los que no, encontrándose Argentina entre los primeros.

Por otra parte, Argentina firmó el TNP en el año 1995, donde ratificó y prestó su consentimiento para la extensión indefinida y sin condiciones de su adhesión al tratado, posibilitando su acceso a la importación de material sensible como el uranio enriquecido, información en cantidad y calidad que provee el tratado a sus miembros, disminuyendo la incertidumbre e incrementando la transparencia. Algunos países están dispuestos a acceder a estos beneficios, en contrapartida deben abrirse a las inspecciones por parte de entes internacionales, así como cooperar en el desarrollo nuclear pacífico. El contexto del mercado internacional, en el ámbito nuclear, sufrió en esa época varios cambios; por una lado se estableció el acuerdo entre la ex URSS y los EEUU para desmantelar parte de los arsenales nucleares, generando dentro del mercado civil una sobreoferta de uranio enriquecido y, por lo tanto, una baja del precio internacional del uranio y de los combustibles nucleares; por otro lado, el precio del petróleo también bajó y las nuevas regulaciones ambientales y de seguridad nuclear incrementaron los costos y desalentaron la construcción de reactores de potencia, deviniendo en la paralización de la industria nuclear.

Ante dicha coyuntura, se estabilizó la demanda de uranio enriquecido en niveles históricos similares a la década del 70.

En condiciones de sobreoferta de uranio de origen militar, petróleo barato y demanda estabilizada, las previsiones más optimistas establecían que recién para la década del 2010 sería necesario encarar la construcción de nuevas plantas de enriquecimiento.

A diferencia del contexto económico, desde un punto de vista político, el enriquecimiento de uranio se mantuvo activo. Durante esta década varios países intentaron ingresar al grupo de quienes poseían la capacidad tecnológica de enriquecimiento; entre estos estaban Sudáfrica, Pakistán, Irak e Irán; es importante subrayar que, incluso hoy en día, contar con el dominio de la tecnología de enriquecimiento sigue marcando un diferencial en el prestigio e influencia de un país.

Por su cercanía geográfica, se debe tener en cuenta el caso de nuestro país vecino Brasil, el cual es poseedor de la tecnología de centrifugación gaseosa, llevando a cabo sus

actividades bajo el control de salvaguardias binacionales con Argentina, a través de la Agencia Brasileño-Argentina de Contabilidad y Control (ABACC)<sup>27</sup> y en forma redundante con el OIEA.

La coyuntura que suscitó en una sobre oferta de uranio enriquecido, sumado a las decisiones políticas del gobierno de Doctor Carlos Menem<sup>28</sup> resultaron desfavorable para la continuidad del proyecto de enriquecimiento de uranio en Pilcaniyeu. A partir de lo descripto, se suspendieron las actividades en planta por más de diez años, esta resolución puso en peligro la continuidad de la Argentina como parte de los países con la capacidad técnica de enriquecimiento.

A partir de 1995, las restricciones presupuestarias fueron en aumento a punto tal que solamente se pudo mantener la infraestructura, la cual paulatinamente fue reducida a un mínimo y, en la práctica, las obras quedaron paralizadas.

En el último trimestre de 1997, las autoridades de CNEA decidieron rescindir los contratos principales mantenidos con la contratista, y a su vez desafectar al personal asignado al Proyecto de enriquecimiento de uranio, el día 10 de diciembre de 1997. Dicho personal pertenecía a INVAP S.E., quien sólo retuvo a los de formación profesional o técnicos de vasta experiencia.

A partir de ese momento, se les dio un peso sustancial a las figuras de mérito económico<sup>29</sup> lo cual, sumado a la situación imperante en el mercado mundial del uranio, implicó una redefinición de los objetivos principales del proyecto.

Se priorizó mantener a las instalaciones en un estado mínimo de conservación y continuar desarrollando el concepto SIGMA<sup>30</sup> (sistema avanzado de separación isotópica por difusión gaseosa), llevándose a cabo en esta etapa, estudios técnicos y económicos que permitieran evaluar la factibilidad de aplicar este nuevo concepto a plantas industriales de enriquecimiento.

---

<sup>27</sup> Es el organismo regional del área de salvaguardias, su principal objetivo es garantizarle a Argentina, a Brasil y a la comunidad internacional que todos los materiales nucleares se utilizan con fines exclusivamente pacíficos.

<sup>28</sup> 34° presidente de la República Argentina, 1989-1999 (Anillaco, La Rioja, 1930).

<sup>29</sup> Una figura de mérito es una cantidad usada para caracterizar el desempeño de un dispositivo, sistema o método, con relación a sus alternativas.

<sup>30</sup> Es un sistema de enriquecimiento de uranio que permitiría fabricar a bajo costo el combustible que es utilizado en las centrales nucleares.

Durante la Presidencia del Doctor Dan Beninson<sup>31</sup>, entre los años 1998 y 1999, se intentó reactivar aquellas áreas que tenían posibilidad de funcionar en forma regular tales como el Módulo de Demostración (Mock-Up) y la Planta de Conversión de hexafluoruro de uranio (UF<sub>6</sub>).

En forma simultánea, se definió la ingeniería conceptual y básica de un módulo de demostración experimental en base a la reutilización de componentes existentes y al uso de gases inertes para los ensayos de demostración y el inicio del desarrollo de componentes específicos tales como el compresor y los inyectores de reciclado. En 1999, se completa la ingeniería de detalle y se inicia la construcción del módulo y de los sistemas de instrumentación y control. (Isnardi y Bergallo, 2005).

En la década de los 2000, se agravaron las limitaciones presupuestarias y no existiendo las restricciones a las compras anteriormente mencionadas, por haber firmado el TNP, la Argentina priorizó la compra de uranio enriquecido al exterior, circunstancia que provocó que, durante esos años, las actividades dentro del Complejo Tecnológico Pilcaniyeu se enfocaran casi exclusivamente al resguardo y preservación de la tecnología y de las instalaciones, reduciendo en forma abrupta el plantel estable desde las 600 personas a sólo 8, abocadas sólo a dichas tareas, hasta el año 2006.

## **2.7. Reanudación de las actividades en el CTP**

En febrero del año 2006, durante el gobierno del Doctor Néstor Kirchner<sup>32</sup> realizó una visita a la planta de enriquecimiento de uranio en Pilcaniyeu la embajadora Elsa Rosa Kelly<sup>33</sup>, acompañada de dos asesores. Los objetivos de la visita fueron dos, por un lado,

---

<sup>31</sup> Dan Beninson fue uno de los creadores de la ciencia de la Protección Radiológica a nivel mundial, maestro de varias generaciones de jóvenes científicos, técnicos y profesionales de las distintas disciplinas vinculadas a lo nuclear en el país y en el exterior, formando destacados expertos.

En la Argentina creó la Autoridad Regulatoria Nuclear, institución dedicada al control y fiscalización de la actividad nuclear. Fue miembro fundador de la Asociación Internacional de Protección Radiológica (IRPA), y la Sociedad Argentina de Radio protección (SAR). Asimismo, ejerció la Presidencia de organismos con competencia en la materia, entre ellos, el Comité Científico para el Estudio de los Efectos de las Radiaciones Atómicas (UNSCEAR), la Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA), y la Comisión Internacional de Protección Radiológica (ICRP).

<sup>32</sup> El Dr. Néstor Kirchner presidió constitucionalmente la Argentina desde el 25 de mayo de 2003 hasta el 10 de diciembre de 2007.

<sup>33</sup> Diplomática de carrera, ingresó al servicio exterior de la Nación en 1962 siendo promovida sucesivamente hasta alcanzar la jerarquía de Embajadora en 1984. En cancillería se desempeñó como consejero legal, Viceministro de relaciones exteriores, Directora de relaciones culturales, miembro del consejo superior de embajadores, Directora general de asuntos ambientales y, desde 2006, como Directora de seguridad internacional, asuntos nucleares y espaciales. Fue Embajadora ante la UNESCO,

reactivar la actividad nuclear Argentina, en un contexto de paralización a nivel internacional en el cual sólo algunos países asiáticos se encontraban desarrollando actividades en este ámbito, y por otro formar parte del Nuclear Suppliers Group<sup>34</sup>. Dentro de este gran grupo había un sub grupo de países que tenían desarrollada la tecnología de enriquecimiento de uranio. En ese momento, la Argentina se presentaba como un país que había logrado enriquecer uranio, pero cuyas actividades en el tema se encontraban detenidas, hasta esa ocasión, por unos diez años.

La visión de la OIEA, para ese entonces, enunciaba que todo país que habían logrado desarrollar esta tecnología debía presentarse operativa, de lo contrario, serían retirados del listado de los países que la dominaban. Tal como se describió anteriormente, las actividades dentro del CTP se encontraban totalmente paralizadas, y solo se realizaba un mantenimiento mínimo de las instalaciones.

Durante esta visita, se evaluaron las instalaciones y se consultó qué podría hacer la Argentina para tener activa la tecnología de enriquecimiento de uranio por Difusión Gaseosa. Ante tal interrogante, se respondió que se podría poner en marcha el Mock Up, junto a todas las instalaciones auxiliares necesarias para volverlo operativo a este. En abril de 2006, se llevó a cabo en la Secretaría de Energía, comandada por Daniel Cameron, una reunión donde se encontraban todas las partes interesadas, es decir, personal de Cancillería, CNEA y de la Secretaria de Energía, donde se tomó la decisión de retomar las actividades en el CTP. (Isnardi, 2017).

## **2.8. Reactivación del Plan Nuclear Argentino**

A fines del año 2006, el Gobierno del Doctor Kirchner tomó la decisión de reactivar el proyecto de enriquecimiento de uranio, asignándole fondos y cobertura política como decisión de Estado. Este anuncio se realizó dentro del Plan Nuclear Argentino, en el cual, el CTP, tenía establecidos como objetivos principales los siguientes puntos:

1. Mantener a la Argentina como miembro de los países proveedores del ciclo de combustible Nuclear.

---

en Italia y Austria. Representante permanente ante Organizaciones Internacionales en Viena y Gobernadora en la Junta de Gobernadores de la OIEA.

<sup>34</sup> El Grupo de Suministradores Nucleares (GSN) es un grupo de países proveedores nucleares que busca contribuir a la no proliferación de las armas nucleares a través de la implementación de dos conjuntos de directrices para las exportaciones nucleares y las exportaciones relacionadas con tecnologías nucleares.

2. Mantener la capacidad técnica de enriquecer uranio (preservando los conocimientos adquiridos).
3. Mantener la infraestructura necesaria para poder garantizar técnicamente el suministro de uranio a las centrales nucleares de potencia (asegurando tecnológicamente la cobertura de la demanda nacional de insumos nucleares).
4. Desarrollar, a partir de la experiencia obtenida, métodos más eficientes de producir uranio enriquecido.
5. Entrenar y llevar a cabo el licenciamiento del personal en el manejo de la tecnología de enriquecimiento uranio y actividades conexas (alta especialización). (CNEA, 2016)

## **2.9. ¿Cómo se encontró la documentación en su reanudación?**

En el año 1996, una parte del equipamiento tecnológico que pertenecía al proyecto de enriquecimiento de uranio fue trasladado del CTP al CAB. Ya en ese momento el proyecto se había cerrado y sus actividades, detenidas. El traslado se hizo con el objetivo de resguardar no sólo el equipamiento sino también el conocimiento conseguido, junto con cada equipo tecnológico se trasladaron sus manuales, no así la información sobre los resultados de la operación de los mismos, quedando esta información en la planta.

Cuando el proyecto retomó sus actividades en el año 2006, como parte del Plan Nuclear Argentino, parte de la documentación y registros, concerniente tanto a la operación de la planta como a los resultados de diseño y fabricación se pudieron recuperar, pero existen al día de hoy (2017), registros de procesos claves con los que no se pueden contar, sobre todo aquellos referidos a resultados de operaciones, mediciones y funcionamiento, tanto de equipos como de instalaciones. A mediano plazo, la pérdida de esta documentación trajo como consecuencia que la puesta en marcha del proyecto demore el tiempo necesario para cumplir sus objetivos, debido fundamentalmente, a la falta de documentación y registro que evidencie cómo se operaban las instalaciones del CTP antes de su cierre. *“Para algunos procesos se tuvo que redescubrir la pólvora”* (Guraya, 2017), ya que fueron diseñados durante el período que abarca los años 80´y 90´, pero los registros acerca de su desarrollo, montaje, fabricación y resultados fueron

extraviados, por tal motivo se debió retomar su desarrollo desde cero basándose sólo en el conocimiento del personal que operó en esa época y que hoy está en actividad en la planta. Cada uno de ellos tienen diferentes versiones de lo acontecido “*la memoria de las personas no sirve como elemento para resguardar la información*” (Guraya, 2017). Es de destacar que para algunos de estos procesos, no hay documentación, bibliografía, informes u otro tipo de publicaciones preexistentes que permitan apoyarse en información fidedigna. A este, como tantos otros casos, se los puede tomar como modelo de lo que se tuvo que enfrentar durante la reactivación del proyecto.

Si bien, en algunos casos, se trasladaron los equipos junto con sus manuales, esto solo fue a causa de la formación y buena predisposición del personal que trabajó en la planta. En cuanto a los registros generados, uno de los motivos decisivos de por cual no se trasladaron fue el “secretómetro” que regía originalmente en CTP, tal como se ha descrito anteriormente, el personal desconocía el objetivo de las tareas que realizaba, incluso, sus pares de la oficina continua desconocían en qué trabajaba su compañero en el proyecto. Si bien esto no fue inventado por este proyecto, en las plantas de desarrollo tecnológico de alta sensibilidad suele aplicarse, lo que no se implementó en este caso fue una herramienta que permitiese el resguardo de la documentación generada en forma suficientemente aislada y reservada para evitar el acceso público, ni tampoco hubo un grupo responsabilizado en centralizarla, de modo tal que esta no sufriese ningún tipo de imprevistos, como extravío, deterioro o el propio desgaste que genera el paso del tiempo. (Santos, 2017)

## **2.10. Las problemáticas en la reactivación de la planta**

Al momento de reactivarse el Plan Nuclear Argentino, uno de los problemas más importante que afrontó el CTP fue la falta de personal para la conformación de un plantel estable, de técnicos y profesionales que la opere. Como ya se describió, el personal que se encontraba trabajando en las instalaciones durante la etapa de cierre sólo se avocaba a las actividades mínimas de mantenimiento.

Una vez que se conformó el plantel estable, debió capacitárselo. El plan de formación destinado al personal es uno de los pilares sobre el que se desarrolla el presente trabajo de tesis. Asimismo, los Recursos Humanos dentro del proyecto fueron y son uno de los

ítems con más problemas a resolver, debido a diferentes factores, como por ejemplo que no se contaba en Bariloche con personal profesional y técnico con la formación específica para este tipo de actividad, sumado a que la planta, por su ubicación geográfica, no es un atractivo para el personal que se encuentra trabajando para la CNEA en el CAB. Por esta razón gran parte del personal profesional no es oriundo de Bariloche.

Por otro lado, la infraestructura básica del CTP no era la óptima para que la instalación opere, lo que impulsó que, en el primer año, se realizara un relevamiento sobre cada una de las plantas, donde se priorizó poner en marcha los servicios esenciales, es decir, luz, gas, comunicaciones, etc. A esto se sumó que las instalaciones no cumplían con las normativas vigentes en materias como seguridad, medio ambiente y calidad<sup>35</sup>, razón por la cual tuvo que emprenderse una readecuación a fin de cumplir con cada una de ellas. (Isnardi, 2017).



Figura 6: Instalaciones del CTP en la actualidad

---

<sup>35</sup> Téngase en cuenta que la instalación había sido construida en una época anterior en la cual había otras normas menos exigentes.

### **CAPÍTULO III - CONFORMACIÓN DE LA DIVISIÓN GESTIÓN DE LA CALIDAD DEL CTP**

Un año después de retomadas las actividades, la Gerencia del CTP tomó la decisión de establecer un SGC para el Proyecto. Lo que conllevó el desafío de conformar un grupo de personas idóneas en el tema para su implementación.

En un principio la tarea fue asignada a una persona con dedicación exclusiva; quien quedaría a cargo de la División Gestión de la Calidad una vez que esta fue conformada. Durante esta primera etapa, la División sólo se dedicó a la administración de la documentación generada, llevando a cabo la guarda y control de los documentos que se iban generando; y además comenzó con la recopilación de la Documentación Histórica<sup>36</sup> que se encontraba en las diferentes plantas del CTP.

A partir de 2009, se sumó a la División una persona que tuvo, en un principio, la responsabilidad de llevar a cabo las tareas netamente administrativas. Con el tiempo el perfil de este puesto fue adaptándose a las necesidades del proyecto, realizando diferentes tareas técnicas, como por ejemplo, creación de la base de datos del SGC, tanto para la documentación actual del CTP, como para la documentación histórica; sistema interno de codificación de documentos; participación en la disertación de diferentes capacitaciones; asistencia técnica; etc. En el año 2010 se incorporó el autor del presente trabajo a la División, también con dedicación exclusiva, abocándose a la adecuación de la documentación ya emitida del sector, como así también a la implementación de la norma ISO 9001:2008 “Sistemas de Gestión de la Calidad. Requisitos” (ISO, 2008). En ese mismo año, se construyó el edificio del Archivo General del CTP en dónde actualmente se resguarda no sólo la documentación del SGC sino también la documentación histórica y los registros operativos del proyecto, siendo la División Gestión de la Calidad la que lleva a cabo el control y la administración de los mismos. A mediados del año 2011, la persona que hasta ese momento estaba a cargo de la División, dejó su cargo quedando desde entonces el autor del presente trabajo como jefe de la División Gestión de la Calidad del CTP.

---

<sup>36</sup> Tomó esa denominación toda la documentación proveniente de diferentes proveedores que participaron durante los años 80 y 90 en el CTP.

A principios del año 2013, se sumó una nueva integrante al staff de la División Gestión de Calidad, cuya formación se direccionaba, entre otras cosas, a la implementación de la norma ISO/EIC 17025:2005 “Requisitos generales para la competencia de los laboratorios de ensayo y de calibración” (ISO, 2005). Durante ese año, los dos laboratorios del CTP nombraron a los Responsables de Calidad, en este caso sin dedicación exclusiva, dado que siguieron realizando sus actividades técnicas en sus laboratorios.

Actualmente, la División Gestión de la Calidad está conformada por tres personas, todas ellas con un vasto conocimiento en el área de la Gestión de la Calidad. De esta manera, queda consolidado el primer paso para el logro del objetivo planteado por la alta Gerencia, la implementación del SGC.

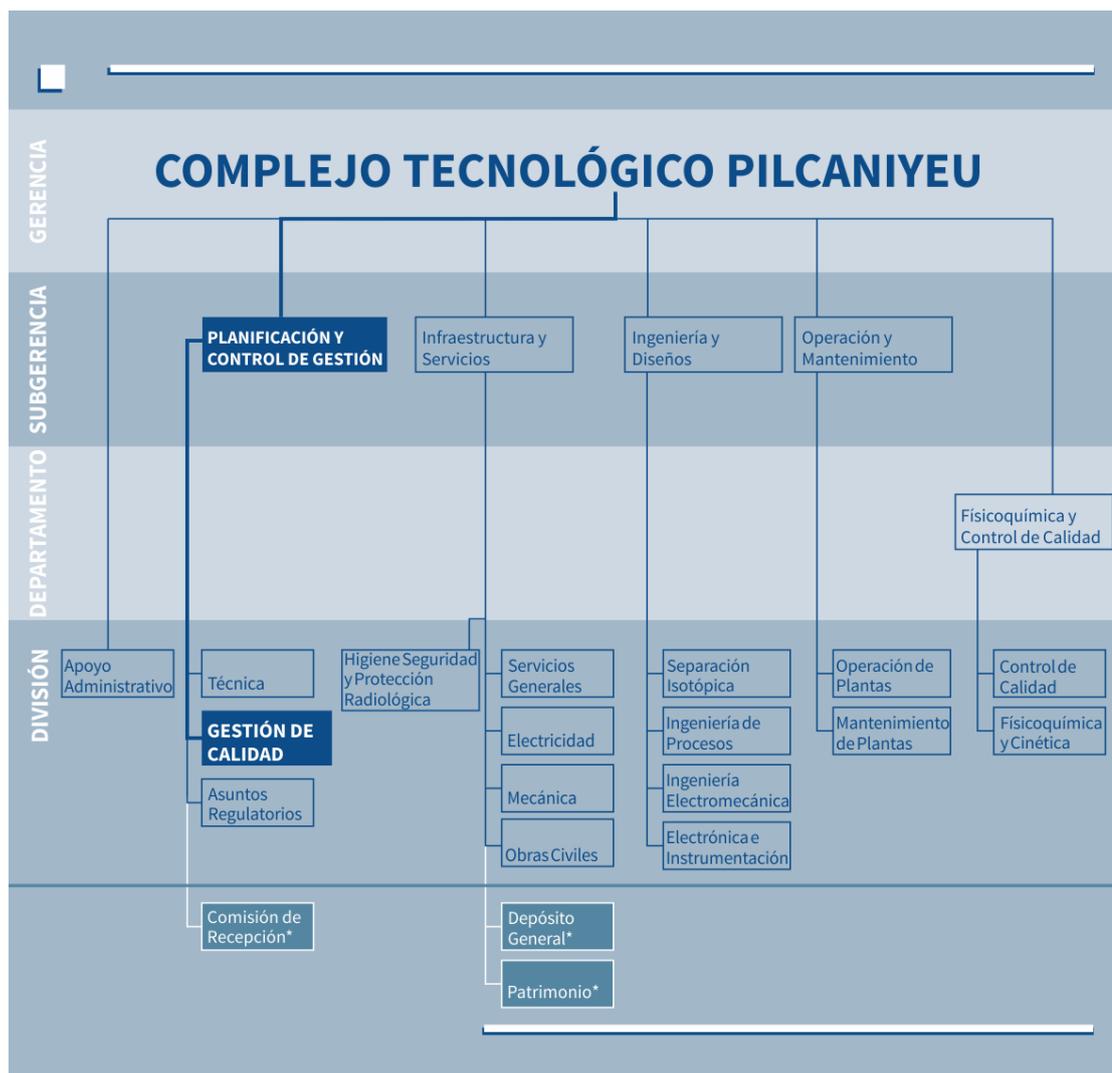
### **3.1. Estructura orgánica del CTP – División Gestión de Calidad**

Tal como se observa en la Figura 7: “Estructura Orgánica del CTP”, la organización y las responsabilidades orgánicas de la División Gestión de la Calidad, están a cargo del Sub-Gerente de Planificación y Control de Gestión quien, además es el Representante ante la Alta Dirección del CTP<sup>37</sup>, el cual tiene la autoridad y responsabilidad de asegurar que se implementen y mantengan los procesos y los requisitos del SGC.

Las responsabilidades de los sectores del CTP se fijaron en el organigrama y en las acciones descritas en la Resolución de Presidencia de CNEA, N° 484 del 01/12/2010 (CNEA, Boletín Administrativo Público 87/10), detallado en el siguiente organigrama del proyecto y, a continuación, se transcriben la Política de Calidad de la CNEA y CTP, Acciones y Misión de la División Gestión de la Calidad.

---

<sup>37</sup> La Alta Dirección del proyecto se conforma por el Gerente y los Sub-Gerentes del CTP.



(CNEA, Boletín Administrativo Público 87/10)

Figura 7: Estructura orgánica del CTP

### 3.2. Política de Calidad de la Comisión Nacional de Energía Atómica

La versión vigente al momento de la elaboración del presente texto (CNEA, 2017) es la del 8 de mayo de 2017 y su texto es el siguiente:

“La Comisión Nacional de Energía Atómica, en concordancia con los objetivos establecidos para la institución por la Ley N° 24.804, el decreto N° 1.390/98 y la Ley N° 25.018, planificando, coordinado y ejecutando las actividades necesarias para el desarrollo de la Actividad Nuclear con fines pacíficos, enfocada en la satisfacción de necesidades de la sociedad, en la República Argentina, establece la presente Política de Calidad:

- Promover y consolidar el compromiso de las jefaturas y del personal con la cultura de la mejora continua y con la búsqueda y preservación de la excelencia en todas sus actividades.
- Promover y consolidar el trabajo integrado, a través de la red de Calidad interna con alcance a toda la institución y su interacción con otras redes internas y organismos externos, como referente nacional en sus ámbitos de acción.
- Implementar, mantener y mejorar los sistemas de gestión, en todos los niveles de la organización, alineados con las buenas prácticas y normas pertinentes, nacionales e internacionales.
- Propender a la armonización e integración de los Sistemas de Gestión.
- Impulsar el reconocimiento, calificación, certificación y acreditación de las actividades científicas, técnicas y operativas, así como la calificación de las competencias del personal que realiza actividades vinculadas a la Calidad.
- Promover la formación y capacitación permanente del personal, en todos sus niveles, con criterios de pertinencia y eficacia.
- Facilitar y alentar el desarrollo de nuevos conocimientos y tecnologías, procesos e ideas creativas e innovadoras.
- Promover la mejora en la Calidad de las mediciones, asegurando el cumplimiento de estándares metrológicos en las mismas.
- Asegurar la trazabilidad al Sistema Internacional de Unidades (SI), según lo establecido por el Bureau International des Poids et Mesures (BIPM)<sup>38</sup>; en particular, de las unidades del ámbito nuclear mantenidas y diseminadas por los laboratorios metrológicos de CNEA, designados como laboratorios nacionales de referencia para radioisótopos y radiaciones ionizantes.
- Promover y mantener la difusión y comunicación interna y externa de las actividades y logros en materia de Gestión de Calidad. A través de los canales institucionales pertinentes, cumpliendo las normas de transparencia y confidencialidad establecidas.
- Difundir esta política a todo el personal de la Institución, ponerla a disposición de la sociedad y orientar los esfuerzos para desarrollarla a través de una planificación estratégica y operativa.

---

<sup>38</sup> Es una organización internacional de normalización que vela por la uniformidad mundial de las medidas y su conformidad con el sistema internacional. Es la coordinadora mundial de metrología.

- Revisar periódicamente esta política y evaluar su cumplimiento.”

(CNEA, Boletín Administrativo Público 12/17)

En base a la presente Política de Calidad, se desprende la correspondiente perteneciente al Complejo Tecnológico Pilcaniyeu.

### **3.2.1 Política de Calidad del Complejo Tecnológico Pilcaniyeu**

La versión vigente al momento de la elaboración del presente texto (CTP, 2016) es la del 16 de agosto de 2016 y su texto es el siguiente:

“La Alta Dirección del Complejo Tecnológico Pilcaniyeu asume el compromiso particular y de toda la estructura de cumplir los objetivos de Calidad de acuerdo con la norma ISO 9001, norma ISO/IEC 17025, para el caso de los Laboratorios, y las normas de seguridad radiológicas y demás legislación aplicable, con el fin de garantizar la calidad del Proyecto, satisfacer las necesidades y expectativas del cliente y mantener la mejora continua de su sistema.

La Alta Dirección del Complejo Tecnológico Pilcaniyeu lleva a cabo la Política de la Calidad comprometiéndose con los siguientes puntos fundamentales.

- Contar con la organización adecuada para dar cumplimiento al Proyecto.
- Asegurar que el producto final cumple con los requisitos acordado con el cliente.
- Incentivar al personal para que dirija sus actividades hacia la mejora continua, realizando evaluaciones y auditorías periódicas del SGC de forma tal de detectar e implementar oportunidades de mejora.
- Implementar una política de formación, toma de conciencia y comunicación, de forma tal de contribuir al desarrollo del personal.
- Gestionar todos los recursos necesarios para implementar y mantener la eficacia del SGC y la satisfacción del cliente.
- Realizar las revisiones por la dirección del sistema de la documentación de Calidad, de forma tal de contribuir a la mejora continua y a la detección de oportunidades de mejora.
- Difundir, mediante reuniones periódicas con su personal, los objetivos de la Calidad establecidos de acuerdo con la presente política y la planificación del proyecto, asegurándose que la misma es entendida por el personal.”

(MC-CTP/PEU0-001/0000-GE-C Rev.: 2 16/08/2016, Manual de Calidad del Complejo Tecnológico Pilcaniyeu).

### **3.2.2 Acciones de la División Gestión de Calidad**

Se transcribe a continuación las acciones establecidas para la División Gestión de la Calidad (CNEA, 2010).

1. “Controlar, administrar y archivar la documentación técnica correspondiente a Tecnologías de enriquecimiento de uranio y otras Tecnologías Nucleares Asociadas.
2. Generar los planes de Garantía de Calidad necesarios para el correcto funcionamiento de las Instalaciones y Grupos.
3. Proponer modificaciones de procedimientos o instrucciones de operación y mantenimiento.
4. Proponer modificaciones de procedimientos o instrucciones de trabajo de laboratorios y otras dependencias del Complejo Tecnológico.
5. Velar por el cumplimiento de los procedimientos o instrucciones generados.
6. Efectuar la guarda de los certificados de calibración del instrumental de medición.
7. Elaborar, revisar y aprobar el plan de ensayos. Emitir los informes correspondientes a los resultados obtenidos de acuerdo a los requerimientos establecidos en el procedimiento.”

(CNEA, Boletín Administrativo Público 87/10).

### **3.2.3 Misión de la División de Gestión de Calidad**

“Promover la Gestión de Calidad dentro de la Planta y Laboratorios de Ensayos del CTP como herramienta de mejora en las funciones administrativas, operativas y técnicas del Proyecto.”

(MC-CTP/PEU0-001/0000-GE-C Rev.: 2 16/08/2016, Manual de Calidad del Complejo Tecnológico Pilcaniyeu).

## **CAPÍTULO IV - DIAGNÓSTICO AL SGC EN EL CTP**

Con la inclusión del autor de la presente tesis al proyecto de enriquecimiento de uranio a fines del año 2010, comenzó a implementarse el SGC, enfocado en todo el modelo de la norma ISO 9001:2008. Como se mencionó, la División Gestión de la Calidad ya formaba parte del proyecto desde sus inicios, pero en ese entonces sólo contaba con un Sistema de Gestión documentado, planteándose así una evidente problemática, donde poca de la documentación generada se encontraba implementada

Como punto de partida y con el fin de comenzar a implementar la norma ISO 9001:2008 para todas las instalaciones del complejo, y por lo tanto definir diferentes líneas de acción que pudieran actuar sobre los ejes problemáticos ya definidos en “1.2 Ejes problemáticos del CTP en la implementación del SGC”, se decide llevar a cabo sobre todas las Divisiones, un diagnóstico sobre el SGC, el cual tenía una serie de objetivos, que se detallan a continuación:

- Evaluar el grado de conocimiento del personal sobre el SGC.
- Determinar cuán implementado se encontraba el SGC en cada sector.
- Analizar a qué sector se le debía dar mayor asistencia técnica.
- Evaluar qué documentación debía emitirse.
- Determinar cuáles eran los canales de comunicación existentes.
- Determinar cómo se utilizaban las herramientas de la División Gestión de la Calidad.
- Establecer las necesidades de capacitación.

### **4.1. Metodología Aplicada**

Para llevar a cabo el diagnóstico, por un lado, se aplicó como herramienta una lista de chequeo, tomando como referencia la norma ISO 9001:2008, donde se evaluó el grado de cumplimiento del CTP frente a los requisitos establecidos en la misma. Por otro lado, se utilizó como herramienta para la obtención de la información una encuesta diseñada a medida del proyecto (véase en: Anexo IV – “Diagnóstico sobre el SGC en el CTP año 2011”) en la cual se desarrolla sobre dos pilares bien marcados, uno de los cuales se enfoca en las particularidades de cada sector en referencia al SGC y, el otro se

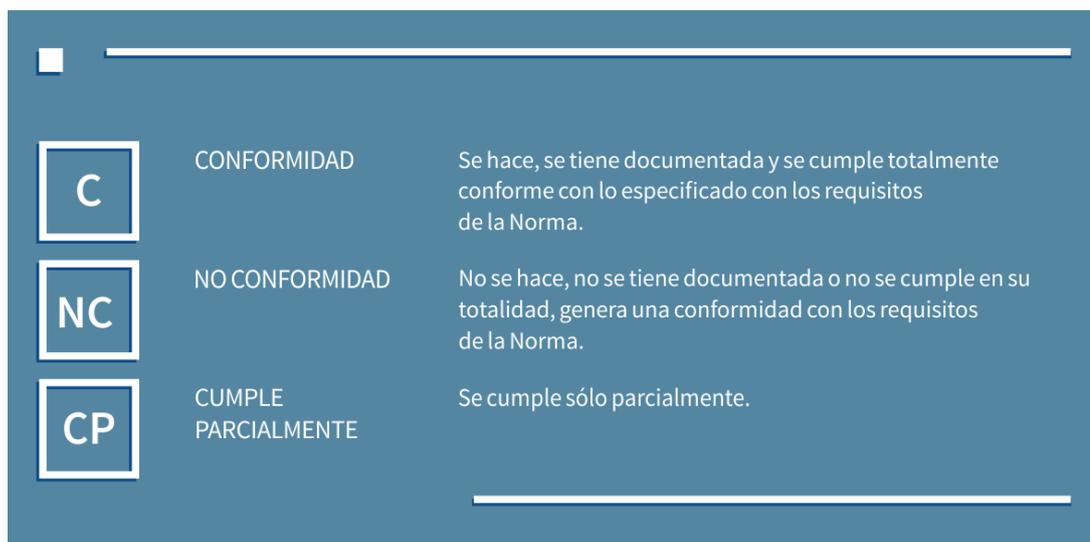
direcciona a la generación e implementación de la documentación de cada uno ellos, como así también a la comunicación con otros sectores.

#### 4.1.1 Lista de Chequeo de la norma ISO 9001:2008

Por otro lado, se aplicó una lista de chequeo de la norma ISO 9001:2008, donde para cada requisito se dejó registro si se cumple, no cumple o cumple parcialmente. Se realizó la sumatoria de cada uno de los ítems y se contrastó con el total de requisitos que se deben cumplir por parte del CTP, para así obtener el porcentaje de cumplimiento total, cumplimiento parcial o no cumplimiento de dichos requisitos de sistemas.

##### 4.1.1.1 Calificación de la lista de chequeo de la norma ISO 9001:2008

Tabla 1: Calificación de la Lista de Chequeo



	CONFORMIDAD	Se hace, se tiene documentada y se cumple totalmente conforme con lo especificado con los requisitos de la Norma.
	NO CONFORMIDAD	No se hace, no se tiene documentada o no se cumple en su totalidad, genera una conformidad con los requisitos de la Norma.
	CUMPLE PARCIALMENTE	Se cumple sólo parcialmente.

A continuación, se presentan los resultados obtenidos a partir de la aplicación de la lista de chequeo, donde se evaluó el nivel de implementación del SGC del CTP en base a la norma ISO 9001:2008.

Tabla 2: Lista de chequeo: norma 9001:2008 - Resultados

<b>REQUISITOS DE GESTIÓN ISO 9001:2008</b>					
<b>Punto</b>	<b>REQUISITOS</b>	<b>C</b>	<b>NC</b>	<b>CP</b>	<b>COMENTARIOS</b>
4.1	Requisitos generales	X			Se evidencia la documentación necesaria para mantener y mejorar continuamente el SGC.
4.2	Requisitos de la documentación	X			Se evidencia procedimientos documentados e implementados.
4.2.1	Generalidades		X		Existen algunos procedimientos documentados.
4.2.2	Manual de Calidad			X	Existe un Manual de Calidad, pero no está actualizado y no está acorde a las necesidades del CTP.
4.2.3	Control de los Documentos			X	Existe el documento, pero está parcialmente implementado.
4.2.4	Control de los Registros			X	Existe el documento, pero está parcialmente implementado.
<b>5</b>	<b>Responsabilidad de la dirección</b>				
5.1	Compromiso de la dirección		X		No se evidencia revisiones por la Dirección, no se puede asegurar la disponibilidad de los recursos para el SGC.
5.2	Enfoque al cliente		X		No se encuentra definido quién es el cliente del proyecto.
5.3	Política de la calidad		X		No posee una Política de Calidad propia.
5.4	Planificación		X		No existen objetivos de Calidad.
5.4.1	Objetivos de la calidad		X		No se evidencia que los objetivos de Calidad estén creados.
5.4.2	Planificación del SGC		X		No evidencia ningún tipo de planificación.

5.5	Responsabilidad, autoridad y comunicación		X		No existe un representante de la dirección implementar y mantener el Sistema de Calidad.
5.5.1	Responsabilidad y autoridad	X			El organigrama se encuentra actualizado, como así también las responsabilidades en cada sector.
5.5.2	Representante de la dirección		X		No existe la persona encargada por parte de la dirección.
5.5.3	Comunicación interna			X	No existe canales claros de comunicación, a pesar de que existe un procedimiento que lo determina, el cual no está implementado.
5.6	Revisión por la dirección			X	No se evidencia revisiones por la alta dirección, a pesar de que existe un procedimiento que lo determina, el cual no está implementado.
5.6.1	Generalidades		X		No se evidencia revisiones por la alta dirección.
5.6.2	Información para la revisión		X		Falta seguimiento de las revisiones por la dirección.
5.6.3	Resultados de la revisión		X		No se evidencia los resultados.
<b>6</b>	<b>Gestión de los recursos</b>				
6.1	Provisión de recursos	X			Se evidencian los recursos asignados para mantener y mejorar el Sistema de Calidad.
6.2	Recursos humanos		X		No están establecidos los requisitos para las competencias del personal.
6.2.1	Generalidades		X		No se existen evaluaciones o planes que desarrollen y evidencien las competencias del personal.

6.2.2	Competencia, toma de conciencia y formación		X		No existe un documento donde se establezcan las competencias que debe tener cada persona.
6.3	Infraestructura	X			
6.4	Ambiente de trabajo	X			
<b>7</b>	<b>Realización del producto</b>				
7.1	Planificación de la realización del producto		X		No existen procedimientos que marquen una trazabilidad del producto.
7.2	Procesos relacionados con el cliente			X	No están claramente determinado los requisitos del cliente.
7.2.1	Determinación de los requisitos relacionados con el producto		X		No existe el procedimiento que permita realizar este tipo de validaciones.
7.2.2	Revisión de los requisitos relacionados con el producto		X		No se dejan registros de las revisiones de los servicios.
7.2.3	Comunicación con el cliente		X		No existe un documentado proceso.
7.3	Diseño y desarrollo		X		No existe el proceso documentado que determine como realizar el diseño y desarrollo.
7.3.1	Planificación del diseño y desarrollo		X		No hay registros para la planificación del diseño y desarrollo.
7.3.2	Elementos de entrada para el diseño y desarrollo		X		No hay registros para los elementos de entrada del diseño y desarrollo.

7.3.3	Resultados del diseño y desarrollo		X		No hay registros para los resultados del diseño y desarrollo.
7.3.4	Revisión del diseño y desarrollo		X		No hay registros para la revisión del diseño y desarrollo.
7.3.5	Verificación del diseño y desarrollo		X		No hay registros para la verificación del diseño y desarrollo.
7.3.6	Validación del diseño y desarrollo		X		No hay registros para la validación del diseño y desarrollo.
7.3.7	Control de los cambios del diseño y desarrollo		X		No hay registros para el control de los cambios del diseño y desarrollo.
7.4	Compras				
7.4.1	Proceso de compras		X		No se realiza evaluación de proveedores ni de productos.
7.4.2	Información de las compras		X		No hay registros de evaluaciones de proveedores.
7.4.3	Verificación de los productos comprados			X	Se verifican los productos comprados, pero no se lleva registros de los mismos.
7.5	Producción y prestación del servicio				
7.5.1	Control de la producción y de la prestación del servicio	X			Los procedimientos se encuentran implementados.
7.5.2	Validación de los procesos de la producción y de la prestación del servicio	X			La reactivación del Mock-Up es la validación del proceso del proyecto.

7.5.3	Identificación y trazabilidad		X		No se evidencia dicho procedimiento.
7.5.4	Propiedad del cliente		X		No se dejan los registros necesarios.
7.5.5	Preservación del producto				No aplicable.
7.6	Control de los dispositivos de seguimiento y de medición		X		No existe el proceso documentado que determine como realizar el control de los dispositivos.
<b>8</b>	<b>Medición, análisis y mejora</b>				
8.1	Generalidades		X		No se evidencian procesos de seguimiento.
8.2	Seguimiento y medición		X		No existen mediciones de percepción del cliente.
8.2.1	Satisfacción del cliente		X		No se lleva a cabo la medición de desempeño.
8.2.2	Auditoría interna		X		No se evidencia la realización de las auditorías internas.
8.2.3	Seguimiento y medición de los procesos		X		No se está realizando el seguimiento adecuado.
8.2.4	Seguimiento y medición del producto		X		No se está realizando el seguimiento adecuado.
8.3	Control del producto no conforme		X		No se evidencia la mejora continua.
8.4	Análisis de datos		X		No se evidencia la mejora continua.
8.5	Mejora		X		No se evidencia la mejora continua.
8.5.1	Mejora continua		X		No se evidencia la mejora continua.

8.5.2	Acción correctiva		X		No se evidencia la mejora continua.
8.5.3	Acción preventiva		X		No se evidencia la mejora continua.
<b>Totales</b>		8	44	7	59
<b>Porcentajes</b>		13,5 %	74,5 %	11,8 %	100%

#### **4.1.1.2 Análisis de la lista de chequeo de la norma ISO 9001:2008**

En base a estos resultados, quedó en evidencia que el CTP tenía un importante grado de incumplimientos de requisitos en el SGC, ya que sólo cumplía con 13,5 % de los requisitos normativos, por lo que para el desarrollo de este proyecto se comenzó a trabajar con un nivel muy bajo de documentos implementados bajo un SGC. Un dato no menor es que el 74,5 % de los requisitos de la norma ISO 9001:2008 no se cumplimentaban hasta ese momento y el 11.8% se cumplían parcialmente.

Si bien se puede observar que la organización presentó severas falencias en el cumplimiento de la norma; era evidente el interés del Alta de Dirección por la eficaz implementación de un SGC.

Dentro de los desvíos más importantes, estaba el hecho de no contar en cada sector con personal dedicado a orientar, implementar y mantener el Sistema de Gestión, para darle una mayor optimización a los procesos y el enfoque técnico en temas de Calidad, como así también, no se realizaban actividades claves como, por ejemplo: revisión por la dirección, evaluaciones de proveedores, auditorías internas, gestión de recursos humanos, entre otros.

#### **4.1.2 Encuesta a las Divisiones del CTP**

La información correspondiente al estado de cada una de las Divisiones se obtuvo por medio de entrevistas; estas se realizaron durante el año 2011 con el responsable de cada una de las mismas, con los mandos medios, o de manera grupal con los integrantes de

cada División. La alternativa elegida en cada uno de los casos, dependió de la decisión del responsable de cada sector. Durante dicho estudio, en referencia al personal entrevistado, se debió de analizar cuál es su formación, cómo es la estructura de la División, cuáles son sus objetivos del mismo y cómo las decisiones de cada una afectan a la organización.

Con la información obtenida en cada una de estas, se confeccionó la Matriz de Resultados, la cual basa su estructura en la herramienta FODA<sup>39</sup> y, adaptándola a las particularidades del CTP, con el fin de organizar la información obtenida y llevar a cabo un análisis ordenado tanto de los aspectos internos como externos que influyen en el proyecto. De esta manera, se establecieron las conclusiones generales de la entrevista con el fin de formular y seleccionar las estrategias adecuadas para la implementación del SGC.

---

<sup>39</sup> Es el estudio de la situación de una empresa u organización a través de sus fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas, tal como indican las siglas de la palabra y, de esta manera planificar una estrategia del futuro.

#### 4.1.2.1 Matriz de resultados

Tabla 3: Matriz de resultados

La imagen muestra una matriz de resultados con dos columnas principales: Fortalezas y Debilidades. La columna de Fortalezas está en un fondo azul claro y la de Debilidades en un azul más oscuro. Ambas columnas tienen un encabezado vertical en su respectivo color. El contenido de cada columna es una lista de puntos con viñetas.

FORTALEZAS	DEBILIDADES
<ul style="list-style-type: none"><li>■ El personal profesional tiene experiencia sobre implementación del SGC.</li><li>■ Emisión de documentos técnicos.</li><li>■ Gran predisposición para encarar la implementación del SGC, desde los sectores de ingeniería.</li><li>■ Adaptación al cambio.</li><li>■ Responsabilidades bien definidas para cada División.</li><li>■ Integración de las Divisiones.</li><li>■ Capacitación a todo el personal de la planta.</li><li>■ Mejorar los procesos técnicos y de Gestión de la Calidad.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>■ Falta de comunicación entre las Divisiones.</li><li>■ Falta de planes de capacitación en los sectores referentes la Gestión de Calidad.</li><li>■ Interacción casi nula con la División Gestión de Calidad.</li><li>■ Utilización de documentos obsoletos o no liberados.</li><li>■ Desconocimiento de las bases de datos de Gestión de Calidad en la mayoría de los sectores técnicos.</li><li>■ Resistencia a la implementación del SGC.</li><li>■ No se cuenta con la documentación en el lugar de trabajo.</li><li>■ Desconocimiento, dentro de los laboratorios, de la Norma ISO/IEC 17025.</li><li>■ Pérdida y deterioro de la Documentación Histórica.</li><li>■ No documentar los procedimientos técnicos, en sectores operativos.</li><li>■ No tomar registros en actividades claves.</li><li>■ Retrabajos o retrasos para la finalización de los trabajos solicitados.</li><li>■ Rotación del personal.</li></ul>

#### 4.1.2.2 Análisis de la matriz de resultados

En un panorama general, el análisis contextual al CTP indica claramente que la organización poseía aspectos a mejorar, los cuales deberán ser analizados detalladamente para describir un plan de acción para lograrlo.

A través de la Matriz de Resultados quedó en evidencia que una de las mayores debilidades estaba dada por la falta de la utilización de documentos que hayan pasado por el proceso de aprobación dentro del SGC, tal como lo solicita la norma ISO 9001:2008, habiendo sectores que presentaban cierta resistencia a su implementación. Mientras que dentro de las fortalezas se identificaban factores de gran importancia como la adaptación al cambio, la predisposición a recibir capacitaciones dentro del ámbito de Gestión de la Calidad, estructura orgánica bien definida, factores determinantes al momento de decidir la implementación de un Sistema de Gestión.

Como se observa en dicha matriz de resultados del año 2011, el CTP no contaba con un sistema documentación maduro, que asegurara que el personal dispusiera en su lugar de trabajo la documentación necesaria para llevar a cabo su labor diaria, los procesos no se encontraban estandarizados y enfocados en el cumplimiento de metas que los ayudaran a ser más eficientes.

Puntualmente en los laboratorios del CTP, existía un total desconocimiento en cuanto a la normativa aplicable a la Gestión de Calidad de los mismos, es decir, no se encontraba implementada en ninguno de sus niveles la norma ISO/IEC 17025:2005 “Requisitos generales para la competencia de los laboratorios de ensayo y de calibración”<sup>40</sup>.

Por último, a fin de continuar con un análisis más puntual de los resultados, es importante tener presente que una de las particularidades que caracterizan a la conformación del plantel está dada por la disparidad en su formación académica, ante lo cual se estableció como premisa nivelar y armonizar sus conocimientos en Calidad.

## **4.2. Resultado del Diagnóstico**

A partir de los resultados obtenidos por medio de las herramientas de análisis aplicadas, por un lado, las entrevistas realizadas a todos los sectores del CTP y por lado la lista de chequeo de la norma ISO 9001:2008, se obtuvieron los siguientes resultados a partir de los cuales determinaron diferentes líneas de acción.

---

<sup>40</sup> Esta norma Internacional establece los requisitos generales para la competencia en la realización de ensayos o de calibraciones, incluido el muestreo. Cubre los ensayos y las calibraciones que se realizan utilizando métodos normalizados, métodos no normalizados y métodos desarrollados por el propio laboratorio.

- Nivel de formaciones dispar en Gestión de la Calidad entre los sectores del CTP.
- Falta de utilización de los documentos y de las herramientas de Calidad.
- Resistencia a la implementación de la norma ISO 9001:2008 y falta de personal idónea en cada sector para dicha tarea.
- Implementación incompleta del SGC bajo la norma ISO 9001:2008 e ISO/IEC 17025:2005.
- Canales de comunicación poco desarrollados entre los sectores.
- Planes de capacitación no definidos para el desarrollo del personal
- Pérdida de documentación histórica

### **4.3. Plan de Acción**

En base a lo descrito en “4.2 Resultados del diagnóstico” y habiendo identificado las problemáticas en materia de Gestión de la Calidad es que se pueden plantear dos estrategias principales de acción y una serie de actividades concretas para responder a ellas, a continuación, se prosigue a listar las mismas:

#### **4.3.1 Estrategias de Acción**

- Lograr el compromiso de la Alta Dirección es uno de los factores más importantes, por lo cual se hace sumamente significativo que la Alta Dirección del proyecto no sólo realizará compromisos escritos, si no que demostrará al personal por medio de sus actuaciones su real interés en la implantación de un Sistema de Gestión, a través de la realización de actividades tales como la revisión por la dirección, asignación de recursos, estableciendo objetivos a corto y mediano plazo, garantizando la infraestructura y el ambiente de trabajo que permita un desarrollo adecuado de este.
- Establecer actividades para que el personal se involucre con la Gestión de Calidad a través de actividades de capacitación, charlas, visitas a los grupos, etc.

#### 4.3.2 Acciones a implementar dentro del SGC

- Generar capacitaciones en:
  - ✓ Utilización de los documentos generales del SGC: El fin de esta capacitación era establecer la interpretación de los documentos del Sistema de Gestión, su implementación, la utilización de los formularios, la generación y archivo de los registros de diferentes documentos. Estas capacitaciones serían dictadas a los referentes de cada División, ya identificados durante el diagnóstico.
  - ✓ Implementación de la documentación de la División Compras: Compras, licitaciones, Pedido Internos de Insumos, Pedido Interno de Compras, Centro de Emisión de Pedidos, etc. Dictado por el grupo de Compras.
  - ✓ Utilización de la base de datos del Sistema de Gestión, sistema de solicitud de códigos, buscador general de documentos.
- Sistema de Gestión Documental
  - ✓ Dar apoyo a aquellos grupos que al momento no habían elaborado sus documentos operativos, como, por ejemplo; las Divisiones: Electricidad, Mecánica, Operación y Mantenimiento de Planta, Obras Civiles, Servicios Generales y Apoyo Administrativo y los grupos de Depósito General, Usina, Patrimonio y Taller Mecánico. Desarrollar con cada uno de estos una planificación, a fin de establecer cuáles eran los documentos que debían elaborarse y asignando prioridades.
  - ✓ Sistematizar el ingreso de la Documentación Histórica, pues siendo esta información clave para el proyecto y habiendo una sola copia en existencia, se corría el riesgo de su pérdida irreparable.
  - ✓ Implementar los procedimientos generales del SGC del CTP, como por ejemplo control de los documentos y registros, auditorías internas, control del producto no conforme, acción correctiva, acción preventiva, pero los cuales no estaban siendo aplicados por el personal de la planta
  - ✓ Ingresar al Sistema de Gestión los documentos faltantes, entre ellos se destacan los procedimientos operativos e instrucciones de trabajo, aunque gran parte de las personas tenían en claro cómo realizar sus actividades, estas no se encontraban estandarizadas.

- ✓ Elaborar procedimientos claves para el desarrollo de todas las tareas en cada una de las Divisiones.
  - ✓ Establecer la metodología para que las Divisiones tengan consigo documentos/planos en su lugar de trabajo.
  - ✓ Actualizar los diferentes documentos que fueran necesarios, conducentes a la implementación de SGC.
  - ✓ Establecer un mecanismo para la emisión de documentos, el cual le facilitara su emisión al personal.
  - ✓ Estandarizar y documentar los canales de comunicación.
  - ✓ Instalar y actualizar los softwares de gestión, es decir, base de datos del SGC, donde se encuentra el listado de documentos vigentes; base de solicitud de códigos y el buscador general de documentos históricos, tanto en el CTP como así también CTP-CAB<sup>41</sup>. En cada uno de los casos, se debió instruir al personal acerca de cómo utilizar cada uno de los programas.
  - ✓ Confeccionar una biblioteca para todo el CTP la cual estará constituida entre otros elementos como: normas, libros y bibliografía de uso común, como así también facilitar el acceso al personal de la documentación externa.
  - ✓ Evaluar la posibilidad de implementar una web interna, con las diferentes herramientas que estaban implementadas en la División Gestión de la Calidad (base de datos, normas, documentación histórica, solicitud de códigos, novedades, procedimientos de Calidad, seguridad, compras, etc.).
- Estandarizar y documentar los canales de comunicación.
    - ✓ Nombrar a una persona de contacto en cada una de las Divisiones, con la cual el personal de la División Gestión de la Calidad pudiera coordinar las diferentes actividades de implementación del Sistema de Gestión.
  - Implementar, dentro de los laboratorios, la norma ISO/IEC 17025: 2005 en todos sus niveles.
  - Establecer el programa anual de auditorías internas.

---

<sup>41</sup> El complejo Tecnológico Pilcaniyeu cuenta con oficinas ubicadas en el Centro Atómico Bariloche

Tanto las estrategias como las acciones descritas serán desarrolladas en los siguientes capítulos del presente trabajo de tesis.



## CAPÍTULO V - CONTEXTO SITUACIONAL DE LOS RRHH DEL CTP

Durante los primeros años desde la reanudación de actividades, desde la Gerencia se estableció el objetivo de conformar un plantel estable con el fin de, por un lado, alcanzar la puesta a punto de los servicios para las diferentes instalaciones y, por otro, el de formar el personal necesario para responder operativamente a los procesos concernientes al objetivo primario del proyecto, mantener la capacidad técnica de enriquecer uranio.

Para la composición del plantel la gerencia del CTP tomó como estrategia, por un lado, la incorporación de personal que había trabajado en la planta durante los años 80' y 90', el cual contaba con el bagaje de conocimientos y experiencia necesarios para operar las instalaciones. Este personal superaba mayormente los 50 años de edad y tenía una marcada formación técnica; en contra parte, se buscó personal técnico y profesional recién recibido, lo cual llevo al desafío de acoplar a ambas generaciones para trabajar conjuntamente. Al personal experimentado, en una primera instancia, se lo debió adecuar a los nuevos tiempos que corrían, tanto sobre los cambios en las metodologías de trabajo, los cambios tecnológicos y al hecho de que la conducción del proyecto cambió de INVAP S.E. a CNEA. Además, estas personas debieron cumplir la premisa de transferir sus conocimientos y experiencias adquiridas en los años previos de operación a los jóvenes ingresantes; hasta que logró regularizarse y documentar cada una de las actividades a través de, por ejemplo, Manuales de Equipos, Procedimientos Operativos, Instrucciones de Trabajo, etc., el método con el que se contó fue el “boca en boca”. En pos de renovar el personal del proyecto, con la incorporación de jóvenes técnicos y profesionales, fue que se logró bajar el promedio de edad del personal, de 52,6 años en 2006, a 39 años en 2013, uno de los más bajo de la CNEA.

Más allá del planteo descripto para la constitución del personal del proyecto, desde sus inicios se contó con profesionales altamente calificados, tanto en el ámbito gerencial como operativo del CTP. Al día de hoy, gran parte de estas personas, sigue siendo parte del plantel del Proyecto. Se debe mencionar que desde el año 2010, personal de la Gerencia participa activamente en las reuniones técnicas de expertos del Grupo de Proveedores Nucleares (NSG)<sup>42</sup>, el cual la Argentina presidió en el periodo 2014-2016.

---

<sup>42</sup> El NSG reúne a los 48 países que son los principales exportadores de bienes, equipos y tecnología nuclear, y también de recursos naturales vinculados a la misma. El objetivo es contribuir a la no proliferación de las armas nucleares a través de la implementación de controles a las exportaciones

## **5.1. Conformación de los Recursos Humanos en el CTP**

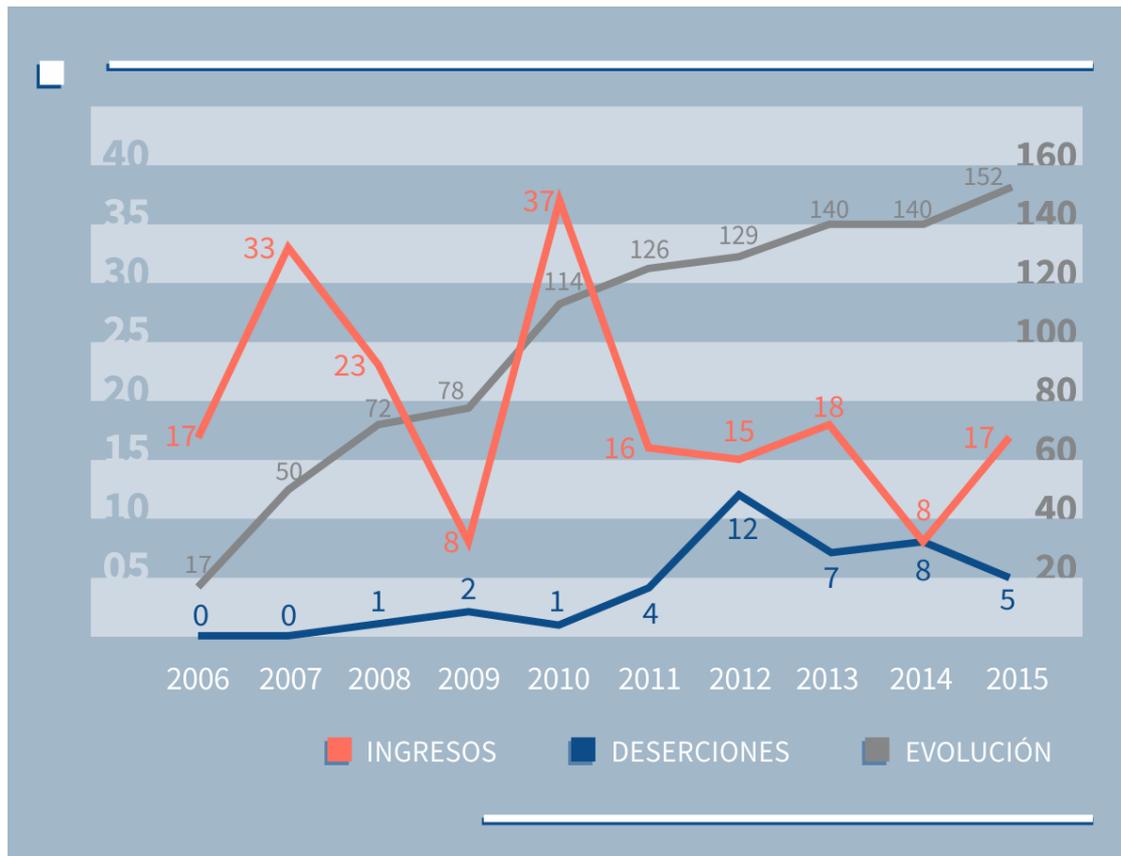
Uno de los hitos más importantes a responder para lograr los objetivos planteados dentro del Plan Nuclear Argentino, enunciados en “1.4 Objetivos generales del Proyecto de enriquecimiento de uranio en el CTP”, fue la búsqueda del personal con capacidad técnica necesaria para poder cumplir dichos objetivos. Para definir esta búsqueda, se establecieron primeramente los perfiles de puesto a los que debía responder el personal ingresante para la adecuación y puesta en marcha de las instalaciones, tanto de los servicios auxiliares, como del Mock-Up, sumado a la infraestructura y los servicios básicos. En base a esto, se entendió que la cantidad de personal con que debería contar la CNEA para el proyecto era de 130 personas. A raíz de diferentes exigencias medioambientales, de protección radiológica, de personal de laboratorios entre otros sectores, el número necesario para llevar a cabo la operación de las instalaciones del CTP se amplió a alrededor de las 180 personas.

El plantel de CTP, registró incrementos en la cantidad de personal desde 2006 hasta 2015, año que se tomó como límite de estudio para el presente trabajo de tesis.

Dicha evolución se describe en la Figura 8: “Evolución del personal del CTP 2006-2015”, en la cual se expone que el proyecto cuenta con un plantel estable de 152 personas, tanto de formación Universitaria como Terciaria, Técnica, Secundaria.

---

nucleares. Asimismo, se encarga de coordinar y regular esas exportaciones a fin de evitar que el comercio legítimo en bienes y servicios nucleares sea utilizado para la proliferación de armas nucleares.



(Registro del personal del CTP, 2017)

Figura 8: Evolución del personal del CTP 2006-2015

Durante el período de análisis, el CTP tuvo 192 ingresos y sufrió 40 bajas, quedando en evidencia que la rotación del personal es una de las problemáticas más importante que tuvo que afrontar el proyecto. Este marco situacional se caracteriza por factores de peso tanto por parte del proyecto: dado el tiempo que estuvo paralizado, su ubicación geográfica, la situación climática y la posibilidad acotada de contar con profesionales en la zona; como por los que caracterizan a sus recursos humanos: diferencias generacionales, desconocimiento de trabajo dentro de un SGC y migración desde otras ciudades para incorporarse al proyecto.

## 5.2. Personal actual del CTP

Actualmente, el personal al servicio del proyecto se integra como muestra el siguiente cuadro:

Tabla 4: Personal en servicio

<b>PROFESIONALES</b>	<b>38</b>	<b>23,30%</b>
<b>TERCIARIOS</b>	<b>6</b>	<b>3,70%</b>
<b>TÉCNICOS</b>	<b>78</b>	<b>47,90%</b>
<b>SECUNDARIOS</b>	<b>22</b>	<b>13,50%</b>
<b>PRIMARIOS</b>	<b>19</b>	<b>11,70%</b>
	<b>163</b>	<b>100,00%</b>

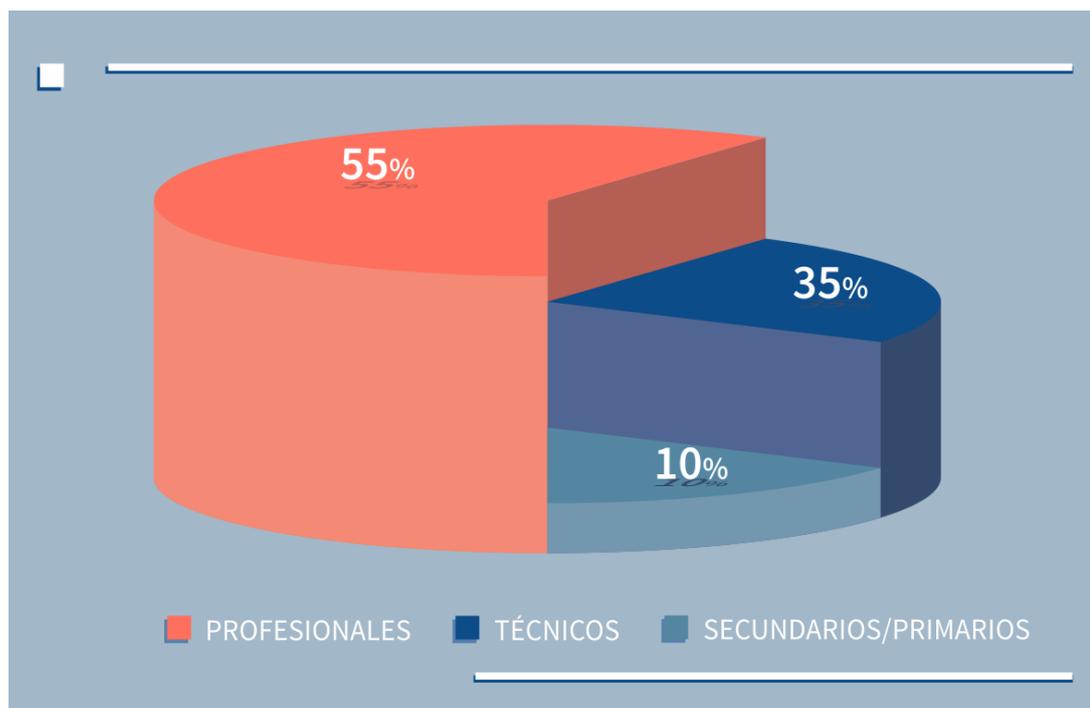
(Registro del personal del CTP, 2016)

Se puede observar que cerca de la mitad del personal posee formación técnica y responde en mayor medida a operadores de planta y prestadores de servicios internos del proyecto.

Desde el año 2008, se incorporó al plantel del CTP personal oriundo de la localidad de Pilcaniyeu con el objeto de afrontar las actividades de Obras Civiles; si bien estos no contaban con formación técnica y sólo poseían estudios primarios completos, se los fue instruyendo con el fin de desarrollar tareas de mayor complejidad. Estas son las 19 personal que se observan en la tabla “Personal en servicio”.

Salvo el personal profesional y aquellos que tenían estudios terciarios, el resto no poseía formación en Calidad al momento de su ingreso.

Desde la perspectiva de las deserciones laborales, se destaca que la mayor parte corresponde a personal profesional que, por un lado, poseía un alto grado de conocimiento y experiencia específica en diferentes aplicaciones del proyecto y, por el otro, contaba con un elevado conocimiento en implementación del Sistema de la Gestión, según los datos arrojados por el diagnóstico realizado sobre el personal, llevado a cabo por el autor de la presente tesis, el cual fue detallado en el capítulo anterior.



(Registro del personal del CTP, 2017)

Figura 9: Nivel de formación/Bajas

Cuando se fue conformando el plantel del CTP, comenzaron a evidenciarse varios tipos de disparidades, algunas de las cuales afectaron directamente a la implementación del SGC.

Entre dichas disparidades se destacan las del nivel de formación académica, que tal como se detalló en el presente capítulo, comprende desde personal con formación primaria hasta aquellos con nivel de instrucción universitaria. También se encontraron marcadas diferencias en el nivel de conocimiento y experiencia en normas y sistemas de gestión de la calidad, su implementación y la utilización de herramientas de Gestión de la Calidad.

La falta de conocimiento por parte del personal de menor formación académica en el área de la Calidad, condujo a que estas personas no utilizaran los documentos necesarios para llevar a cabo sus tareas rutinarias; sumado a esto, los canales de comunicación hacia la División Gestión de la Calidad eran, en un principio, casi nulos. La conjunción de estas deficiencias se manifestó en una gran resistencia a la implementación del SGC. A partir de lo descrito, la División Gestión de la Calidad tomó como una estrategia a seguir el establecimiento de un plan de capacitación a mediano plazo para todo el personal del CTP, con el objetivo de nivelar los conocimientos en el área de la Gestión

de la Calidad y motivar al personal, minimizando la resistencia a la implementación de las normas ISO 9001:2008 e ISO/IEC 17025:2005.

El plan de capacitación fue previamente presentado a la Gerencia del proyecto como una posible estrategia de retención y de participación en la implementación de la gestión de la calidad a través de la motivación, obteniendo la aprobación del mismo y el apoyo de la Alta Dirección del CTP.

## **CAPÍTULO VI - CAPACITACIONES DE LOS RRHH DEL CTP**

### **6.1. La importancia de la formación del personal**

Dentro de cualquier industria, y el CTP no es la excepción, la importancia de la formación o capacitación del personal radica en un objetivo: mejorar los conocimientos y competencias de quienes la integran; porque es a través de las personas, de sus ideas, de sus conocimientos, de sus capacidades y de su trabajo, que se desarrollan las organizaciones.

“La formación del personal en una organización se podría definir como un proceso de reflexión amplio, que implica, una actividad progresiva, sistemática, planificada y permanente; cuyo propósito es preparar, desarrollar e integrar a los Recursos Humanos en ésta, mediante la transferencia de conocimientos, desarrollo de habilidades y actitudes necesarias, para el mejor desempeño de los trabajadores, en sus actuales y futuros puestos, adaptándolos a las exigencias de un entorno cambiante.” (Porret, 2008)

“Cuanto mayor sea el grado de formación y preparación del personal de una organización, mayor será su nivel de productividad, cualitativa y cuantitativamente. Los programas de capacitación constituyen una de las inversiones más rentables, contribuyendo al progreso tecnológico de la organización e influyendo directamente y con frecuencia en los procesos operacionales. Si la organización no progresa simultáneamente con esa evolución, sufrirá una de las consecuencias más graves: el estancamiento, y con este fenómeno, el retroceso y la imposibilidad de competir en el mercado o de prestar, eficaz y eficientemente, sus servicios.” (Barquero, 2005)

“La capacitación, sin embargo, no debe orientarse exclusivamente a satisfacer las necesidades puramente tecnológicas y pragmáticas de la organización. Es indispensable, por el contrario, considerar la condición humana del trabajador, sin pretender emplear el adiestramiento como un medio para transformarlo en una simple máquina de producción. En último término, la organización obtendrá mayores dividendos si entiende al hombre-trabajador como un todo.” (Barquero, 2005)

“La finalidad de la formación del Recurso Humano consiste en:

- Mejorar aptitudes: Preparar a los Recursos Humanos para la ejecución inmediata de las diversas tareas específicas de la organización.
- Facilitar oportunidades: Proporcionar oportunidades para el continuo desarrollo de los Recursos Humanos, tanto en sus puestos de trabajo actuales como para otros de nivel superior.
- Cambiar actitudes: Modificar la actitud y comportamientos de las personas, que incidirá en el clima laboral, incentivará la motivación y formará unas mentalidades más receptivas hacia los nuevos métodos, tecnologías y cambios organizativos.
- Incrementar la polivalencia: Aumentar la polivalencia de las personas y la facilitación de la movilidad tanto horizontal como la vertical.” (Porret, 2008)

Se podría establecer que, por un lado, las organizaciones capacitan para poder optimizar sus resultados, su posición competitiva y, por otro, las personas buscan capacitarse para hacer bien su tarea, para crecer personal y profesionalmente, para mejorar su posición relativa en la estructura organizativa, para, en síntesis, tener un mejor nivel de vida dentro de la sociedad.

Es oportuno mencionar que, en el caso del presente estudio, los efectos mencionados se contraponen con otros no tan favorables a la organización, que son básicamente que la inversión en formación, capacitación y entrenamiento si bien repercuten favorablemente en el capital intelectual de la organización, dicho capital es en primera instancia de las propias personas que las reciben generándoles un mayor nivel de competencias que eleva su valor para el mercado laboral.

Como la CNEA es un organismo del estado nacional, se rige por normas que dificultan enormemente retribuir económicamente el crecimiento en competencias, o lo hacen con mucha demora, generando que la persona que ha recibido estas capacitaciones tenga sueldos menores a los que el mercado ofrece y esto puede producir (y en muchos casos produjo) que cambien de empleo por las mejoras en sueldo y en la accesibilidad de sus nuevos lugares de trabajo.

Este efecto, si bien es negativo para el proyecto, es asumido por CNEA desde su creación como un organismo sin fines de lucro entre cuyos objetivos principales está la

formación de recursos humanos, la creación de conocimiento y la transferencia de tecnología.

## 6.2. Proceso de la capacitación

Para llevar a cabo un proceso de capacitación, se adoptó un modelo que contempla las siguientes instancias en ciclos de mejora continua:

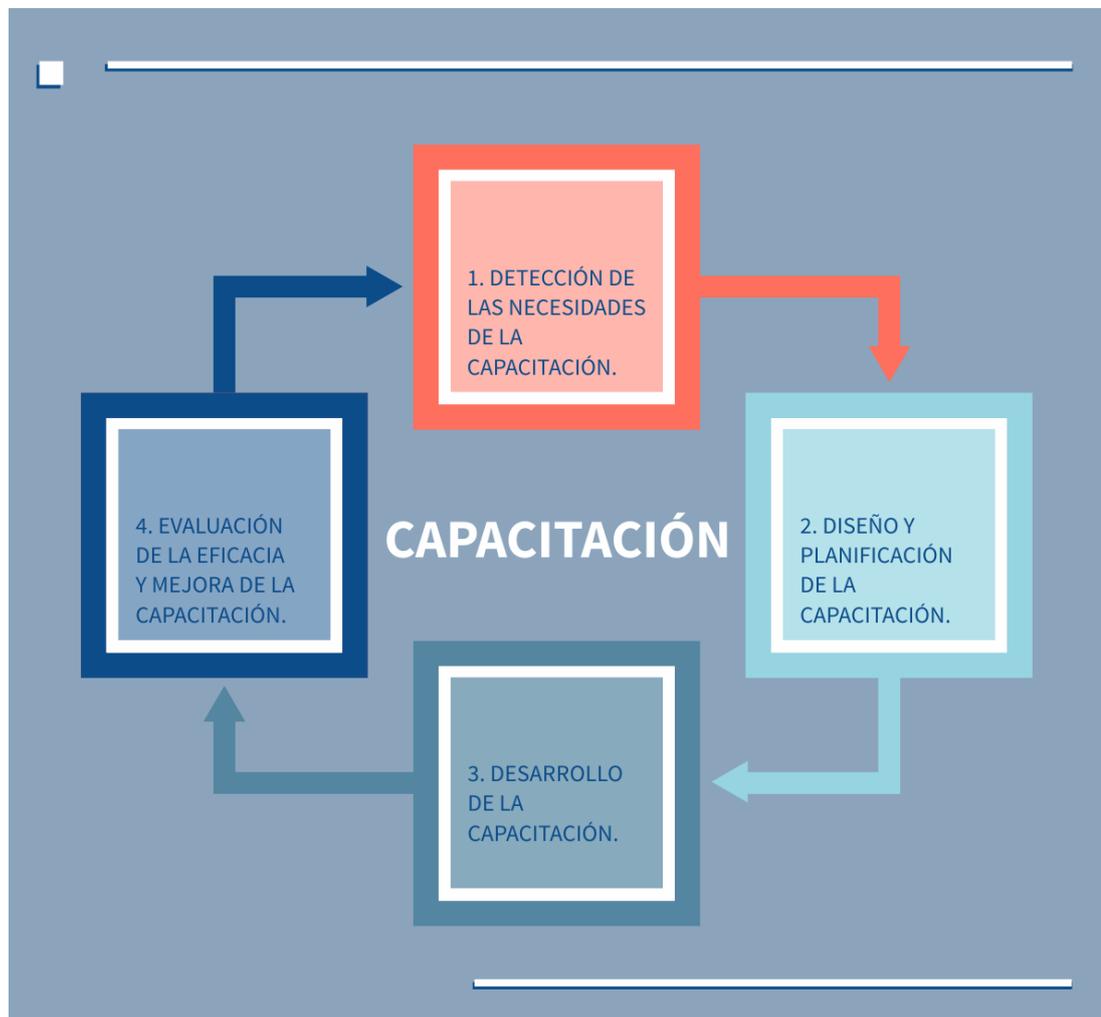


Figura 10: Proceso de capacitación

### **6.3. Detección de las necesidades de la capacitación**

La detección de los requerimientos de capacitación es uno de los elementos más importantes en la elaboración de un programa de capacitación. Para ello se tomaron los resultados vertidos en el “4 Diagnóstico al SGC en el CTP”, donde se llevaron a cabo entrevistas al personal clave de cada sector, como así también a través de la implementación de la lista de chequeo, donde se analizó el nivel de conocimiento e implementación de cada uno de los requisitos de la norma ISO 9001:2008. A partir de estas herramientas se obtuvo la información necesaria para la determinación de un programa de capacitación a mediano plazo y, de esta forma poder utilizar eficientemente los recursos de la División Gestión de la Calidad.

La formación con que contaba el plantel del CTP desde sus inicios, fue muy dispar, como ya ha sido enunciado, a raíz de lo cual, por los objetivos iniciales del proyecto, se debió incorporar personas con diferentes niveles de instrucción, a las cuales se las tuvo que capacitar, tanto en el área técnica correspondiente a sus actividades diarias como en los aspectos referentes a la Gestión de la Calidad.

Por último, se debió identificar cuáles eran los sectores con menor nivel de formación dentro del CTP, y conocer las fortalezas y las debilidades del personal. De esta manera se pudo trabajar sobre ellas, para potenciar o mejorar cada uno de los procesos y con ello generarle valor a la organización y a todas sus actividades.

Con el fin de estructurar las capacitaciones en el CTP, se analizaron por separado las capacitaciones técnicas (duras) y las referentes a Gestión de la Calidad (blandas).

#### **6.3.1. Necesidades de capacitación del CTP**

Las necesidades de capacitaciones se basaron en los resultados obtenidos en el diagnóstico ya nombrado. Tomando como base las “4.3.2 Acciones a implementar dentro del SGC”, se establecieron los siguientes objetivos a llevar a cabo, los cuales se fueron actualizando con el transcurso de la adecuación de las normas, ya sea IRAM-ISO 9001:2008 o ISO-IEC 17025:2005.

Por un lado, se detallaron las dos estrategias de acción y, seguidamente, las acciones a llevar a cabo para responder a las mismas.

- Lograr el compromiso de la Alta Dirección es uno de los factores más importantes, por lo cual se hace sumamente significativo que la Alta Dirección del proyecto no sólo realizará compromisos escritos, sino que demostrará al personal por medio de su actuación su real interés en la implantación de un Sistema de Gestión, a través de la realización de actividades tales como la revisión por la dirección, asignación de recursos, estableciendo objetivos a corto y mediano plazo, garantizando la infraestructura y el ambiente de trabajo que permita un desarrollo adecuado de este.
- Establecer actividades para que el personal se involucre con la Gestión de Calidad a través de actividades de capacitación, charlas, visitas a los grupos, etc.

Para implementar las estrategias mencionadas se llevaron adelante las siguientes líneas de trabajo:

- Generar capacitaciones en:
  - ✓ Utilización de los documentos generales del SGC: El fin de esta capacitación era establecer la interpretación de los documentos del Sistema de Gestión, su implementación, la utilización de los formularios, la generación y archivo de los registros de diferentes documentos. Estas capacitaciones serían dictadas a los referentes de cada División, ya identificados durante el diagnóstico.
  - ✓ Implementación de la documentación de la División Compras: Compras, licitaciones, Pedido Internos de Insumo, Pedido Interno de Compras, Centro de Emisión de Pedidos, etc. Dictado por el grupo de Compras.
  - ✓ Utilización de la base de datos del Sistema de Gestión, sistema de solicitud de códigos, buscador general de documentos.
  - ✓ Dar apoyo a aquellos grupos que al momento no habían elaborado sus documentos operativos, como, por ejemplo; las Divisiones: Electricidad, Mecánica, Operación y Mantenimiento de Planta, Obras Civiles, Servicios Generales y Apoyo Administrativo y los grupos de Depósito General, Usina, Patrimonio y Taller Mecánico. Desarrollar con cada uno

de estos una planificación, a fin de establecer cuáles eran los documentos que debían elaborarse y asignando prioridades.

- Estandarizar y documentar los canales de comunicación.
- Implementar, dentro de los laboratorios, la norma ISO/IEC 17025:2005 en todos sus niveles.

### **6.3.2. Diseño y planificación de la capacitación**

Una vez que fueron definidas las necesidades de capacitación, se puso en marcha un plan tendiente a lograr los objetivos planteados para la formación del personal del CTP. Se prosiguió con la selección de las actividades (cursos, talleres, charlas, etc.) y los disertantes adecuados para el dictado de cada una de estas.

Previamente, al personal que iba a participar en estas actividades se lo concientizó sobre las metas y objetivos de la organización, con el fin de que comprendan hacia dónde se direccionaba su perfil de puesto y que fueran conscientes de cuáles eran las necesidades del CTP.

Debido a su nivel de formación en gestión de la calidad, en un inicio, se tomó como punto de partida la familiarización con las bases de la norma ISO 9001:2008.

Para cumplir con cada uno de estos objetivos se implementó, dentro del SGC, el documento FO-CTP/PEU0-144 “Programa anual de capacitación” (véase en Anexo V), a partir del cual, a principio de cada año, se determina la planificación de los cursos a impartir, se establecen las fechas en que se llevarán a cabo, la cantidad de personal que participará y el lugar donde se dictará, entre otros datos. Además de las actividades planificadas y por el propio desempeño del Sistema de Gestión, en este formulario se pueden incluir las diferentes capacitaciones que no habían sido tenidas en cuenta, por diferentes razones, en el momento de diseñar la planificación anual, las cuales se denominan capacitaciones no programadas.

A fin de responder necesidades específicas del CTP, desde la División Gestión de la Calidad se diseñaron y dictaron capacitaciones generales y a medida, para determinados sectores, las cuales se listan a continuación:

- CK-CTP-PEU0-001/0000-GE-C - Introducción a la Gestión de la Calidad.

- CK-CTP-PEU0-002/0000-GE-C - Documentación de un SGC.
- CK-CTP-PEU0-003/0000-GE-C - Implementación del SGC.
- CK-CTP-PEU0-005/0000-GE-C - Formación de Auditores Internos de Gestión de la Calidad, según la norma IRAM-ISO 19011.
- CK-CTP-PEU0-006/0000-GE-C - Acciones Correctivas, Preventivas y Oportunidades de Mejora.
- CK-CTP-PEU0-007/0000-GE-C - Gestión de Calidad para personal de la Subgerencia Operación y Mantenimiento.
- CK-CTP-PEU0-011/0000-GE-C Rev.: 01 - Gestión de Calidad para el personal de la Subgerencia Infraestructura y Servicios.

### **6.3.3. Desarrollo de la capacitación**

Para llevar a cabo las capacitaciones, se debió tener en cuenta una serie de factores, como por ejemplo, la designación de los disertantes que, para el caso del CTP, casi la totalidad de las capacitaciones fueron impartidas por el personal de la División Gestión de la Calidad; la preparación del material didáctico a entregar a cada uno de los participantes; el acondicionamiento del lugar en donde se impartieron las actividades, como así también todos los elementos logísticos necesarios y, por último, la supervisión acerca de la evolución de los cursos, para corregir imprevistos para las disertaciones venideras.

Hubo otros factores que se tuvieron que tener en cuenta, tales como la rotación del personal durante turnos, el nivel de formación de las personas, la necesidad de mantener un número mínimo de personas en los sectores por razones operativas, etc.

#### **6.3.3.1. Documentación aplicable que se generó para el desarrollo de las capacitaciones**

Con el fin de cumplir con los diferentes requisitos normativos, como así también facilitar las actividades dentro de la División Gestión de la Calidad, se confeccionó e implementó la documentación necesaria para el cumplimiento de los requisitos de las normas ISO 9001:2008 e ISO/IEC 17025:2005 y a la vez se ingresó al sistema

documental del proyecto documentación que no se encontraba dentro del Sistema de Gestión, que era necesaria para el funcionamiento correcto de este proceso de formación del personal dentro del CTP, a continuación, se listan los documentos emitidos:

- PG-CTP/PEU0-008/0000-GE-C – Organización de la capacitación y entrenamiento del personal.
- PG-CTP/PEU0-015/0000-GE-C – Gestión de los Recursos Humanos.
- FO-CTP/PEU0-034/0000-GE-C - Actas de Instancias de Capacitación.
- FO-CTP/PEU0-091/0000-GE-C - Lista de Participantes.
- FO-CTP/PEU0-092/0000-GE-C - Encuesta sobre Capacitación.
- FO-CTP/PEU0-140/0000-GE-C - Curriculum Vitae.
- FO-CTP/PEU0-141/0000-GE-C - Perfil de puesto.
- FO-CTP/PEU0-142/0000-GE-C - Cumplimiento Individual del Puesto.
- FO-CTP/PEU0-143/0000-GE-C - Formación de Personal.
- FO-CTP/PEU0-144/0000-GE-C - Programa anual de capacitación.

La documentación listada configura un conjunto de herramientas aplicables a todas las actividades de capacitación, independientemente de su naturaleza.

### **6.3.3.2. Naturaleza de la capacitación**

Retomando lo enunciado al principio del presente capítulo, un objetivo fundamental que guió la conformación del plantel del CTP, fue recuperar y transferir el *know how* del personal experimentado que operó la planta entre los años 80-90 hacia el recientemente ingresado; por otro lado, responder a las necesidades de formación en materia de la Gestión de la Calidad detectadas en el diagnóstico.

Con el objeto de facilitar la comprensión del planteo, es que pueden segmentarse las capacitaciones por su naturaleza, ya sean duras, propiamente del proceso operativo concerniente al enriquecimiento de uranio, o blandas, referente a la formación en Gestión de la Calidad.

#### **6.3.3.2.1. Capacitación Técnica al personal del CTP**

Durante el período 2008-2015, en paralelo con la puesta a punto de la planta, se fue capacitando al plantel del CTP en referencia a las necesidades técnicas requeridas. En resumen, en ese período se han invertido más de 143.000 hh en capacitación técnica, siendo aproximadamente el 65% de ellas dictadas en capacitaciones formales, la mayor parte de las hh fueron impartidas durante los años 2009-2012 (Planilla de Capacitación del personal del CTP, 2008-2012). De las restantes horas de capacitación, el grueso fue dirigido al personal que se abocó a la operación de la planta y, tal como se ha explicado, muchas de estas fueron dictadas por personal cuyos conocimientos devenían de haber sido parte del proyecto durante los años 80-90. En los primeros años, estas capacitaciones, no eran registradas y por tal motivo parte de la información se ha perdido. Para salvar este desvío, se han implementado los documentos antes listados, conducente al resguardo de estos registros.

#### **6.3.3.2.2. Formación del personal del CTP en Gestión de la Calidad**

A partir del año 2010, se comenzó a planificar las capacitaciones consecuentes a la implementación del SGC dentro del CTP, para esto, se tomó como punto de partida los resultados obtenidos del diagnóstico realizado, es decir, del análisis de las entrevistas realizadas, como así también de la lista de chequeo ya detalladas.

En un principio, el grado de conocimiento de las normas ISO 9001:2008 y la ISO/IEC 17025:2005, por parte del personal era pobre, para revertirlo se tomó como unos de los principales pilares la capacitación del personal para lo cual se estableció el Programa de Formación de Personal. Los objetivos se establecieron a largo plazo, entre 4 o 5 años, entre ellos estaba contar con un plantel que en todos sus niveles fuera capaz de responder ante las exigencias que demandaba la implementación del SGC.

#### **6.3.3.3. Capacitaciones dictadas en el CTP**

Para un mejor entendimiento, las capacitaciones se listan por su afinidad, es decir, Implementación del SGC, norma ISO 9001:2008, Implementación del Sistema de

Gestión en Laboratorio, norma ISO/IEC 17025:2005 y Proyecto de Acreditación del Laboratorio: Físicoquímica y Control de Calidad.

Siguiendo la misma premisa, luego de presentar cada listado, se emiten las conclusiones particulares del caso.

### 6.3.3.3.1. Capacitaciones: Implementación del Sistema de Gestión

Tabla 5: Listado de disertaciones en base a la norma ISO 9001:2008

Nombre	Objetivo	Alcance	Disertaciones	Duración	N° de Part.	horas-hombre
Concientización Mandos en Gestión de Calidad	Involucrar a los mandos medios de CTP en la importancia de la implementación del SGC.	Personal jerárquico del CTP.	Dic. 2010 (2 veces)	12 Hs.	6	72 h-h
Introducción a la Gestión de la Calidad	Comprender los conceptos básicos de la norma ISO 9001:2008.  Adquirir los conocimientos para poder participar en el desarrollo e implementación de un SGC, según dicha norma.	Personal del CTP que se verá involucrado al implementar el SGC.  Dicho personal trabajará en el tema y aplicará los conocimientos adquiridos.	Dic. 2010, May. 2011  Mar., ago. y oct. 2012  Mar. y ago. 2013, Ago. 2014, Junio 2015 (9 veces)	16 Hs.	84	1344 h-h
Documentación de un SGC	Comprender y aplicar los conocimientos necesarios a fin de elaborar documentos dentro de un SGC, según la norma IRAM-ISO 9001:2008.	A todo el personal del CTP.  Dicho personal trabajará en el tema y aplicará los conocimientos adquiridos.	Abril, sept. y oct 2012  Jun y sept 2013  Ago. 2014, (6 veces)	4 Hs.	65	260 h-h

Planificación para la Implementación de un SGC IRAM-ISO 9001	Comprender y aplicar los conocimientos necesarios para una planificación eficaz de un SGC, según la norma IRAM-ISO 9001:2008.	Personal del CTP que trabaja, en su sector, en la implementación del IRAM-ISO 9001:2008.	May. sept y oct 2012 Ago. y oct 2013 Ago. 2014 (6 veces)	10 Hs.	53	530 h-h
Formación de auditores internos de Gestión de la Calidad, según la Norma IRAM-ISO 19011:2011	Interpretar los requisitos de la norma IRAM-ISO 9001-2008.  Dar las herramientas para gestionar una auditoría interna del SGC.  Entender la aplicación de la norma ISO 19011:2011 para Auditorías de SGC.	Personal del Complejo que trabaja dentro del Sistema de SGC.  Dicho personal trabajará en el tema y aplicará los conocimientos adquiridos.	Jun. y nov. 2012 Sept. 2014 (3 veces)	16 Hs.	15	240 h-h
Mandos Medios	Propiciar en las personas que tengan el potencial o ejerzan funciones de conducción a nivel medio, el conocimiento de herramientas que les permitan desarrollar eficazmente su tarea.  Lograr que el mando medio reflexione respecto del compromiso que en su actividad diaria le demande su relación con superiores, pares y personas a cargo.	A los mandos medios del CTP.  Dicho personal trabajará en el tema y aplicará los conocimientos adquiridos.	Agosto 2012 Nov. 2014 dos veces Oct. 2015 (4 veces)	18 Hs.	40	720 h-h

	Motivar a cada participante para que lo aprendido se traduzca en acciones.					
Evaluación: Curso de mando medios	Determinar los conocimientos adquiridos por los mandos medios.  Analizar el grado de implementación de las herramientas establecidos en el curso de mandos medios.	Al personal de CTP que haya participado del curso Mandos Medios.	Nov. 2013  (1 vez)	18 Hs.	18	324 h-h
Armonización de Auditores de CNEA	Unificar los criterios de evaluación de los auditores de CNEA.	Auditores calificados de la CNEA.	Ago. 2012  (1 vez)	8 Hs.	1	8 h-h
Gestión de la calidad para el personal de operación y mantenimiento	Comprender los conceptos básicos de la norma ISO 9001:2008.  Adquirir los conocimientos para poder administrar la documentación generada durante la operación de la planta.	Personal del Complejo que se verá involucrado en la operación de la planta Mock Up y servicios auxiliares.  Dicho personal trabajará en el tema y aplicará los conocimientos adquiridos.	Febr. 2013  (1 vez)	4 Hs.	27	108 h-h
Gestión de la calidad para el personal de Infraestructura y Servicios	Comprender los conceptos básicos de la norma ISO 9001:2008.  Adquirir los conocimientos para poder administrar la documentación generada durante las actividades diarias dentro del CTP.	Personal de la Subgerencia Infraestructura y Servicios del CTP.  Dicho personal trabajará en el tema y aplicará los conocimientos adquiridos.	Jul. 2013  (1 vez)	4 Hs.	12	48 h-h

Tratamiento de acciones correctivas, preventivas y posibilidades de mejora	Comprender y aplicar los conocimientos necesarios para implementar acciones correctivas, preventivas y detectar oportunidades de mejoras.	Todo el personal del Complejo.  Dicho personal trabajará en el tema y aplicará los conocimientos adquiridos.	Sept. 2014,  Abr. 2015  (2 veces)	6 Hs.	23	138 h-h
Uso de bases de datos del Sistema de Gestión	Establecer las pautas generales para el uso de la base de datos del Sistema de la Gestión.	Todo el personal del Complejo.  Dicho personal trabajará en el tema y aplicará los conocimientos adquiridos.	Feb 2014  (1 veces)	2 Hs.	20	40 h-h
Proceso de compras	Comprender los conceptos generales del proceso de compras del CTP.  Adquirir los conocimientos necesarios para realizar el pedido de insumos, compras y especificaciones técnicas.	Personal del Complejo que se verá involucrado en el proceso de compras.	Abr. 2013  (1 vez)	4 Hs.	25	100 h-h
Gestión de la Calidad en actividades de investigación, desarrollo e innovación utilizando la	Describir las principales ventajas de la implementación de un SGC aplicado a las actividades de referencia.  Desarrollar las pautas y requisitos que debe cumplir dicho Sistema de Gestión de acuerdo a la norma IRAM 30800.	Personal del Complejo que se verá involucrado al implementar un SGC.  Dicho personal trabajará en el tema y aplicará los conocimientos adquiridos.	Marzo 2014  (1 vez)	25 Hs.	6	150 h-h

guía norma IRAM 30800						
MS-Access 2007 Nivel II	Comprender las herramientas del MS-Access 2007 para el diseño de diferentes bases de datos del SGC.	Personal de la División Gestión de la Calidad que se verá involucrado implementar las herramientas del MS-Access 2007.	Oct. 2015 (1 vez)	16 Hs.	1	16 h-h
Principios de la calidad aplicados a la Gestión Administrativa	Unificación de criterios para la generación de expedientes.  Minimizar los errores en la confección de expedientes.	Todo el personal administrativo del CTP.	Sept 2015 (1 veces)	25 HS.	9	225 h-h
Taller de la norma ISO 9001:2015	Comprender los cambios de la nueva versión de la norma IRAM-ISO 9001.	Personal responsable de implementación del SGC.	Jun. 2015 (1 vez)	16 Hs.	1	16 h-h



## **Evaluación de las capacitaciones sobre la Implementación del Sistema de Gestión**

Las necesidades de capacitación se extendieron a todos los requisitos de las normas de Gestión de la Calidad, tanto en referencia a la planta como a los laboratorios, por tal motivo a partir del año 2010 se buscó capacitar a todo el personal del proyecto de enriquecimiento de uranio.

Tal como queda evidenciado en el Tabla 1: “Capacitaciones: Implementación del Sistema de Gestión”, al inicio del programa de formación del personal del CTP se buscó lograr el convencimiento de la Alta Dirección del CTP, a través de la disertación “Concientización de Mandos en Gestión de la Calidad”, elemento fundamental para el futuro desempeño del Sistema de Gestión, ya que partiendo desde este punto, se pretende que los recursos para la implementación siempre estén disponibles. Cabe destacar que esta actividad fue llevada a cabo en diciembre de 2010, por personal de la Gerencia de Calidad de la CNEA, entre los disertantes se encontraban el Ing. Nicolás Rona, el Sr. Mario Carballido y la Ing. Adriana Casa, esta fue direccionada al personal gerencial del complejo, tanto para aquellos que cumplen funciones en el CTP-Pilcaniyeu como en el CTP-CAB. El objetivo principal de esta disertación fue el involucramiento y participación constante de la Alta Dirección del proyecto en lo referido a la implementación del SGC, ya sea tanto para las actividades de la planta como para sus laboratorios.

La columna vertebral para llegar al éxito de los objetivos que se habían planteado, fue capacitar a todo el personal de la planta, comprendido por la Gerencia, los mandos medios y los operarios. A partir de esa premisa, y durante los primeros años de la implementación, período 2011-2013, se dictaron seis cursos troncales:

- Introducción a la Gestión de la Calidad.
- Documentación de un SGC.
- Planificación para la Implementación de un SGC.
- Formación de auditores internos de Gestión de la Calidad, según la norma IRAM-ISO 19011:2011.
- Mandos Medios.
- Evaluación: Curso de mando medios.

Con estas seis disertaciones se abarcaron cerca del 75 % tanto de las horas-hombre como del personal participante, a partir de ello se consiguió, a corto plazo, un mayor acercamiento del personal a la Gestión de la Calidad, la implementación de documentos, ya sean de esta División como los aplicables en sectores técnicos y, por último, comprender la Calidad como una herramienta que facilite y mejore las labores diarias en todos sus aspectos. Por ende, la importancia de este apartado de capacitaciones está dada por el logro del objetivo de nivelar los conocimientos referentes a las Gestión de la Calidad en todos los sectores del CTP, elemento de gran importancia para el éxito de la implementación integral de las normas en el proyecto

Por último, se llevaron a cabo disertaciones “a medida” las cuales se impartieron en diferentes sectores de la planta respondiendo a necesidades puntuales, dada la disparidad de formación académica. Estas fueron detectadas mientras se desarrollaba la implementación del SGC; y en temas en los que se detectaron dificultades de los participantes al intentar implementarlos, como por ejemplo, “Tratamiento de acciones correctivas, preventivas y posibilidades de mejora”, “Proceso de compras”, entre otros temas.

### 6.3.3.3.2. Capacitaciones: Implementación del Sistema de Gestión en Laboratorio

Tabla 6: Listado de disertaciones en base a la norma ISO/IEC 17025:2005

Nombre	Objetivo	Alcance	Disertaciones	Duración	N° de Part.	horas-hombre
Introducción a la norma IRAM 301:05 – ISO/IEC 17025:2005	Conceptos introductorios de estadística, cálculo de incertidumbre, validación de método de ensayo con discusión y resolución de ejercicios.	Personal del Complejo que se verá involucrado implementar un SGC en los Laboratorios.  Dicho personal trabajará en el tema y aplicará los conocimientos adquiridos.	Dic. 2010  Oct. 2014  (2 veces)	40 Hs.	39	1560 h-h
Metrología y uso de los certificados de calibración	Proporcionar a los participantes los conocimientos relacionados con la metrología en laboratorios e instalaciones, según las normas ISO 9001 e 17025 (IRAM 301).	Personal del Complejo que realiza sus actividades dentro de los laboratorios del CTP.  Dicho personal trabajará en el tema y aplicará los conocimientos adquiridos.	Sept. dos veces 2013  May. 2015  (3 veces)	8 Hs.	78	624 h-h
Validación de metodología analíticas y cálculo de incertidumbre	Conceptos introductorios de estadística, cálculo de incertidumbre, validación del método de ensayo con discusión y resolución de ejercicios.	Personal del Complejo que realiza sus actividades dentro de los laboratorios del CTP.  Dicho personal trabajará en el tema y aplicará los conocimientos adquiridos.	Nov. 2013  (1 vez)	32 Hs.	18	576 h-h

Calibración de instrumentos de medición presión y temperatura	Proporcionar a los participantes los conocimientos relacionados con la calibración de equipos de medición.	Personal del Complejo que se realiza sus actividades dentro del sector de instrumentación del CTP.	Sep. 2015 (1 vez)	24Hs.	1	24 h-h
---	--	--	----------------------	-------	---	--------

## **Evaluación de las capacitaciones sobre la Implementación del Sistema de Gestión en Laboratorio**

En paralelo con la implementación de la norma ISO 9001:2008 en la planta, se realizó lo mismo con los requerimientos de la norma ISO/IEC 17025:2005 para los Laboratorios del CTP “Fisicoquímica y Control de Calidad” y “Separación Isotópica”.

Si bien el personal de estos sectores participó activamente de las capacitaciones antes enunciadas, debido a las particularidades que presentan las actividades dentro de los laboratorios y por cuestiones normativas, se planificaron capacitaciones específicas para ellos contemplando los requisitos técnicos de la norma ISO/IEC 17025:2005.

El CTP comenzó a establecer las pautas y lineamientos para la implementación de un SGC en los Laboratorios en pos de cumplir con las exigencias normativas; para llevar a cabo esto, se solicitó la asistencia al personal de GESCAL<sup>43</sup> el cual posee especialistas con amplia experiencia en las normas ISO 17025:2005; estos asesoraron e instruyeron al personal de los laboratorios en la implementación del sistema basado en dicha norma. El autor del presente trabajo definió la planificación de las capacitaciones con el fin de que los laboratorios estructuraran la implementación sus Sistemas de Gestión de la Calidad a partir del siguiente orden:

- Introducción a la norma ISO/IEC 17025:2005 - IRAM 301:2005.
- Metrología y uso de los certificados de calibración.
- Validación de metodologías analíticas y cálculo de incertidumbre.

Para el caso de los laboratorios, como ocurrió en los demás sectores del CTP, se tomó como premisa lograr la participación de todo el personal, ya que, para este caso también se observó que no estaban familiarizados con las normas de Gestión de la Calidad.

Por este mismo motivo, y con el objetivo de facilitar la implementación del SGC, se designó un Responsable Técnico y un Responsable de Calidad para cada uno de los laboratorios, quienes serían las personas encargadas de llevar adelante la implementación del Sistema de Gestión.

---

<sup>43</sup> Gerencia de Gestión de la Calidad de la Comisión Nacional de Energía Atómica.



### 6.3.3.3. Capacitaciones: Proyecto de Acreditación del Laboratorio - Físicoquímica y Control de Calidad

Tabla 7: Listado de disertaciones, proyecto de Acreditación

Nombre	Objetivo	Alcance	Disertaciones	Duración	N° de Part.	horas-hombre
Implementación - Codificación de la documentación dentro de un SGC	Comprender y aplicar los conocimientos necesarios para la codificación de documentos dentro de un SGC.	Todo el personal de laboratorio físicoquímica y control de calidad.  Dicho personal trabajará en el tema y aplicará los conocimientos adquiridos.	Jul. 2014	2Hs.	5	10 h-h
Implementación - Generación de documentos dentro del SGC del CTP	Comprender y aplicar los conocimientos necesarios para la generación y codificación de documentos dentro de un SGC.	Todo el personal de laboratorio físicoquímica y control de calidad.  Dicho personal trabajará en el tema y aplicará los conocimientos adquiridos.	Jul. 2014	2Hs.	8	16 h-h
Implementación - Comunicaciones internas y externas dentro del CTP	Comprender y aplicar los conocimientos necesarios para las comunicaciones internas y externas dentro del CTP de manera eficiente.	Todo el personal de laboratorio físicoquímica y control de calidad.  Dicho personal trabajará en el tema y aplicará los conocimientos adquiridos.	Ago. 2014	2Hs.	6	12 h-h
Implementación - Documentos de RRHH y capacitaciones	Comprender y aplicar los conocimientos necesarios para las comunicaciones internas y externas dentro del CTP.	A todo el personal del Laboratorio de Físicoquímica y Control de Calidad.	Oct. 2014	2Hs.	5	10 h-h

internas y externas	Dar las herramientas necesarias para la implementación de los documentos de RRHH del CTP.					
Implementación de documentos - Generación de doc., uso de la base de datos y control de doc. dentro del SGC	Comprender y aplicar los conocimientos necesarios para la Comunicación, Uso de las Bases de Datos y Control de los Documentos del SGC del CTP.	A todo el personal del Laboratorio de Físicoquímica y Control de Calidad.	Mar. y abr. 2015 (2 veces)	3Hs.	32	96 h-h
Implementación - No conformidades, acciones correctivas, preventivas y oportunidades de mejora	Comprender y aplicar los conocimientos necesarios para implementar acciones correctivas, preventivas y detectar oportunidades mejoras.	A todo el personal del Laboratorio de Físicoquímica y Control de Calidad.	Abr. 2015	4Hs.	16	64 h-h
Resolución de No Conformidades	Comprender y aplicar los conocimientos necesarios para la resolución de las no conformidades acciones correctivas, preventivas y detectar oportunidades mejoras.	A todo el personal del Laboratorio de Físicoquímica y Control de Calidad.	May. 2015	6 Hs.	13	78 h-h

## **Evaluación de las capacitaciones sobre el Proyecto de Acreditación del Laboratorio - Físicoquímica y Control de Calidad**

En junio de año 2014 la gerencia del CTP estableció como objetivo la Acreditación de Laboratorio de Físicoquímica y Control de Calidad, para ello se generó el documento Plan de Proyecto, donde se determinó: “La Alta dirección del SGC del Completo Tecnológico Pilcaniyeu acuerda llevar a cabo un Proyecto conducente a la Acreditación del ensayo ‘Determinación de uranio en aguas superficiales y subterráneas, por la técnica de KPA’ que se lleva a cabo en el Departamento de Físico Química y Control de Calidad de la Gerencia del CTP, sito en el Centro Atómico Bariloche”(PP-CTP/PEU0-001/0000-GE-C Rev. 00, 2014) además, el documento estableció que el alcance del proyecto comprendía a todas las etapas necesarias hasta lograr la acreditación del mencionado ensayo por parte del Organismo Argentino de Acreditación<sup>44</sup> bajo la norma ISO/IEC 17025:2005.

Si bien en este laboratorio, como en los demás sectores del CTP, se había realizado el diagnóstico con el fin de evaluar el nivel de implementación de la norma aplicable, el nivel de exigencia para la implementación conducente a la Acreditación<sup>45</sup> del laboratorio era sustancialmente superior, por tal motivo se realizó un programa de formación específicamente para su personal, con el objetivo de implementar tanto los requisitos referentes al Sistema de Gestión, como así también los técnicos.

Desde el inicio del proyecto de acreditación, se impartieron siete disertaciones, las cuales fueron diseñadas a medida del sector y de las cuales sólo participó el personal responsable de la implementación. Para este caso en particular, no sólo se dictaron disertaciones formales, listadas en la Tabla 7: “Capacitaciones: Proyecto de Acreditación del Laboratorio - Físicoquímica y Control de Calidad”, sino que además, se realizaron reuniones semanales en donde se trabajó tanto el proceso de

---

<sup>44</sup> El Organismo Argentino de Acreditación (OAA) es una entidad privada sin fines de lucro, creada dentro del marco del Sistema Nacional de Normas, Calidad y Certificación, para desarrollar las funciones establecidas en el Decreto 1474/94.

<sup>45</sup> La acreditación es el reconocimiento formal de competencia e imparcialidad a laboratorios, proveedores de ensayos de aptitud, productores de materiales de referencia, organismos de certificación y/o de inspección. Se realiza mediante una evaluación independiente en base a requisitos normativos internacionales. Demuestra que esas entidades son confiables para realizar ensayos, análisis, programas de ensayos de aptitud, producción de materiales de referencia, calibraciones, inspecciones y certificaciones.

implementación de la norma, como así también en la formación del personal en diferentes ámbitos de la Gestión de la Calidad.

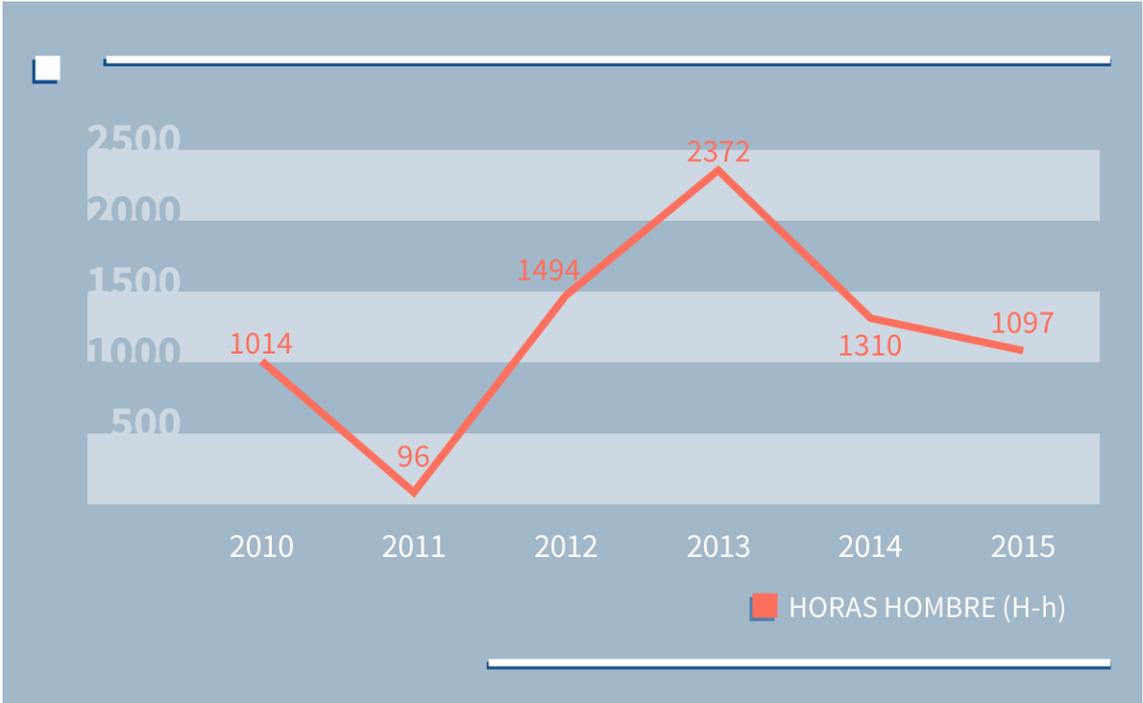
#### **6.3.4. Evaluación de la eficacia y mejora de la capacitación**

Como último paso del proceso de capacitación, se debieron conocer los resultados de la gestión de Recursos Humanos y constatar que el proceso de capacitación obtuvo los resultados esperados. Para el caso del CTP, el responsable de la División Gestión de la Calidad fue quien evaluó el desempeño del personal, en cuanto a la aplicación de los conocimientos adquiridos durante estas capacitaciones. Para la evaluación de los resultados de cada una de las mismas se establecieron diferentes plazos, los cuales dependieron del nivel de información que se impartió en cada disertación.

“El proceso de capacitación del personal no es una tarea simple, pero los beneficios a los que, tanto la organización como los trabajadores, acceden son innumerables. Sólo a modo de ejemplo, desde el punto de vista del personal los ayuda a tomar decisiones, solucionar problemas, formar líderes, solucionar conflictos y les aporta confianza y, lo que es más importante, propicia sus proyecciones de acceder a puestos de mayor responsabilidad.” (García, 2015)

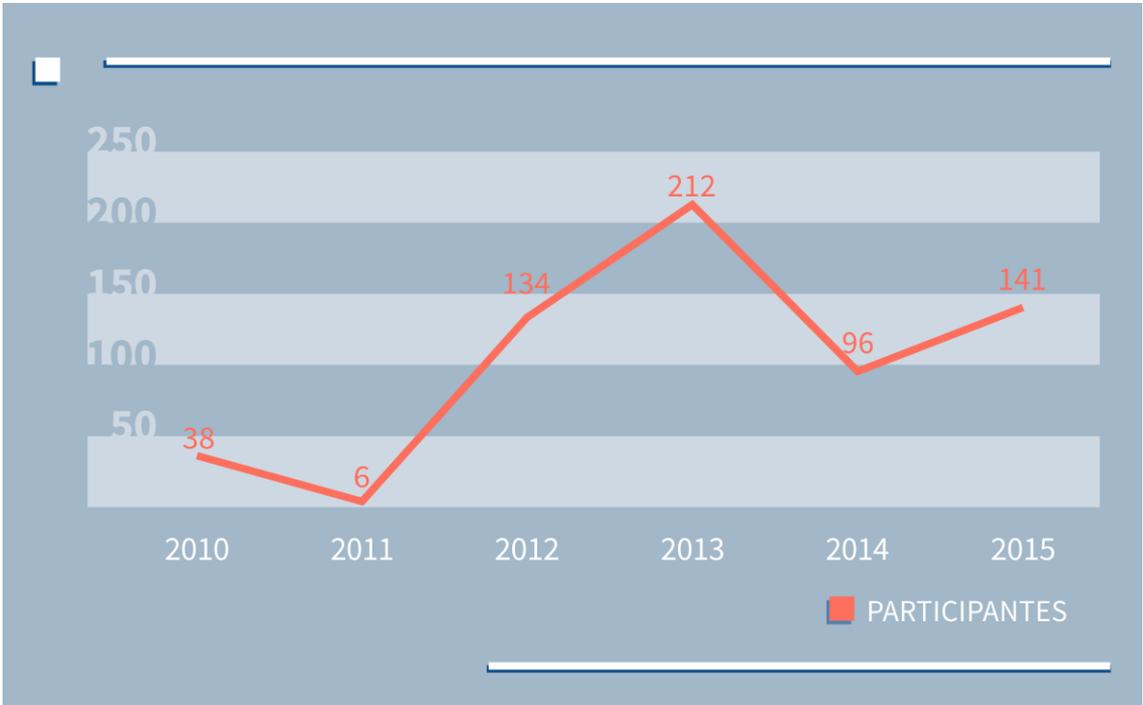
##### **6.3.4.1. Información del desarrollo de las capacitaciones**

A fin de dar evidencia de las capacitaciones impartidas tanto en CTP como en el CTP-CAB, en cuanto a la cantidad de horas-hombre y del personal que ha participado de las mismas, se presentan los siguientes gráficos;



(Registros, FO-CTP/PEU0-144/0000-GE-C - Programa anual de capacitación, 2011-2015)

Figura 11: Cantidad de horas-hombre 2010-2015



(Registros, FO-CTP/PEU0-144/0000-GE-C - Programa anual de capacitación, 2011-2015)

Figura 12: Cantidad de participantes 2010-2015

Durante el período 2010-2015 se llevaron a cabo, más de 55 disertaciones, ya sean dictadas o coordinadas por la División Gestión de la Calidad, de las cuales gran parte fueron dictadas por el tesista.

Mención parte se merecen los datos del año 2011 con una caída abrupta de la cantidad de horas-hombre y de la cantidad de participantes, que respondió a una catástrofe natural producida por la erupción del volcán Puyehue<sup>46</sup>, que afectó a la ciudad de Bariloche y al resto de la región con la caída de cenizas que afectaron el desenvolvimiento de muchas actividades. Por tal motivo el programa anual de capacitación no pudo llevarse a cabo tal como se tenía previsto debido a que gran parte de las actividades de la planta se abocaron a la reinstauración y reparación de las instalaciones, las cuales habían sufrido diferentes deterioros a raíz de a esta catástrofe natural.

Sumando a esto, se debieron cancelar todas las actividades programadas con la Red de Calidad de la CNEA<sup>47</sup>, debido a que el aeropuerto de ciudad se encontró fuera de servicio durante el resto del año.

#### **6.3.4.2. Análisis del programa de formación del CTP**

Cuando el CTP emprendió el proceso de implementación, cuyo objetivo era garantizar un SGC dentro de todas sus actividades, se estableció que no sólo se trataba de generar y controlar los procedimientos emitidos, limitándose a tener únicamente un sistema de gestión documentado, sino que se debía alcanzar el objetivo de alinear todos los procesos de la planta a los requisitos establecidos por las normas antes nombradas.

---

<sup>46</sup> El 4 de junio del año 2011 entró en erupción el complejo volcánico Puyehue-Cordón Caulle en Chile, cuyas cenizas cubrieron parte del territorio argentino, las consecuencias físicas y materiales, afectaron especialmente de los habitantes de Villa La Angostura y Bariloche, crecieron dudas sobre el futuro del lago Nahuel Huapi y su ecosistema. Científicos del Conicet investigaron la situación de la región.

<sup>47</sup> La red de Calidad de la CNEA es un grupo de personas referentes en la materia de la gestión de la calidad, pertenecientes a esta institución que desempeñan sus actividades en el Centro Atómico Bariloche, Centro Atómico Constituyentes y Centro Atómico Ezeiza.

Se planteó adoptar los ocho Principios de Gestión de la Calidad (véase en Anexo VI: “Principios de Gestión de la Calidad”) y enfocar las metas hacía el proceso de implementación de las normas.

La formación del personal generó valiosos resultados para el aprendizaje organizacional. Esto queda en evidencia a partir del nivel de implementación de las normas desde la perspectiva de los requisitos que se encuentran aplicados en la planta, como así también la nivelación de los conocimientos del personal referentes a la Gestión de la Calidad, la documentación generada en cada uno de los sectores, la utilización de las diferentes herramientas generadas por la División Gestión de la Calidad, las comunicaciones más eficientes, entre otros puntos.

En referencia al material de capacitación como a la logística implementada para cada una de las capacitaciones, se han realizado una serie de adaptaciones, las cuales tuvieron como punto de partida las necesidades particulares del CTP, entre estas se pueden detallar:

- Modificaciones de los materiales de capacitación, tanto el entregado al personal como el disertado. Estas modificaciones se debieron a diferentes factores como el nivel de conocimiento del personal en el ámbito de la Gestión de la Calidad, así como al sector a que se impartía la disertación. Además, también se buscó lograr una mayor participación de los cursantes a partir de actividades prácticas y talleres de implementación.
- Generación de nuevas disertaciones, entre las que se destacan: “Gestión de la Calidad para el personal de Infraestructura y Servicios”, “Gestión de la Calidad para el personal de Operación y Mantenimiento” y “Tratamiento de acciones correctivas, preventivas y posibilidades de mejora”. Estas capacitaciones se generaron a partir de necesidades puntuales del proyecto y donde se detectaron ciertas debilidades al momento de llevar a cabo la implementación de los requisitos establecidos en las normas, tanto la ISO 9001:2008 como la ISO/IEC 17025:2005.
- Aumentar la cantidad de días para las capacitaciones, a raíz de que la participación activa de los asistentes que deseaban poder discutir en profundidad los temas, insumía tiempo adicional no previsto en la planificación de los cursos.

- Revisión de los documentos y formularios implementados correspondientes a las disertaciones de las capacitaciones. Parte de la documentación aplicable, referente a las capacitaciones dentro del proyecto, se encontraba obsoleta o desactualizada, por tal motivo se llevó a cabo su revisión.
- Mejora sustancial en las instalaciones donde se impartieron las capacitaciones, pues desde el 2014 el CTP cuenta con un aula para el dictado de cursos.

### **6.3.5. Conclusión del capítulo**

A partir del cumplimiento de los objetivos planteados y de la generación e implementación de la documentación respaldatoria de este proceso, se puede concluir en que las capacitaciones a nivel general tuvieron un resultado positivo. Esta afirmación se sustenta en resultados obtenidos en el camino de la implementación de las normas ya nombradas. Para delinear estos resultados se listan los objetivos cumplidos a lo largo de estos años:

- Compromiso y participación de la Alta Dirección en todo el proceso de implementación de las normas.
- Integración y participación de todos los sectores en el SGC.
- Aplicación y evaluación sistémica de la documentación emitida por los sectores, ya sea dentro de la planta como en los laboratorios.
- Utilización de las herramientas generadas por la División Gestión de la Calidad para todos los demás sectores, como por ejemplo bases de datos; mejora continua; revisión por la dirección, tanto para la dirección de la planta como para los laboratorios, entre otras herramientas, etc.
- Funcionamiento eficaz y eficiente de los canales de comunicación.
- Alineamiento de los laboratorios a los requisitos establecidos por la norma ISO/IEC 17025:2005.
- Ampliación del alcance del programa de auditorías internas a todos los sectores de la planta.

Cabe destacar que contar, desde una primera instancia, el compromiso de la Alta Dirección en el proceso de implementación del SGC, se constituyó como el hito fundamental para el logro de los objetivos venideros. Por otro lado, y sin haber sido

un objetivo buscado por medio de las capacitaciones, se logró la visualización de la División Gestión de la Calidad por todas las Divisiones del CTP y todos sus niveles, logrando que el personal en general se acerque a la División para involucrarse en la implementación del Sistema de Gestión.

Este acercamiento se vio facilitado por el proceso de capacitación que pretendía integrar a toda la estructura orgánica del CTP, nivelando su conocimiento con el fin de que comprendieran la importancia de desempeñarse dentro de un SGC. Desde un principio se tomó como premisa capacitar a todo el personal del CTP ya que se comprendía que si bien los mandos medios serían aquellos que establecerían toda la estructura para la implementación dentro de cada uno de sus sectores, por otra parte era el personal operativo el que ejecutaría los procedimientos y generaría los registros en cada actividad.

Con el desarrollo del proceso de capacitación, a fin de nivelar los conocimientos en Gestión de la Calidad, fue que se detectaron diferentes problemáticas en cada uno de los sectores, hecho al que se tuvo que responder con la adecuación de las capacitaciones a las necesidades de dichos sectores.

Ante la debilidad del CTP en cuanto a la retención del personal, tema que ya fue desarrollado en “5.1 Conformación de los Recursos Humanos en el CTP”, la División Gestión de la Calidad se ve afectada significativamente en la posibilidad de establecer un SGC maduro y sostenible en todo el proyecto. Dado que en una primera instancia no se pudo lograr la nivelación general del conocimiento en Gestión de la Calidad. Al presentarse una continua rotación del personal, principalmente entre aquellos con formación académica y a los cuales se le ha direccionado particularmente capacitación para la implementación del Sistema de Gestión, se generó así una superposición de ciclos y planes de capacitación en diferentes niveles, esta problemática en la rotación del personal fue descrita en “6.1 La importancia de la formación del personal”.

Se observa dentro del CTP la convivencia de personal con diferentes niveles de formación específica en Calidad, donde se encuentran aquellos que tienen un nivel avanzado, con un desempeño ya afianzado en la implementación del Sistema de Gestión y que reciben apoyo semanal con el objeto de mejorar el Sistema de Gestión interno; por otra parte, los que cuentan con un nivel de formación intermedia, quienes también reciben visitas semanales pero a su vez siguen recibiendo instrucciones

específicas para su área de trabajo; y por último, aquellos que están en pleno proceso de formación en la temática de la Gestión de la Calidad, a donde se integran el personal ingresante. A pesar de que el proceso de capacitación no logra cerrarse, dado el alto nivel de rotación del personal, con el tiempo se ha alcanzado a formar una estructura madura que permite contener y encarar nuevas capacitaciones de manera acotada en el tiempo y direccionada a las necesidades puntuales de los ingresantes, pudiendo sobrellevar los efectos de esta problemática y haciendo un uso eficiente de los recursos de la División.

Si bien no recaía sobre de la División Gestión de la Calidad la responsabilidad de minimizar el nivel de deserción, el autor del presente trabajo presentó a la Gerencia del CTP las capacitaciones como un elemento de motivación para tal fin. En base a los resultados ya descritos se comprobó que los niveles de rotación no han disminuido, por lo que se puede concluir que las capacitaciones no pudieron cumplir uno de los efectos deseados.

## **CAPÍTULO VII - DOCUMENTACIÓN DEL SGC DEL CTP**

### **7.1. Fundamentos de la documentación del Sistema de Gestión**

La tendencia actual de implementar un SGC según los requisitos establecidos en la norma ISO 9001:2008, inclinan a las organizaciones a cumplimentar las funciones del Ciclo Deming o Ciclo PDCA (véase en Anexo VII: “Ciclo Deming”), en las que como parte de la planificación, es determinante la elaboración de la documentación del Sistema de Gestión, la cual respalde cada una de las actividades de la organización, para su futura implementación, control y mejora, situación por la cual se han desarrollado diversas investigaciones que facilitan este importante paso, ya que la mencionada norma no precisa cómo lograrlo.

En paralelo con la evolución de la familia de normas ISO 9000 (véase en Anexo VIII: “Familia de la norma ISO 9000”), se ha incrementado el número de organizaciones que las toman como modelo de Gestión de la Calidad para la implementación de sus sistemas de gestión y su posterior certificación. Lo anterior está justificado por los beneficios que representan para una organización ser reconocida, por un organismo externo acreditado, como una entidad capaz de satisfacer los requisitos de los clientes, así como los legales y reglamentarios. También ha sido el modelo de gestión más adoptado por las organizaciones y reconocido como el primer paso lógico para demostrar la capacidad de la organización de satisfacer las necesidades y expectativas de sus clientes. El CTP no tiene como objetivo final la certificación de la norma ISO 9001:2008 por un ente externo, dadas las características inherentes al proyecto de enriquecimiento de uranio, como por ejemplo la confidencialidad.

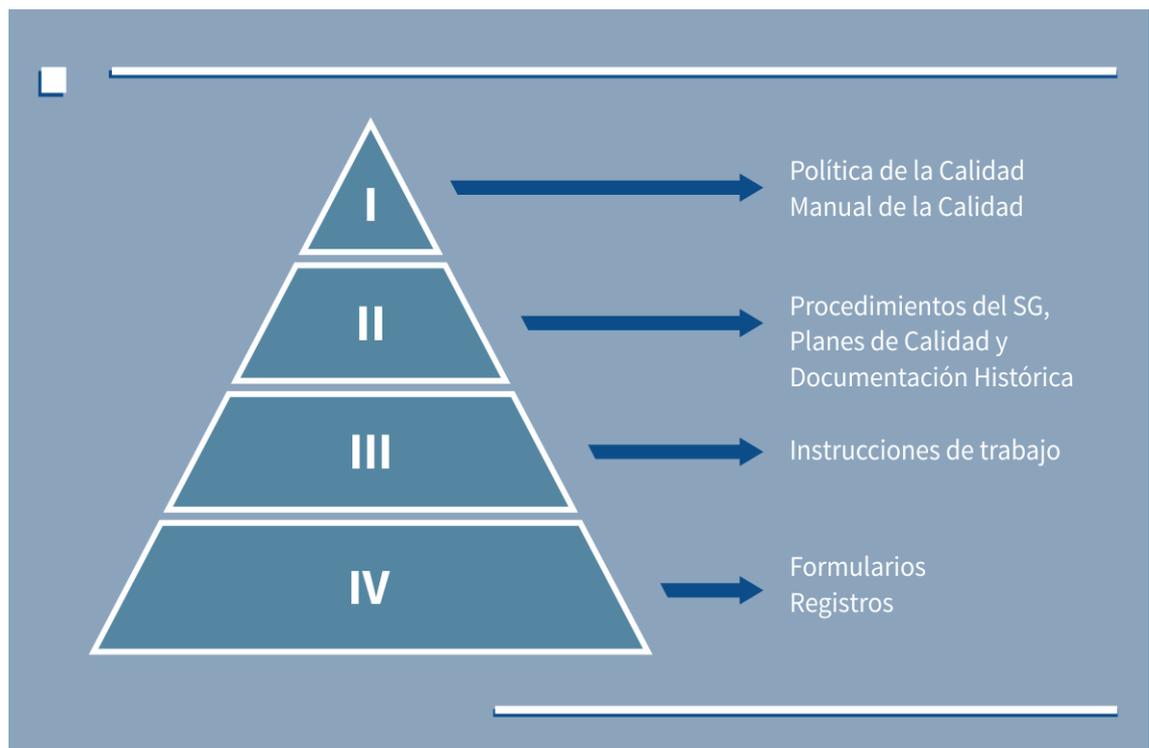
El énfasis de este modelo de gestión, el cual culmina con la certificación, recae en su documentación, acción estrechamente relacionada con la etapa de planificación del sistema y que define su futura implementación. Sin embargo, aunque la familia de la norma ISO 9001:2008 especifica los requisitos para estos sistemas, no precisa cómo lograrlos, ni tampoco cómo las organizaciones deberán emprender el proceso de diseño e implantación de un SGC.

### 7.1.1 Jerarquía de la documentación del Sistema de Gestión de Calidad

Para el desarrollo del sistema documental del CTP se estableció una serie de procedimientos, los cuales reúnen un conjunto de técnicas y herramientas que facilitan la comprensión, realización e implementación de documentos entre otras cosas.

La forma de organizar la documentación del SGC, normalmente sigue al flujo de los procesos de la organización o a la estructura de la norma de Calidad aplicada, o una combinación de ambas.

La estructura de la documentación utilizada en el SGC puede describirse en forma jerárquica. Esta facilita la distribución, conservación y el entendimiento de la documentación, esto se encuentra descrito en la norma ISO 10013:2001 “Directrices para la documentación de SGC” (ISO, 2001). La documentación puede ser representada jerárquicamente, como se muestra en el siguiente gráfico:



(CK-CTP/PEU0-002/0000-GE-C, Documentación de un Sistema de Gestión de la Calidad.)

Figura 13: Jerarquía de la documentación

La norma ISO 9001:2008 requiere documentar diferentes tipos de información; sin embargo, no requiere un documento independiente por cada tipo de información. La extensión de la documentación del SGC puede diferir en una organización en función de:

- El tamaño de la organización y el tipo de actividades. El CTP tiene unas 160 personas distribuidas entre dos sitios: el CTP-Pilcaniyeu, donde se encuentran las instalaciones referidas al proceso de enriquecimiento de uranio, y en el CTP-CAB con oficinas y edificios de laboratorios.
- La complejidad de los procesos y sus interrelaciones. El CTP cuenta con procesos muy complejos, materiales sensibles, peligrosos, con necesidad de desarrollar un amplio *know how* en cada uno de sus procesos, etc.
- La competencia del personal. Este tema fue desarrollado del Capítulo VI del presente trabajo.

(ISO 10013:2001, Directrices para la documentación de Sistema de Gestión de la Calidad).

Por su parte, para el caso en estudio, se consideraron factores como:

- La importancia para el proyecto de la necesidad de preservar el conocimiento recuperado (histórico) y el nuevo que se genere desde el reinicio del proyecto.
- La contribución de la documentación a la estandarización de los sistemas, equipos y componentes de los procesos técnicos

En base a estos parámetros, siendo el CTP un establecimiento de investigación y desarrollo de tecnología nuclear, se emiten una gran cantidad de documentos con un nivel de detalle muy específico, lo que deriva en consecuencia en la generación de un elevado volumen de documentos, hecho que quedará en evidencia al momento de exponer la cantidad de documentos y registros que se generaron durante el período tomado para el análisis del presente trabajo de tesis.

Sumado a la documentación antes mencionada, el CTP posee la particularidad de contar con más de 10.000 mil documentos históricos correspondientes al primer período de actividades, los cuales fueron ingresados al sistema documental, tema que será ampliado en “7.2 Contexto de la documentación histórica del CTP”.

## 7.1.2 Cómo estructurar la documentación de su Sistema de Gestión de Calidad

La norma ISO 10013:2001, establece las directrices para un dimensionamiento efectivo de la documentación de un SGC, así como un resumen de contenidos recomendados y la estructura de diferentes tipos de documentos del SGC (Meskovska, 2015). Para el desarrollo del sistema documental del CTP se tomaron las siguientes recomendaciones que tiene en cuenta la norma en cuestión

- **Manual de Calidad:**

El Manual de Calidad es único para cada organización y debe ajustarse a ella. La estructura y el contenido del manual pueden variar según el tamaño de la organización, la complejidad de las operaciones, y la competencia del personal. Las pequeñas organizaciones pueden documentar el SGC completo en un único manual. Por otra parte, las grandes organizaciones pueden tener diferentes Manuales de Calidad. Generalmente, el manual incluye el alcance del SGC, las exclusiones y referencias a documentos relevantes. La Política de Calidad y los objetivos pueden ser parte del manual también.

En el caso del CTP, hay un Manual de la Calidad que abarca todas las actividades del proyecto, del mismo se desprenden los correspondientes a cada uno de los laboratorios.

- **Política de Calidad:**

Una política representa una declaración de principios de una organización. La Política de Calidad debe indicar el compromiso de la organización con la Calidad y la mejora continua. Por lo general, esta política es utilizada para propósitos promocionales, y debería ser publicada dentro de la organización, por lo tanto, lo conveniente es tener una Política de Calidad clara y corta.

El CTP adhiere a la Política de Calidad de la CNEA, asimismo posee una propia (ver el punto 3.2.1 “Política de calidad del Complejo Tecnológico Pilcaniyeu”).

- **Procedimientos Documentados:**

Los Procedimientos de Calidad pueden tener diferentes formatos y estructuras. Pueden ser narrativos, es decir, que se describen a través del texto; pueden ser más estructurados mediante el uso de tablas; pueden ser más ilustrativos, es

decir, con diagramas de flujo; o pueden ser cualquier combinación de los casos anteriores.

En el CTP adopto el formato físico (papel) donde se describen las tareas a través de texto.

- Los procedimientos dentro del Sistema de Gestión de la CNEA deben incluir los siguientes elementos:
  - ✓ Título – Identificación del documento.
  - ✓ Objetivo – Define la finalidad de las actividades o procesos especificados en el procedimiento.
  - ✓ Alcance – Establece el ámbito y los sectores de aplicación de los documentos.
  - ✓ Abreviaturas y definiciones:
    - Abreviaturas: Se definen los símbolos, siglas y abreviaturas a emplearse en el texto.
    - Definiciones: Se definen los términos técnicos usados, de significado especial para el documento.
  - ✓ Referencias:
    - Antecedentes: Se mencionan los documentos que fueron tenidos en cuenta para la elaboración del procedimiento.
    - Documentación aplicable: Serán aplicables las versiones vigentes de las normas, códigos, guías y documentación aplicable en la realización del procedimiento.
    - Documentación afectada: Se menciona en este punto toda la documentación de los procesos, que se relacione o modifique a partir de la entrada en vigencia del procedimiento.
  - ✓ Responsabilidades: Se definen los responsables de la realización de las actividades descritas en el documento.
  - ✓ Desarrollo: Constituye el cuerpo principal del procedimiento. Se debe describir en forma clara, concisa y objetiva, la metodología, las acciones y los pasos a seguir y formularios a ser aplicados.
  - ✓ Los Registros: Se describe cómo se realiza el control de los registros emergentes de la utilización del procedimiento y cuyos formularios, si los hubiere, serán documentos independientes al procedimiento.
  - ✓ Anexo: Se listan los anexos con sus títulos correspondientes.

- **Instrucciones Técnicas:**

En el CTP, las Instrucciones Técnicas pueden ser parte de un procedimiento, o pueden ser referenciadas en el procedimiento. Generalmente, las Instrucciones Técnicas tienen una estructura similar a los procedimientos, y cubren los mismos elementos; sin embargo, las Instrucciones Técnicas incluyen detalles de las actividades que se tienen que llevar a cabo, enfocándose en la secuencia de cada paso, y en las herramientas y métodos que serán utilizados con la exactitud requerida.
- **Formularios:**

Los Formularios del CTP son documentos especiales que se desarrollan y se mantienen para registrar los datos que demuestren el cumplimiento de los requisitos de SGC. Estos contienen su nombre, código, estado de revisión y fecha de emisión. Los registros que se generan cuando se completan los formularios y cada uno de ellos, evidencian los resultados de los procesos.
- **Planes de Calidad:**

El Plan de Calidad es un documento que es parte de la documentación del SGC.

Este necesita referenciarse sólo al SGC documentado, mostrando cómo éste ha de ser aplicado a la situación específica en cuestión, e identificar y documentar cómo la organización logrará aquellos requisitos que son únicos al producto, proceso, proyecto o contrato particular.
- **Especificaciones:**

Las Especificaciones son documentos que establecen requisitos. Por ejemplo, pueden ser documentos utilizados en el proceso de compras de equipos o parte de la propia ingeniería básica y de detalle, los cuales se implementan con el objeto de facilitar el entendimiento de los procesos, ya que las especificaciones, dentro del CTP, se desprenden de procesos generales o procesos operativos.
- **Documentos Externos:**

La organización debería considerar los Documentos Externos y su control en su SGC documentado. Los Documentos Externos pueden incluir planos de

clientes, especificaciones, requisitos legales o reglamentarios, normas, códigos o manuales de mantenimiento.

- Registros:

Los Registros del SGC muestran los resultados obtenidos o proporcionan evidencia que se están realizando las actividades establecidas en los procedimientos documentados e instrucciones de trabajo. Las responsabilidades para la preparación de los Registros deberían ser consideradas en la documentación del SGC. Los Registros no están bajo control de modificación, puesto que estos no están sujetos a cambio.

(ISO 10013:2001, Directrices para la documentación de Sistema de Gestión de la Calidad).

### **7.1.3 Requisitos normativos de la documentación de la CNEA**

El CTP forma parte de la estructura orgánica de la CNEA y por tal motivo debe cumplir con los requisitos institucionales establecidos a través de procedimientos normativos de CNEA y formularios normativos de CNEA.

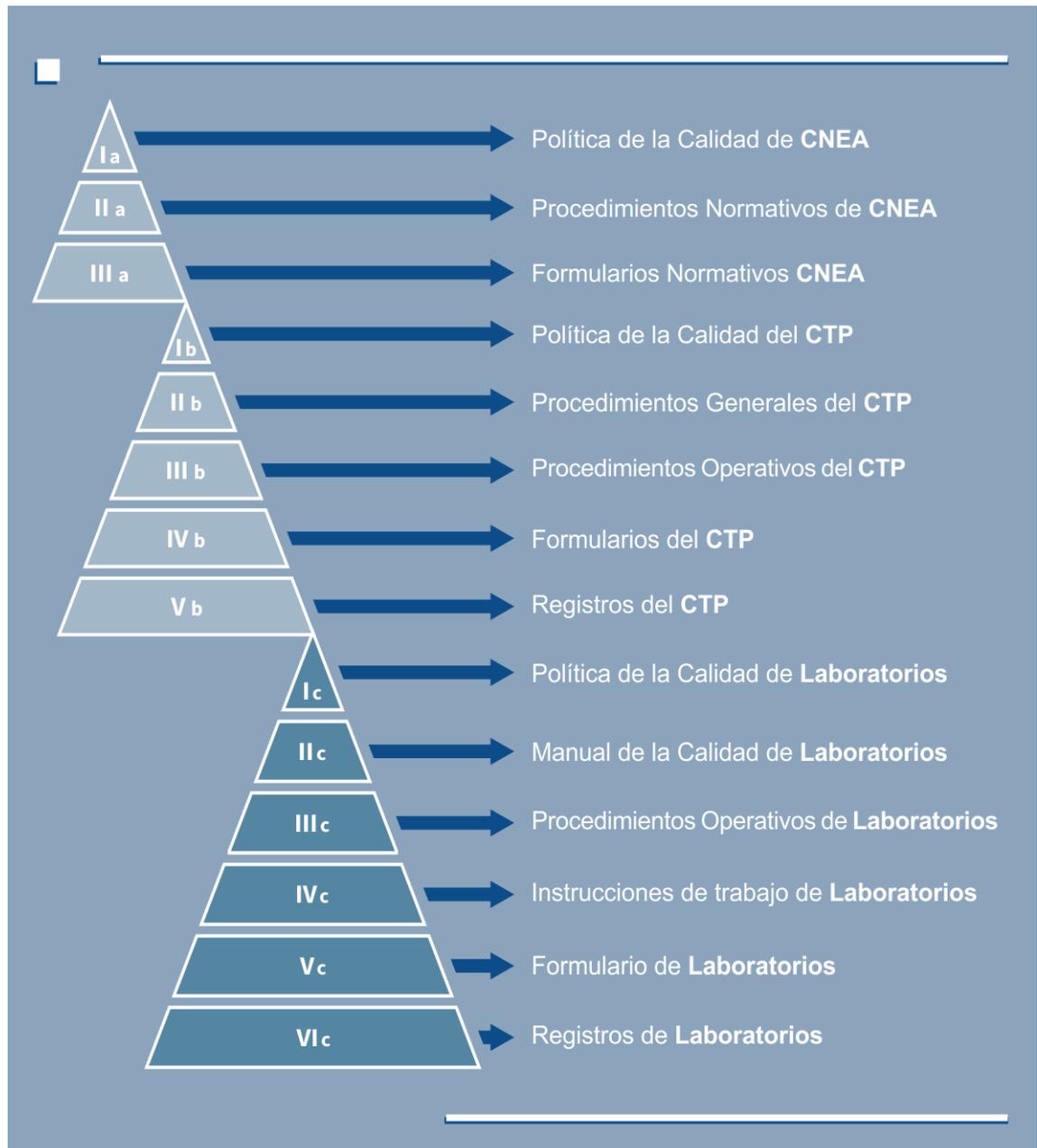
También se implementan criterios establecidos por la Gerencia de Gestión de la Calidad de esta organización o acordados con la misma.

A partir de lo mencionado anteriormente, se entiende que la documentación que sea implementada dentro del SGC del CTP debe cumplimentar con los requisitos establecidos en los documentos y formularios normativos de la CNEA, los cuales se listan a continuación:

- PN-PR-001 - Generación de Documentos de los Sistemas de Gestión.
- PN-PR-020 - Codificación de la Documentación.
- PN-PR-GC-004 - Auditorías de Sistema de Gestión.
- FO-PR-001 - Carátula Documentos no normativos.
- FO-PR-010 - Declaración de Conformidad con las normas de Transparencia y Confidencialidad.
- FO-GG-025 - Minuta de reunión.
- FO-PR-GC-001 - Informe de Estudio de la Documentación.
- FO-PR-GC-002 - Acta de reunión.

- FO-PR-GC-003 - Informe de Auditoría.
- FO-PR-GC-005 - Programa de Auditorías.
- FO-PR-GC-006 - Plan de Auditoría.

Con el fin de ejemplificar cómo es la jerarquía de la documentación dentro de CNEA, se presenta la siguiente figura.



(CK-CTP/PEU0-002, Documentación de un SGC.)

Figura 14: Pirámide de la documentación del CTP

Como se detalla en la Figura 14: “Pirámide de la documentación del CTP”, a través de toda la documentación normativa de la CNEA, comprendida por la Política de Calidad, Procedimientos y Formularios normativos se establecen requisitos, los cuales deben implementarse en el SGC del CTP, y a su vez los requisitos que establece el CTP deben cumplirse en los laboratorios que se encuentran en la planta, es decir, los ubicados en el CTP-CAB y CTP-Pilcaniyeu.

## **7.2. Contexto de la documentación histórica del CTP**

En una primera instancia, se debe aclarar a qué se denomina “Documentación Histórica” dentro del CTP. Esta se refiere a todos los tipos documentos y registros que el CTP recibió durante la reactivación del proyecto en el año 2006, parte de los cuales se encontraron<sup>48</sup> escritos a mano, en diferente estado de conservación y en diferentes ubicaciones dentro de las instalaciones, los cuales no tuvieron ningún método estandarizado para su resguardo al momento de detenerse las actividades a fines de los años 90’.

Tal como fue descrito en “2.5 Cómo se documentó y se llevaron los registros generados en el CTP”, parte de la documentación fue retirada de la planta, para que no desapareciera ni sufriera deterioros, y poder ser devuelta una vez que se retomaran las actividades.

La falta de un método estandarizado para el proceso de resguardo de la documentación y registros generados, trajo aparejada su pérdida, hecho clave al momento de la reapertura del proyecto y de su funcionamiento; en consecuencia, a falta de una metodología establecida previamente, se debió analizar documento por documento para determinar si la información que cada uno de ellos contenía era válida y aplicable en esta fase del proyecto. En los casos que la información resultaba útil, se la ingresó al Sistema de Gestión actual para que todo el personal tuviera la posibilidad de acceso.

---

<sup>48</sup> Nótese que no se dice “se encontraban” sino “se encontraron”, porque lo referido a la documentación histórica fue una búsqueda casi arqueológica de documentación abandonada a su suerte y se debió detectar, identificar, acondicionar, indexar, analizar y archivar. Esto se describe en el punto 7.2.1 del presente trabajo.

A partir de año 2008, cuando el Ing. Daniel Brasnarof <sup>49</sup>se reincorporó al proyecto, se comenzó con la evaluación tanto de las instalaciones como su documentación, principalmente de la cascada de enriquecimiento de uranio

El objetivo del Ing. Brasnarof era recuperar y desarrollar la capacidad técnica y operativa de los procesos, las características de los componentes y determinar las necesidades de los equipos, entre otros factores importantes, y luego desarrollar mejoras. Para ello se tomó como base tanto la documentación histórica como entrevistas al personal que había operado la planta.

Si bien para algunos de los procesos se encontró parte de la documentación, para otros no se encontró documentación y tampoco registros. Esto sucedió tanto en los procesos de diseño como en las operaciones de instalaciones, por tal motivo al reanudarse las actividades se tuvo que comenzar de cero en algunas de las instalaciones, ya sea en la conformación de la documentación respaldatoria como los registros que avalen su operatividad.

Un importante contratiempo, que se presentó en pleno proceso de reactivación, fue el incendio en las oficinas que cuenta el CTP en el Centro Atómico Bariloche, en el año 2008, hecho en el cual se perdieron todos los libros de guardia generados en los últimos años de operación del proyecto, más una serie de documentos recopilados de ingeniería y datos de diseño de diferentes equipos. (Brasnarof, 2017).

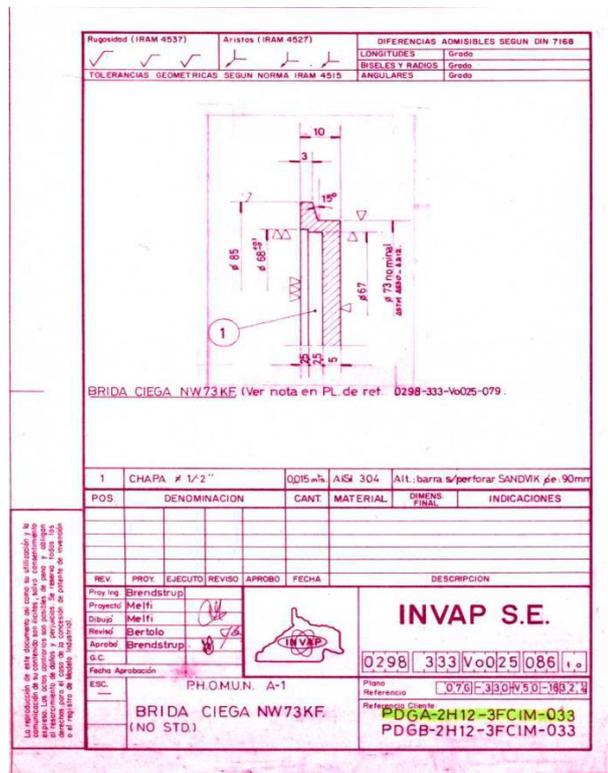
Ese hecho dejó en evidencia las consecuencias de la falta de un método de resguardo para la documentación que permitiera actuar ante este tipo de contingencias. Situación que se debió en gran medida a que aún no se encontraba instaurado el SGC.

Con el fin de dejar asentado cómo se encuentra disponible hoy en día la documentación histórica, a modo de ejemplo, se presentan a continuación planos que se encuentran archivados en soporte de papel, aunque también parte de la misma

---

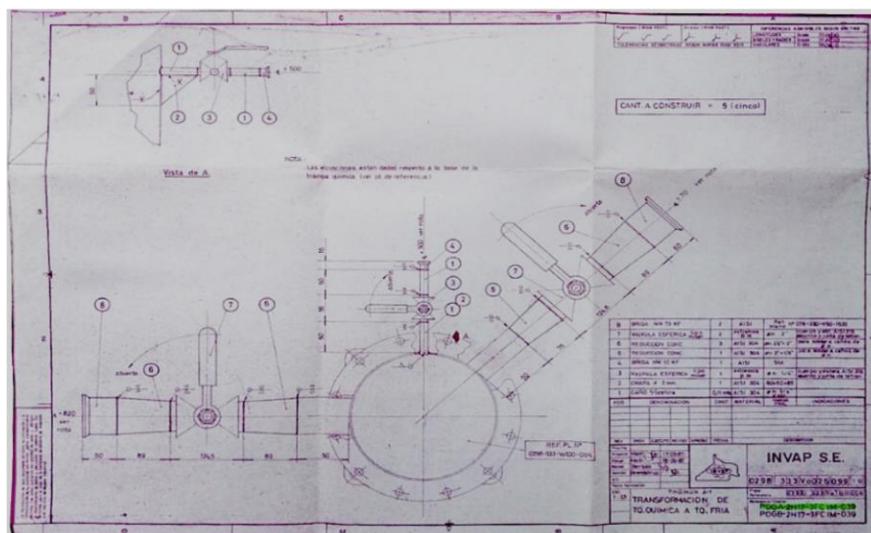
<sup>49</sup> Daniel Oscar Brasnarof, Ingeniero Nuclear egresado Instituto Balseiro Universidad Nacional de Cuyo, Profesor asociado de Ingeniería del Instituto Balseiro. Subgerente Ingeniería y Diseños, CTP desde 2008. Jefe proyecto Combustible Avanzado para Reactores Avanzados-CARA (de 2003 a 2008). Responsable diseño e ingeniería del circuito de demostración del concepto de Separación Isotópica Gaseosa por Métodos Avanzados en el CTP (de 1999 a 2003). Elaboración documentación, modelos de cálculo y diseño de plantas de difusión gaseosa en CTP (de 1993 a 1995) y en el CAB (de 1996 a 1998).

puede hallarse en microfichas, papel vegetal, disquetes o manuscritos. Seguidamente, se muestra cómo es archivada, para llevar un mejor control de la misma, en la División Gestión de la Calidad del CTP.



(Archivo de documentación historia del CTP, 2017)

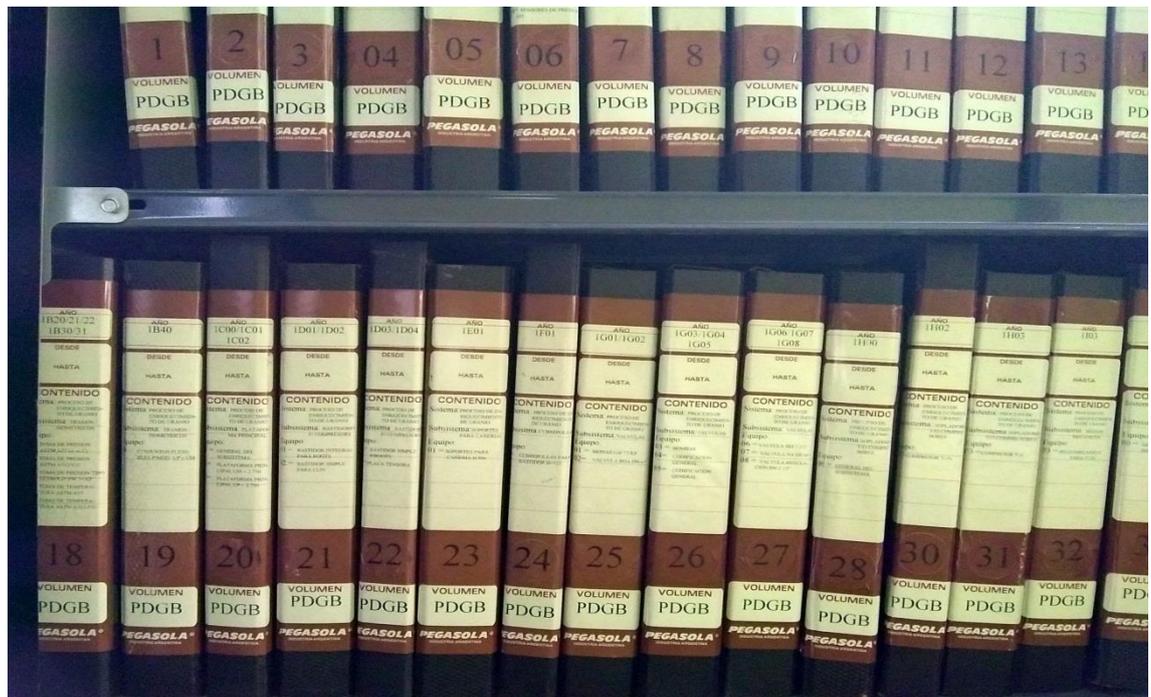
Figura 15: Documentación histórica en la actualidad I



(Archivo de documentación historia del CTP, 2017)

Figura 16: Documentación histórica en la actualidad II

En las figuras 15 y 16 pertenecen al archivo histórico del CTP, cuyo material es utilizado por el personal en la actualidad para la adecuación, mejoras de equipos instalados como así también para el desarrollo de nuevos diseños.



(Archivo de documentación historia del CTP, 2017)

Figura 17: Archivo de la documentación histórica en la actualidad

### 7.2.1 Evaluación de la documentación histórica

Este estudio se llevó a cabo, en un principio, con la documentación que se encontraba “dispersa” por todo el CTP en conjunto con la documentación de fin de obra entregada por INVAP S.E., tema ya desarrollado en “2.5 Cómo se documentó y se llevaron los registros generados en el CTP”, para con ello, empezar a tomar las decisiones con el objeto de adecuar tanto los procesos como las instalaciones.

Uno de los puntos más importante para el logro de los objetivos del proyecto, desde el punto de vista de la Gestión de la Calidad, estuvo dado por las implementaciones de las normas, que permitió sostener el proceso correspondiente al análisis, evaluación, readecuación, implementación y mejora de los procesos y sus

instalaciones, basándose en la documentación y registros antes nombrados. Esta actividad se realizó desde los inicios de la actual etapa del proyecto y, al día de la fecha, se sigue llevando a cabo. Es importante recalcar que la documentación histórica que se fue evaluando a lo largo de todos estos años y que fue ingresada en las bases de dato de Sistema de Gestión, superó los 10.000 documentos, entre ellos pueden nombrarse manuales de equipos, diferentes tipos de planos de instalaciones y equipamiento, informe de operación, etc.

Si bien no existe un proceso estandarizado para la evaluación de la documentación histórica, desde la División Gestión de la Calidad se establecieron una serie de lineamientos para facilitarlos. A continuación, se listan los pasos que se llevaron a cabo:

- Establecer los objetivos de readecuación de una instalación o proceso.
- Búsqueda y recopilación de documentos y registros.
- Análisis de la información y toma de decisiones.
- Adecuación de la instalación y del proceso.
- Generación de los documentos y registros.
- Operación de los equipos e instalaciones
- Mejora de las instalaciones o proceso.
- Validaciones de la instalación o del proceso.

Si bien se remarca que buena parte de la reactivación de los procesos se apoyó en la evaluación de la documentación, a esto se le debe sumar que buena parte de la misma se perdió, generando en consecuencia “agujeros documentales” de diferentes relevancias. Para subsanar esta deficiencia, se llevaron a cabo diferentes trabajos de ingeniería, con el objeto de determinar cuán creíbles eran los parámetros operativos que se encontraban en dicha documentación. Se debe recordar que no se encuentra publicada bibliografía acerca de esta área técnica. (Brasnarof, 2017)

### **7.3. Sistema de Gestión de la Calidad en la reactivación del CTP**

Teniendo en cuenta lo ya enunciado en “3 Conformación de la División Gestión de la Calidad del CTP”, en sus inicios la División Gestión de la Calidad llevaba a cabo actividades netamente administrativas, abocada sólo a la administración de los

documentos. En resumen, realizaba la guarda y el control de los documentos que la planta iba generando o recuperando.

En cuanto a la implementación de la norma ISO 9001:2008, dentro del proyecto, se puede dictaminar que era casi nula, información que pudo cotejarse con los resultados del diagnóstico que el tesista realizó sobre toda la planta, donde cerca del 86 % de los requisitos normativos no se encontraban implementados. Además, se pudo reflejar en las actividades que se llevaban a cabo en los laboratorios, donde la falta de implementación de la norma ISO/IEC 17025:2005 era evidente.

Por último, una de las problemáticas más importante que se encontró, fue la falta de emisión de los documentos y de la toma de los registros técnicos que respalden sus actividades dentro del Sistema de Gestión, lo cual puede alinearse a la falta de compromiso por una parte significativa del personal, con referencia a la implementación de los requisitos básicos de las normas en cuestión. Sumado a esa situación, la documentación con la que contaba el personal, en muchos de los casos, era obsoleta, por lo que, no se trabaja con las versiones vigentes de los documentos. Además de lo expuesto, no existían las herramientas necesarias para acceder a los documentos que estaban dentro del Sistema de Gestión, así como a su versión vigente.

#### **7.4. Implementación del sistema de documentación del CTP**

A partir de las dificultades descritas en “7.2 Contexto de la documentación histórica del CTP” y “7.3 Sistema de Gestión de la Calidad en la reactivación del CTP”, la Gerencia del CTP, a través del tesista, decidió llevar a cabo la implementación del SGC tomando como marco normativo las normas ISO 9001:2008 e ISO/IEC 17025:2005, las cuales proporcionan la base necesaria para desarrollar la arquitectura, procedimientos, procesos y recursos necesarios para ayudar a las organizaciones a controlar y mejorar su rendimiento y conducirla hacia la eficacia, servicio al cliente y excelencia en el producto.

Si bien las actividades en el CTP se reanudaron en el año 2007, el SGC recién comenzó afianzarse en el año 2010, con la incorporación del tesista al proyecto (este era uno de los objetivos principales de su contratación). A partir de ese momento se

comenzó a evaluar el contenido de la documentación, el conocimiento de la misma por parte del personal y el grado de implementación de los requisitos normativos y otros factores fundamentales para el correcto funcionamiento del proyecto.

Para el caso particular del CTP, estas normas, y fundamentalmente la norma ISO 9001:2008, condujeron hacia el éxito en el cumplimiento de los objetivos impuestos al proyecto. El pilar principal, en un inicio, se sostuvo en la implementación de los requisitos establecidos en el Punto 4 de esta norma, es decir, aquellos que se refieren al sistema documental y al manejo de la documentación dentro de las organizaciones, los cuales se enumeran seguidamente en forma textual:

#### 4 - Sistema de Gestión de la Calidad.

##### 4.1- Requisitos generales.

##### 4.2 - Requisitos de la documentación.

###### 4.2.1 – Generalidades.

###### 4.2.2 - Manual de la Calidad.

###### 4.2.3 - Control de los Documentos.

###### 4.2.4 - Control de los Registros.

(Véase en Anexo IX – “Punto 4 de la norma ISO 9001:2008”)

Las implementaciones de estos requisitos de la norma dieron, por un lado, el marco teórico necesario para el ordenamiento de los procesos, documentos y los registros respaldatorios, y por otro las herramientas necesarias para la evaluación de la documentación histórica heredada.

#### **7.4.1 Codificación de la documentación del CTP**

Tal como fue enunciado, el CTP debe cumplir con la documentación normativa impartida por la CNEA, y en referencia a la codificación de los documentos, se implementó el PN-PR-020 “Codificación de la Documentación”. Pero a raíz de necesidades específicas de la planta, se debió solicitar una excepción para la codificación de los documentos, la cual fue concedida por la Presidencia de CNEA. El método de codificación implementado dentro del CTP es del tipo descriptivo alfanumérico. Este relaciona la codificación con la información en los documentos y

la creación de atributos para clasificarlos. A fin de mostrar la codificación en el CTP se presenta el siguiente gráfico.

<b>X</b>	<b>X</b>	<b>X</b>	<b>-</b>	<b>C</b>	<b>T</b>	<b>P</b>	<b>/</b>	<b>X</b>	<b>X</b>	<b>X</b>	<b>-</b>	<b>X</b>	<b>X</b>	<b>X</b>	<b>/</b>	<b>X</b>	<b>X</b>	<b>X</b>	<b>X</b>	<b>-</b>	<b>X</b>	<b>X</b>	<b>-</b>	<b>X</b>	<b>X</b>
TIPO DE DOCUMENTO	-	PROYECTO	/	PLANTA O SERVICIO	-	NÚMERO CORRELATIVO	/	SISTEMA	SUB SISTEMA	-	GRUPO EMISOR	-	USO Y CONF.	NRO. REV.											
1er. Campo		2do. Campo				3er. Campo		1er. Campo Adicional			2do. Campo Adicional		3er. Campo Adicional	4to. Campo Adicional											

(CK-CTP/PEU0-002/0000, Documentación de un SGC.)

Figura 18: Codificación de la documentación

#### 7.4.1.1 Campos de la codificación de la documentación del CTP

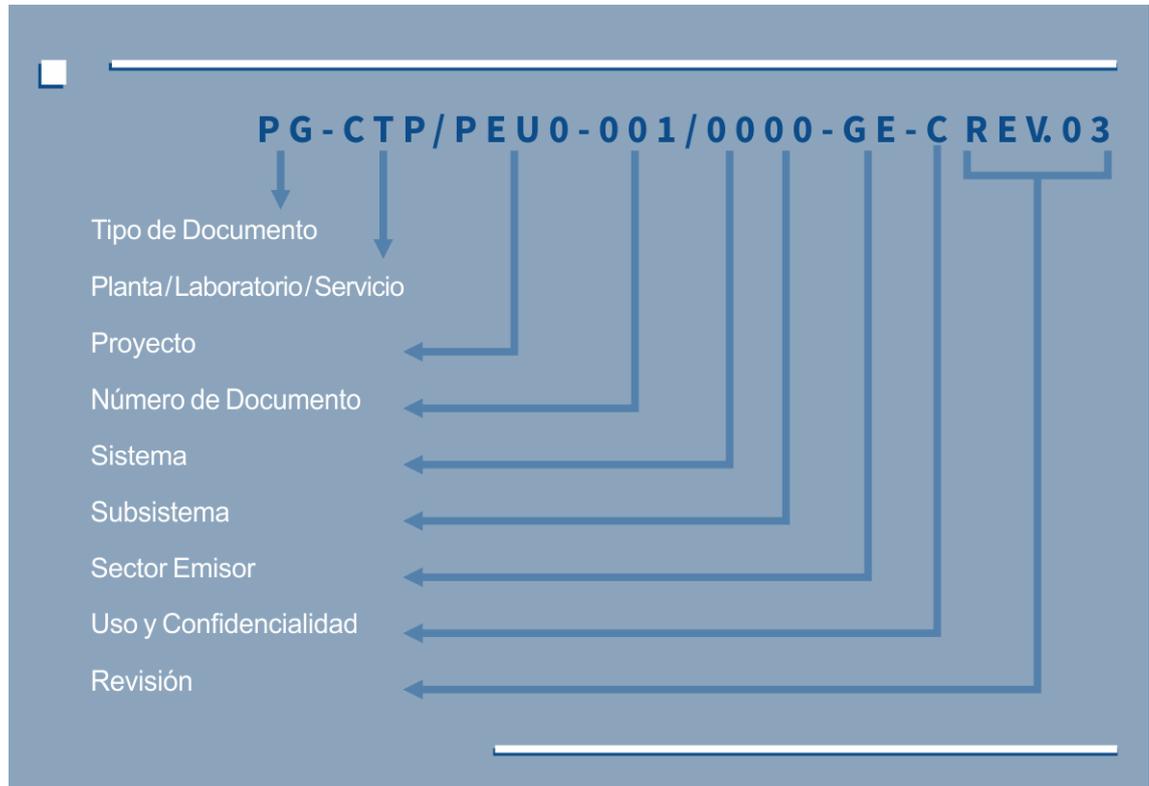
Cada uno de los campos de la codificación se describen a continuación:

- Primer Campo: Indica Tipo de Documento, hasta tres dígitos.
- Segundo Campo: Designa el Proyecto al cual corresponde el documento. En este caso la sigla del Proyecto es CTP, seguida por una barra de dividir “/” y la identificación de la Planta, Laboratorio o Servicio a que corresponda la documentación.
- Tercer Campo: indica la secuencia correlativa de los documentos desde 001 al 999, dependiendo del tipo de documento y la planta a la que se refiere.
- Campos adicionales: Estos campos son netamente informativos y se escriben a continuación de la barra “/”.
  - ✓ Primer Campo Adicional: Cada una de las Plantas/Laboratorio/Servicios tiene una División de Sistemas y Subsistemas que la componen. La codificación de los mismos se toma del documento: LM-CTP/PEU0-001, y queda ubicado en cuatro dígitos.
  - ✓ Segundo Campo Adicional: Identifica el sector iniciador del documento.

- ✓ Tercer Campo Adicional: Uso y Confidencialidad del Documento.
- ✓ Cuarto Campo Adicional: Número de Revisión, se coloca la revisión correspondiente, dos dígitos, comenzando en 00.

(PG-CTP/PEU0-001, Generación, Registro, Distribución y Archivo de Documentos)

A fin de comprender este método de codificación se coloca el presente ejemplo:



(CK-CTP/PEU0-002, Documentación de un SGC.)

Figura 19: Ejemplo de la codificación del SGC del CTP

#### 7.4.1.2 Uso y confidencialidad de la documentación

Entre los campos dentro de la codificación de la documentación se encuentra el de la Confidencialidad, elemento de gran relevancia en el SGC que se fue implementando en el CTP ya que, como se enunció en varias oportunidades en el presente trabajo de tesis, la información esencial del proceso de enriquecimiento de uranio no se encuentra públicamente disponible en bibliografía o publicaciones y se debe proteger los conocimientos generados. Por esta razón es que, tanto la guarda como el acceso a la documentación, es restringido dentro de la planta.

El personal sólo puede acceder a la documentación del proyecto previa solicitud a la División Gestión de la Calidad, quien evalúa si corresponde a su ámbito laboral. Por ejemplo, existe cierta documentación cuyo código de confidencialidad es Z, lo cual sólo la hace accesible a la Alta Dirección del CTP.

Tal particularidad, en cuanto a la admisión de la documentación, surge como respuesta a la necesidad de conservación de información de gran sensibilidad técnica y de funcionamiento para la planta, lo cual obliga a la restricción de acceso desde afuera del sistema.

#### **7.4.1.3 Herramientas aplicadas al acceso de la documentación**

Las instalaciones del CTP se encuentran en Pilcaniyeu, pero a su vez el proyecto cuenta con oficinas en el Centro Atómico Bariloche, entre ellas los laboratorios, el sector administrativo y el de compras. A causa de esta característica, se debieron implementar diferentes herramientas para facilitar el acceso a la documentación.

Como se describió, su acceso es restringido, motivo por el cual se implementaron las siguientes bases de datos:

- Base de datos del Sistema de Gestión de la Calidad:

Se trata de un software diseñado a medida por y para el CTP, en el cual se contempla toda la documentación emitida en la fase actual del proyecto y toda aquella documentación histórica que ha sido evaluada y recodificada al SGC. La documentación que se encuentra ingresada hasta la fecha del presente trabajo, supera los 5.000 documentos. Para facilitar su uso, se ha emitido el documento IT-CTP/PEU0-001-0000-GE-C “Instrucciones para el uso de la base de datos del SGC” Es importante aclarar que el personal sólo puede visualizar a través de esta herramienta el código, nombre y fecha de revisión de la documentación del proyecto.

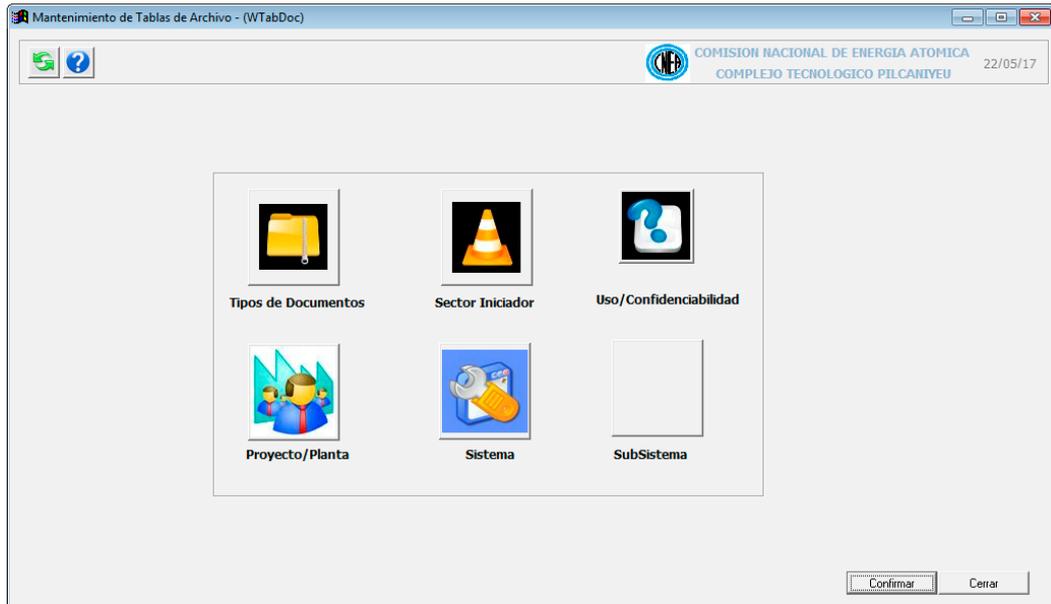


Figura 20: Base de datos del SGC del CTP

Documento	Rev	Título del Documento	Fec. Lib./ Rev.	Estado	Observaciones
PG-CTP/PEUO-001	8	GENERACIÓN, REGISTRO, DISTRIBUCION Y ARCHIVO DE DOCUMENTOS	30/08/16	L	CARLOS SANCHES Y
PG-CTP/PEUO-002	10	CODIFICACIÓN DE DOCUMENTOS	18/04/16	L	CARLOS SANCHES
PG-CTP/PEUO-003	4	REALIZACIÓN DE LOS DIAGRAMAS P&I	11/07/11	L	
PG-CTP/PEUO-005	1	NIVELES DE CALIDAD DE PRODUCTOS Y SERVICIOS - EVALUACIÓN DE	02/05/17	L	LILIANA BAEZ
PG-CTP/PEUO-006	1	CRITERIOS PARA LA CANALIZACIÓN DE COMPRAS	30/11/15	L	LILIANA BAEZ
PG-CTP/PEUO-007	0	ADQUISICIÓN DE BIENES O SERVICIOS POR CAJA CHICA, FONDO ROTA	03/11/08	L	
PG-CTP/PEUO-008	7	ORGANIZACIÓN DE LA CAPACITACIÓN Y ENTRENAMIENTO DEL PERSONAL	01/02/16	L	CARLOS SANCHES
PG-CTP/PEUO-009	0	INGRESO Y EGRESO DE PERSONAL AUTÓNOMO MEDIANTE EL CONVENIO C	18/12/09	L	JUAN BERGALLO
PG-CTP/PEUO-010	0	MANTENIMIENTO GENERAL DEL CTP	07/04/10	E	PANCHO
PG-CTP/PEUO-011	1	ESTRUCTURA OPERATIVA DEL CTP EN TURNOS ROTATIVOS	12/07/12	L	MAURO CRNKOVICH
PG-CTP/PEUO-012	0	DISPOSICIONES GENERALES DE HIGIENE Y SEGURIDAD	29/04/13	L	SERGIO BUSTOS
PG-CTP/PEUO-013	0	LEGISLACIÓN APLICABLE EN MATERIA DE HIGIENE Y SEGURIDAD	20/09/13	L	RAMIRO MARTINEZ
PG-CTP/PEUO-014	0	AVISO DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	06/05/13	E	FRANCISCO GARCIA
PG-CTP/PEUO-015	0	GESTIÓN DE LOS RECURSOS HUMANOS	07/10/14	L	CARLOS SANCHES
PG-CTP/PEUO-016	0	DISEÑO Y DESARROLLO	17/09/15	L	MARIANA RODRIGUE

Figura 21: Base de datos del SGC del CTP. Lista de documentos

- Base de documentación Histórica:

Con el fin de facilitar el acceso a los aproximadamente 10.000 documentos que conforman la documentación histórica, se diseñó esta base de datos, la cual contempla distintos tipos de documentos tales como manuales de equipos, planos, folletos, etc.

Figura 22: Base de datos de la documentación histórica del CTP

CODIGO VIGENTE CTP	TITULO DEL DOCUMENTO	OBSERVACIONES	Carp	N°Caja	Ubicación	Tipo	Cod interno	ART.	FALTA
PDGD-1P15-3AAM-001-10	PDGDER VAPORIZACION.DISTRIBUCION DE EQUIPOS.		15		<a href="#">ver Est.</a>	documento codificado		<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
PDGA-2000-3TOIT-100-10	CATALOGO EQUIPOS DE SERVICIOS		19		Est. N° 1 <a href="#">ver Est.</a>	documento codificado		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
PDGA-2D00-3DCCS-004-10	SA4/5/9-N2 PARA EQUIPOS DE CARGA Y DESCARGA		22		Est. N° 1 <a href="#">ver Est.</a>	documento codificado		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
PEM0-AP00-3EACS-021-10	ESPECIFICACION DE EQUIPOS-MODIFICACION DE VALVULAS		24		Est. N° 12 <a href="#">ver Est.</a>	documento codificado		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
PEM0-AZ10-3VAEL-012-10	EQUIPO RECTIFICADOR 66V 4000A INVAP CIRCUITO ELECTRICO Y DETALLE DE COMPONENTES		25		Est. N° 12 <a href="#">ver Est.</a>	documento codificado		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
PEM0-AZ10-3IOEL-001-10	INFORME EQUIPO EVEQUOZ		25		Est. N° 12 <a href="#">ver Est.</a>	documento codificado		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
PEM0-AZ10-3EAEI-852-10	ESPECIFICACION DE EQUIPOS-SECCIONADOR MONOPOLAR SC/02		25		Est. N° 12 <a href="#">ver Est.</a>	documento codificado		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
PDGD-2Q03-3SDCS-020-18	PECSER EQUIPOS DE FRIO SA16 ASPIRACION DE BOMBAS		27		Est. N° 4 <a href="#">ver Est.</a>	documento codificado		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
PDGD-2Q01-4DOIC-127-10	SERVICIOS AUXILIARES PECSR (IT EQUIPO DE FRIO NRO 1 BR-133)		27		Est. N° 4 <a href="#">ver Est.</a>	documento codificado		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
PDGD-2Q01-4DOIC-	SERVICIOS AUXILIARES PECSR (IT EQUIPO DE		27		Est. N° 4	documento		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Figura 23: Base de datos de la documentación histórica del CTP. Listado de documentación histórica.

- Sistema global de solicitud de códigos:

Para llevar a cabo la codificación o recodificación, en el caso de la documentación histórica, se diseñó un software a medida que pudiera responder a la necesidad constante de solicitud de códigos para nuevos documentos por parte del personal del CTP. Además de lo ágil de su

funcionamiento y uso, ésta fue una de las herramientas que simplificó la tarea de la generación de documentos en la planta.

## SOLICITUD Y SEGUIMIENTOS DE CÓDIGOS

FORMULARIO PARA SOLICITAR CODIGO SOLICITAR CODIGO

FORMULARIO PARA CARGAR NUMEROS DEL LOS CODIGOS PENDIENTES DEL SGC Abrir formulario PENDIENTES SGC

FORMULARIO PARA VISUALIZAR TODOS LOS CODIGOS POR USUARIO

ACOSTA, Gonzalo  
 AIMONETTO, Miguel Angel  
 ALONSO, Jorge  
 ALVAREZ, Fabiola  
 BAÉZ, Liliana Beatriz  
 BAGNAROL, Diego Germán  
 BALAGUER, Liliana Estela

Abrir formulario

CAMBIOS POR SGC

TOTAL DE CODIGOS TOTAL CODIGOS

TOTAL DOCUMENTOS A REVISONAR Abrir formulario

TOTAL DOCUMENTOS REVISIONADOS REVISIONADOS

Figura 24: Solicitud de códigos del SGC del CTP

USUARIO SOLICITANTE DEL CÓDIGO	ACOSTA, Gonzalo	<b>LISTADO DE CODIGOS</b>	FECHA DE INGRESO DEL CÓDIGO
Tipo de Documento	IN	[Informe]	07/03/2017
Título	LINEAMIENTOS DE DISEÑO PARA SISTEMA DE DESCARGA DE INVENTARIO UTILIZANDO TRAMPAS	General Sistema de Carga y Descarga Mod	
Planta	SCDA	SISTEMA DE CARGA Y DESCARGA	
Sistema	15	Sistema de vaciado/llenado de UF6 de mód	
Subsistema	41	Ingeniería de Procesos	
Grupo Emisor	PR	Uso restringido a grupos Operaciones e Inq	
Uso	Y		
Palabras Claves	HEXAFLUORURO DE URANIO DESUBLIMACION		
Código	IN - CTP / SCDA - 150 / 15 41 - PR - Y	SOLICITO DOCUMENTO: BRASNAROF, Daniel Oscar	
CÓDIGO DOCUMENTO DE REFERENCIA		PROYECTO: [ ]	
OBSERVACIONES		DIBUJO: [ ]	
FECHA DE RECEPCIÓN EN OFICINA TÉCNICA:	[ ]	PREPARÓ_1: ACOSTA, Gonzalo	
FECHA DE ENTREGA EN GESTION DE LA CALIDAD:	[ ]	PREPARÓ_2: RIBERI, Vanina Estela	
		PREPARÓ_3: GIROTTI, Andrés	
		PREPARÓ_4: [ ]	
		PREPARÓ_5: [ ]	
		REVISORES	REVISO
		REVISOR1: [ ]	FECHA REVISIONES
		REVISOR2: [ ]	
		REVISOR3: [ ]	
		REVISOR4: [ ]	

Cerrar formulario
VISTA PRELIMINAR

Figura 25: Solicitud de códigos del SGC del CTP II

## 7.4.2 Proceso de reinstauración de equipos e instalaciones

Una parte fundamental para el éxito de la restauración y el funcionamiento del Laboratorio de la Planta de Difusión Gaseosa fue la utilización del Loop<sup>50</sup> (Circuito de Pruebas), cuyos objetivos fueron:

- Capacitar a los operarios y supervisores en tareas rutinarias y no rutinarias a realizarse en el Laboratorio de la Planta de Difusión Gaseosa.
- Ensayar y caracterizar equipos antes de ubicarlos definitivamente en el Laboratorio de la Planta de Difusión Gaseosa.
- Obtener datos de operación para el modelado del proceso y del comportamiento de los distintos equipos, sistemas y subsistemas.
- Ensayar nuevos modos de operación del Laboratorio de la Planta de Difusión Gaseosa.
- Establecer la documentación respaldatoria para la operación de la Planta de Difusión Gaseosa.

(PP-CTP/CPR0-001, Loop - Plan de proyecto)

A partir de la puesta en marcha del Loop, se logró capacitar al personal, con referencia a cómo operar el Laboratorio de la Planta de Difusión Gaseosa y obtener la información para el modelado del proceso y el comportamiento general del mismo. A partir de esta herramienta, se pudo salvar parte de los “agujeros documentales” que se habían encontrado en la reactivación del proyecto.

Este fue uno de los primeros procesos para los cuales se ha tomado a la Gestión de la Calidad como una herramienta para el resguardo de la generación de los conocimientos, donde se emitieron por ejemplo los siguientes documentos: Procedimiento Operativo, Memoria Descriptiva, Memoria de Cálculo, Listado de equipos correspondientes al Loop.

---

<sup>50</sup> El Loop, es una parte de la cascada de enriquecimiento de uranio que consta de todos los componentes de una etapa del Laboratorio de la Planta de Difusión Gaseosa, conectado de tal forma que queda cerrada sobre sí misma. Esta forma de operar se llama en “anillo” ya que no se extrae material del circuito, sólo se realiza la separación para luego volver a mezclar.

### **7.4.3 Adaptación del Sistema de Gestión de Calidad a la norma 17025:2005**

En el año 2014 y por pedido de la Presidencia de la CNEA, se inició el Proyecto de acreditación del ensayo “Determinación de uranio en aguas superficiales y subterráneas, por la técnica de KPA” en el Departamento de Físicoquímica y Control de Calidad del CTP, bajo la norma ISO/IEC 17025:2005.

Si bien para ese año se encontraba ya maduramente implementada la norma ISO 9001:2008, se tuvo que llevar a cabo la adaptación de documentos ya emitidos y la generación de nuevos en el CTP.

Si bien ambas normas en su espíritu tienen como objetivo la estandarización de los procesos tanto dentro de las organizaciones como en los laboratorios, los requisitos que se desprenden de cada una de ellas son diferentes.

La norma ISO/IEC17025:2005 se direcciona a la competencia técnica de los laboratorios fijando requisitos para demostrar que poseen un Sistema de Gestión, que son técnicamente competentes y que son capaces de generar resultados técnicamente válidos.

Como se detalló en “6.2.3.3.3 Capacitaciones: Proyecto de Acreditación del Laboratorio - Físicoquímica y Control de Calidad”, se tuvo que implementar un proceso a medida del mencionado laboratorio, lo mismo sucedió para el proceso de adaptación de su documentación. En pos de lograr este objetivo, se evaluó toda la documentación de la División Gestión de la Calidad y, ésta a su vez, fue actualizada a los nuevos requerimientos, por otro lado, se analizó qué documentos del laboratorio no se encontraban dentro del Sistema de Gestión, para de esta manera generarlos e implementarlos.

A fin de dar evidencia del trabajo realizado por la Divisiones Gestión de la Calidad en cuanto a la adecuación de la documentación, a continuación, se listan algunos de los documentos generados con el fin de concretar la acreditación del laboratorio, por un lado, se presentan los documentos que fueron adecuados a los nuevos requerimientos y, por otro, aquellos que el laboratorio en conjunto con la División Gestión de la Calidad emitió:

División Gestión de la Calidad:

- PG-CTP/PEU0-001/0000-GE-C - Generación, registro, distribución y archivo de documentos.
- PG-CTP/PEU0-002/0000-GE-C - Codificación de documentos.

- PO-CTP/PEU0-006/0000-GE-C - Revisión por la dirección.
- PO-CTP/PEU0-010/0000-GE-C - No conformidades, quejas, acciones correctivas, preventivas y oportunidades de mejora.
- IT-CTP/PEU0-001/0000-GE-C - Instrucciones para el uso de la base de datos.
- IT-CTP/PEU0-002/0000-GE-C - Comunicaciones internas y externas del CTP.

Departamento Físicoquímica y Control de Calidad:

- MC-CTP/LABQ-001/0000-FC-C - Manual de Calidad del Departamento de Físicoquímica y Control de Calidad.
- PO-CTP/LABQ-002/0000-FC-C - Revisión de los pedidos, ofertas y contratos.
- PO-CTP/LABQ-030/0000-FC-C - Gestión de equipos, patrones y materiales de referencia.
- PO-CTP/LABQ-031/0018-FC-C - Propiedades físicoquímicas en agua.
- PO-CTP/LABQ-053/0000-FC-C - Recepción, almacenamiento y disposición final de muestras registro de solicitudes e informes.
- PO-CTP/LABQ-054/0018-FC-C - Uranio en aguas por KPA.
- PO-CTP/LABQ-056/0000-FC-C - Aseguramiento de la calidad de los resultados.
- FO-CTP/LABQ-001/0018-FC-C - Informe de revisión por la dirección para laboratorio.
- FO-CTP/LABQ-006/0000-FC-C - Listado de equipos, patrones y materiales de referencia.
- FO-CTP/LABQ-008/0000-FC-C - Novedades periódicas.
- FO-CTP/LABQ-009/0000-FC-C - Programa de calibraciones.
- FO-CTP/LABQ-011/0000-FC-C - Identificación y estado de calibración.
- FO-CTP/LABQ-014/0000-FC-C - Solicitud de análisis químicos.
- FO-CTP/LABQ-015/0000-FC-C - Informe de resultados.
- FO-CTP/LABQ-027/0000-FC-C - Elaboración de un informe de resultados de ensayos y de análisis químicos.
- FO-CTP/LABQ-032/0000-FC-C - Orden de ensayos.
- FO-CTP/LABQ-033/0000-FC-C - Recepción de muestras.

- FO-CTP/LABQ-035/0000-FC-C - Encuesta de satisfacción.
- FO-CTP/LABQ-036/0000-FC-C - Ensayos de aptitud.

Si bien la División Gestión de la Calidad contaba con el personal para la implementación de la norma ISO/IEC 17025:2005, el CTP contó constantemente con el apoyo de la Red de Calidad de la CNEA, tanto en la fase de adecuación de la documentación, capacitación del personal como en el proceso de auditorías internas. Sumado a este asesoramiento, se incorporó al plantel de la División la Lic. Mariana Rodríguez, quien proviniendo del Organismo Argentino de Acreditación (OAA) contaba con una vasta experiencia en la implementación de la norma antes mencionada.

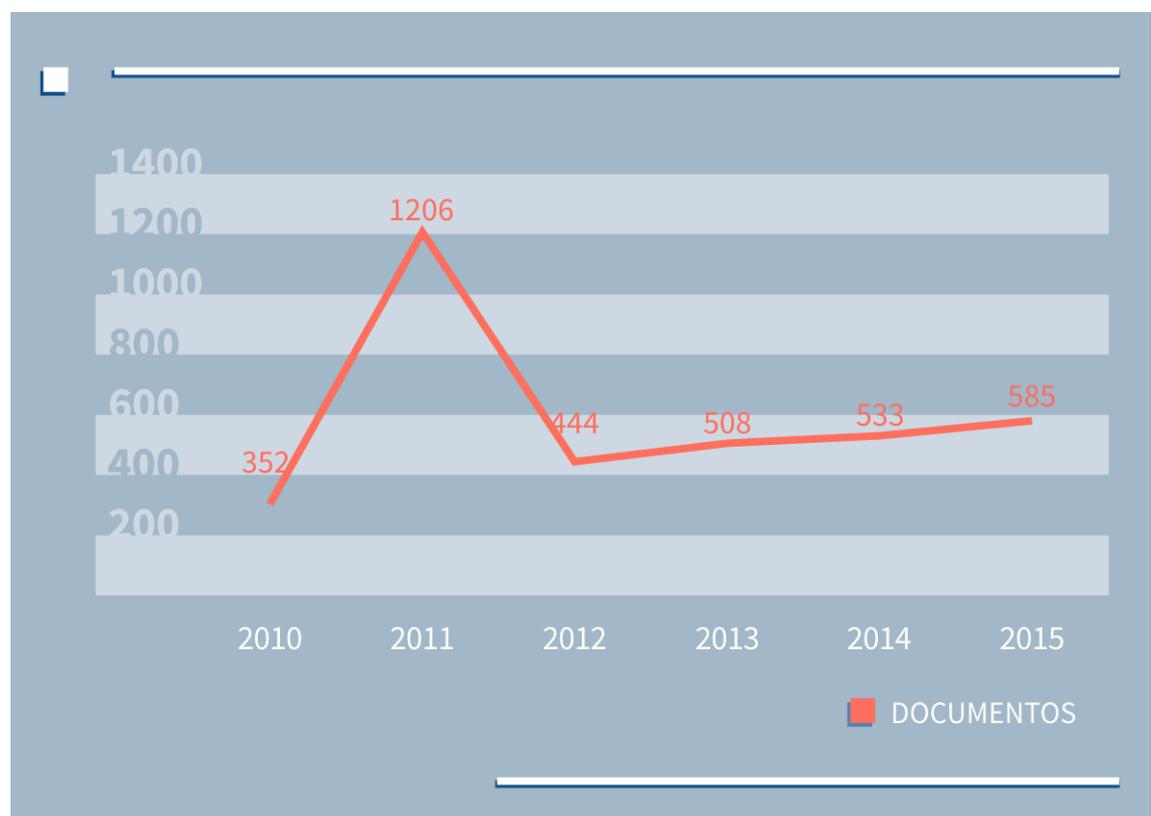
### **7.5. Sistema de generación de los documentos – actualidad**

Tomando como punto de partida para el presente trabajo de tesis, el año 2010, se observa que en ese entonces el SGC del CTP se encontraba en buena parte documentado, pero a la vez presentaba marcadas falencias en cuanto a la implementación de los requisitos que se desprendían de las normas ya enunciadas. Actualmente, el proyecto cuenta con un Sistema de Gestión de la Documentación maduro e implementado en todos los sectores y adaptado a las necesidades de la planta; por un lado, se aplica en gran parte del CTP la norma ISO 9001:2008 y, por otro lado, dentro de los laboratorios la norma ISO/IEC 17025:2005. Tal como se describió en “7.4.3 Adaptación del Sistema de Gestión de Calidad a la norma 17025:2005”, se readecuó el Sistema de Gestión a las necesidades determinadas por esta norma.

Los primeros objetivos que se establecieron fueron generar, afianzar, mantener y mejorar el Sistema de Gestión de la Documentación del CTP; donde la actividad de la División Gestión de la Calidad durante el período 2010-2015, no sólo se basó en la gestión de los procesos sino en acompañar el trabajo diario del personal que requiriera asistencia, consultas, asesoría, etc. Siguiendo esta línea, se direccionó el apoyo a grupos específicos, focalizando sobre aquellos temas en los cuales se detectó mayor debilidad, por ejemplo, generando capacitaciones en “Introducción a la Gestión de la Calidad para la Subgerencia Operación y Mantenimiento”; “Utilización de la Base de Datos del SGC para Subgerencia Servicios Generales”, “Generación de documentos

dentro del SGC para la Subgerencia Ingeniería y Diseños”, “Implementación de la norma ISO/IEC 17025:2005 en los laboratorios Físicoquímica y Control de Calidad y Separación Isotópica”, etc.; esto ya fue descrito en “6.2.3.3.1 Capacitaciones: Implementación del Sistema de Gestión”

Durante el período en análisis, se evidenció la participación constante del personal en las actividades referentes a la Gestión de la Calidad, esto se demuestra en la Figura 11: “Cantidad de horas-hombre capacitado en el área temática en el período 2010-2015”; como así también en la siguiente Figura 26: “Evolución de la documentación generada por año en el período 2010-2015”.



(Base de datos del Sistema de Gestión de Calidad del CTP, 2017)

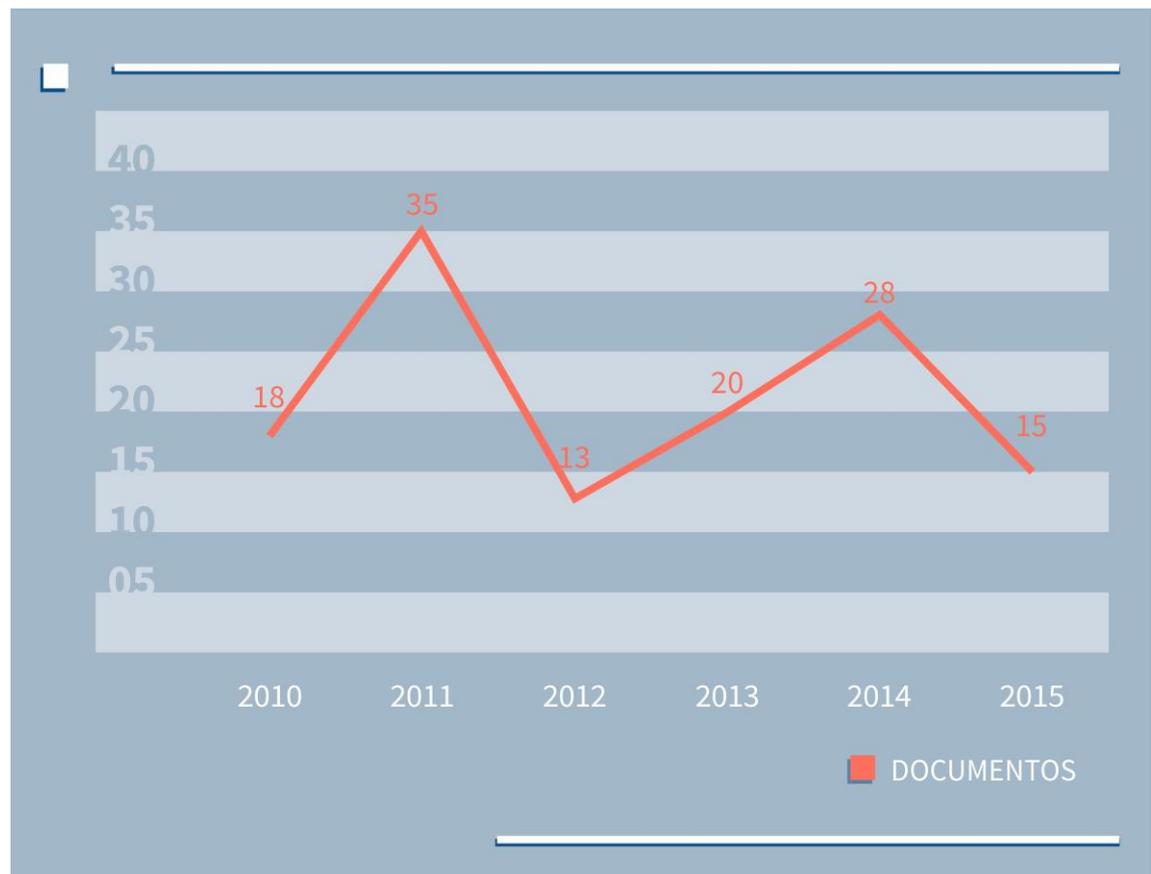
Figura 26: Evolución de la documentación generada, período 2010-2015

Como se muestra en esta última figura, la emisión de la documentación dentro del CTP fue en aumento año tras año, demostrando una mayor integración de todos los sectores del proyecto en la generación de documentos.

Durante el año 2011, la documentación ingresada fue sensiblemente superior en comparación a los otros años en análisis, esto se debió a que ese año se implantó en

CTP la planta SICADE (Sistema de carga y descarga), para la cual se llevó a cabo la evaluación de toda la documentación entregada por el proveedor (INVAP S.E.).

El proceso de adaptación y cómo fue absorbido el cambio en el volumen de trabajo, en cuanto a la documentación ingresada al SGC, será material de análisis para las conclusiones del presente trabajo de tesis, que se desarrollaron en el punto “9.3 Validación de la estrategia adoptada”



(Base de datos del Sistema de Gestión de la Calidad del CTP, 2017)

Figura 27: Documentación emitida por la División Gestión de la Calidad 10-2015

Las fluctuaciones en el caudal de la documentación, ya sea generada o revisada por la División Gestión de la Calidad, se debieron a dos hitos importantes: por un lado durante el año 2011, el tesista llevó a cabo una evaluación y adaptación de la documentación a los requisitos de la norma ISO 9001:2008 y a las necesidades de la planta; por el otro, en el año 2014, con el objeto de cumplir con el proyecto de acreditación del laboratorio Físicoquímica y Control de Calidad, se llevó adelante la

actualización de la documentación existente, con el fin de adaptarse a los requisitos de la norma ISO/IEC 17025:2005.

## **7.6. Conclusión del capítulo**

Al momento de su ingreso en el año 2010, el tesista se encontró con un SGC no implementado en su totalidad y con marcadas falencias entre las que se destacaron, por un lado, la falta de emisión de documentos dado que era concebido por el personal como un proceso burocrático que no le deparaba ningún valor agregado a su actividad, y por el otro, la generación de documentos por fuera del sistema documental.

En base a los resultados obtenidos en el diagnóstico realizado al CTP, pudieron enunciarse las respuestas a todas las necesidades referentes a la Gestión de la Documentación en un solo objetivo que fue: establecer un proceso sistematizado para la generación de documentos, ya sea basándose en la documentación histórica como en la emisión de nuevos.

Ante esta situación, se tomaron diferentes líneas de acción con el objeto de revertirla; por un lado, se estableció un Plan de Capacitación a mediano plazo para todo el personal del CTP, sobre el cual se desarrolló en “6.3.3.3.1 Capacitaciones: Implementación del Sistema de Gestión” y “6.3.3.3.2 Capacitaciones: Implementación del Sistema de Gestión en Laboratorio”; por el otro se tomó como una actividad sistemática el acercamiento del personal de la División a todos los sectores del proyecto y, por último, se generaron herramientas de Gestión de la Calidad para facilitar el acceso a la documentación por parte de todo el personal.

En una primer instancia, la División Gestión de la Calidad realizó una evaluación exhaustiva de la documentación que se encontraba en referencia a este área, a fin de facilitar su implementación por parte del personal de la planta y, por otro lado, dar cumplimiento tanto a los requisitos de la norma ISO 9001: 2008 como así también a los referentes al marco normativo de la CNEA, esto se puede visualizar en la figura 27: “Documentación emitida por la División Gestión de Calidad 2010-2015” donde los picos de emisión de documentos se detectan en el año 2011, momento en el que el autor del presente trabajo evaluó la documentación que se encontraba emitida y, en el 2014 cuando se realizó la adecuación de la documentación a los requisitos de la norma ISO/IEC 17025:2005.

A través de las líneas de acción aplicadas a todo el CTP, el personal logró romper las barreras que lo distanciaban de la División Gestión de la Calidad, comprendiendo la importancia de ser parte del Sistema de Gestión y generar la documentación, incluyendo a los Procedimientos Operativos e Instrucciones de Trabajo, que respalden sus actividades con el fin de que el conocimiento no se pierda.

La evolución del proceso de generación de documentos se validó por medio de los resultados ya presentados en la Figura 26: “Evolución de la documentación generada por año en el período 2010-2015”, donde se evidencia el crecimiento constante en el volumen de la documentación emitida desde 2010, con 352 documentos, al 2015 con 585. Estos resultados, a la vez validan la eficacia de la capacitación con lo evidenciado en la Figura 27: “Documentación emitida por la División Gestión de Calidad 10-2015”, donde se estableció la metodología a aplicar para la emisión de documentos dentro del CTP (Ver en Anexo X: “Flujograma: Proceso de generación de documentos”)

Por último, a través de la puesta en práctica de la herramienta Base de documentación Histórica todo el personal del CTP tuvo acceso a los más de 10.000 documentos que la componen para su posterior evaluación.



## CAPITULO VIII - EVALUACIÓN DEL SGC DEL CTP

En términos generales, se entiende por Evaluación al proceso mediante el cual se intenta obtener un juicio de valor o una apreciación de la bondad de un objeto, de una actividad, de un proceso o de sus resultados. Este proceso pone de relieve las cualidades, ventajas y debilidades de aquello que se evalúa. La evaluación permite obtener información fiable para la toma de decisiones en las tareas relacionadas con el desarrollo, mantenimiento y mejora de los SGC.

La Evaluación es una herramienta de toma de decisiones, que mediante dicho proceso permite identificar y reunir datos acerca de los productos o actividades específicas de la organización, estableciendo criterios de auditoría para valorar su éxito y determinando el grado en el cual el producto o servicio cumple sus fines y objetivos establecidos.

Para evaluar es necesario disponer de un referente con el que comparar; tal como fue enunciado durante este trabajo de tesis, se tomó como marco referencial las normas ISO 9001:2008 e ISO/IEC 17025:2005 y, para llevar a cabo la Evaluación del SGC se realizaron Auditorías Internas<sup>51</sup> a todos los sectores que conforman el CTP. Cada una de estas normas establecen requisitos para su puesta en práctica, por un lado el punto 8.2.2 – Auditoría Interna, para la norma 9001:2008 y el 4.14 – Auditorías Internas para la ISO/IEC 17025:2005.

Es importante mencionar que dadas las cuestiones de confidencialidad inherentes al proyecto, tanto sobre sus instalaciones como la documentación que se genera, no se persiguió el objetivo de certificar la planta, motivo por el cual no fue necesario llevar adelante Auditorías Externas<sup>52</sup>

Se comprendió la necesidad de realizar auditorías internas de manera periódica no solo por la razón de responder al requisito que se desprende de la norma

---

<sup>51</sup> Son denominadas en algunos casos auditorías de primera parte, se realizan por, o en nombre de, la propia organización para la revisión por la dirección y otros fines internos, y puede constituir la base para la declaración de conformidad de una organización. En muchos casos, particularmente en organizaciones pequeñas, la independencia puede demostrarse al estar libre el auditor de responsabilidades en la actividad que se audita.

<sup>52</sup> Se denomina generalmente auditorías de segunda y tercera parte. Las auditorías de segunda parte se llevan a cabo por partes que tienen un interés en la organización, tal como los clientes, o por otras personas en su nombre. Las auditorías de tercera parte se llevan a cabo por organizaciones auditoras independientes y externas, tales como las que proporcionan la certificación/registro de conformidad con las normas ISO 9001, ISO 14001, ISO/IEC 17025.

ISO 9001:2008, sino también por la ventaja que implica llevar adelante un Sistema de Gestión activo y con herramientas para la mejora.

Precisamente dos de estas herramientas son las auditorías internas y la Revisión del Sistema por la Dirección, cuyos requisitos normativos empezaron a implementarse en el CTP simultáneamente.

A partir del año 2013, en el CTP se comenzó a llevar a cabo auditorías internas con diferentes objetivos, que se detallan a continuación, y a partir de los cuales el SGC de la planta presentó mejoras sustanciales:

- Determinar la conformidad o no conformidad del Sistema de Gestión con los requisitos especificados, ya sea para la planta bajo la norma ISO 9001:2008, como para los Laboratorios la ISO/IEC 17025:2005.
- Determinar la eficacia del Sistema de Gestión implantado para alcanzar los objetivos de Calidad especificados.
- Proporcionar la oportunidad de mejorar el Sistema de Gestión a los sectores auditados.
- Cumplir los requisitos normativos de la CNEA, como así también los legales y reglamentarios.
- Mantener registros de las evidencias encontradas en las distintas áreas auditadas.

### **8.1. Metodología aplicada**

Durante los primeros años de implementación del Sistema de Gestión, entre los años 2010 y 2012, no se llevaron a cabo formalmente auditorías internas al CTP, ya que no se pudieron concretar por diferentes factores, entre ellos la erupción del volcán Puyehue y la deserción de personal de la División Gestión de la Calidad. Estas particularidades confluyeron en la falta de la Evaluación del Sistema de Gestión y con ello desconocer cómo el mismo se estaba desarrollando. Como ya se señaló. El proceso de auditorías internas es uno de los requisitos troncales para la Normas ISO 9001:2008 como la ISO/IEC 17025:2005, además de ser una de las herramientas de mejora más importantes con la que puede contar una organización.

Asimismo, durante el período en cuestión, los objetivos principales de esta División fueron capacitar al personal de la planta, como ya fue descripto, como así también afianzar de manera global el SGC en todo el proyecto.

Se debe mencionar que en los años 2010 y 2013 se realizaron sendas Evaluaciones de Diagnóstico<sup>53</sup> a la División Gestión de la Calidad y a los Laboratorios del CTP respectivamente, y a partir de estos resultados obtenidos, por medio de estas evaluaciones, se pudo conocer el nivel de implementación en ambos sectores. En cada una de estas visitas realizadas por auditores calificados previamente por el CoCaLIN<sup>54</sup>, fueron emitidos los siguientes informes:

- IN-CTP/PEU0-001/0000-GE-C 20/07/2010 - Diagnóstico del Sistema de Gestión de la Calidad del CTP.
- IN-CTP/LABQ-PEU0-065/0000-GE-C 11/12/2013 - Evaluación del grado de avance de la implementación del SGC del Departamento Fisicoquímica y Control de Calidad, División Separación Isotópica.

A partir del año 2013, comenzaron a llevarse a cabo sistemáticamente en el CTP auditorías internas, se debe mencionar que para la implementación de este proceso comenzaron a implementarse parte de la documentación detallada en “Requisitos Normativos de la documentación de la CNEA”. En un principio, se evaluó a los sectores donde el Sistema de Gestión se encontraba lo suficientemente maduro y su personal ya se presentaba comprometido con este, para luego trasladar esta actividad a todos los sectores de la planta.

## **8.2. Grupo Auditor**

Como ya fue aclarado anteriormente, sólo se llevaron auditorías internas en el CTP, pero se debe destacar que los auditores al frente de este proceso fueron totalmente independientes a la planta y su alta formación en el ámbito de la Gestión de la Calidad permitió que los resultados obtenidos estuviesen a nivel de una auditoría externa.

---

<sup>53</sup> La evaluación de diagnóstico es un servicio que presta la red de calidad de la CNEA a todas las instalaciones de esta organización. Se realiza una evaluación, utilizando una lista de chequeo donde se encuentran todos los requisitos de la norma a evaluar, con el objeto de determinar el grado de implementación del sector.

<sup>54</sup> Organismo que tiene la autoridad en CNEA para llevar a cabo la calificación de laboratorios, instalaciones, proyectos, procesos, auditores, evaluadores, inspectores y expertos técnicos.

Asimismo, el CTP tomó como criterio interno la rotación cada dos años del equipo auditor, con el fin que estos no se familiaricen con el Sistema de Gestión que están evaluando.

### 8.3. Planificación de las Auditorías

Al programa de auditorías anual del CTP, como fue aclarado, se fueron sumando sectores los cuales fueron evaluados respecto de la conformidad del SGC para con la norma ISO 9001:2008 así como con la norma ISO/IEC 17025:2005, según correspondiera. A continuación, se detallan las fechas, objetivo, alcance, norma de referencia y el equipo auditor en cada una de las visitas que se han realizado:

Sector auditado	Gerencia Complejo Tecnológico Pilcaniyeu	
Fecha de la auditoría	Comienzo: 11/11/2013	Fin: 11/14/2013
Objetivo:	Diagnóstico respecto a la conformidad del SGC para con la norma ISO 9001:2008. Evaluación de estado de avance respecto al diagnóstico realizado entre las fechas 18 y 20/05/2010	
Alcance:	Para las instalaciones: SGC completo según los requisitos de la norma ISO 9001:2008. Para los laboratorios: División Separación Isotópica y Departamento Fisicoquímica y Control de Calidad, los aspectos evaluados en el diagnóstico realizada entre los días 18 y 20/05/2010	
Norma de referencia:	Para las instalaciones: ISO 9001:2008, para los laboratorios ISO/IEC 17025:2005	
Auditor líder	Instalaciones: Mariana Arias; Laboratorios: Adriana Casa	
Auditor / Evaluador	Mario Carballido	

Sector auditado	Gerencia Complejo Tecnológico Pilcaniyeu	
Fecha de la auditoría	Comienzo: 10/11/2014	Fin: 14/11/2014
Objetivo:	Evaluación respecto de la conformidad del SGC para con la norma ISO 9001:2008.	
Alcance:	Todo el SGC de acuerdo al MC-CTP-PEU0-001 Rev. 02 Manual de la Calidad, aplicables en la Subgerencia de Ingeniería y Diseño, la Subgerencia de Operación y Mantenimiento y Subgerencia Planificación y Control de Gestión, sitas en el CTP y CTP-CAB.	
Norma de referencia:	ISO 9001:2008	
Auditor líder	Mariana Arias	
Auditor / Evaluador	Nilda Eliosoff	

Sector auditado	Gerencia Complejo Tecnológico Pilcaniyeu	
Fecha de la auditoría	Comienzo: 25/03/2015	Fin: 29/03/2015
Objetivo:	Auditoría de diagnóstico respecto al cumplimiento de los requisitos de la norma ISO 9001:2008.	
Alcance:	Subgerencia de Infraestructura y Servicios sita en el CTP.	
Norma de referencia:	ISO 9001:2008	
Auditor líder	Nilda Eliosoff	
Auditor / Evaluador	Mariana Arias	

Sector auditado	Gerencia Complejo Tecnológico Pilcaniyeu	
Fecha de la auditoría	Comienzo: 05/10/2015	Fin: 09/10/2015
Objetivo:	Evaluación respecto de la conformidad del SGC para con la norma ISO 9001:2008.	
Alcance:	Los requisitos del SGC de acuerdo al MC-CTP-PEU0-001 Rev. 02 Manual de la Calidad, aplicables en la Subgerencia de Ingeniería y Diseño y la Subgerencia de Operación y Mantenimiento sitas Pilcaniyeu.	
Norma de referencia:	ISO 9001:2008	
Auditor líder	Nilda Eliosoff	

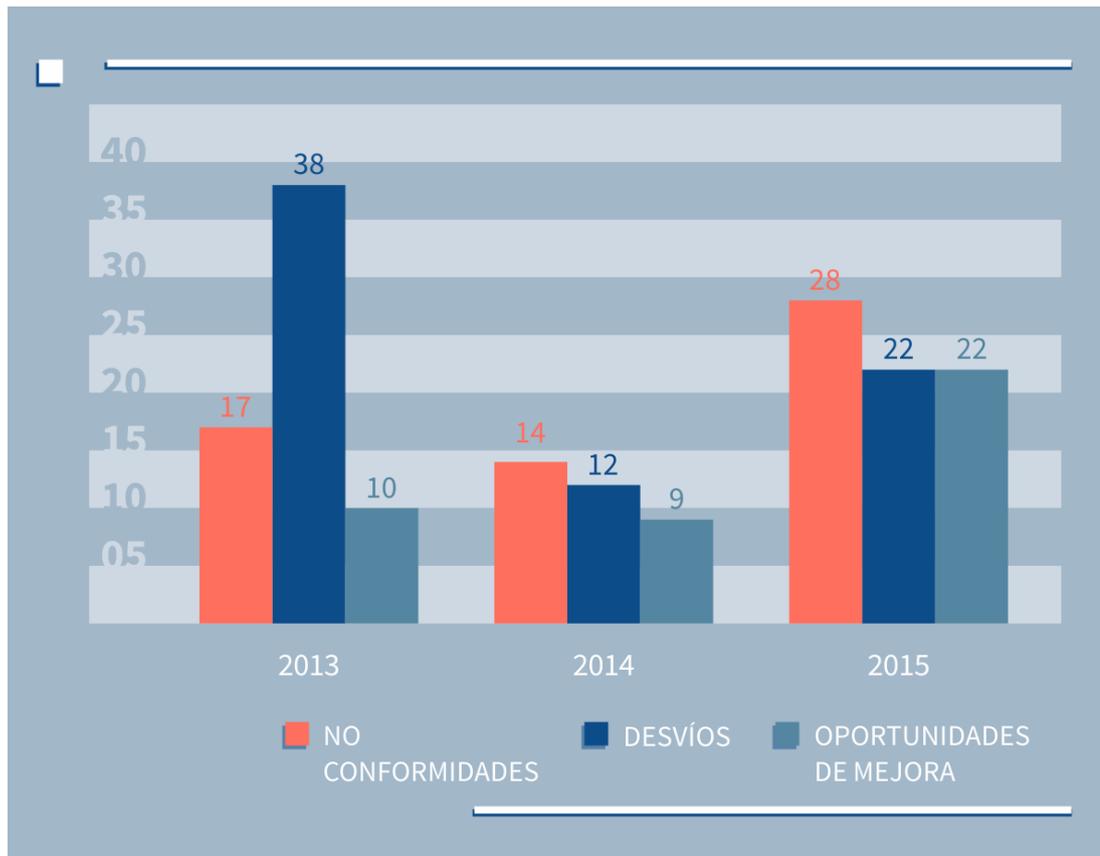
Sector auditado	Gerencia Complejo Tecnológico Pilcaniyeu	
Fecha de la auditoría	Comienzo: 05/10/2015	Fin: 09/10/2015
Objetivo:	Evaluación respecto de la conformidad del SGC para con la norma ISO 9001:2008.	
Alcance:	Los requisitos del SGC de acuerdo al MC-CTP-PEU0-001 Rev. 02 Manual de la Calidad, aplicables en la Subgerencia de Ingeniería y Diseño y la Subgerencia de Operación y Mantenimiento sitas Pilcaniyeu.	
Norma de referencia:	ISO 9001:2008	
Auditor líder	Nilda Eliosoff	
Auditor / Evaluador	Mariana Arias	

Sector auditado	Gerencia Complejo Tecnológico Pilcaniyeu	
Fecha de la auditoría	Comienzo: 09/11/2015	Fin: 13/11/2015
Objetivo:	Evaluación respecto de la conformidad del SGC para con la norma ISO 9001:2008.	
Alcance:	Los requisitos del SGC de acuerdo al MC-CTP-PEU0-001 Rev. 03, que responden con los apartados 4, 5 6.1, 6.2 y 8 de la norma ISO 9001:2008. Subgerencia Planificación y Control de Gestión, sitas CTP y CTP-CAB.	
Norma de referencia:	ISO 9001:2008	
Auditor líder	Mariana Arias	
Auditor / Evaluador	Nilda Eliosoff	

(Registro: FO-PR-GC-005, Programa de Auditorías, 2013-2015)

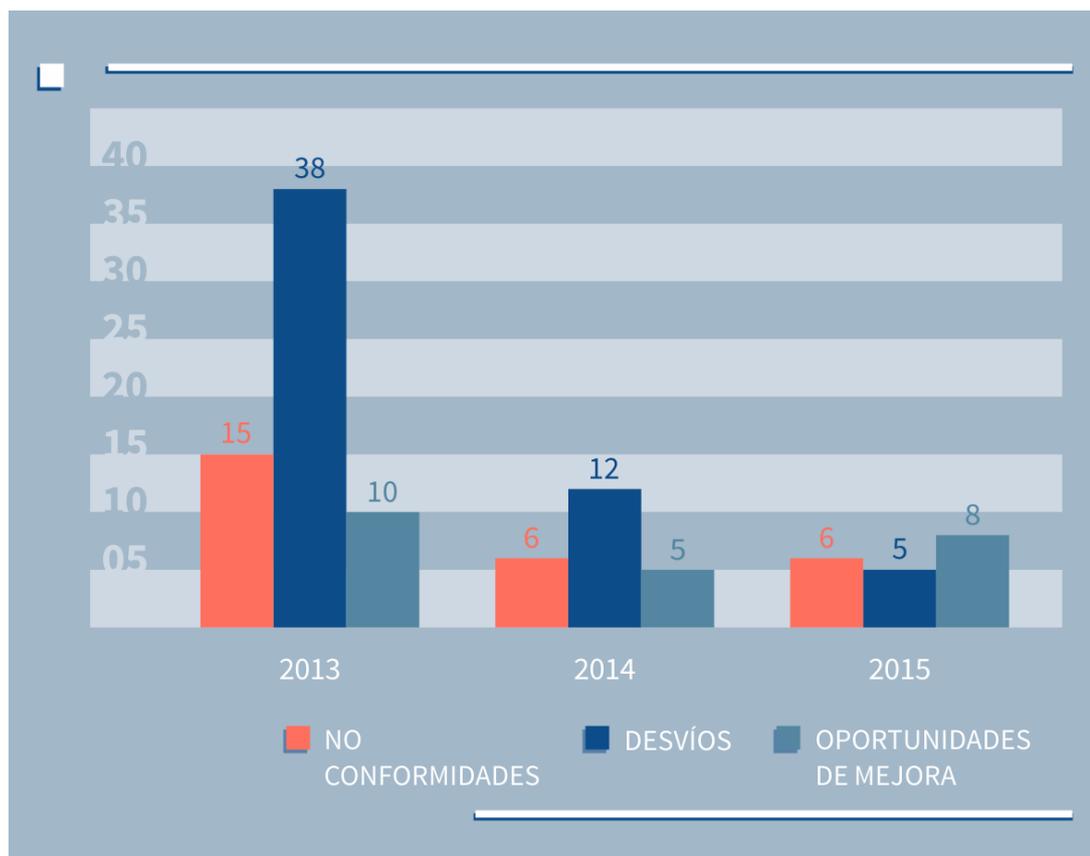
#### **8.4. Resultados obtenidos**

A continuación, se presentan los resultados derivados de las auditorías internas recibidas por el CTP en el período 2013-2015, los cuales se discriminan en No Conformidades y Desvíos, estos últimos se detectan en los estudios de documentación previos a las auditorías, y Oportunidades de Mejora. Por un lado, se detallan los resultados globales de toda la planta y, por otro, los de la División Gestión de la Calidad.



(Registros: FO-CTP/PEU0-039, Registro de no conformidades - 2013-2015; FO-CTP/PEU0-040, Registro de acciones correctivas, preventivas y de mejora 2013-2015)

Figura 28: Resultados de auditorías internas CTP, 2013-2015



(Registros: FO-CTP/PEU0-039, Registro de no conformidades - 2013-2015; FO-CTP/PEU0-040, Registro de acciones correctivas, preventivas y de mejora 2013-2015)

Figura 29: Resultados de auditorías internas a Gestión de Calidad, 2013-2015

Como se puede observar en el primer gráfico, el CTP recibió un gran número de desvíos documentales (38) en su primera auditoría interna correspondiente a las Subgerencias Planificación y Control, Ingeniería y Diseños, y Operación y Mantenimiento. Si bien es una cantidad elevada, se debe tener en consideración que es esperable que suceda en una primera instancia en que la documentación pase por un proceso de revisión externa.

A partir de esta primera visita, la documentación se ajustó a los requisitos normativos, tal como se puede observar en los resultados devenidos en los años 2014 y 2015. Así como sucedió con los desvíos, las no conformidades detectadas en la auditoría interna del año 2013 con respecto a la siguiente disminuyeron considerablemente.

Se debe recalcar que los resultados obtenidos en 2015 no continúan con la tendencia bajista iniciada el año anterior ya que, en esta visita, se sumaron por primera vez al proceso de auditoría la Subgerencia de Infraestructura y Servicios,

Para cada una de estas auditorías, se presentaron informes y en cada uno de estos se remarcó como una fortaleza el proceso de compras que tiene el proyecto, el cual se fue consolidando con el paso del tiempo. Este podría tomarse como un caso modelo, donde a partir del aporte del Sistema de Gestión se llegó al logro de los objetivos.

Si bien todas estas actividades fueron llevadas a cabo con el apoyo de la Alta Dirección del CTP, se debe destacar que su papel fue fundamental para llegar al logro de los objetivos planteados, esto quedó evidenciado por el nivel de compromiso demostrado durante las auditorías, el análisis crítico de los resultados que se desprendieron de ellas, como así también en tomar estos resultados como elemento de entrada en la revisión por la dirección. Si bien esto último es un requisito normativo, dentro del proyecto se lo priorizó con el fin de la mejora de los procesos y de sus actividades.

Por último, se puede confirmar cómo el Sistema de Gestión fue madurando con el paso del tiempo, y esto queda en evidencia a través de los resultados obtenidos en la División Gestión de la Calidad durante el presente proceso, donde tanto los desvíos como las no conformidades han disminuido año tras año.

## **8.5. Conclusión del capítulo**

La implementación del proceso de auditorías internas ha facilitado a todo el SGC del CTP y en particular a la División Gestión de la Calidad, adecuarse a los requisitos que se desprenden de las Normas ISO 9001:2008 y ISO/IEC 17025:2005. Así también, a partir de esta herramienta, se logró un mayor compromiso de todos los sectores hacia los objetivos impartidos por esta División.

Tanto el distanciamiento del personal del CTP para con la División Gestión de calidad como la barrera hacia la implementación del SGC fueron dos de los obstáculos que tuvo que afrontar el tesista y su grupo de trabajo. Los resultados obtenidos durante las auditorías dieron el empuje inicial necesario para que el personal de la División se acerque a cada una de los sectores del CTP con el objeto de llevar a cabo el levantamiento de las no conformidades detectadas en estas visitas. Una vez concluido

con dicho proceso, se logró mantener esta relación a través de visitas programadas con el fin de dar el apoyo necesario para llevar a cabo la implementación de los requisitos normativos ya sea en la planta como en los laboratorios, aplicando para cada uno de estos casos el registro de Planificación de Actividades.



## CAPITULO IX - CONCLUSIONES

### 9.1. Conclusiones

- A lo largo del trabajo de tesis quedó en evidencia que, siguiendo la estrategia propuesta por el autor del presente trabajo, pudo lograrse la conformación, adecuación, desarrollo y documentación del SGC, durante la reactivación de las actividades del proyecto de enriquecimiento de uranio.
- La implementación del SGC desarrollado ofrece al proyecto variadas herramientas para llevar a cabo y dar sustento a todas sus actividades.
- El compromiso de la Alta Dirección, ya sea a partir de los recursos necesarios como del involucramiento en SGC, fue una de las claves para el éxito de su implementación.
- La creación de la División Gestión de la Calidad, dentro de la Estructura Orgánica (véase: Figura 7) del CTP, desarrollado en el Capítulo III “Conformación de la división gestión de la calidad”, permitió el diseño del SGC en base a la Norma ISO 9001:2008 como a la Norma ISO/IEC 17025:2005, necesario para el éxito del proyecto, teniendo en cuenta sus particularidades y con el objeto de afrontar los cambios que pudieran acontecer en la estructura del proyecto, como así también adaptarse a los futuros cambios que pudieran presentarse en el proyecto.
- A partir de la conformación de un plantel estable dentro del proyecto, que pudiera mantener la capacidad técnica de enriquecimiento de uranio, y a la vez generar la documentación a partir del establecimiento de métodos, criterios y procedimientos para la gestión de los documentos, se logró preservar la información y los conocimientos que el CTP genera desde su relanzamiento.
- A partir del diseño del SGC y de la identificación de las necesidades de capacitación, pudo establecerse un proceso para la formación de las competencias de quienes forman parte del CTP, con el fin de facilitar su integración al momento de llevar a cabo tanto la implementación del SGC como la reactivación y puesta en marcha del proyecto.
- A lo largo del Capítulo VI “Capacitaciones de los RRHH del CTP”, se presentó y detalló el proceso de capacitación aplicado a todo el personal, lo

que permitió que éste comprenda y se familiarice con los conceptos básicos y la filosofía que se desprenden de las Normas ISO 9001:2008 y ISO/IEC 17025:2005, como así también con los principios sobre los cuales se basa y estructura un SGC. La información impartida y desarrollada en este proceso, sirvió de base para lograr el apropiado entendimiento e involucramiento del personal del proyecto. Esto derivó en que todo el personal cuente con los conocimientos y bases necesarios para su desarrollo como actores autónomos con pensamiento crítico sobre el diseño, elaboración y desarrollo de documentos.

- El proceso de capacitación del personal permitió su acercamiento, integración y participación en todos los estamentos de la implementación del Sistema de Gestión, tanto en la planta como en los laboratorios. Además, logró nivelarse los conocimientos, teniendo en cuenta que su formación inicial en el ámbito de la Gestión de la Calidad era dispar.
- En vista a la elevada rotación del personal, descrita en el Capítulo V “Contexto situacional de los RRHH del CTP”, dada la dificultad del CTP para retener personal, especialmente de formación profesional, es que no se pudo terminar de conformar un plantel estable con la formación necesaria para llevar a adelante la implementación del SGC. A partir de esta particularidad, existen dentro del proceso de capacitación diferentes ciclos de formación para diferentes niveles de instrucción.
- La integración y participación constante de la División Gestión de la Calidad de CTP dentro de la Red de Calidad de la CNEA, permite contar con prestaciones permanentes en diferentes ámbitos, como por ejemplo, en el proceso de capacitación, implementación y evaluación del Sistema de Gestión.
- El SGC desarrollado permitió fortalecer el crecimiento y la estandarización de las actividades dentro del proyecto, así como revertir la falta de procesos documentados que existía. Con su implementación sumada a la madurez del Sistema de Documentación logrado, descrito en el Capítulo VII “Documentación del SGC del CTP”, el CTP cuenta con métodos de trabajo que facilitan la actualización y el mejoramiento de sus actividades, permitiendo consolidar cada uno de los procesos.

- Complementariamente el mejoramiento de los procesos del CTP, la estrategia de capacitación desarrollada e implementada en el SGC, logró aumentar el involucramiento del personal a partir de que éste comprendiera los beneficios que conlleva, para el mejoramiento interno, el responder a requisitos y obligaciones que establecen los estándares internacionales, como la Norma ISO 9001:2008 como la ISO/IEC 17025:2005. Dicha comprensión se fue dando al tiempo que se identificaban, documentaban e implementaban los procesos y procedimientos, expuestos en los Capítulos VI “Capacitación de los RRHH del CTP” y Capítulo VII “Documentación del SGC del CTP”.
- A lo largo del Capítulo VII “Documentación del SGC del CTP”, se estableció una metodología clara y simple que permitió el desarrollo y generación de la documentación del SGC para cada uno de los sectores. A partir de ello, se logró establecer la documentación necesaria para llevar a cabo cada una de las actividades, como así también adaptarse a los cambios que tuvo el proyecto, entre ellos, adecuar la documentación del CTP tanto al momento del ingreso del autor del presente trabajo de tesis, como cuando se adecuaron a los requisitos de la Norma ISO/IEC 17025:2005.
- El SGC desarrollado y documentado permite que el CTP cuente con un mecanismo estandarizado de administración, generación e implementación tanto de la documentación como de sus procesos, para los cuales se han establecido metodologías de trabajo, designado responsables para cada una de las actividades y criterios de operación y trabajo. Demostrándose año a año cómo evolucionó y se perfeccionó la emisión de documentación dentro del proyecto.
- Conforme a lo descrito en el Capítulo VII “Documentación del SGC del CTP”, se consiguió definir la metodología que permitió llevar a cabo el proceso de evaluación e integración de la documentación histórica del CTP dentro SGC, facilitando su análisis, ingreso y acceso a la documentación actual del proyecto.
- La generación y fortalecimiento de los canales de comunicación, permitió al CTP mejorar el desarrollo de las actividades, como así también disminuir los tiempos de realización de los trabajos y eliminar los ruidos y los canales de comunicación informales que eran parte del proyecto.

- Las implementaciones de diferentes herramientas dentro del SGC, como las bases de datos descritas en el Capítulo VII “Documentación del SGC del CTP”, facilitan al personal del proyecto el acceso a la documentación, tanto la correspondiente a la fase actual como a la documentación histórica.
- A partir del ingreso de la documentación histórica sumada a la actual del proyecto, presentada en diferentes soportes y formatos, se ha conformado una biblioteca en el CTP a la cual tiene acceso todo el personal. En contrapartida, y debido a diferentes cuestiones (en particular las de confidencialidad y protección de la información tecnológica), no se logró diseñar una web interna de la División Gestión de la Calidad, que permitiera acceder en forma directa a dicho material en formato digital.
- A partir de lo desarrollado en el Capítulo VIII “Evaluación del SGC del CTP”, queda en evidencia por medio de los resultados obtenidos durante el proceso de auditoría interna, que el SGC, ha demostrado su maduración año tras año, validando así su viabilidad de implementación.

## **9.2. Análisis FODA**

Tal como fue desarrollándose en el presente trabajo de tesis, durante el período 2010-2015 el SGC del CTP fue evolucionando y afianzándose dentro del proyecto, llegando a un nivel de madurez suficientemente elevado como para evidenciar marcadas mejoras desde el punto su partida hasta el año 2015.

A continuación, se describirá, a través de la herramienta FODA, cómo se encontraba el CTP en el año 2010 y cuáles fueron los resultados obtenidos para el año 2015.

## Análisis FODA 2010 (FODA inicial)

### FORTALEZAS

- Es uno de los pocos proyectos de tecnología nuclear que se está desarrollando en el país.
- Es útil para generar los combustibles para diferentes aplicaciones en el área nuclear.
- El proyecto cuenta con recursos financieros disponibles para llevar a cabo los objetivos establecidos en el Plan Nuclear Argentino.
- Es uno de los pilares del Plan Nuclear Argentino.
- Es CTP cuenta con un equipo de personas profesional con elevada formación técnica en el ámbito nuclear.
- El CTP dispone de un grupo de jóvenes profesionales motivados para el desarrollo e reinstauración del proyecto.
- Se cuenta con personal con experiencia operativa que participó en la primera etapa del proyecto, para recuperar y transferir los conocimientos.
- La estructura orgánica y responsabilidades están bien definida.

### OPORTUNIDADES

- Política nuclear argentina favorable.
- Posibilidad de llevar el proceso de enriquecimiento a escala productiva.
- Posibilidad de ampliar para instalaciones del CTP para el desarrollo de otros métodos de enriquecimiento.

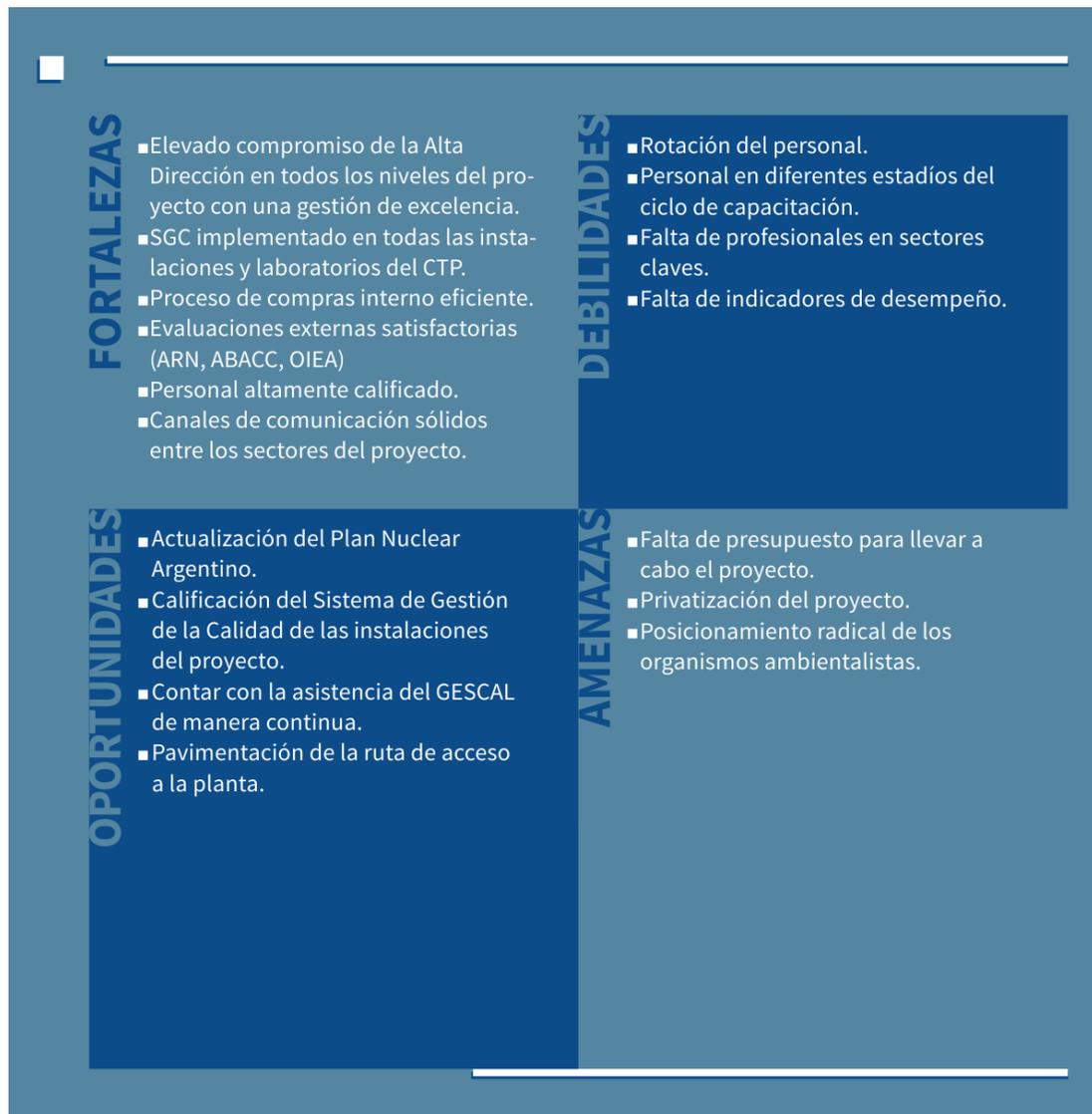
### DEBILIDADES

- Falta de un proceso de capacitación del personal de la planta.
- Personal con poca formación técnica en determinadas áreas.
- El personal desconoce cuáles son los objetivos principales del proyecto.
- El SGC no se encuentra desarrollado e implementado.
- No se documenta y no se lleva registro de gran parte de los procesos.
- Normas y procedimientos inexistentes en algunos sectores.
- No están bien definidos los canales de comunicación internos.
- El Proceso de compras es inadecuado para este tipo de proyecto.
- La planta está ubicada a 70km de Bariloche y la ruta de acceso se encuentra en mal estado (problemas de accesibilidad)
- Durante los meses de invierno el clima es hostil.
- Los recursos humanos están conformados por distintas generaciones y con nivel de formación académica dispar.
- Falta de indicadores de desempeño.

### AMENAZAS

- Falta de personal profesional/técnico en Bariloche.
- Eventuales cambios en la política nuclear argentina que pudieran llevar por ejemplo a la privatización de las instalaciones o del proyecto.
- Eventuales cambios en la política nuclear internacional.
- Eventuales cambios en el mercado de comercialización del Uranio Enriquecido.
- Falta de proveedores industriales en la zona que puedan responder a diferentes necesidades del proyecto.
- Postura negativa de organizaciones ambientalistas.
- Eventuales problemas macroeconómicos.

## Análisis FODA 2015 (FODA final)



### 9.3. Validación de la estrategia adoptada

Con el fin de demostrar cuán eficaz resultó la estrategia adoptada para el diseño e implementación del SGC del CTP, se analizó cómo éste se desenvolvería ante dos eventuales situaciones hipotéticas, una con fines netamente académicos, siendo un escenario altamente improbable, y otra con fines prácticos con un escenario altamente probable.

### **9.3.1 Hipótesis 1: Cese de las actividades dentro del CTP**

Esta hipótesis se refiere a una eventual e improbable repetición de la anterior situación en la cual el proyecto fue desactivado completamente por años.

Ante esta situación la pregunta que se pretende responder en este punto, como validación de lo realizado, es si se podrían evitar los efectos de pérdida de documentos y capital intelectual que caracterizaron la paralización anterior del proyecto.

Cabe recalcar que se ve como muy improbable esta hipótesis porque actualmente el Plan Nuclear es una política de estado y en todo caso lo que puede variar es la priorización de los proyectos estratégicos, pero no parece estar en tela de juicio su continuidad.

Con la implementación del SGC, se estableció que en el CTP toda documentación que se generara, ya sean documentos como registros, sería centralizada en la División Gestión de la Calidad.

Gracias a lo anterior es que, respondiendo a la presente hipótesis académica, el proceso de resguardo de la información generada durante la reactivación del proyecto de enriquecimiento de uranio, se llevaría a cabo sin mayores inconvenientes, debiéndose a que dicha información fue ingresada sistemáticamente al Sistema de Gestión al tiempo que era generada, es decir fue codificada, archivada e incorporada a las bases de datos.

A continuación, se describirá el protocolo que se seguiría para esta situación hipotética.

#### **9.3.1.1 Recopilación de la información**

Como se fue detallando a largo del presente trabajo de tesis, toda la documentación generada dentro del CTP, se encuentra al resguardo de la División Gestión de la Calidad, y se archiva tanto en soporte físico como electrónico. Esto responde a la política implementada a lo largo de estos años para el manejo y resguardo de los documentos y registros del proyecto. Por tal motivo, gran parte del proceso de recopilación de la información ya está hecho. De esta manera, puede llevarse a cabo esta parte del proceso de recopilación de la información de manera eficiente, acotando al mínimo la utilización de los recursos, como por ejemplo tiempos, costos, personal, sumado a la minimización de los posibles errores que podrían cometerse durante dicha

recopilación. Quedando validada la implementación del Sistema de Gestión apoyándose esta en las diferentes herramientas aplicadas y desarrolladas en el Capítulo VII “Documentación del SGC del CTP”.

#### **9.3.1.1.1 Documentación fuera del Sistema de Gestión**

Por otro lado, existe una pequeña parte de la documentación y de los registros, situados en los diferentes sectores del CTP que no se encuentra bajo el control de la División Gestión de la Calidad, para este caso se llevará a cabo un proceso de recopilación, el cual se delinea a continuación<sup>55</sup>:

- Definir un responsable por sector, con un profundo conocimiento técnico en dicha área.
- Evaluar los documentos y registros no ingresados al Sistema de Gestión, el responsable del sector llevará a cabo dicha tarea en base a sus conocimientos.
- Establecer qué documentos y registros son relevantes para el proyecto, una vez evaluada la información se discernirá qué información deberá ser preservada y se priorizará el ingreso al SGC.
- Ingresar los documentos y registros seleccionados al Sistema de Gestión. Los documentos que se hayan definidos deberán codificarse e integrarse a las bases de datos del CTP.
- Digitalizar los documentos y registros.
- Resguardar los documentos y registros.

En este mismo proceso, el personal de la División Gestión de la Calidad retirará la totalidad de la documentación, ya sean copias de trabajo, copias controladas o digitales, que el sector había solicitado para llevar a cabo su labor diaria. El objetivo de este proceso se sustenta en el SGC que dictamina que no se disponga documentación dispersa una vez dado el cese de las actividades del proyecto, como así también tomándose los recaudos necesarios debido al nivel de confidencialidad de la información que podrían contener.

---

<sup>55</sup> El proceso que se detalla como parte de esta hipótesis ya se encuentra en marcha.

### **9.3.1.1.2 Documentación histórica del proyecto**

Tal como fue descrito en el Capítulo VII “Documentación del SGC del CTP”., la documentación histórica del proyecto se encuentra integrada al Sistema de Gestión. Parte de ella ha pasado por el proceso de recodificación y digitalización, pero buena parte solo ha sido evaluada y se presenta en soporte físico (papel).

La documentación histórica que sólo se encuentra en soporte físico, deberá conservarse de la misma manera que se encuentra hoy en día. Caso contrario, deberán asignarse recursos para su digitalización a fin de ingresarla al sistema documental actual.

### **9.3.1.1.3 Documentación actual en soporte físico**

Gran parte de la documentación del CTP se dispone en soporte físico, en general en papel, entre ellos los actuales, históricos, manuales de equipos, registros de los procesos, etc.

Para su archivo se cuenta en la actualidad con un Archivo General de 105 m<sup>2</sup>. Ante la presente hipótesis académica, donde se plantea el cese de las actividades, y debido a la normativa aplicable al ámbito nuclear, se debería llevar a cabo la conservación de toda o parte de la documentación en este formato, dependiendo de la información que esta contenga, para lo cual el espacio físico deberá contar con las siguientes características:

- El área en la que se encuentran la documentación debe estar en un espacio físico que no sea combustible o inflamable.
- No debe situarse encima, debajo o adyacente a áreas donde se procesen, fabriquen o almacenen materiales inflamables, explosivos, gases tóxicos.
- Las paredes deben hacerse de materiales incombustibles y extenderse desde el suelo al techo.
- Debe construirse un "falso piso" instalado sobre el piso real, con materiales incombustibles y resistentes al fuego.
- No debe estar permitido fumar en el área de proceso.
- Deben emplearse muebles incombustibles. Deben evitarse los materiales plásticos e inflamables.

(Seguridad en Informática, 2016)

En el caso que las instalaciones del proyecto se desactivaran por completo, la documentación deberá trasladarse al Centro Atómico Bariloche, para su resguardo. Dicho traslado no demandará mayores dificultades ya que la documentación se encontrará según el orden establecido anteriormente.

### **9.3.1.2 Resguardo de la información**

Una vez reunida toda la información, documentos y registros, se debería definir un responsable para el manejo de la misma, si bien actualmente esto se encuentra definido, ante la presente hipótesis académica planteada, se deberán restablecer las responsabilidades del acceso, manejo y manipulación de la documentación. Esta persona será la encargada de establecer los siguientes ítems:

- Definir la cantidad de copias digitales de resguardo del SGC del CTP.
- Precisar en qué lugar se hará la guarda de las copias digitales, cabe aclarar que dichas copias no podrán archivar en un mismo espacio físico y que este deberá cumplir con lo que se establece en Documentación actual en formato físico.
- Establecer qué personal tendrá acceso a las copias digitales y a qué nivel de restricción estarán sujetos cada uno de estos, para los casos que fuera necesario. Cabe recordar que el nivel de restricción ya está definido en la codificación de la documentación.

### **9.3.1.3 Conclusiones, hipótesis 1: Cese de las actividades dentro en el CTP**

El hecho que dentro del CTP haya un Sistema de Gestión maduro implica que la totalidad del personal se encuentre involucrado con él, ya sea en la generación de la documentación que respalde sus actividades como los registros que demuestran los resultados de esta, lo cual permitiría afrontar un posible escenario de cese de actividades, como lo plantea esta hipótesis académica, sin perder el conocimiento generado durante la reactivación del proyecto. Gracias a que la División Gestión de la Calidad está totalmente integrada al proyecto, facilitaría que durante el proceso de resguardo de la documentación no haya pérdida de la misma, tal como sucedió ante el cierre de la planta en los años 90´.

Asimismo, es importante tener en cuenta que en el caso que se repitiera una situación de esta naturaleza, en la que se presente un escenario de cierre intempestivo, no se contaría con el tiempo suficiente como para seguir el protocolo descrito y tomar las decisiones necesarias para afrontarlo. Por tal motivo, es lógico pensar en establecer un procedimiento operativo previendo esta situación, que entre en vigencia al momento del presunto cierre, el cual contemple los puntos antes detallados como así también las responsabilidades en el mismo. Este mismo documento podría implementarse también ante otro tipo de situaciones extremas que obliguen al resguardo de documentos y el capital intelectual.

### **9.3.2 Hipótesis 2: Integración de una nueva línea de enriquecimiento de uranio en el CTP**

El SGC implementado en el CTP, desde su concepción, se diseñó con el objeto de responder a las necesidades del proyecto de enriquecimiento de uranio a través del método de Difusión Gaseosa. Por otro lado, respondiendo a la hipótesis práctica, en el caso que se deba integrar dentro de las instalaciones del proyecto de enriquecimiento otro método, como por ejemplo por Centrifugación o Láser, se demostrará que el Sistema de Gestión se encuentra lo suficientemente maduro como para soportar dicho cambio.

A continuación se explicará cómo se actuaría ante la adaptación del mismo a una nueva tecnología.

#### **9.3.2.1 Evaluación y adaptación del nuevo método de enriquecimiento**

La integración de otro método de enriquecimiento de uranio al ya instaurado en el CTP, traería consigo una evaluación, en el caso que corresponda, del Sistema de Gestión que con él viniera, como así también el nivel de implementación del mismo. Una vez realizado este análisis, se debería llevar a cabo la adaptación de su documentación al sistema documental del CTP.

Con la integración de un nuevo método de enriquecimiento en el CTP, en un principio, se determinaría una serie de actividades, con el objeto de acoplar ambos Sistemas de Gestión, a tal fin se listarán las tareas a llevar a cabo:

- Evaluar la documentación ingresante, como así también si el proyecto que se acoplaría al CTP cuenta o no con un SGC implementado.
- Actualizar las bases de datos del Sistema de Gestión implementadas. Tal como fue enunciado, esta tarea sería relativamente sencilla, dado que los sistemas informáticos que están en uso no presentan mayores complejidades al momento de incorporar nuevas líneas documentales, tal como viene haciéndose hasta el momento.
- Analizar las nuevas instalaciones y el personal ingresante. En base a los resultados de la evaluación de la documentación ingresada, como del personal y sus instalaciones se determinaría la necesidad de incorporar personal, adecuar las instalaciones y aumentar los recursos de la División Gestión de la Calidad.
- Determinar las necesidades de capacitación del personal ingresante. El resultado variaría dependiendo si el nuevo proyecto de enriquecimiento que se acoplaría al CTP ya se encontraba trabajando o no dentro de un Sistema de Gestión, a partir de esta información es que se llevaría a cabo la nivelación de la formación del personal en el ámbito de la Gestión de la Calidad. Cabe aclarar que el proceso de formación del personal del CTP se encuentra lo suficientemente maduro para absorber este cambio.
- Por último, y tal como se viene llevándose a cabo, las nuevas instalaciones ingresarían al proceso de auditoría interna para determinar el desempeño del SGC implementado.

### **9.3.2.2 Conclusiones, Hipótesis 2: Integración de nueva línea de enriquecimiento de uranio en el CTP**

El Sistema de Gestión desarrollado a lo largo de estos años en la planta de enriquecimiento de uranio facilitaría la integración de un nuevo método al proyecto, gracias a la madurez del sistema alcanzado como así también a las herramientas que se encuentran implementadas.

Es importante destacar que esta integración sería un proceso, que se iría desarrollando a medida que este nuevo método de enriquecimiento se fuera afianzando tanto en sus instalaciones como en su personal. La División Gestión de la Calidad acompañaría y respondería a las necesidades que pudieran surgir.

Se puede concluir que gracias a la madurez alcanzada en la implementación del SGC, en el hipotético caso que se deba afrontar la integración de un método de enriquecimiento de uranio, esto no implicaría mayores complejidades, donde sólo se debería llevar a cabo la adaptación a las nuevas necesidades y requisitos que de este se desprenderían.

### **9.3.3 Conclusión final**

En base a los resultados obtenidos, durante los años que se desarrolló el presente trabajo de tesis, se puede concluir que la mayoría de los ejes problemáticos detectados y los objetivos planteados, sumados a aquellos que se fueron sucediendo con el propio avance del proyecto, han sido resueltos satisfactoriamente a través de las estrategias adoptadas.

Esta aseveración no sólo recae en la implementación de las normas, ya sea en la planta como en los laboratorios del CTP, sino en el constante mejoramiento de las actividades y de los procesos que se desarrollan con la participación permanente del personal perteneciente a la División Gestión de la Calidad y el apoyo brindado por el Equipo de Dirección del Proyecto, validándose con los posibles resultados obtenidos con en tratamiento de las hipótesis planteadas.

### **9.4. Futuras líneas de trabajo**

Por último, se listan las posibles líneas de trabajo que a mediano plazo se deberían implementar en la División Gestión de la Calidad en el CTP:

- Pasaje de la norma ISO 9001:2008 a la norma ISO 9001:2015.
- Calificación por medio del CoCaLIN bajo la norma ISO 9001:2015 de las instalaciones del CTP.
- Calificación por medio del CoCaLIN bajo la norma ISO/IEC 17025:2005 de los laboratorios del CTP.
- Desarrollo del SGC que integre a los tres métodos de enriquecimiento, Difusión Gaseosa, Centrífuga y Laser, que podría instaurarse en el Complejo Tecnológico Pilcaniyeu, y anticiparse a los posibles problemas que se debería afrontar.

- Adopción de un modelo de excelencia para proyectos de tecnología nuclear, donde la información debe tratarse de manera confidencial y cuyos objetivos están dentro del marco estratégico a nivel nacional.

## INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA

### Anexo I: Ciclo de Combustible Nuclear

El ciclo de combustible nuclear está conformado por una serie de actividades complejas que posibilitan el aprovechamiento de la energía nuclear. Desde la obtención de materia prima en las minas, pasando luego por una serie de procesos intermedios, incluyendo la gestión ambiental, hasta la utilización del uranio procesado en reactores nucleares de investigación y reactores de potencia.

Las etapas del ciclo de combustible son las siguientes:

- Minería del uranio y producción del concentrado de uranio natural.
- Conversión del uranio en  $UF_6$ .
- Procesamiento y enriquecimiento del uranio.
- Conversión del  $UF_6$  en  $UO_2$ .
- Fabricación de los combustibles nucleares.
- Operación de las centrales nucleares (con quemado de los combustibles nucleares).
- Reprocesamiento de los combustibles.
- Gestión de los combustibles gastados.

#### 1° Minería del uranio

La fase de exploración y minería por lixiviación “in situ”, a cielo abierto o subterránea para extraer el uranio normalmente se procesa para reducir el material a un tamaño uniforme de partícula, para, a continuación, realizar la molienda produciéndose un polvo seco formado por uranio natural, llamado yellow cake (torta amarilla), que se vende en el mercado del uranio.

El uranio es abundante en la naturaleza, sin embargo, se encuentra en proporciones muy pequeñas en las rocas de la corteza terrestre. Estas rocas se trituran y muelen para facilitar los tratamientos químicos posteriores (lixiviación, clarificación y refinado) para extraer el uranio que contienen de forma de un sólido de color amarillo. Está formada mayoritariamente por  $U_3O_8$  y se seca para continuar con el proceso.

## 2° Conversión en UF<sub>6</sub>

Primera fase de conversión (U<sub>3</sub>O<sub>8</sub> a UF<sub>6</sub>). Esta etapa consiste en que el concentrado de uranio, en forma de U<sub>3</sub>O<sub>8</sub>, es convertido en hexafluoruro de uranio (UF<sub>6</sub>), que a presión y temperatura ambiente se presenta en fase gaseosa, que es la forma requerida por la mayoría de las plantas de enriquecimiento de uranio.

## 3° Procesamiento y enriquecimiento del uranio

La concentración del isótopo fisionable <sup>235</sup>U (0,71% en el uranio natural) es inferior a la requerida para mantener una reacción nuclear en cadena en los reactores de agua ligera. El UF<sub>6</sub> natural, por tanto, debe ser enriquecido en el isótopo fisionable para que se pueda utilizar como combustible nuclear en ese tipo de reactores. Los diferentes niveles de enriquecimiento dependen del reactor en cuestión, pero para un reactor de agua ligera normalmente está enriquecido hasta cerca del 5% de <sup>235</sup>U, pero también se requiere uranio enriquecido a concentraciones más bajas. El enriquecimiento se consigue utilizando por lo general el método de difusión gaseosa o el de centrifugado de gas.

## 4° Conversión de UO<sub>2</sub>

La fase de conversión (UF<sub>6</sub> a UO<sub>2</sub>). Para su uso como combustible nuclear, el UF<sub>6</sub> enriquecido se convierte en polvo de dióxido de uranio (UO<sub>2</sub>) que es compactado en pastillas cilíndricas cerámicas de 1 cm de diámetro por 1 cm de alto aproximadamente (pellets), con características estables a temperaturas elevadas como las que soportarán en el interior del reactor.

Los pellets son horneados a altas temperaturas para crear unas pastillas duras de uranio enriquecido. Las pastillas son sometidas a un proceso de molido para conseguir un tamaño de partículas menor y uniforme y son apiladas de acuerdo con el diseño del núcleo del reactor, en tubos de una aleación metálica resistente a la corrosión.

Los tubos son sellados para contener las pastillas de uranio y a los productos de la fisión nuclear: a estos tubos se les llama “barras de combustible”. Una vez preparadas estas barras, se agrupan en ensamblajes especiales denominadas Elementos

Combustibles (EC), que son introducidos en los reactores conforme a una geometría y condiciones establecidas para constituir el núcleo de combustible nuclear de un reactor de energía nuclear.

#### 5° Operación de las centrales nucleares

El funcionamiento de una central nuclear se basa en la obtención de energía térmica mediante la fisión nuclear del núcleo de los átomos del combustible nuclear. Esta energía calórica, es transformada en vapor de agua, se convierte en energía mecánica en una turbina de vapor y, por último, se convierte la energía mecánica en energía eléctrica mediante un generador.

#### 6° Reprocesamiento del combustible nuclear

El combustible gastado descargado de los reactores contiene cantidades apreciable de fisibles ( $^{235}\text{U}$ ,  $^{239}\text{Pu}$ ), del fértil ( $^{238}\text{U}$ ), y de otros materiales radioactivos<sup>56</sup>. Estos materiales fisibles o fértiles pueden ser separados químicamente y recuperarse del combustible gastado. El uranio y el plutonio recuperados pueden, si las condiciones institucionales y económicas lo permiten, ser reciclados para su uso como combustible nuclear. El óxido de mezcla, o combustible MOX, es una mezcla de uranio y plutonio recuperados y uranio que se comporta de forma similar a la alimentación con uranio enriquecido para la cual fueron diseñados muchos reactores. El combustible MOX es una alternativa al uranio de bajo enriquecimiento utilizado en los reactores de agua ligera los cuales son predominantes en la generación de energía nuclear.

El país por el momento no tiene previsto la reprocesamiento de los combustibles de reactores de potencia para producción de EC MOX.

#### 7° Gestión de residuos radiactivos y los combustibles gastados

---

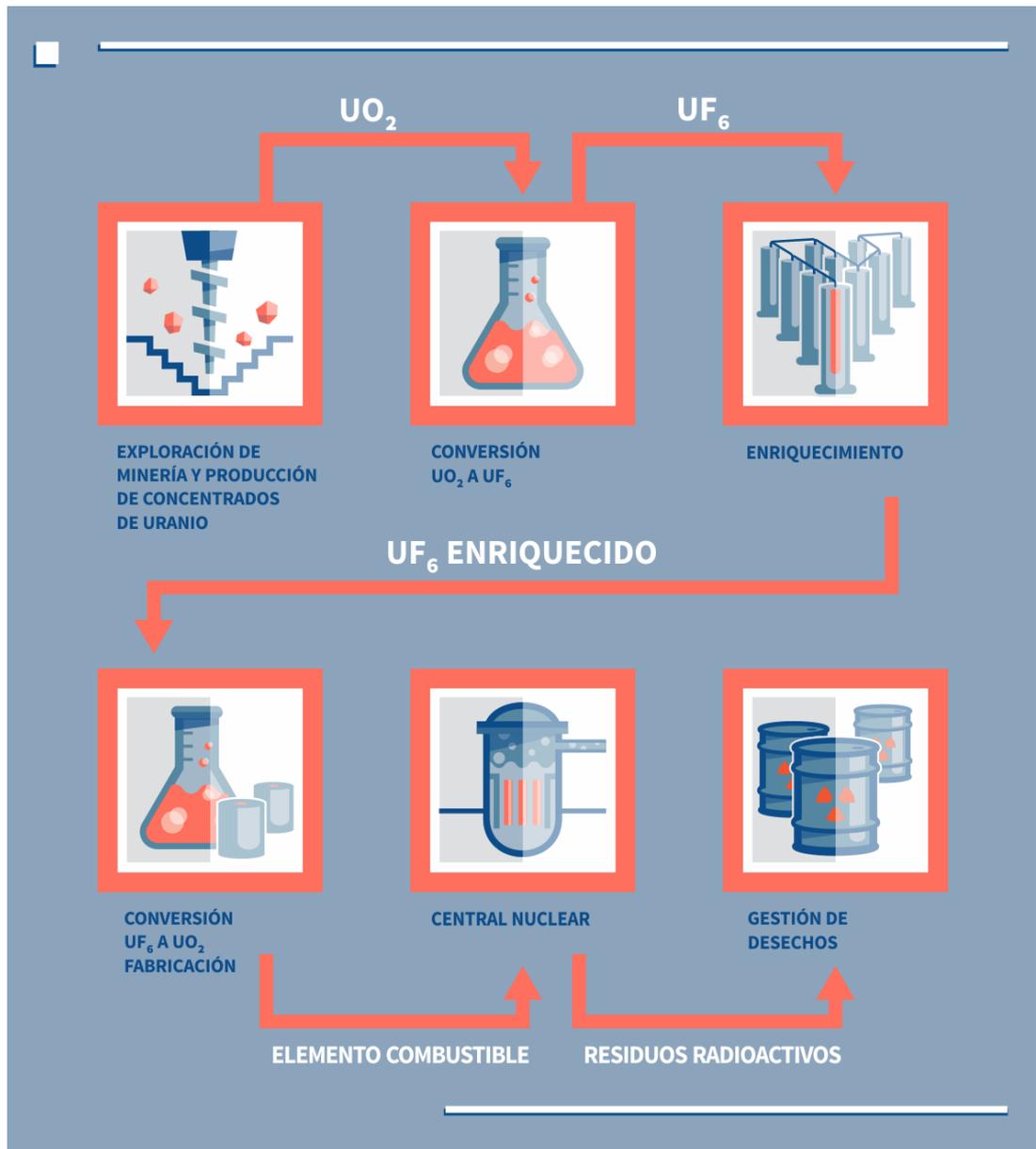
<sup>56</sup> Si bien el EC contiene el material fisible mencionado ( $^{235}\text{U}$ ,  $^{239}\text{Pu}$ ), la reacción de fisión no puede seguir utilizándose porque hay productos de la fisión nuclear que impiden la absorción de los neutrones que producen la reacción, a los cuales se los llama “venenos nucleares”

La CNEA, en Argentina, es la entidad responsable de la gestión segura de los residuos radiactivos y los combustibles gastados provenientes de las actividades nucleares en cualquiera de sus aplicaciones, tanto en el ámbito público como en el privado.

En febrero de 2003, en cumplimiento de la Ley N° 25.018 de "Régimen de Gestión de Residuos Radiactivos", se creó en el ámbito de la CNEA el Programa Nacional de Gestión de Residuos Radiactivos (PNGRR), cuya principal responsabilidad es, precisamente, la gestión de los residuos radiactivos provenientes de la actividad nuclear nacional.

El objetivo final de la gestión de los residuos radiactivos es el confinamiento y aislamiento de los residuos, por un período de tiempo y en condiciones tales que cualquier liberación de los radionúclidos contenidos en ellos no suponga un riesgo radiológico inaceptable, ni para las personas ni para el ambiente, ni en el presente ni para las generaciones futuras.

En el caso que los combustibles no sean reprocessados y en consecuencia no se exporten los residuos, los elementos combustibles completos deber ser tratados como residuos.



CNEA, 2017

Figura 30: Ciclo de combustible nuclear

## Anexo II: Por qué enriquecer uranio

Aquí solamente se realizará una comparación entre las centrales que utilizan uranio natural de combustible y están refrigeradas y moderadas con agua pesada (PHWR) y aquellas que utilizan uranio enriquecido como combustible y agua liviana como moderador y refrigerante (PWR).

Incrementar la proporción de  $^{235}\text{U}$  en el núcleo permite extraer más energía por cada elemento combustible ingresado. La energía extraída de cada elemento combustible se llama “quemado”, término utilizado por analogía de la quema de combustibles fósiles, aunque en las centrales nucleares no hay combustión, sino fisión del  $^{235}\text{U}$ . La unidad de medida del quemado es GWdía/tU, energía entregada (GWdía) por masa de uranio en el reactor (tU), una medida clara de cuánto se aprovecha del combustible ingresado. Un quemado típico en un combustible PWR es del orden de los 40 GWdía/tU, mientras que en un PHWR está en 8 GWdía/tU. La relación es clara: a mayor enriquecimiento de uranio, se necesitan menos toneladas de uranio para entregar una cantidad de energía.

El uranio natural contiene solamente el 0,72% de  $^{235}\text{U}$ , siendo lo restante casi enteramente  $^{238}\text{U}$ . Como solamente el  $^{235}\text{U}$  es el que fisiona, para juntar la masa crítica para sostener la reacción en cadena se deben hacer núcleos de reactor muy grandes con refrigerantes y moderadores especiales que no absorban ni dejen escapar muchos neutrones.

Esta relación se observa claramente en el caso de Atucha I, donde a mediados de los '90 se cambió el grado de enriquecimiento de los combustibles, pasando de natural a Levemente enriquecido (ULE, al 0,85% en  $^{235}\text{U}$ ). Las consecuencias directas fueron que el quemado promedio pasó de 6 a 10,5 GWdía/tU, con ahorros de más del 15% en el costo de la energía generada.

Además de la cuestión económica en la eficiencia del recurso, hay una reducción en la cantidad de combustibles que se utilizan por año, lo que redundaría luego en menos residuos que tratar. La relación es la siguiente (en términos aproximados); si en Atucha I ingresan 55 tU como combustible uranio natural con uranio levemente enriquecido ingresarían unas 27 tU. Claro está que no contienen la misma proporción de  $^{235}\text{U}$ , ni que a la salida los combustibles gastados tienen las mismas proporciones de productos de fisión. Pero, de entrada, se reduce cerca de 50% la cantidad de

combustibles gastados que se deben guardar, almacenar o reutilizar, como bien se puede hacer. (Barbarán, 2013)

### **Anexo III: Tratado de No Proliferación (TPN)**

La proliferación nuclear tiene su marco legal normativo en el Tratado de No Proliferación de Armas Nucleares, también llamado Tratado de No Proliferación Nuclear (NPT, Nuclear Non-Proliferation Treaty en inglés). El TPN es un tratado internacional cuyo objetivo es limitar la proliferación de armas nucleares con fines militares, promover la cooperación en el uso pacífico y civil de la energía nuclear y lograr a largo plazo un desarme total de armas nucleares. Este tratado es el único compromiso que obliga a los Estados con armas nucleares a lograr el objetivo del desarme y desde su entrada en vigor ha sido la piedra angular para la no proliferación nuclear, siendo el acuerdo multilateral con más alcance en el mundo.

Dentro del marco de las Naciones Unidas, el principio de la no proliferación nuclear se empezó a abordar en negociaciones de 1957, con el fin de evitar la escalada armamentística nuclear, que podía suponer la destrucción mundial en caso de guerra nuclear. La no proliferación nuclear logró una proyección significativa a inicios de la década de los sesenta, alcanzándose un acuerdo final en el año 1968. El tratado fue abierto para la adhesión de países el 1 de julio de 1968, siendo efectivo a partir del 5 de marzo de 1970. En 1995 se acordó que la vigencia del tratado fuera de forma indefinida, con una revisión cada cinco años.

El Tratado de No Proliferación Nuclear tiene tres pilares fundamentales:

1. No proliferación. Cinco estados son reconocidos en el tratado como estados con armas nucleares: China, Francia, Rusia, Reino Unido y Estados Unidos. Asimismo, estos países son también los cinco miembros permanentes del Consejo de Seguridad de las Naciones Unidas. Estos cinco países se comprometen a no transferir armas nucleares ni a ayudar con tecnología a un estado no poseedor de armas nucleares para que ésta pueda adquirir armas nucleares.
2. Desarme nuclear. El preámbulo del Tratado de No Proliferación contiene un lenguaje que afirma la voluntad de los firmantes del tratado de aliviar la tensión internacional a fin de crear algún día las condiciones para el cese de la producción de armas nucleares y el desarme general y completo, que favorecería la confianza internacional.

3. El derecho a usar la tecnología nuclear de forma pacífica. El tercer pilar permite transferir la tecnología y materiales a países signatarios del tratado para el desarrollo de los programas civiles de energía nuclear, siempre y cuando puedan demostrar que sus programas nucleares no están siendo utilizados para el desarrollo de armamento nuclear. Asimismo, el tratado reconoce el derecho de los Estados a utilizar la energía nuclear con fines pacíficos. (Palanca, 2012)

**Anexo IV: Diagnóstico sobre el SGC en el CTP – Año 2011**

Tabla 8: Diagnóstico sobre SGC en el CTP año 2011

<b>DIAGNÓSTICO SOBRE SGC EN EL CTP – Año 2011</b>				
<b>DÍA:</b>	<b>HORAS:</b>			<b>OBSERVACIONES</b> :
<b>DIVISIÓN/ DEPARTAMENTO:</b>				
<b>PREGUNTAS</b>	<b>SI</b>	<b>NO</b>	<b>NS/N C</b>	
<b>GESTIÓN DE CALIDAD</b>				<b>RESPUESTAS</b>
¿Conoce el mail/teléfono del grupo de Gestión?				
¿Conoce el SGC del CTP? (Qué es lo que conoce, cómo, de dónde)				
¿Tiene acceso al SGC? (Tener en cuenta que hay sectores que están “incomunicados”)				
* ¿Cómo?				
* ¿Base de datos?				
¿Cómo accede a la documentación vigente del SGC? (Analizar que canales utilizan para obtener la doc., verificar si realizan algún tipo de chequeo)				
¿Recibe copia o es informado de los documentos liberados?				
* ¿En electrónico?				
* ¿En papel?				
¿Pueden interpretar el código de los documentos del CTP?				
¿Qué documentos conoce del SGC? (Se debe determinar si está al tanto de los documentos claves de Calidad)				

¿Qué documentos de Gestión de Calidad o administrativos usa más asiduamente?				
¿Los documentos de SGC facilitan a su labor diaria, alguno la dificulta?				
¿Quién escribe los documentos del sector? (Analizar si es necesario capacitar a una persona del área para esta tarea)				
¿Qué persona puede participar como contacto con SGC? (El contacto va tener una relación más fluida con el área)				
¿Tiene alguna sugerencia para mejorar el SGC?				
<b>DOCUMENTACIÓN TÉCNICA</b>				<b>RESPUESTAS</b>
¿Usa/Se apoya en algún documento para llevar a cabo su trabajo diario?				
¿Cuáles son los documentos técnicos que más asiduamente usa el sector?				
¿Están dentro del SGC del CTP?				
¿Cómo determina que el documento está vigente? (Inculcar la utilización de doc. vigente)				
¿Su sector ha liberado documentos propios conducentes a actividades determinadas? Por Ej. PO, IT				
¿Las actividades diarias son realizadas según lo establecido en los documentos? (Ver si no tienen algún doc. en proceso de elaboración)				
¿Facilitan las tareas? ¿Se pueden mejorar?				

¿Creen que necesitan algún documento para su actividad diaria?				
¿Tiene documentación archivada? ¿Cómo y dónde? (Analizar si se alinean con nuestro documento)				
¿Interacciona con otras áreas/sectores?				
¿Cómo lo hace escrito (formulario), oral?				
¿Algunas de estas interacciones concluyen en documentos?				
¿El área realiza algún tipo de capacitación, donde y como a archiva?				
¿Qué le pareció la charla?				
<b>CONCLUSIONES:</b>				
<b>FORTALEZAS:</b>				
<b>OPORTUNIDADES DE MEJORAS:</b>				
<b>DEBILIDADES:</b>				
<b>AMENAZAS:</b>				

**Anexo V: FO-CTP/PEU0-144 – Programa anual de capacitación**

CNEA-CTP		PLANIFICACION PROGRAMA DE FORMACION DE PERSONAL AÑO 20XX										Rev.											
FO-CTP/PEU0-144 r00																							
Nº	CURSO	DOCENTES	Lugar	HORARIO	Cantidad de reuniones	Cantidad de hs. Dictadas	Cantidad Alumnos	Total Hs	Cumplimiento	Evaluación de la eficacia	CALENDARIO DE FECHAS												
											2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
1																							
2																							
3																							
4																							
5																							
6																							
7																							
8																							
9																							
10																							
11																							
<b>FORMACIÓN NO PROGRAMADA</b>											2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
1																							
2																							
3																							
4																							
<b>Total Capacitación</b>		Cursos, Talleres y Charlas																					
<b>PREPARÓ:</b>			<b>REVISÓ:</b>									<b>APROBÓ:</b>											
<b>Nota 1:</b> El programa de formación puede estar sujeto a cambios de días u horarios en función de la disponibilidad de aulas. La nueva programación será comunicada al personal oportunamente.																							
<b>Hs totales de Clases</b>			<b>Total Personal capacitado</b>																				

## **Anexo VI: Principios de Gestión de la Calidad**

Se transcribe a continuación el texto de la norma ISO 9000:2005:

Para conducir y operar una organización en forma exitosa se requiere que ésta se dirija y controle en forma sistemática y transparente. Se puede lograr el éxito implementando y manteniendo un Sistema de Gestión que esté diseñado para mejorar continuamente su desempeño mediante la consideración de las necesidades de todas las partes interesadas. La gestión de una organización comprende la Gestión de la Calidad entre otras disciplinas de gestión.

Se han identificado ocho principios de Gestión de la Calidad que pueden ser utilizados por la alta dirección con el fin de conducir a la organización hacia una mejora en el desempeño.

- 1. Enfoque al cliente:** Las organizaciones dependen de sus clientes y por lo tanto deberían comprender las necesidades actuales y futuras de los clientes, satisfacer los requisitos de los clientes y esforzarse en exceder las expectativas de los clientes.
- 2. Liderazgo:** Los líderes establecen la unidad de propósito y la orientación de la organización. Ellos deberían crear y mantener un ambiente interno, en el cual el personal pueda llegar a involucrarse totalmente en el logro de los objetivos de la organización.
- 3. Participación del personal:** El personal, a todos los niveles, es la esencia de una organización, y su total compromiso posibilita que sus habilidades sean usadas para el beneficio de la organización.
- 4. Enfoque basado en procesos:** Un resultado deseado se alcanza más eficientemente cuando las actividades y los recursos relacionados se gestionan como un proceso.
- 5. Enfoque de sistema para la gestión:** Identificar, entender y gestionar los procesos interrelacionados como un sistema, contribuye a la eficacia y eficiencia de una organización en el logro de sus objetivos.
- 6. Mejora continua:** La mejora continua del desempeño global de la organización debería ser un objetivo permanente de ésta.

- 7. Enfoque basado en hechos para la toma de decisión:** Las decisiones eficaces se basan en el análisis de los datos y la información.
- 8. Relaciones mutuamente beneficiosas con el proveedor:** Una organización y sus proveedores son interdependientes, y una relación mutuamente beneficiosa aumenta la capacidad de ambos para crear valor.

Estos ocho principios de Gestión de la Calidad constituyen la base de las normas de Sistemas de Gestión de la Calidad de la familia de Normas ISO 9000.

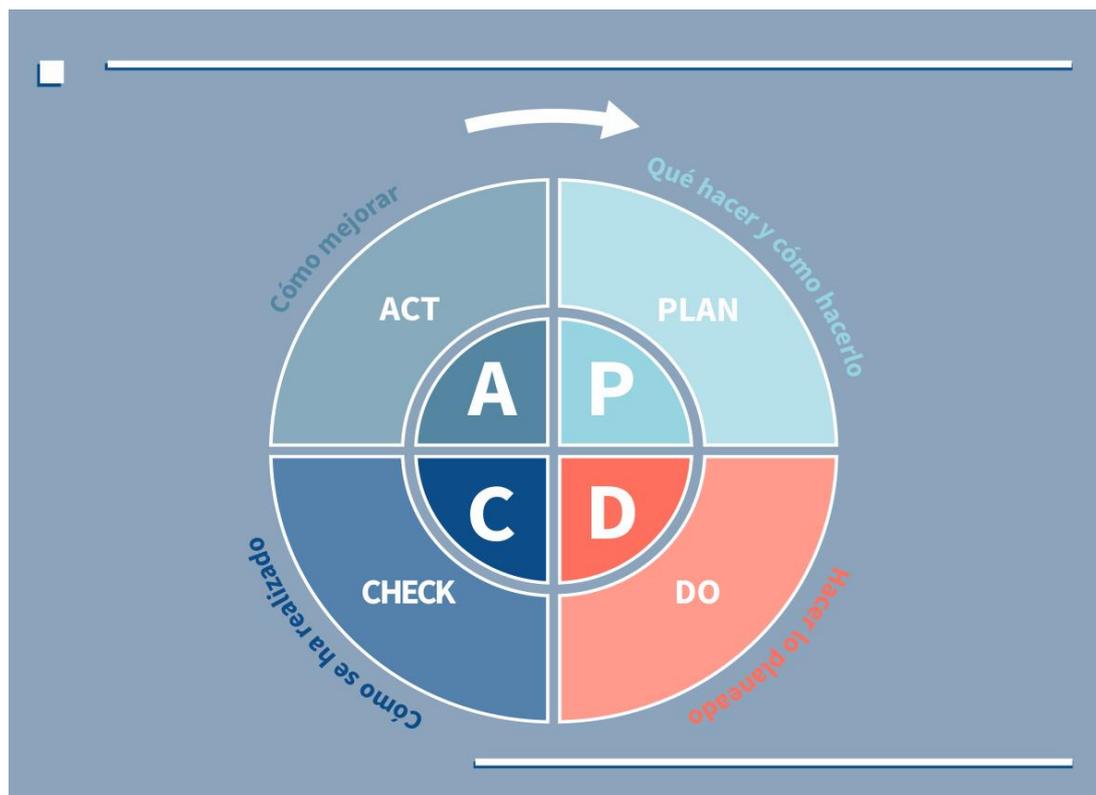
ISO, 9000:2005

## Anexo VII: Ciclo Deming

El Círculo de Deming, también es conocido como Ciclo PDCA, ya que fue el Dr. Williams Edwards Deming<sup>57</sup> uno de los primeros que utilizó este esquema lógico en la mejora de la Calidad y le dio un fuerte impulso.

Basado en un concepto ideado por Walter A. Shewhart<sup>58</sup>, el Ciclo PDCA constituye una estrategia de mejora continua de la Calidad en cuatro pasos, también se lo denomina “espiral de mejora continua” y es muy utilizado por los diversos sistemas utilizados en las organizaciones para gestionar aspectos tales como Calidad (ISO 9000), medio ambiente (ISO 14000), salud y seguridad ocupacional (OHSAS 18000), o inocuidad alimentaria (ISO 22000).

Las siglas PDCA son el acrónimo de las palabras inglesas Plan, Do, Check, Act, equivalentes en español a: Planificar, Hacer, Verificar, y Actuar.



<sup>57</sup> Estadístico estadounidense, profesor universitario, autor de textos, consultor y difusor del concepto de calidad total. Su nombre está asociado al desarrollo y crecimiento de Japón después de la segunda guerra mundial.

<sup>58</sup> Físico, ingeniero y estadístico, conocido como el padre del control estadístico de calidad. Primer miembro honorario de la ASQ (Sociedad Americana para la Calidad), reunió con éxito las disciplinas de estadística, ingeniería y economía.

Figura 31: Ciclo de Deming

La interpretación de este ciclo es muy sencilla: cuando se busca obtener algo, lo primero que hay que hacer es planificar cómo conseguirlo, después se procede a realizar las acciones planificadas (hacer), a continuación, se comprueba qué tal se ha hecho (verificar) y finalmente se implementan los cambios pertinentes para no volver a incurrir en los mismos errores (actuar). Nuevamente se empieza el ciclo planificando su ejecución, pero introduciendo las mejoras provenientes de la experiencia anterior.

Etapas del ciclo PDCA en Gestión de la Calidad - ISO 9001

- Plan (Planificar): Establecer los objetivos y procesos necesarios para obtener los resultados de acuerdo con el resultado esperado. Al tomar como foco el resultado esperado, difiere de otras técnicas en las que el logro o la precisión de la especificación es también parte de la mejora.
- Do (Hacer): Implementar los nuevos procesos. Si es posible, en una pequeña escala.
- Check (Verificar): Pasado un período previsto con anterioridad, volver a recopilar datos de control y analizarlos, comparándolos con los objetivos y especificaciones iniciales, para evaluar si se ha producido la mejora esperada. Se deben documentar las conclusiones.
- Act (Actuar): Modificar los procesos según las conclusiones del paso anterior para alcanzar los objetivos con las especificaciones iniciales, si fuese necesario. Aplicar nuevas mejoras, si se han detectado errores en el paso anterior. Documentar el proceso.

## **Anexo VIII: Familia de la norma ISO 9000**

- 9000 - Sistema de Gestión de la Calidad - Fundamentos y vocabulario.
- 9001 - Sistema de Gestión de la Calidad – Requisitos.
- 9004 - Gestión para el éxito sostenido de una organización - Enfoque de Gestión de la Calidad.
- 19011 - Directrices para la auditoría de los SGC y/o ambiental.
- 10012 – Requisitos para sistema de medición.
- 10013 - Guía para la documentación de Sistemas de Gestión de la Calidad.

## **Anexo IX: Punto 4 de la norma ISO 9001:2008**

Se transcribe a continuación el texto de la norma ISO 9001:2008:

### **4. Sistema de Gestión de la Calidad**

#### **4.1 Requisitos generales**

La organización debe establecer, documentar, implementar y mantener un SGC y mejorar continuamente su eficacia de acuerdo con los requisitos de esta norma Internacional.

La organización debe:

- a) Determinar los procesos necesarios para el SGC y su aplicación a través de la organización (véase 1.2, norma ISO 9001:2008).
- b) Determinar la secuencia e interacción de estos procesos.
- c) Determinar los criterios y los métodos necesarios para asegurarse de que tanto la operación como el control de estos procesos sean eficaces.
- d) Asegurarse de la disponibilidad de recursos e información necesarios para apoyar la operación y el seguimiento de estos procesos.
- e) Realizar el seguimiento, la medición cuando sea aplicable y el análisis de estos procesos.
- f) Implementar las acciones necesarias para alcanzar los resultados planificados y la mejora continua de estos procesos.

La organización debe gestionar estos procesos de acuerdo con los requisitos de esta norma Internacional.

En los casos en que la organización opte por contratar externamente cualquier proceso que afecte a la conformidad del producto con los requisitos, la organización debe asegurarse de controlar tales procesos. El tipo y grado de control a aplicar sobre dichos procesos contratados externamente deben estar definidos dentro del SGC.

#### **4.2 Requisitos de la documentación**

##### **4.2.1 Generalidades**

La documentación del SGC debe incluir:

- a) Declaraciones documentadas de una Política de la Calidad y de objetivos de la calidad.
- b) Un Manual de la Calidad.
- c) Los Procedimientos Documentados y los registros requeridos por esta norma Internacional.
- d) Los documentos, incluidos los registros que la organización determina que son necesarios para asegurarse de la eficaz planificación, operación y control de sus procesos.

NOTA 1: Cuando aparece el término “Procedimiento Documentado” dentro de esta norma Internacional, significa que el procedimiento sea establecido, documentado, implementado y mantenido. Un solo documento puede incluir los requisitos para uno o más procedimientos. Un requisito relativo a un procedimiento documentado puede cubrirse con más de un documento.

NOTA 2: La extensión de la documentación del SGC puede diferir de una organización a otra debido a:

- a) El tamaño de la organización y el tipo de actividades.
- b) La complejidad de los procesos y sus interacciones.
- c) La competencia del personal.

NOTA 3: La documentación puede estar en cualquier formato o tipo de medio.

#### **4.2.2 Manual de la calidad**

La organización debe establecer y mantener un Manual de la Calidad que incluya:

- a) El alcance del SGC, incluyendo los detalles y la justificación de cualquier exclusión (véase 1.2, norma ISO 9001:2008),
- b) Los procedimientos documentados establecidos para el SGC, o referencia a los mismos.
- c) Una descripción de la interacción entre los procesos del SGC.

#### **4.2.3 Control de los documentos**

Los documentos requeridos por el SGC deben controlarse. Los registros son un tipo especial de documento y deben controlarse de acuerdo con los requisitos citados en el apartado 4.2.4 de la norma ISO 9001:2008

Debe establecerse un procedimiento documentado que defina los controles necesarios para:

- a) Aprobar los documentos en cuanto a su adecuación antes de su emisión.
- b) Revisar y actualizar los documentos cuando sea necesario y aprobarlos nuevamente.
- c) Asegurarse de que se identifican los cambios y el estado de la versión vigente de los documentos.
- d) Asegurarse de que las versiones pertinentes de los documentos aplicables se encuentran disponibles en los puntos de uso.
- e) Asegurarse de que los documentos permanecen legibles y fácilmente identificables.
- f) Asegurarse de que los documentos de origen externo, que la organización determina que son necesarios para la planificación y la operación del SGC, se identifican y que se controla su distribución.
- g) Prevenir el uso no intencionado de documentos obsoletos, y aplicarles una identificación adecuada en el caso de que se mantengan por cualquier razón.

#### **4.2.4 Control de los registros**

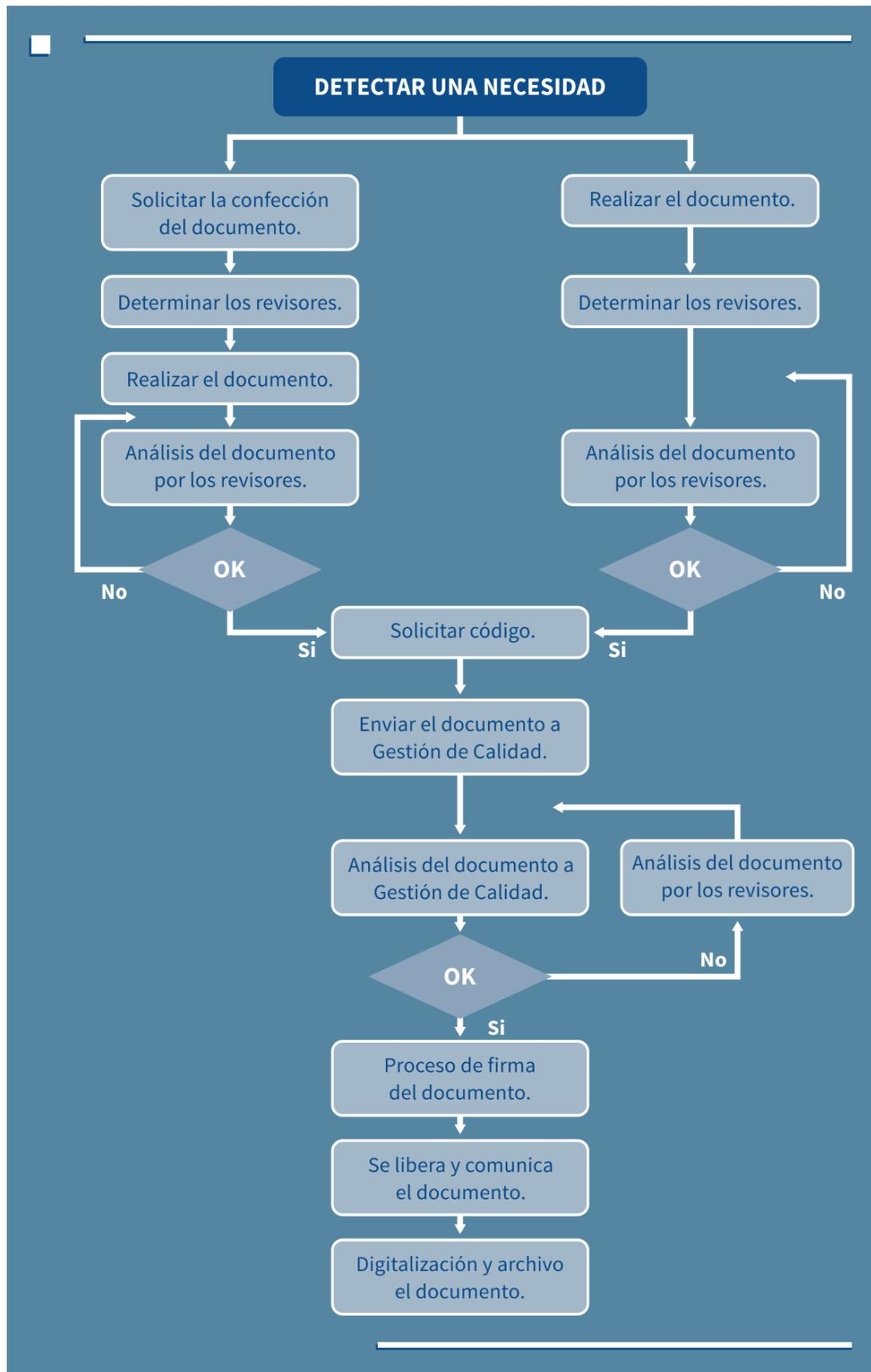
Los registros establecidos para proporcionar evidencia de la conformidad con los requisitos, así como de la operación eficaz del SGC deben controlarse.

La organización debe establecer un Procedimiento Documentado para definir los controles necesarios para la identificación, el almacenamiento, la protección, la recuperación, la retención y la disposición de los registros.

Los registros deben permanecer legibles, fácilmente identificables y recuperables.

(ISO 9001:2008)

**Anexo X: Flujograma: Proceso de generación de documentos.**



## BIBLIOGRAFÍA:

CNEA, Historia. Disponible en: <http://www.cnea.gov.ar/historia/> [consulta: 12 diciembre 2016].

DE DICCO, Ricardo, 2013. Breve historia de los reactores nucleares de investigación y producción de radioisótopos de la CNEA. Disponible en: [http://www.cienciayenergia.com/Contenido/pdf/020513\\_rad\\_tn.pdf](http://www.cienciayenergia.com/Contenido/pdf/020513_rad_tn.pdf) / [consulta: 26 diciembre 2014].

CNEA, 2016, enriquecimiento de uranio. Disponible en: <http://www.cnea.gov.ar/ENRIQUECIMIENTODEURANIO-historiauranioargentina/> [consulta: 13 diciembre 2016].

GARRIDO REBOLLEDO, Vicente, 2012. El programa nuclear de India: mito y realidad. Disponible en: <http://www.politicaexterior.com/articulos/economia-exterior/el-programa-nuclear-de-india-mito-y-realidad/> [consulta: 15 diciembre 2016].

HURTADO DE MENDOZA, Diego, 2009. Periferia y fronteras tecnológicas. Energía nuclear y dictadura militar en la Argentina (1976-1983). Disponible en: <http://www.scielo.org.ar/img/revistas/cts/v5n13/html/v5n13a03.htm> [consulta: 02/12/2016].

CNEA, 2016, Complejo tecnológico Pilcaniyeu. Disponible en: <http://www.cnea.gov.ar/sites/default/files/Pilcaniyeu.pdf> [consulta: 10/12/2016].

CNEA, 2016, Ciclo de combustible nuclear. Disponible en: <http://www.cnea.gov.ar/CombustibleNuclear> [consulta: 10/01/2017].

BARBARÁN, Gustavo, 2013. El qué, el cómo y el porqué de las centrales de uranio enriquecido. Disponible en: <http://u-238.com.ar/el-que-el-como-y-el-porque-de-las-centrales-de-uranio-enriquecido>, [consulta: 18/12/2016].

PALANCA, Jose, 2012. La proliferación nuclear. Disponible en: <http://www.lacrisisdelahistoria.com/la-proliferacion-nuclear>, [Fecha de visita, 27/12/2016].

CNEA, Boletín administrativo público, disponible en: <http://intranet.cnea.gov.ar/b-cnea/hojas/2010/B2010-87.htm> [consulta: 3 febrero 2017].

CNEA, Boletín administrativo público, disponible en: <http://intranet.cnea.gov.ar/b-cnea/hojas/2017/B2017-12.htm> [consulta: 10 mayo 2017].

ISO, ISO/IEC 17025:2005(es) Requisitos generales para la competencia de los laboratorios de ensayo y de calibración, disponible en: <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso-iec:17025:ed-2:v1:es> [consulta: 7 abril 2017].

OAA, 2015. Nosotros, disponible en: <http://www.oaa.org.ar/acercade.php> [consulta: 11 abril 2017].

Gestiopolis, 2002. Por qué es importante la formación del personal en la empresa, disponible en: <https://www.gestiopolis.com/por-que-es-importante-la-formacion-del-personal-en-la-empresa/> [consulta: 06/04/2017].

GARCIA, Norma, 2015. Los 4 pasos del proceso de capacitación de personal, disponible en: <http://blog.people-cloud.com/los-4-pasos-del-proceso-de-capacitacion-de-personal/> [consulta: 02/05/2017].

Gestión & calidad, Ciclo PDCA. Disponible en: [http://www.calidad-gestion.com.ar/boletin/58\\_ciclo\\_pdca\\_estrategia\\_para\\_mejora\\_continua.html](http://www.calidad-gestion.com.ar/boletin/58_ciclo_pdca_estrategia_para_mejora_continua.html) [consulta: 6 abril 2017].

CNEA, Documentación de gestión de la calidad de la CNEA, Disponible en <http://intranet.cnea.gov.ar/calidad/calidad.html> [consulta: 10 abril 2017]

MESKOVSKA Ana, 2015. Cómo estructurar la documentación del sistema de gestión de calidad. Disponible en: <https://advisera.com/9001academy/es/knowledgebase/como-estructurar-la-documentacion-del-sistema-de-gestion-de-calidad/> [consulta: 11 junio 2017].

SEGURIDAD EN INFORMÁTICA, 2016. Principios de la seguridad física. Disponible en: <https://seguridadinformaticasmr.wikispaces.com/TEMA+2++SEGURIDAD+F%C3%8DSICA> [consulta: 20 julio 2017].

ISNARDI, Edgardo y BERGALLO, Juan, 2005. Informe: Proyecto enriquecimiento de uranio (PEUSA), Rev. 0, San Carlos de Bariloche.

SANTOS, Eduardo, no publicado. El diablo de Maxwell, San Carlos de Bariloche.

MASSIGNON, D., 1975, Théoria de la séparation: la cellule et la barrière de diffusin. BIST-CEA.

KARL, C, 1951, The Theory of Isotope Separation as Applied to the Large-Scale Production of U235, National Nuclear Energy Series, Manhattan Project Technical Section, Mac Graw Hill Book Company, 1° ed.

VILLANI S, 1976, Isotope Separation, USA, American Nuclear Society, 1° ed.

VILLANI, S, 1979, Uranium Enrichment, Verlag Berlin Heidelberg, New York, 1° ed.

PORRET, M., 2008. *Recursos humanos: dirigir y gestionar personas en las organizaciones*. 3ª Ed. Madrid: ESIC.

BARQUERO CORRALES, Alfredo 2005. *Administración de recursos humanos (II parte)*. 1 Ed. San José CREUNED.

Normas:

IRAM/ISO 9000:2005 - Sistemas de gestión de la calidad. Fundamentos y vocabulario

IRAM/ISO 9001:2008 - Sistemas de Gestión de la Calidad. Requisitos.

IRAM/ISO 9001:2015- Sistemas de Gestión de la Calidad. Requisitos.

IRAM/ISO 9004:2009 - Gestión para el éxito sostenido de una organización. Enfoque de Gestión de la Calidad.

ISO/IEC 17025:2005 - Requisitos generales para la competencia de los laboratorios de ensayo y de calibración.

IRAM/ISO 19011:2012 - Directrices para la Auditoría de los Sistemas de Gestión.

IRAM 30800:2008 - Gestión de la Calidad en actividades de investigación, desarrollo e innovación utilizando la guía Norma

ISO 10013:2001 Guía para la documentación de Sistemas de Gestión de Calidad

Documentos del CTP:

MC-CTP/PEU0-001/0000-GE-C Rev. 2 16/08/2016 - Manual de calidad del Complejo Tecnológico Pilcaniyeu.

PP-CTP/PEU0-001/0000-GE-C Rev. 00 16/06/2014, Proyecto de acreditación del ensayo uranio en agua realizado por el departamento de físico química y control de calidad 2014.

FO-CTP/PEU0-144/0000-GE-C Rev.: 0 - Programa anual de capacitación.

PN-PR-001 Rev.: 6 17/12/2009, Generación de Documentos de los Sistemas de Gestión

IT-CTP/PEU0-001/0000-GE-C Rev. 1 22/02/2013, Instrucciones para el uso de la base de datos del Sistema de Gestión de Calidad.

PG-CTP/PEU0-001/0000-GE-C Rev. 8 30/08/2016, Generación, registro, distribución y archivo de documentos.

LM-CTP/PEU0-001/0000-GE-C Rev. 7 18/04/2016, Codificación de sistemas y subsistemas

PP-CTP/CPR0-001/0000-IP-C Rev. 00, 22/05/2009, Loop - Plan de proyecto

Registros: Planilla de Capacitación del CTP 2008-2013

Registros: FO-CTP/PEU0-144/0000-GE-C Rev.: 0 - Programa anual de capacitación, 2011-2015

Registro del personal del CTP, 2017

FO-CTP/PEU0-039/0000-GE-C, Registro de no conformidades, 2013-2015

FO-CTP/PEU0-040/0000-GE-C, Registro de acciones correctivas, preventivas y de mejora 2013-2015

Base de datos del Sistema de Gestión de Calidad del CTP, 2017

Base de datos de la documentación histórica del CTP. Listado de documentación histórica, 2017

Solicitud de códigos del Sistema de Gestión de Calidad del CTP, 2017