

# INVESTIGACIONES SOBRE LOS ESTUDIOS DE EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL DE LAS PLANTAS DE CONVERSIÓN DE URANIO EN FORMOSA, ARGENTINA Y EN PORT HOPE, CANADÁ.

INDICE	Página
1. Medio Ambiente Físico	8
1.1. Geología	9
1.2. Geomorfología	11
1.3. Riesgo Sísmico	13
1.4. Recursos Hídricos	15
1.4.1. Aguas Superficiales	18
1.4.2. Aguas Subterráneas	21
1.4.3. Relaciones entre agua superficial y subterránea	21
1.5. Atmósfera	23
1.5.1. Clasificación Climática	24
1.5.2. Variables Atmosféricas	27
1.5.2.1. Temperatura	28
1.5.2.2. Precipitaciones	29
1.5.2.3. Humedad	32
1.5.2.4. Presión Atmosférica	33
1.5.2.5. Vientos	33
1.5.2.6. Nivel Sonoro	36
1.6. Flora	42
1.7. Fauna	57
1.8. Áreas Protegidas	67
2. Medio Ambiente Socioeconómico y de Infraestructura	75
2.1. Provincia de Formosa	76
2.1.1. Densidad Poblacional	77
2.1.2. Composición Poblacional	78
2.1.3. Pueblos originarios	82
2.1.4. Actividades Económicas	82
2.1.5. Uso y ocupación del suelo en relación a la industria	85
2.1.6. Indicadores de condiciones de vida	86
2.2. Departamento de Formosa	89
2.2.1. Densidad y Estructura Poblacional	90
2.3. Aceptabilidad del Proyecto	92



**Prof. Dr. Juan Francisco Facetti**  
con la asistencia de Walter Groehn

**Catedra de Evaluación y Gestión Ambiental**  
**Carrera de Ingeniería Geográfica y Ambiental**  
**Facultad de Ingeniería UNA**

**Octubre 2015**

## **Sumario**

El presente trabajo presenta un análisis de los estudios de impacto ambiental de dos plantas de conversión de uranio, una a ser construida en la Provincia de Formosa por la empresa DIOXITEK S.A y otra en Port Hope, Canadá, por la empresa CANECO. En particular se analizan: la descripción del ambiente y determinación de área de influencia directa e indirecta, los procesos de participación ciudadana, las instituciones y comisiones involucradas, la identificación de impactos, las medidas de mitigación, la gestión residuos radiactivos y aspectos transfronterizos, los límites espacial y temporales del proyecto, las opciones de alternativas del proyecto y los planes y programas de monitoreo.

Se han encontrado importantes diferencias, entre ambos documentos, en varios aspectos que pueden dar consistencia y robustez a un estudio de impacto ambiental. En base a ello se presentan recomendaciones a las diferentes partes interesadas.

**Palabras Clave:** radioactividad, seguridad radiológica, ambiente, evaluación, impacto, Conversión de Uranio.

## **Abstract**

This paper presents an analysis of the environmental impact study of two uranium conversion facilities, one to be built in the Province of Formosa, Argentina by the company DIOXITEK SA and the other one in Port Hope, Canada, to be built by the company CANECO. In particular the follow aspects are analyzed: the description of the environment and determining the area of direct and indirect influence, citizen participation processes, institutions and community based organizations involved, the identification of impacts, mitigation measures, the radioactive waste management and transboundary issues, the spatial and temporal boundaries of the project, the options of project alternatives and plans and monitoring programs.

Significant differences has been found between the two documents, in various aspects that can give consistency and strength to an environmental impact study. On this basis, recommendations are presented to the various stakeholders.

**Key words:** radioactivity, safety, environment, assessment, impact, conversion of uranium.

**Contenido**

1.	Antecedentes.....	3
2.	Metodología.....	4
3.	Resultados.....	4
3.1	Descripción del ambiente y determinación de área de influencia directa e indirecta.	4
3.2	Participación ciudadana.....	6
3.3	Instituciones y comisiones involucradas. ....	6
3.4	Identificación de impactos.....	7
3.5	Medidas de mitigación .....	10
3.5.1	Gestión Residuos Radiactivos y Aspectos Transfronterizos .....	11
3.6	Análisis de los límites espacial y temporales del proyecto .....	11
3.7	Análisis comparativo de opciones alternativas del proyecto.....	12
3.8	Planes y programas de monitoreo.....	13
4.	Conclusiones.....	13
5.	Recomendaciones .....	15
6.	Referencias bibliográficas .....	18
7.	Anexo .....	20

## **1. Antecedentes**

Según el Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA), en la actualidad, 438 reactores nucleares generan aproximadamente el 16 por ciento de la electricidad del mundo. En nueve países, más del 40 por ciento de la producción energética procede de la energía nuclear. Un componente vital del proceso de producción de energía atómica es la conversión del concentrado de uranio, proveniente de los centros mineros fabriles o dióxido de uranio ( $UO_2$ ) proveniente de procesos químicos, obteniendo como producto final  $UO_2$  de pureza nuclear, materia prima esencial para la obtención de energía (IAEA, 2015).

Los precios de uranio se encuentran en US\$ 110 / kg U de Diciembre de 2014. A pesar de que se informó de considerables inversiones en exploración y desarrollo de uranio, muchos proyectos mineros nuevos se retrasarían. Brasil espera comenzar una nueva operación de la minería a cielo abierto en los depósitos Engenho en 2015. Se espera que esta mina produzca aproximadamente 286 t U por año. El mineral será procesado en el molino Caetit  existente, que también está programado para producir 670 t U / año en total a partir de 2015 (IAEA, 2015).

Seis países (Canadá, China, Francia, la Federación de Rusia, el Reino Unido y Estados Unidos) operan plantas a escala comercial para la conversión de octaoxido de triuranio ( $U_3O_8$ ), de hexafluoruro de uranio ( $UF_6$ ). Pequeñas instalaciones de conversión est n en operación en Argentina, Brasil, la República Islámica del Irán, Japón y Pakistán. En los EEUU se utiliza el proceso de volatilidad seca de fluoruro, mientras que todos los otros convertidores utilizan un proceso húmedo. La capacidad de conversión mundial anual total se ha mantenido constante en alrededor de 76.000 t U como  $UF_6$  al año (IAEA, 2015).

La evaluación de impacto ambiental, es una herramienta gestión ambiental de carácter preventivo, que tiene el objetivo de evaluar los impactos negativos y positivos que las políticas, planes, programas y proyectos generan sobre el medio ambiente, y se proponen las medidas para ajustarlos a niveles de aceptabilidad (Facetti, Kawai 2013). En el caso de emprendimientos nucleares, es muy importante para determinar la factibilidad de los mismos, teniendo en cuenta el gran alcance de sus posibles impactos.

Los residuos radiactivos, generados dentro del ciclo de combustibles nucleares, representan uno de los impactos más importantes debido a que presentan una gran complejidad, desde su producción, tratamiento, transporte hasta su disposición final. Estos residuos poseen un gran potencial para dañar el ambiente y la salud humana, es por eso que la toma de decisiones y acciones sobre los mismos traen consigo grandes desafíos en cuanto a su manejo y establecimiento de políticas adecuadas.

Otro de los aspectos importantes es el monitoreo de la radioactividad, pieza fundamental del plan de gestión ambiental de un emprendimiento de esta índole, que no solo debe realizarse para verificar el cumplimiento de las normas nacionales e internacionales, sino para medir más que eso, por ejemplo la radioactividad en el aire,

verificar las emisiones de plantas tanto locales como extranjeras, muestreos de suelo para identificar la acumulación de radiación a largo plazo, mediciones en ingredientes de comestibles para monitorear la migración de radio nucleídos en las cadena alimenticia, entre otros. Así también los programas de monitoreo de radiactividad en aguas superficiales, aguas subterráneas, suelo y vegetación, son fundamentales en caso de accidentes donde se libere radiación, esto para tomar las decisiones adecuadas con el fin de minimizar las consecuencias de los mismos y verificar la efectividad de esas decisiones.

Es importante realizar un análisis entre procedimientos de evaluación de impacto ambiental, con la finalidad de establecer una base comparativa de información y criterios utilizados y generados a partir de la experiencia de distintos mecanismos de evaluación de impacto ambiental.

## **2. Metodología**

En primer lugar se recurrió a la revisión literaria de fuentes secundarias de materiales bibliográficos como resúmenes y las guías de Evaluación de Impacto Ambiental. Así también ante las dudas encontradas, se prosiguió a la consulta con las instituciones pertinentes de cada país.

Luego se procedió al análisis comparativo de los Estudios de Evaluación de Impacto Ambiental (EsEvIA) de las plantas de conversión de uranio situadas en Port Hope (CAMECO 2012), Canadá y en Formosa, Argentina, (DIOXITEK 2014) respectivamente. En el mismo orden se utilizaron las Guías del IAEA. 2010. Safety of Conversion Facilities and Uranium Enrichment Facilities. Specific Safety Guide. No. SSG-5.

## **3. Resultados**

### **3.1 Descripción del ambiente y determinación de área de influencia directa e indirecta.**

#### **a) EsEvIA DIOXITEK:**

Este Estudio, describe con detalle el ambiente físico, socioeconómico y de infraestructura de la región donde se planea llevar a cabo el proyecto, los componentes de cada uno de ellos se presenta seguidamente:

#### Medio Ambiente Físico

- Geología
- Geomorfología
- Riesgo sísmico, recursos hídricos
- Aguas superficiales
- Aguas subterráneas
- Relaciones entre agua superficial y subterránea
- Atmósfera

- |                           |                       |                           |
|---------------------------|-----------------------|---------------------------|
| • Clasificación climática | • Humedad             | • Flora                   |
| • Variables atmosféricas  | • Presión atmosférica | • Fauna, áreas protegidas |
| • Temperatura             | • Vientos             |                           |
| • Precipitaciones         | • Nivel sonoro        |                           |

#### Medio Ambiente Socioeconómico y de Infraestructura

- |  |                                      |
|--|--------------------------------------|
| • Provincia de Formosa                                 | • Indicadores de condiciones de vida |
| • Densidad poblacional                                 | • Departamento de Formosa            |
| • Composición poblacional                              | • Densidad y estructura poblacional  |
| • Pueblos originarios                                  |                                      |
| • Actividades económicas                               |                                      |
| • Uso y ocupación del suelo en relación a la industria |                                      |

Así también, en el documento se expresa la ubicación donde se realizará el proyecto, pero no se determina con precisión el área de influencia directa e indirecta, aunque hace mención a un área de influencia cuando describe el nivel sonoro del lugar.

#### **b) EsEvIA de PORT HOPE CANADA:**

Describe el ambiente existente en el área del proyecto:

##### Ambiente biofísico

- |  |                              |
|--|------------------------------|
| • Ambiente atmosférico                     | • Ambiente acuático          |
| • Radiación                                | • Ambiente terrestre         |
| • Geología e hidrogeología                 | • Uso del suelo y transporte |
| • Hidrología y calidad de agua superficial |                              |

##### Ambiente socioeconómico

- Recursos físicos y culturales
- Condiciones socioeconómicas
- Intereses indígenas

El documento canadiense describe para cada uno estos factores citados, sus límites espaciales con sus distintas características y el área de influencia con detalle.

### 3.2 Participación ciudadana.

El estudio de impacto ambiental argentino, hace referencia *sin mayores detalles* a la participación ciudadana, en la declaración de su política Ambiental.

Sin embargo el EsEvIA Canadiense, contiene un apartado referido a la consulta pública, donde menciona el acercamiento con la comunidad se lleva a cabo inclusive *dos años antes del inicio* de la elaboración del Estudio de Evaluación Ambiental. En este marco, la comunicación entre el proponente y la ciudadanía se realiza a través de reuniones con distintos comités de la sociedad civil, líneas telefónicas gratuitas, avisos en la prensa escrita, radial y televisiva además de encuestas y audiencias. También crea una comisión especial con los “stakeholders”; ciudadanos que se ven más afectados con relación al proyecto debido a las externalidades de la misma. Así también se incluye la participación de las comunidades indígenas, consultándolos sobre su interés sobre el proyecto.

Es así que en Canadá se reciben los comentarios y problemáticas planteadas por los ciudadanos y a través de una revisión de los mismos, son incluidas como componentes a tener en cuenta en los lineamientos de la evaluación ambiental.

Las diferencias encontradas se resumen en el siguiente Cuadro.

Cuadro 1. Diferencias entre EsEvIA's en cuanto a participación ciudadana.

EsEvIA Argentino	EsEvIA Canadiense
Participación ciudadana en Declaración de política ambiental	Trabajo con ciudadanos anterior al proyecto
	Creación de comisiones especiales
	Inclusión de comunidades indígenas
	Inclusión de posturas ciudadanas en los lineamientos del EsEvIA.

### 3.3 Instituciones y comisiones involucradas.

#### Argentina

- Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable
- Secretaría de Energía
- Autoridad regulatoria nuclear
- Comisión Nacional de Energía Atómica
- Ministerio de Producción y Ambiente (Provincia de Formosa)
- Secretaría de Obras Públicas y Transporte
- Ministerio de Trabajo, Empleo y Seguridad Social

#### Canadá

- Environment Canada (EC);
- Health Canada (HC);
- Department of Fisheries and Oceans Canada (DFO);

- Natural Resources Canada (NRCan);
- Department of Indian and Northern Affairs (DIAND);
- Transport Canada (TC);
- Canadian Environmental Assessment Agency (CEA Agency);
- Ontario Ministry of the Environment (MOE); and
- Local Municipal Governments.

### 3.4 Identificación de impactos

#### a) EsEvIA Argentino

Explica la metodología a utilizarse para la identificación de impactos, una matriz de doble entrada, donde las filas son las actividades y las columnas el medio, considerando los medios natural y antrópico.

Medio Natural	Biodiversidad	Fauna
		Flora
	Atmosfera	Calidad
	Suelo	Topografía
		Composición
		Estructura
		Cubierta
		Resiliencia
	Agua superficial	Calidad
		Morfología
Agua subterránea	Calidad	
	Recurso hídrico	
Medio Antrópico	Microclima laboral	Personal
		Infraestructura
	Laboral	Nivel de empleo
	Económico	Nivel de consumo
		Ingresos económicos
	Calidad de vida	Salud
		Infraestructura de servicios
Percepción del trabajo.		

Analiza estas interacciones en las etapas de construcción y operación de la planta, denotando su tipo (positivo, negativo o neutro), su magnitud, persistencia entre otros.



**b) EsEvIA canadiense**

Similarmente explica la metodología a utilizar para la identificación de impactos, una matriz también con las actividades y con el ambiente biofísico y socioeconómico.

Ambiente biofísico	Ambiente atmosférico	Calidad de aire
		Ruido atmosférico
	Radiación	Radiación atmosféricas
		Radiación terrestre
		Radiación hidrológica, agua superficial y acuática.
		Radiación hidrogeológica
		Radiación miembros públicos
		Radiación trabajadores
		Salud y seguridad
	Geología e hidrogeología	Geología
		Hidrogeología
		Suelo
	Hidrología y calidad de agua superficial	Hidrología
		Calidad de agua superficial
		Calidad de Sedimentos
	Ambiente Acuático	Hábitat acuático
		Especies Acuáticas
	Ambiente terrestre	Especies y comunidades flora
		Especies y comunidades fauna
Uso del suelo y transporte	Uso del suelo	
	Paisaje y configuración visual	
	Transporte	
Ambiente socioeconómico	Recursos físicos y culturales	Recursos arqueológicos
		Recursos patrimoniales
		Recursos culturales
	Condiciones socioeconómicas	Población y economía de base
		Infraestructura comunitaria
		Servicios comunitarios
		Residentes y comunidad
	Intereses indígenas	Comunidades indígenas
		Uso tradicional del suelo

Así también forma parte de los factores socioeconómicos a tener en cuenta la afectación a la actividad turística, el valor de las propiedades, la operatividad de los negocios entre otros.

Además, el documento canadiense, agrega un aspecto relevante para este tipo de proyectos, que son los efectos que puede tener el ambiente sobre las actividades del proyecto. Algunos de estos factores son:

- Actividad sísmica
- Condiciones climáticas extremas (Vientos fuertes, tormentas de nieve, tornados, precipitaciones extremas, inundaciones)
- Cambio climático

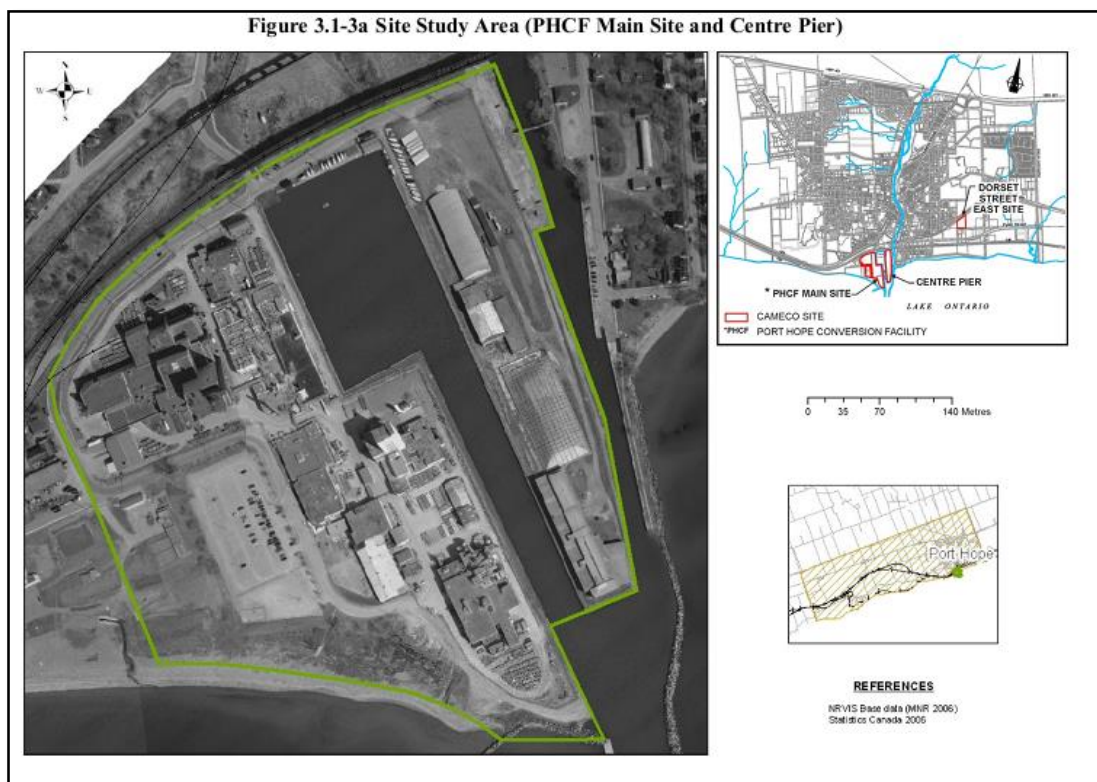
Así también el estudio de impacto ambiental canadiense, posee un apartado especial, refiriéndose a los efectos que podría tener sobre el ambiente, en caso de que *el emprendimiento sufra un accidente o un mal funcionamiento*, lo cual no contiene el EsEvIA Argentino.

Cuadro 2. Diferencias entre EsEvIA's en cuanto a la identificación de impactos.

EsEvIA Argentino	EsEvIA Canadiense
Efectos del proyecto en el ambiente	Efectos del proyecto en el ambiente
	Efectos del ambiente en el proyecto
	Efectos del proyecto en el ambiente en caso de mal funcionamiento o accidentes.

Por ejemplo, en el enfoque de efectos que puede tener el ambiente sobre el proyecto, el EsEvIA canadiense detalla como condiciones climáticas extremas, específicamente los vientos fuertes pueden afectar al proyecto, con roturas de ventanas, pérdida de paneles del techo, y penetración del agua, especialmente durante la construcción, y como medida a tomar en esas condiciones, el trabajo deberá detenerse hasta nuevo aviso.

Así también en el aspecto de los efectos en el ambiente en caso de accidente, un ejemplo sería, específicamente en el caso de un derrumbe de una protección costera, sus consecuencias, inundación de la zona de excavación, liberando varios contaminantes, incluidos combustibles, uranio, arsénico, flúor y amonio pudiendo contaminar aguas subterráneas.



Sitio del Área de Estudio Instalaciones de Conversión Port Hope (Tomado del EsEvIA CANECO, 2012)



Sitio del Proyecto Dioxitek, Formosa (Tomado del EsEvIA DIOXITEK, 2014)

### 3.5 Medidas de mitigación

En ambos documentos, luego de realizar la matriz proceden a describir las medidas de mitigación para cada actividad del proyecto. En el Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental (EsEvIA) canadiense, se observa una explicación más detallada y precisa sobre cada medida de mitigación a aplicar.

Por ejemplo, en el documento canadiense se refiere a la calidad de aire, este primeramente lo conceptualiza, cita los contaminantes involucrados ( $PM_{10}$ ,  $PM_{2.5}$  y  $NO_x$ ), los procesos donde son generados (construcción, demolición, transporte, operación) y finalmente explica las medidas de mitigación a llevar cabo en cada proceso, con el fin de eliminar o reducir dicha contaminación (Técnicas de reducción de polvos, mantenimiento de vehículos, entre otros). Mientras que el Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental (EsEvIA) de DIOXITEK, menciona que durante las diferentes actividades se producirán vapores, polvos que afectaran a la calidad de la atmosfera, y que se generaran procedimientos para su minimización.

Otros ejemplos relevantes son las acciones a tomar que en caso de accidentes (incendio, explosión, derrames), en el EsEvIA canadiense describe la metodología utilizada para analizar los distintos escenarios posibles en caso de algún tipo de accidente. Menciona medidas preventivas y de mitigación, el entrenamiento del personal, el establecimiento de equipos de respuestas y la organización de transporte en caso de emergencias. Así también menciona para cada escenario posible (rotura de cañerías, derrames de combustible, liberación de  $UF_6$ , etc.) una explicación de ese evento, los potenciales efectos del mismo, y medidas preestablecidas para cada uno de ellos.

En el EsEvIA argentino, menciona cada tipo de evento que puede suceder, explica que durante las obras habrá un servicio de seguridad e higiene que controlara las medidas de seguridad y que todo el personal estará capacitado para enfrentar esos posibles eventos. Así también describe el monitoreo y mantenimiento de maquinarias para asegurar su correcto funcionamiento.

### 3.5.1 Gestión Residuos Radiactivos y Aspectos Transfronterizos

En ambos documentos se describen metodologías y procedimientos similares a la hora del manejo, tratamiento y disposición final de los residuos radiactivos, ya sean estos, efluentes gaseosos, líquidos o residuos sólidos.

Ambos proyectos también comparten la particularidad de estar ubicados en zonas fronterizas, esto es una característica muy importante, por que como ya se ha mencionado anteriormente, esto acentúa la problemática de los residuos radiactivos por los conflictos de intereses entre partes.

Esto es tenido en cuenta en el EsEvIA canadiense donde menciona los acuerdos en vigor con el país vecino, en este caso Estados Unidos, específicamente el *Canada-US Agreement Concerning the Transboundary Movement of Hazardous Waste*, el cual se presenta en el anexo. Sin embargo en el EsEvIA de DIOXITEK no se menciona la gestión de posibles acuerdos con el Paraguay para el manejo de los residuos ni al monitoreo de la radiactividad ambiental.

### 3.6 Análisis de los límites espacial y temporales del proyecto

#### a) EsEvIA argentino

En este documento *no se encuentra* un apartado con información en esta materia.

#### b) EsEvIA canadiense

En este documento se puede encuentra un análisis de límites espaciales y temporales del proyecto de la planta de conversión de uranio.

Los límites temporales son definidos como periodos de tiempo en que los efectos ambientales fueron evaluados. Tienen en cuenta la etapa de construcción, operación e inclusive la fase de desmantelamiento de la planta.

En cuanto a los limites espaciales, se definen tres categorías, Área de estudio regional, local y sitio, cada una de ellas con distintas características en cuanto a la afectación del proyecto sobre ellas.

Cuadro 3. Diferencias entre EIA's en cuanto al análisis de limites espaciales y temporales.

EsEvIA Argentino	EsEvIA Canada
No cuenta con dicho análisis.	Análisis de limites espaciales y temporales



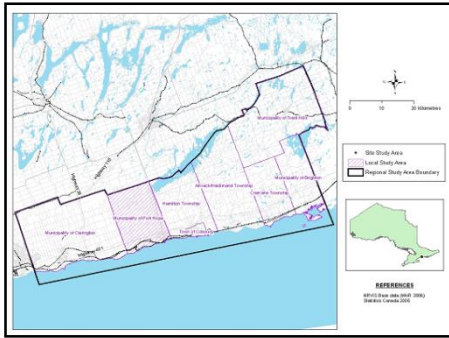


Figura 1. Área de estudio regional, incluye a distintos municipios los cuales pueden verse afectados por el proyecto. (Tomado de *Comprehensive Study Report for the Redevelopment of the Port Hope Conversion Facility* )

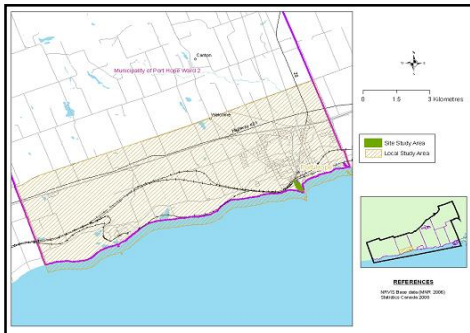


Figura 2. Área de estudio local, parte afectada del municipio de Port Hope, Canadá. (Tomado de *Comprehensive Study Report for the Redevelopment of the Port Hope Conversion Facility*)

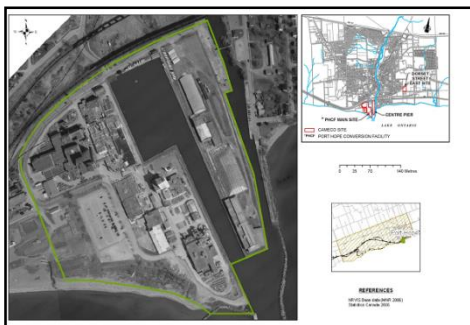


Figura 3. Área de estudio del sitio, ubicación exacta donde se llevara a cabo el proyecto y su zona colindante. (Tomado de *Comprehensive Study Report for the Redevelopment of the Port Hope Conversion Facility*)

### 3.7 Análisis comparativo de opciones alternativas del proyecto

El documento argentino manifiesta una única alternativa de su proyecto, en cuanto a distribución de planta. Especifica detalles de construcción, seguridad, iluminación, controles para ingreso, así también se detallan aspectos sobre la circulación vehicular, la parquización, el manejo de residuos de las obras entre otros.

Por otra parte el documento canadiense, expresa *distintas alternativas* de su proyecto, cuatro planes maestros sobre el concepto del diseño del emprendimiento con distintas disposiciones en planta, teniendo en cuenta varios componentes y su efecto sobre las adyacencias del sitio, las condiciones operacionales, consideraciones ambientales, manejo del tráfico entre otros.

Cuadro 4. Diferencias entre EIA's en cuanto al análisis de alternativas del proyecto

EsEvIA Argentino	EsEvIA Canada
Una alternativa de emplazamiento	Alternativas de emplazamiento
	Análisis y selección de diseño más adecuado

El análisis de alternativas del proyecto está plasmado en el EsEvIA canadiense, no así en el EsEvIA argentino.

### 3.8 Planes y programas de monitoreo

En EsEvIA argentino, contiene un plan de monitoreo, donde menciona el recursos a monitorear y el cronograma para realizarlo. Pero en documentos anexos al estudio de impacto ambiental, detallan aspectos tales como la metodología, puntos de muestreo entre otros. Los componentes monitoreados son suelo y napas, efluentes gaseosos y calidad de aire.

El EsEvIA canadiense posee una sección donde define cada componente a ser monitoreado y detalla los posibles contaminantes que puedan afectar a ese componente. Así también describe el muestreo de cada componente a monitorear. En este caso los componentes monitoreados son, aire, agua superficial, aguas subterráneas, fauna íctica, suelo y vegetación, ruido.

Cuadro 5. Diferencias entre EsEvIA's en cuanto a los planes y programas de monitoreo.

<b>EsEvIA Argentino</b>	<b>EsEvIA Canada</b>
Componente a monitorear y cronograma	Componente a monitoreas, contaminantes, datos de muestreo
Monitoreo de suelo, napas, efluentes gaseosos y calidad de aire	Monitoreo de aire, agua superficial, aguas subterráneas, fauna íctica, suelo y vegetación, ruido.

## 4. Conclusiones

En general, es poco probable que todos los criterios deseables se puedan cumplir y los riesgos a la seguridad radiológica que plantean sucesos externos significativos disparadores (por ejemplo, terremotos, accidentes aéreos, incendios y condiciones meteorológicas extremas), deberían dirigir/conducir el proceso de evaluación del sitio.

Estos riesgos deben ser compensados por medio de disposiciones adecuadas de diseño y las limitaciones en los procesos y operaciones, así como los posibles acuerdos económicos.

Los dos Estudios de Impacto Ambiental analizados y comparados realizan una completa descripción del medio en el cual se llevara a cabo el proyecto, como por ejemplo, fauna, flora, recursos hídricos, suelo, características socioeconómicas, etc. En cuanto a la determinación del área de influencia del proyecto, el EsEvIA canadiense lo hace *detalladamente* sobre cada componente del medio, no así el EsEvIA argentino donde ello *no se encuentra establecido*. Solo hace referencia, sin presentar estudios científicos que lo fundamenten de que el proyecto no tiene efectos transfronterizos.

Para determinar ello la densidad de población en las proximidades de una instalación de conversión de Uranio y la *dirección del viento predominante en el sitio* debe ser considerado en el proceso de evaluación del lugar para reducir al mínimo las

posibles consecuencias para la salud de las personas en caso de una liberación de productos químicos peligrosos (este estudio no fue identificado en el EsEvIA argentino).

Se encontró una marcada diferencia en un punto muy importante de la evaluación de impacto ambiental, *la participación ciudadana*. En el documento argentino la menciona en su declaración de su política ambiental, en cambio en el documento canadiense se hace una detallada explicación del proceso de participación ciudadana, la creación de comisiones, los medios de comunicación utilizados para la difusión, la inclusión de los pueblos originarios, entre otros aspectos bastante resaltantes.

En cuanto a las instituciones involucradas en los documentos de ambos países, son bastantes similares, en cuanto al número y al desempeño de sus funciones, las más resaltante es la Canadian Environmental Assessment Agency (CEA Agency), institución específicamente encargada de la evaluación de impacto ambiental de los proyectos y emprendimientos en Canadá.

En lo referente a la identificación de impactos, a diferencia del documento argentino, el canadiense tiene una mayor especificidad, resalta en el componente biofísico, la radiación (terrestre, atmosférica, hídrica, etc.) y en el componente socioeconómico los recursos físicos y culturales y la inclusión de los intereses indígenas tenidos en cuenta para el análisis de interacción. Así mismo, en el documento canadiense se analiza un enfoque muy interesante, el de prever los posibles efectos del medio sobre el proyecto, fenómenos que pudiesen afectar tanto de durante la construcción y operación de la planta, fenómenos climáticos extremos, actividad sísmica, cambio climático entre otros.

Otro punto interesante es la determinación de límites espaciales y temporales, llevado a cabo en el documento canadiense, donde se detallan los límites físicos y un cronograma preliminar para las distintas etapas del proyecto, donde sobresale la etapa de desmantelamiento, no incluida en el documento argentino.

Una herramienta resaltante aplicada en el documento canadiense es el análisis de alternativas del proyecto, el cual muestra cuál es el diseño más conveniente para la planta, logrando mayor eficiencia, evitando problemas para el municipio, comunidades aledañas y ambiente en general.

Por último cabe resaltar las diferencias en cuanto a los planes y programas de monitoreo. El documento canadiense contiene mayor cantidad de componentes a monitorear, por ejemplo vegetación, fauna íctica ruido y sedimentos, estos no incluidos en el EsIA argentino.

Visto lo expuesto se concluye que el documento canadiense en definitiva posee un mayor contenido y calidad información y tiene en cuenta un mayor número de factores a la hora de realizar la identificación de impactos ambientales.

## **5. Recomendaciones**

### **a. Descripción del ambiente y determinación de área de influencia directa e indirecta.**

- i. El documento argentino debería tener en cuenta y describir factores tales como recursos físicos y culturas; y los intereses de pueblos originarios.
- ii. El EsEvIA argentino debería delimitar su área de influencia directa e indirecta de manera general primeramente y trabajar sobre esta para determinar los efectos de sus actividades sobre los componentes que se encuentran dentro de esas áreas. Se recomienda realizar la delimitación de áreas de influencia de manera similar al EsEvIA canadiense, una delimitación por cada componente, por ejemplo límites para el ambiente atmosférico, para el ambiente hidrológico, ecosistemas acuáticos entre otros, ya que cada uno de estos varía de acuerdo a distintos factores en cada proyecto.

### **b. Participación ciudadana**

- i. El EsEvIA argentino debería contener con mayor amplitud detalles sobre la participación ciudadana, las metodologías a aplicarse, los resultados preliminares obtenidos del contacto con la comunidad, recibir y revisar las propuestas de los ciudadanos involucrados, todo lo que conlleva este proceso tan importante en este tipo de proyectos de gran envergadura. Se sugiere que el proponente acuerde con el Gobierno Paraguayo la misma metodología de consulta utilizada por los canadienses, a los vecinos de Neembucu, en particular Villa Oliva y Pilar.

### **c. Identificación de impactos**

- i. Se recomienda que el EsEvIA Argentino tenga un enfoque más amplio sobre el ambiente socioeconómico, las condiciones socioeconómicas, la afectación al turismo, el valor de las propiedades, operatividad de los negocios, entre otros. Un impacto que debe considerarse es el aumento de los gastos que deben realizar las autoridades de aplicación para el monitoreo de la presencia de uranio en suelos de pastoreo de ganado vacuno en territorio paraguayo y del agua del Rio Paraguay.



- ii. Así también debería incluirse en la identificación de impactos del efecto de la radiación, específicamente sobre cada uno de los componentes del ambiente, agua, suelo, aire, fauna y vegetación.
- iii. Es necesario el análisis de los efectos del proyecto en escenarios de accidentes, y los posibles efectos del ambiente sobre el proyecto (incluyendo riesgos de sismos, inundaciones, accidentes de aviación, etc.). En este último ejemplo, (accidentes de aviación), se debería verificar que la Planta de Conversión no se encuentre en la ruta de aproximación/despegue del Aeropuerto Internacional de Formosa.

**d. Residuos radiactivos**

- i. Es altamente recomendable el establecimiento de un instrumento bilateral entre Argentina y Paraguay, donde se definan las pautas, procedimientos y protocolos a seguir con respecto al manejo de los residuos peligrosos, en este caso radiactivos. Una comunicación clara entre todos los actores involucrados es vital para la correcta gestión de estos complejos residuos.
- ii. Paraguay no ha ratificado la Convención de Gestión de Combustible Gastado y Residuos Radiactivos, por lo cual se sugiere su pronta remisión al Congreso Nacional para su tratamiento.
- iii. Medidas de protección del ambiente y los trabajadores como la instalación de filtros primarios, que se encarguen principalmente del uranio particulado y diseño de barreras que abarquen el equipamiento de los procesos en sí. Se deben adoptar distintos niveles de barreras de acuerdo a la significancia del riesgo de cada etapa y equipo. Mínimamente se requiere una doble barrera y de manera optima una triple. Así también sistemas de ventilación de gases para los sistemas de contención deben contar con mecanismos de limpieza de los mismos, como por ejemplo un depurador húmedo. Estas medidas son recomendadas por la *International Atomic Energy Agency (2010)*.

**e. Planes y programas de monitoreo**

- i. Así como en el punto anterior, es preciso establecer un instrumento bilateral, en cuanto a planes y programas de monitoreo de radiactividad, dada la cercanía del proyecto con Paraguay. Por ejemplo; debido a la proximidad con el Rio Paraguay debería incluirse el monitoreo el agua cruda, la fauna íctica y de la vegetación por el efecto que podría tener la

dispersión del uranio en caso de explosión y su liberación, sobre pastizales del lado paraguayo.

**f. Otros análisis pertinentes**

- i. También deberían incluirse dos análisis muy importantes, el análisis de alternativas del proyecto y el análisis de los límites espaciales y temporales del proyecto. El primero para plantear cuales opciones se tendrían para el emplazamiento y diseño de la planta, y luego determinar la más conveniente. El segundo es importante, ya que se definen los límites espaciales en los cuales puede afectar el proyecto en cada componente del ambiente, y así también los temporales un cronograma del proyecto, su vida útil, incluyendo una etapa importante, la de desmantelamiento.

**g. Funciones de seguridad radiológica para las instalaciones de conversión y que están ausentes en el EsEvIA DIOXITEK.**

Existe un riesgo de criticidad sólo si la instalación de conversión de uranio procesa  $^{235}\text{U}$  con una concentración superior al 1%. Las funciones de seguridad radiológica cuya falla puede conducir a la liberación de material radiactivo o emisión de sustancias químicas que tienen posibles consecuencias radiológicas para los trabajadores, la comunidad o el medio ambiente, son aquellos diseñados para:

- (1) Prevención de la criticidad;
- (2) El confinamiento para la prevención de las emisiones que podrían conducir a la exposición interna y para la prevención de las emisiones de sustancias químicas;
- (3) La protección contra la exposición externa.

El principal peligro es la posible liberación de productos químicos, especialmente HF y UF<sub>6</sub>. Controles para abordar este peligro permitirán proteger adecuadamente contra la exposición de radiación interna.

**h. Evaluación de las posibles consecuencias radiológicas o químicas asociadas**

En el EsEvIA argentino está ausente un análisis de escenarios de accidentes los cuales deberían incluir:

- (a) Análisis de las condiciones reales en el lugar y condiciones que se esperan en el futuro.
- (b) La identificación de los trabajadores y miembros del público que posiblemente podrían verse afectados por los accidentes; es decir, un "grupo crítico" de las personas que viven en las proximidades de la instalación.

- (c) Especificación de las configuraciones de las instalaciones, a los procedimientos de operación correspondientes y controles administrativos para las operaciones.
- (d) Identificación y análisis de las condiciones en las instalaciones, incluyendo los eventos internos y externos desencadenantes que pueden conducir a una liberación de material o energía con el potencial de efectos adversos, el plazo para las emisiones y el tiempo de exposición, de conformidad con los escenarios razonables .
- (e) Especificación de las estructuras, sistemas y componentes importantes para la seguridad que pueden ser instalados para reducir la probabilidad y para mitigar las consecuencias de los accidentes.
- (f) Caracterización de la fuente (materiales, masa, velocidad de liberación, la temperatura, etc.).
- (g) Identificación y análisis de las vías de transporte intra-instalación para el material que se libera.
- (h) Identificación y análisis de vías por las que el material que se libera podría ser dispersados en el medio ambiente.
- (i) La cuantificación de las consecuencias para los individuos identificados en la evaluación de la seguridad.

#### **i. Alternativas del proyecto**

Como fuera mencionado el EsEVIa argentino presenta una única alternativa del proyecto, en cuanto a distribución de planta. No especifica *distintas alternativas* del emplazamiento ni planes maestros sobre el concepto del diseño del emprendimiento con distintas disposiciones en planta.

Esto permitirá determinar el diseño más eficiente del proyecto, con un menor impacto sobre el ambiente próximo. Se sugiere realizar al menos dos alternativas al proyecto actual y analizar la mejor de ellas, acuerdo a los siguientes criterios: los componentes y su efecto sobre las adyacencias del sitio, las condiciones operacionales, consideraciones ambientales, manejo del tráfico entre otros.

#### **6. Referencias bibliográficas**

Abellan, L. (2012). *Comprehensive Study Report for the Redevelopment of the Port Hope Conversion Facility.*, correo electrónico a Groehn, W (groehnwalter@gmail.com), 30 de Julio de 2015 [Accesado el día 30 de julio de 2015]

Agreement Between the Government of Canada and the Government of the United States of America Concerning the Transboundary Movement of Hazardous Waste.1986. Environmental Canada-International Agreements. Government of Canada.

Blowers, A. (1998). "Transboundary transfers of hazardous and radioactive wastes" en *Environmental Policy in an International Context. Vol 2 pp 151-186.*

Dioxitek S.A 2014. "Estudio de Impacto Ambiental de los proyectos del Polo Científico, Tecnológico y de Innovación y del Proyecto de la Nueva Planta de procesamiento de Uranio (NPU) presentado por la Empresa DIOXITEK SA." En *Portal oficial del gobierno de la provincia de Formosa.* [En línea]. Formosa, disponible en: <https://www.formosa.gob.ar/modulos/produccion/templates/files/polocientifico/dioxitek/dioxitex.pdf>

Dioxitek S.A 2014. "Adenda, las respuestas a las observaciones formuladas en la NOTA N° 070/14 del 31 de julio de 2014" En: *Portal oficial del gobierno de la provincia de Formosa.* [En línea]. Formosa, disponible en: <https://www.formosa.gob.ar/modulos/produccion/templates/files/polocientifico/dioxitek/adenda1.pdf>

Dioxitek S.A 2014. "Adenda, las respuestas a las observaciones formuladas en la NOTA N° 093/14 del 16 de septiembre de 2014". En *Portal oficial del gobierno de la provincia de Formosa.* [En línea]. Formosa, disponible en: <https://www.formosa.gob.ar/modulos/produccion/templates/files/polocientifico/dioxitek/adenda2.pdf>

Engelbrecht, R. Schwaiger, M. (2008). "State of the art of standard methods used for environmental radioactivity monitoring". *Applied radiation and isotopes.* Vol 66. Pp 1604-1610.

Facetti J. F. Kawai H. Ed. (2013). "Manual Técnico Para la Gestión del Saneamiento Ambiental". Tomo I: ISBN: 9789995326517.

INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY. 2015. Nuclear Technology Review 2015.

INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY. 2010. Safety of Conversion Facilities and Uranium Enrichment Facilities. Specific Safety Guide. No. SSG-5

Organización de Naciones Unidas. 2015. "Energía Atómica" en *Programas y actividades del sistema de naciones unidas.* [En línea]. New York, disponible en: <http://www.un.org/es/globalissues/atomicenergy/>

Senes Consultants Limited. 2006. Project description Cameco Vision 2010 Port Hope conversion facility. En *Portal Oficial CAMECO, Fuel Service.* [En línea]. Port Hope. Disponible en: [http://www.cameco.com/fuel\\_services/pdf/vision/Cameco\\_-\\_project\\_description.pdf](http://www.cameco.com/fuel_services/pdf/vision/Cameco_-_project_description.pdf).

## 7. Anexo

### ***Agreement Between the Government of Canada and the Government of the United States of America Concerning the Transboundary Movement of Hazardous Waste (consolidated text)***

*Note: This is a consolidated text of the 1986 Agreement and its 1992 Amendment for public use only, and does not constitute an "official" text.*

The Government of Canada (Canada), and the Government of the United States of America (the United States), hereinafter called "The Parties":

**Recognizing** that severe health and environmental damage may result from the improper treatment, storage, and disposal of hazardous waste and other waste;

**Seeking** to ensure that the treatment, storage, and disposal of hazardous waste and other waste are conducted so as to reduce the risks to public health, property and environmental quality;

**Recognizing** that the close trading relationship and the long common border between the United States and Canada engender opportunities for a generator of hazardous waste and other waste to benefit from using the nearest appropriate disposal facility, which may involve the transboundary shipment of hazardous waste and other waste;

**Recognizing** further that the most effective and efficient means of achieving environmentally sound management procedures for hazardous waste crossing the United States-Canada border is through cooperative, efforts and coordinated regulatory schemes;

**Believing** that a bilateral agreement is needed to facilitate the control of transboundary shipments of hazardous waste and other waste between the United States and Canada;

**Reaffirming** Principle 21 of the 1972 Declaration of the United Nations Conference on the Human Environment, adopted at Stockholm, which asserts that states have, in accordance with the Charter of the United Nations and the principles of international law, the sovereign right to exploit their own resources pursuant to their own environmental policies and the responsibility to ensure that activities within their jurisdiction or control do not cause damage to the environment of other states or of areas beyond the limits of national jurisdiction;

**Taking** into account Organization for Economic Co-operation and Development (OECD) Council Decisions and Recommendations on transfrontier movements of hazardous wastes, the United Nations Environment Program Cairo Guidelines and Principles for the Environmentally Sound Management of Hazardous Waste, and resolutions of the London Dumping Convention,

Have agreed as follows:

#### Article 1 - Definitions

For the purposes of this Agreement:

(a) **Designated Authority** means, in the case of the US Environmental Protection Agency (US EPA) and, in the case of Canada, the Department of the Environment.

(b) **Hazardous Waste** means with respect to Canada, hazardous waste, and with respect to the United States, hazardous waste subject to a manifest requirement in the United States, as defined by their respective national legislations and implementing regulations.

(c) **Country of Export** means the country from which the shipment of hazardous waste originated.

(d) **Country of Import** means the country to which hazardous waste and other waste is sent for the purpose of treatment, storage (with the exception of short-term storage incidental to transportation) or disposal.

(e) **Country of Transit** means the country which is neither the country of export nor the country of import, through whose land territory or internal waters hazardous waste and other waste is transported, or in whose ports such waste is unloaded for further transportation.

(f) **Consignee** means the treatment, storage (with the exception of short-term storage incidental to transportation) or disposal facility in the country of import and the name of the person operating the facility.

(g) **Exporter** means, in the case of the United States, the person defined as exporter, and in the case of Canada, the person defined as consignor, under their respective national laws and regulations governing hazardous waste and other waste.

(h) **Other Waste** means Municipal Solid Waste (MSW) that is sent for final disposal or for incineration with energy recovery, and residues arising from the incineration of such waste, as defined by the Parties' respective national legislation and implementing regulations, but excluding waste covered under paragraph (b) of this Article.

#### Article 2 - General Obligation

The parties shall permit the export, import, and transit of hazardous waste and other waste across their common border for treatment, storage, or disposal pursuant to the terms of their domestic laws, regulations and administrative practices, and the provisions of this Agreement.

#### Article 3 - Notification to the Importing Country

(a) The designated authority of the country of export shall notify the designated authority of the country of import of proposed transboundary shipments of hazardous waste and other waste.

(b) The notice referred to in paragraph (a) of this article may cover an individual shipment or a series of shipments extending over a twelve month or lesser period and shall contain the following information:

(i) The exporter's name, address and telephone number, and if required in the country of export, the identification number.

(ii) for each hazardous waste and other waste type and for each consignee:

- 1. A description of the hazardous waste and other waste to be exported, as identified by the waste identification number, the classification and the shipping name as required on the manifest in the country of export;*
- 2. The estimated frequency or rate at which such waste is to be exported and the period of time over which such waste is to be exported;*
- 3. The estimated total quantity of the hazardous waste and other waste in units as specified by the manifest required in the country of export;*
- 4. The point of entry into the country of import;*
- 5. The name and address of the transporter(s) and the means of transportation, such as the mode of transportation (air, highway, rail, water, etc.) and type(s) of container (drums, boxes, tanks, etc.);*
- 6. A description of the manner in which the waste will be treated, stored or disposed of in the importing country;*
- 7. The name and site address of the consignee;*
- 8. An approximate date of the first shipment to each consignee, if available.*

(c) The designated authority of the country of import shall have 30 days from the date of receipt of the notice provided pursuant to the date of receipt of the notice provided pursuant to paragraphs (a) and (b) of this article to respond to such notice, indicating its consent (conditional or not) or its objection to the export. Such response will be transmitted to the designated authority of the country of export. The date of receipt of the notice will be identified in an acknowledgement of receipt made immediately by the designated authority of the country of import to the country of export.

(d) If no response is received by the designated authority of the country of export within the 30 day period referred to in paragraph (c) of this article, the country of import shall be considered as having no objection to the export of hazardous waste and other waste described in the notice and the export may take place conditional

upon the persons importing the hazardous waste and other waste complying with all the applicable laws of the country of import.

(e) The country of import shall have the right to amend the terms of the proposed shipment(s) as described in the notice.

(f) The consent of the country of import, whether express, tacit, or conditional, provided pursuant to paragraphs (c) and (d) of this article, may be withdrawn or modified for good cause. The Parties will withdraw or modify such consent insofar as possible at the most appropriate time for the persons concerned.

(g) For the purposes of this Article and Article 5, manifest-related requirements may, with respect to other waste, be substituted by alternative tracking requirements.

#### Article 4 - Notification to the Transit Country

(a) The designated authority of the country of export shall notify the designated authority of the country of transit of the proposed shipment of hazardous waste and other waste at least 7 days prior to the date of the shipment. The notice shall include the information specified in paragraph (b) of Article 3, with the following exceptions:

(i) The points of entry into and departure from the country of transit shall be provided in lieu of the entry point(s) into the country of import; and

(ii) A description of the approximate length of time the hazardous waste and other waste will remain in the country of transit and the nature of its handling while there shall be submitted instead of a description of the treatment, storage, or disposal of the waste in the country of import.

#### Article 5 - Cooperative Efforts

1. The Parties will cooperate to ensure, to the extent possible, that all transboundary shipments of hazardous waste and other waste comply with the manifest requirements of both countries.
2. The Parties will cooperate in monitoring and spot-checking transboundary shipments of hazardous waste and other waste to ensure, to the extent possible, that such shipments conform to the requirements of the applicable legislation and of this Agreement.
3. To the extent any implementing laws and regulations are necessary to comply with this Agreement, the Parties will act expeditiously to issue such regulations consistent with domestic law. Pending such issuance, the Parties will make best efforts to provide notification in accordance with this Agreement where current regulatory authority is insufficient. The Parties will provide each other with a diplomatic note upon the issuance and the coming into effect of any such laws and regulations.



#### Article 6 - Readmission of Exports

The country of export shall readmit any shipment of hazardous waste and other waste that may be returned by the country of import or transit.

#### Article 7 - Enforcement

The Parties shall ensure, to the extent possible, that within their respective jurisdictions, their domestic laws and regulations are enforced with respect to the transportation, storage, treatment and disposal of transboundary shipments of hazardous waste and other waste.

#### Article 8 - Protection of Confidential Information

If the provision of technical information pursuant to articles 3 and 4 would require the disclosure of information covered by agreement(s) of confidentiality between a Party and an exporter, the country of export shall make every effort to obtain the consent of the concerned person for the purpose of conveying any such information to the country of import or transit. The country of import or transit shall make every effort to protect the confidentiality of such information conveyed.

#### Article 9 - Insurance

The Parties may require, as a condition of entry, that any transboundary movement of hazardous waste and other waste be covered by insurance or other financial guarantee in respect to damage to third parties caused during the entire movement of hazardous waste and other waste, including loading and unloading.

#### Article 10 - Effects on International Agreements

Nothing in this Agreement shall be deemed to diminish the obligations of the Parties with respect to disposal of hazardous waste and other waste at sea contained in the 1972 London Dumping Convention.

#### Article 11 - Domestic Law

The provisions of this Agreement shall be subject to the applicable laws and regulations of the Parties.

#### Article 12 - Amendment

This Agreement may be amended by mutual written consent of the Parties or their authorized representatives.

#### Article 13 - Entry into Force

This Agreement shall enter into force on November 8, 1986 and continue in force for five years. It will automatically be renewed for additional five year periods unless either Party gives written notice of termination to the other at least three months prior to the expiration of any five year period. In any five year period, this

Agreement may be terminated upon one year written notice given by one Party to the other.

**In witness where of**, the undersigned, being duly authorized by their respective Governments, have signed this Agreement.

**Done** at Ottawa, in duplicate, this 28th day of October, 1986, in the English and French languages, both texts being equally authentic.