

Argentina



EVALUACIÓN DE NECESIDADES TECNOLÓGICAS

ANTE EL CAMBIO CLIMÁTICO

Informe de Síntesis

Tecnologías para Adaptación



Este documento es resultado del Proyecto Evaluación de Necesidades Tecnológicas (ENT), financiado por el Fondo para el Medio Ambiente Mundial (GEF, por sus siglas en inglés) e implementado por el Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) y el UNEP-Risoe Centre (URC), en colaboración con los Centros Regionales Fundación Bariloche y Libélula, para el beneficio de los países participantes. El presente informe es resultado de un completo proceso dirigido por los países. Las opiniones e información contenidas en el mismo, son producto del Equipo ENT Nacional, liderado por el Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva.

Presidenta de la Nación

Dra. Cristina Fernández

Ministro de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva

Dr. Lino Barañao

**Secretaria de Planeamiento y Políticas en Ciencia, Tecnología e
Innovación Productiva**

Dra. Ruth Ladenheim

Subsecretario de Políticas en Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva

Lic. Fernando Peirano

RESPONSABLES Y COLABORADORES NACIONALES

REFERENTE EN MINISTRO DE CIENCIA, TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN PRODUCTIVA:	Marcela Gregori
COORDINACIÓN NACIONAL ENT:	Gabriel Blanco
EQUIPO TÉCNICO:	
Ministerio Agricultura Ganadería y Pesca	Flory Begenesic Miguel Iribarren Carla Pascale
Ministerio de Economía	Martín Chajo
Secretaría de Industria Comercio y PyME	Guillermo Bidone, Luciano Scarpanti
Secretaría de Energía	Alejandro Boldes Eugenia Caraccia María Cristina Giusti Juan Ignacio Paraca Mónica Servant
Secretaría Transporte	Rodrigo Tornquist
Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable – Dirección de Cambio Climático	Lucas Di Pietro María Eugenia Rallo
Subsecretaría de Recursos Hídricos	María Josefa Fioriti Silvia Mengo
Comisión Nacional de Energía Atómica	Laura Dawidowski Darío Gómez Emilio Menviell
Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria	Laura Finster Jorge Hilbert Graciela Magrin Miguel Taboada
Instituto Nacional del Agua - Recursos Hídricos	Dora Godniazki
Instituto Nacional de Tecnología Industrial - Director Centro de Energía	Mario Ogara
CONSULTORES:	Ana Lea Cukierman José Barbero Estela Santalla Enrique Puliafito Gabriel Vázquez
COLABORADORES:	Yanina Guthmann

PRÓLOGO

El acceso a tecnologías limpias y eficientes que permitan la producción de bienes y servicios utilizando la menor cantidad posible de recursos naturales es una necesidad urgente para acompañar el actual proceso de crecimiento de la Argentina y transformarlo en un proceso de desarrollo sustentable y compatible con los requerimientos que la comunidad científica internacional ha establecido para hacer frente al cambio climático.

Para la Argentina es prioridad que esas tecnologías se hagan accesibles mediante la innovación y el desarrollo local a través de su sistema científico y tecnológico; pero también, y en aquellas áreas donde sea necesario, mediante la transferencia y adopción de tecnologías ya desarrolladas en otras latitudes.

Para hacer este proceso más eficiente se requiere de un análisis previo que permita identificar y priorizar las necesidades tecnológicas en los diferentes sectores productivos del país. Es en este contexto que el proyecto de Evaluación de Necesidades Tecnológicas para Mitigación y Adaptación al Cambio Climático que aquí se presenta ha venido a llenar parte de ese espacio de análisis y discusión multidisciplinarios.

Este proceso ha permitido, en primer lugar, identificar áreas de trabajo prioritarias que en la mayoría de los casos abarcan más de un sector productivo. Es así como se ha decidido abordar áreas tales como la cogeneración de energía eléctrica y calor en la industria, el uso de residuos para la producción de energía, el transporte de productos agrícola-ganaderos, la mejora en tecnologías y prácticas agrícolas para reducir el uso de nitrógeno y, finalmente, el fortalecimiento de los sistemas de medición, monitoreo y gestión de datos climáticos, un área que por definición es de interés a todos los sectores económicos y productivos del país.

En segundo lugar, se han podido identificar y evaluar necesidades tecnológicas concretas que apuntan no sólo a mitigar o a adaptarse al cambio climático sino que contribuyen, también, con un desarrollo más sustentable de los diferentes sectores involucrados. Finalmente, se han identificado barreras aún existentes para el desarrollo, implementación y difusión de esas tecnologías y sugerido acciones que permitan superarlas y a las cuales se les ha dado forma de Plan de Acción.

Los resultados obtenidos servirán para establecer prioridades de este Ministerio a la hora de apoyar acciones y actividades de innovación y desarrollo tecnológico, así como también integrar acciones sugeridas para vencer barreras al desarrollo e implementación de tecnologías a diferentes programas e iniciativas que el Ministerio lleva adelante actualmente.

El proyecto de Evaluación de Necesidades Tecnológicas para Mitigación y Adaptación al Cambio Climático constituye un proceso fructífero para nuestro país. Su elaboración ha sido ardua; ha implicado la labor de importantes y numerosos investigadores y tecnólogos del país, así como de personal especialmente dedicado a la coordinación de los grupos de trabajo. Deseo agradecer a todos los que han participado de una u otra manera a lo largo de su desarrollo.

Dr. Lino Baraño
Ministro de Ciencia Tecnología e Innovación Productiva

ÍNDICE DE CONTENIDOS

RESUMEN EJECUTIVO	8
ASPECTOS GENERALES	21
1. INTRODUCCIÓN	22
1.1. Sobre el proyecto ENT.....	22
1.2. Desarrollo de la ENT a nivel nacional.....	
1.3. Políticas nacionales en Cambio Climático.....	
2. ARREGLOS INSTITUCIONALES	29
2.1. Estructura ENT nacional.....	
2.2. Involucramiento de partes interesadas.....	
3. SELECCIÓN DE SECTORES	32
3.1. Criterios y resultados de la selección de sectores de la ENT.....	32
3.2. Criterios y resultados de la selección del área de estudio para la ENT Adaptación.....	34
REPORTE OBSERVACIÓN Y MEDICIÓN DE VARIABLES CLIMÁTICAS E HIDROLÓGICAS	36
SECCIÓN I. CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO Y PRIORIZACIÓN DE TECNOLOGÍAS	37
1. CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO	38
1.1. Concepción esquemática para el análisis del área de estudio.....	38
1.2. Observación y medición de variables climáticas e hidrológicas. Nivel Nacional.....	40
1.2.1. Identificación de actores claves.....	40
2. PRIORIZACIÓN DE TECNOLOGÍAS	42
2.1. Proceso de priorización de tecnologías.....	43
2.1.1. Priorización del Objetivo 1: Ampliar en calidad y extensión cantidad la red de datos hidrometeorológicos.....	45
2.1.2. Priorización del Objetivo 2: Establecer un centro de datos o agencia climática.....	49
SECCIÓN II. ANÁLISIS DE BARRERAS Y RECOMENDACIONES PARA UN MARCO FACILITADOR	51
1. ANALISIS DE BARRERAS	51
2. RECOMENDACIONES PARA UN MARCO FACILITADOR	
SECCIÓN III. PLAN DE ACCIÓN TECNOLÓGICO	
1. INTRODUCCIÓN PLAN DE ACCIÓN TECNOLÓGICO.....	54
SECCIÓN IV. IDEA DE PROYECTO	59
1. DESARROLLO, CONSTRUCCIÓN E IMPLEMENTACIÓN DE UNA RED DE RADIÓMETROS DE MICROONDAS MULTIFRECUENCIA (RMO-MF).....	59
ANEXO I. LISTA DE ACTORES RELEVANTES INVOLUCRADOS	61
ANEXO II. FICHAS DE TECNOLOGÍAS PRIORIZADAS	63

ÍNDICE DE FIGURAS Y TABLAS

Figura R.E. 1.1: ESQUEMA DE LAS REDES Y ACTORES CLAVES DE LAS MEDICIONES HIDRO-METEOROLÓGICAS.....	12
Figura R.E.1.2: PROPUESTA DE UBICACIÓN DE INSTRUMENTOS NUEVOS.....	16
FIGURA 1.1: ESTRUCTURA INSTITUCIONAL ENT INTERNACIONAL Y NACIONAL.....	24
FIGURA 2.1. ESTRUCTURA ENT NACIONAL.....	29
Figura 3.1: DIMENSIONES.....	38
Figura 3.2: ESQUEMA DE LAS REDES Y ACTORES CLAVES DE LAS MEDICIONES HIDRO-METEOROLÓGICAS.....	41
Figura 4.1: PROPUESTA DE UBICACIÓN DE INSTRUMENTOS NUEVOS.....	46
Tabla R.E. 1.1. ESTRUCTURA DEL INFORME ENT ARGENTINA PARA ADAPTACIÓN.....	9
Tabla R.E 1.2: VARIABLES CLIMÁTICAS ESENCIALES (VCE), DEFINIDAS POR EL GLOBAL CLIMATE OBSERVING SYSTEM (GCOS).....	11
Tabla R.E. 1.3: REDES METEOROLÓGICAS.....	12
Tabla R.E. 1.4: REDES DE RADARES.....	12
Tabla R.E. 1.5: REDES HIDRO-METEOROLÓGICAS.....	12
Tabla R.E. 1.6: INSTRUMENTOS COMPLEMENTARIOS.....	13
Tabla R.E.1.7: OBJETIVO ESPECIFICO 1: Ampliar en calidad y extensión cantidad la red de datos hidrometeorológicos.....	14
Tabla R.E.1.8: OBJETIVO ESPECIFICO 2: Establecer un centro de datos o agencia climática.....	14
Tabla 1.1: OBJETIVOS DEL PROYECTO.....	22
Tabla 1.2: POLITICAS SECTORIALES EN CAMBIO CLIMÁTICO.....	27
Tabla 2.1: EQUIPO ENT.....	30
Tabla 2.2: EQUIPO CONSULTORES.....	30
Tabla 3.1: CRITERIOS DE SELECCIÓN.....	32
Tabla 3.2: SECTORES Y SUBSECTORES.....	32
Tabla 4.1: VARIABLES CLIMÁTICAS ESENCIALES (VCE), DEFINIDAS POR GCOS.....	39
Tabla 4.2: RED METEOROLÓGICA.....	40
Tabla 4.3: REDES HIDRO-METEOROLÓGICAS.....	40
Tabla 4.4: REDES DE RADARES.....	40
Tabla 5.1: MODELOS ACTUALMENTE DISPONIBLES.....	42
Tabla 5.2: INSTRUMENTOS COMPLEMENTARIOS.....	42
Tabla 5.3: RESULTADOS DEL PROCESAMIENTO DE ENCUESTAS Y ENTREVISTAS.....	43
Tabla 5.4: PROPUESTAS PARA ANALISIS MULTICRITERIOS. OBJETIVO 1.....	44
Tabla 5.5: PROPUESTAS PARA ANÁLISIS MULTICRITERIO. OBJETIVO 2.....	45
Tabla 5.6: RESUMEN DE COSTOS POR PERFIL.....	47
Tabla 5.7: RESUMEN DE COSTOS PARA N ESTACIONES.....	48
Tabla 6.1. PLAN DE ACCIÓN. OBSERVACIÓN Y MEDICIÓN DE VARIABLES CLIMÁTICAS E HIDROLOGICAS.....	55

Las Evaluaciones de Necesidades Tecnológicas (ENT) son parte del Programa Estratégico de Poznan sobre Transferencia de Tecnología, impulsado y acordado en 2008 en la 14ª Conferencia de las Partes de la Convención Marco de Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC).

El Fondo para el Medio Ambiente Mundial (GEF, por sus siglas en inglés) financia globalmente el proyecto ENT, siendo la División de Tecnología, Industria y Economía del Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) la agencia de implementación, con el apoyo técnico del Risoe Centre de Dinamarca. La ENT se desarrolla en aproximadamente 36 países, entre los cuales se encuentra la Argentina.

El propósito del proyecto ENT es apoyar a los países a identificar y analizar las necesidades prioritarias de tecnologías en mitigación y adaptación al cambio climático, incluyendo tecnologías blandas y duras, e identificar las principales barreras para su desarrollo, transferencia, implementación y difusión, así como establecer un Plan de Acción Tecnológico (PAT) con objetivos y medidas que contribuyan a crear un marco facilitador para el acceso a las tecnologías identificadas.

El Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva (MinCTIP) a través de la Secretaría de Planeamiento y Políticas en Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva dio impulso al proyecto ENT en Argentina iniciando el proceso a partir de 2010, creando una estructura conformada por un coordinador nacional, un Equipo ENT integrado por Organismos Nacionales y Agencias científicas-tecnológicas del Estado y un Equipo de Consultores especializados en las diferentes áreas de estudio.

El proceso ha permitido seleccionar 5 sectores y analizar tecnologías en mitigación aplicables a 4 de ellos y tecnologías en adaptación aplicables al área monitoreo de variables climáticas e hidrológicas. Los informes sobre tecnologías para Mitigación y Adaptación, se presentan por separado.

Los sectores analizados en el marco de la ENT han sido seleccionados considerando los criterios de aplicabilidad de los resultados a uno o varios subsectores, articulación con planes y programas existentes, y sinergias entre mitigación y adaptación. A su vez, cada tecnología propuesta por sector debía identificar su potencial de reducción de emisiones, contar con perspectivas de desarrollo local, generar beneficios adicionales al desarrollo y cubrir áreas de vacancia con respecto a la información disponible.

De acuerdo a estos criterios se han identificado las siguientes áreas y sectores para su análisis:

ADAPTACIÓN

- Tecnologías para la observación y medición de variables climáticas e hidrológicas.

MITIGACIÓN

- SECTOR ENERGÍA. Subsector Industria. Tecnologías para la cogeneración de energía eléctrica y calor aplicable a la pequeña y mediana industria de los subsectores agroalimentario y foresto-industrial.
- SECTOR TRANSPORTE. Subsector productos agrícolas. Sistemas multimodales de transporte aplicados a productos agrícolas.

- SECTOR RESIDUOS. Subsector Energía. Tecnologías para la producción de energía a partir de distintas corrientes de residuos.
- SECTOR AGRICULTURA. Tecnologías para la optimización del uso del nitrógeno en actividades agrícolas ganaderas.

Los sectores y subsectores correspondientes al Informe de Mitigación coinciden con aquellos identificados por la Segunda Comunicación Nacional del Gobierno de la República Argentina a la Conferencia de las Partes de la CMNUCC (SCN, 2007), como así también con otros estudios, como los más relevantes en términos de emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEIs).

El área observación y medición de variables climáticas e hidrológicas fue seleccionada de manera participativa, de acuerdo a criterios generales que rigieron la selección de los diversos sectores de la ENT. Cabe destacar el importante consenso entre los actores relevantes convocados, en la necesidad substancial de incrementar el monitoreo de las variables climáticas e hidrológicas, lo que quedó reflejado en el resultado de encuestas realizadas durante el proceso.

Abordar la temática en la ENT garantiza contar con una propuesta concreta cuya aplicación daría respuesta a la demanda de más y mejor información sobre variables climáticas e hidrológicas, lo que permitiría planificar mejores respuestas para la reducción de la vulnerabilidad de los diversos sectores y la adaptación a este fenómeno.

Dicha información, es relevante considerando que Argentina es potencialmente vulnerable a los impactos del cambio climático. Según la Segunda Comunicación Nacional del Gobierno de la República Argentina a la Conferencia de las Partes de la CMNUCC (SCN, 2007), su potencial vulnerabilidad esta dada por su perfil productivo, que presenta un alto porcentaje de exportaciones agrícolas y de manufacturas de origen agropecuarias, sumado a su alta dependencia de la generación hídrica para la producción de electricidad.

La Evaluación de Necesidades Tecnológicas en Adaptación (ENT) realizada en Argentina, tiene por objetivo mejorar las capacidades del país para monitorear las principales variables climáticas y generar información necesaria para contribuir a la reducción de la vulnerabilidad y adaptación de los diversos sectores frente los posibles impactos del cambio climático. El informe presenta la siguiente estructura:

Tabla R.E. 1.1. ESTRUCTURA DEL INFORME ENT ARGENTINA PARA ADAPTACIÓN	
ASPECTOS GENERALES	
1. INTRODUCCIÓN	<ul style="list-style-type: none"> • Sobre el proyecto ENT • Desarrollo de la ENT a nivel nacional • Políticas nacionales en cambio climático
2. ARREGLOS INSTITUCIONALES	<ul style="list-style-type: none"> • Estructura ENT nacional • Involucramiento de partes interesadas
3. SELECCIÓN DE SECTORES	<ul style="list-style-type: none"> • Criterios y resultados de la selección de sectores de la ENT • Criterios y resultados de la selección del área de estudio para la ENT Adaptación

REPORTE OBSERVACIÓN Y MEDICIÓN DE VARIABLES CLIMATICAS	
Sección I	<ul style="list-style-type: none"> • Caracterización del área de estudio • Priorización de tecnologías
Sección II	<ul style="list-style-type: none"> • Análisis de barreras • Marco facilitador
Sección III	<ul style="list-style-type: none"> • Plan de acción tecnológico
Sección IV	<ul style="list-style-type: none"> • Idea de proyecto

Los ejes centrales del análisis desarrollado en el informe son los elementos: **mediciones, productos y centros climáticos**. La caracterización del área de estudio y la priorización de tecnologías se estructuran en torno a los siguientes aspectos:

1. Identificación de las redes de monitoreo del clima y del tiempo e hidrológicas en Argentina y su aporte a las redes internacionales.
2. Propuesta de mecanismos de coordinación y fortalecimiento de las redes a fin de mejorar la interrelación entre la situación global y la regional.
3. Identificación del estado del arte de instrumentos y monitoreo, a fin de mejorar la calidad de los datos y ampliar la cobertura espacial y temporal.
4. Propuesta de mejoras a los productos climáticos e hidrológicos, adaptando los modelos globales a los modelos regionales y locales, a fin de optimizar las herramientas de decisión.
5. Identificación de oportunidades tecnológicas para el desarrollo local de equipos para mediciones.

En la sección caracterización del área de estudio se presenta información sobre el estado del arte a nivel internacional en cuanto a principales variables climatológicas e hidrológicas y su estructura de monitoreo, organizaciones, redes, bases de datos y productos. Para el nivel nacional, se detallan estos mismos aspectos, identificando además principales actores.

En cuanto al nivel internacional se destaca que a fin de conocer el estado de las condiciones globales del clima, existen un conjunto de variables críticas recomendadas para monitoreo, denominado VCE (Variables Climáticas Esenciales) (*Tabla R.E 1.2*). Sobre la base de las VCE se analiza la capacidad actual de monitoreo en Argentina y se realizan las propuestas tecnológicas en el marco de la ENT.

Tabla R.E 1.2: VARIABLES CLIMÁTICAS ESENCIALES (VCE), DEFINIDAS POR EL GLOBAL CLIMATE OBSERVING SYSTEM (GCOS)		
DOMINIO		VARIABLES CLIMÁTICAS ESENCIALES
Atmosférico (sobre tierra mar e hielo)	Superficie	Temperatura del aire, precipitación, presión atmosférica, balance de radiación en superficie; velocidad y dirección del viento, vapor de agua.
	Altura (aire)	Balance de radiación solar, incluyendo irradiancia solar; temperatura en altura; velocidad y dirección del viento; vapor de agua; propiedades de las nubes.
	Composición	Dióxido de carbono; metano; ozono; otros gases de efecto invernadero ⁽¹⁾ ; propiedad de los aerosoles.
Oceánico	Superficie	Temperatura y salinidad superficial de los mares; nivel del mar, estado del mar; hielo marino, corrientes, color del océano (para actividad biológica), presión parcial del dióxido de carbono.
	Sub-superficie	Temperatura, salinidad, corrientes, nutrientes, carbón, trazadores oceánicos, fitoplancton.
Terrestre	Usos del agua, descarga en ríos ⁽²⁾ ; agua subterránea; niveles de lagos, cobertura de nieve, glaciares y capas de hielo; suelos permafrost o estacionalmente congelado; cobertura del suelo, incluyendo tipo de vegetación, fracción de radiación activa absorbida fotosintéticamente (fAPAR); índice de área foliar (LAI), biomasas; áreas afectadas por fuego.	

⁽¹⁾ Incluye el óxido nitroso (N₂O), los clorofluorcarbonos (CFCs), los hidroclorofluorcarbonos (HCFCs), los hidrofluorcarbonos (HFCs), el hexafluoro de azufre (SF₆), and perfluorocarbonos (PFCs).

⁽²⁾ Incluye esorrentía (m³ s⁻¹), localización y tasas de extracción de agua subterránea (m³ a⁻¹), extensión y cobertura de nieve (km²), profundidad de nieve (cm), inventario de glaciares/capas de hielo: balance de masa (kg m⁻² a⁻¹), longitud del glaciar (m), extensión (km²), extensión del permafrost (km²), perfiles de temperatura y espesor de la capa activa; biomasa por encima de la superficie (t/ha), área de incendios (ha), ubicación y fechas de los fuegos activos, eficiencia de quemado (%vegetación quemada / unidad de área).

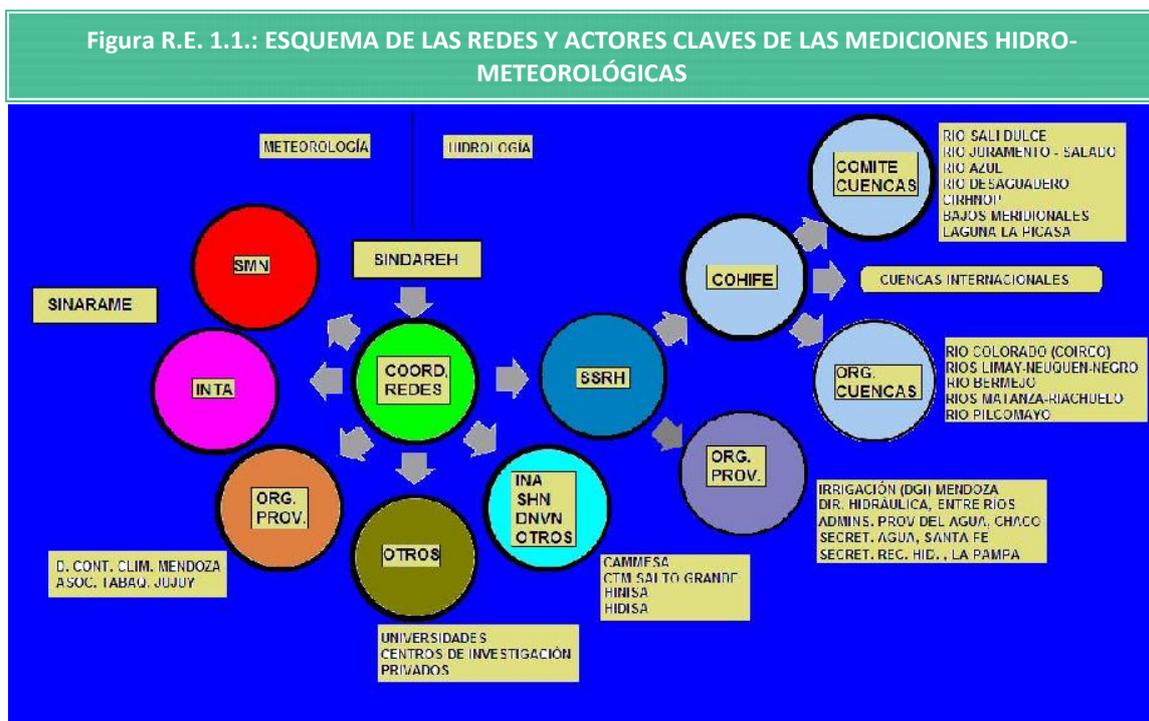
Fuente: Global Climate Observing System (GCOS)

Los actores claves involucrados en la observación de variables hidrometeorológicas en Argentina se presentan en *las Tablas 1.3. a 1.5.* y se muestra el esquema conceptual de las redes existentes en la *Figura R.E. 1.1.*

Tabla R.E. 1.3 : REDES METEOROLÓGICAS
Principalmente operada por el Servicio Meteorológico Nacional (SMN); Operada por el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA); Otras instituciones, principalmente universidades e institutos de investigación, pero que no están en red, algunas están disponibles por internet; Operadores privados: empresas petroleras, mineras, aeroclubes, etc.

Tabla R.E. 1.4: REDES DE RADARES
Radars meteorológicos : SMN, INTA, Prov. de Mendoza (Contingencias Climáticas Provincial), Prov. De Jujuy (Lucha antigranizo red de tabacaleros)

Tabla R.E. 1.5: REDES HIDRO-METEOROLÓGICAS
Principalmente operada por el Servicio Meteorológico Nacional (SMN);
Operada por el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA);
Otras instituciones, principalmente universidades e institutos de investigación, pero que no están en red, algunas están disponibles por internet;
Operadores privados: empresas petroleras, mineras, aeroclubes, etc.
Operada por la SSRH y disponible en Internet.
Operadas en las sedes del Instituto Nacional del Agua (INA)
Operadores de presas hidráulicas para la generación eléctrica.
Organismos hídricos provinciales.
Comités u organismos de cuenca.
Servicio de Hidrografía Naval (SHN)
Servicio de Meteorología de la Armada (SMARA)



Para el **proceso de priorización de tecnologías** se analiza en el informe la capacidad de monitoreo en Argentina considerando modelos meteorológicos regionales y modelos hidrológicos actualmente disponibles y se presentan una serie de instrumentos aéreos y terrestres para medición in-situ y software para instrumentos y satélites (*Tabla 1.6.*), que complementarían la red de monitoreo instalada en Argentina y permitirían mejorar la observación de variables climáticas e hidrológicas en el país.

Tabla R.E. 1.6: INSTRUMENTOS COMPLEMENTARIOS	
Instrumentos Aéreos y Terrestres para Medición in-situ de aerosoles	
<ul style="list-style-type: none"> • Espectrómetro de Partículas Meteorológicas (MPS) • Instrumento Cloud Imaging Probe (CIP) • Instrumento Liquid Water Content (LWC) • Instrumento Aircraft Intergrated Meteorological Measurement System (AIMMS-20) • Instrumento H-TDMA (de Texas A&M University) • Aerodynamic Particle Sizer (APS, de TSI) • Analizador de Movilidad Diferencial (DMA) 	
Instrumentos de Sensado Remoto	
<ul style="list-style-type: none"> • Radiómetros • Perfilador de Vientos • Radares Meteorológicos • Ceilómetro • Disdrómetro 	
Software para Instrumentos y Satélites	
<ul style="list-style-type: none"> • Software de Radar TITAN y Radares Polarimétricos • Software para productos satelitales 	

Si bien las tecnologías que se describen son consideradas para desarrollar propuestas en el marco de la ENT, cabe destacar que la evaluación y priorización no se centra en la recomendación de tecnologías exclusivamente, ya que la temática observación de variables presenta la particularidad de vincular la efectividad de la tecnología con la gestión. Una red de monitoreo requiere asegurar su funcionamiento incluyendo mantenimiento, control de calidad, una base de datos segura y calibrada y una institución (Centro de Datos o Agencia Climática) que interprete fielmente esos datos generando un producto adecuado. Por ello no se puede desacoplar los equipos propiamente de medición con la presencia de un centro o agencia climática.

En tal sentido el proceso y resultados de la priorización brindan respuestas a los requerimientos de la sociedad científica-tecnológica nacional que demanda una mejora en la red de monitoreo a fin de cubrir temporal y espacialmente el territorio nacional y una mejora en la coordinación de los datos con generación de otros productos climáticos. Dichas necesidades como así también las propuestas vinculadas se identificaron por medio de diversas fases que incluyeron relevamientos, encuestas y entrevistas a actores claves y talleres.

La información recabada en las entrevistas y los resultados de las encuestas permitieron reunir una serie de recomendaciones en cuanto a variables que deberían medirse, tecnologías que deberían utilizarse y propuestas de esquemas institucionales organizativos, para mejorar el sistema actual de monitoreo, permitiendo generar una primer lista de alternativas y/o propuestas para su posterior análisis.

Sobre las propuestas del proceso participativo, se definieron dos objetivos específicos incluyendo para cada uno, alternativas tecnológicas u organizativas que fueron evaluadas de acuerdo a una matriz multicriterio (*Tablas 1.7 y 1.8*). La matriz considera diversos aspectos en las dimensiones ambiental, social, económica y política/institucional, como así también criterios técnicos.

Tabla R.E.1.7: OBJETIVO ESPECIFICO 1: AMPLIAR EN CALIDAD Y EXTENSIÓN CANTIDAD LA RED DE DATOS HIDROMETEOROLÓGICOS
a) Mejorar (calidad) y ampliar (cobertura espacial /temporal) los perfiles en altura de temperatura y humedad.
Ampliar la red de radiosondeos.
Instalación de radiómetros.
Uso de información satelital, p. ej. MODIS.
b) Mejorar y ampliar la información de viento en altura y precipitación
Instalación de perfiladores de viento.
Instalación de radares.
c) Mejorar y ampliar la detección de aerosoles en altura
Instalación de LIDAR.
Campaña con aviones.

Tabla R.E.1.8: OBJETIVO ESPECIFICO 2: ESTABLECER UN CENTRO DE DATOS O AGENCIA CLIMÁTICA
Opciones para una agencia climática
a) Organizar una Agencia Climática nueva.
b) Ampliar el SMN (INTA. SSRH. u otra repartición) a fin de cumplir este rol.
c) Estructurar la AG dentro de la propuesta de un Sistema Nacional de Meteorología y Clima (SNMC) bajo el MinCTIP.

Sobre el total de propuestas tecnológicas consideradas para el **Objetivo 1**, en el análisis multicriterio, la opción mejor valorada ha sido la que considera radiómetros. Sin embargo existen diversos mecanismos complementarios que ayudan a lograr una mejora en la distribución espacial y temporal de las variables climáticas en altura. Ninguna de estas alternativas es realmente excluyente entre sí, ya que no entregan idéntica información, pero todas contribuyen al objetivo.

En este sentido para ampliar la red de mediciones de altura se podrían incluir las siguientes tecnologías:

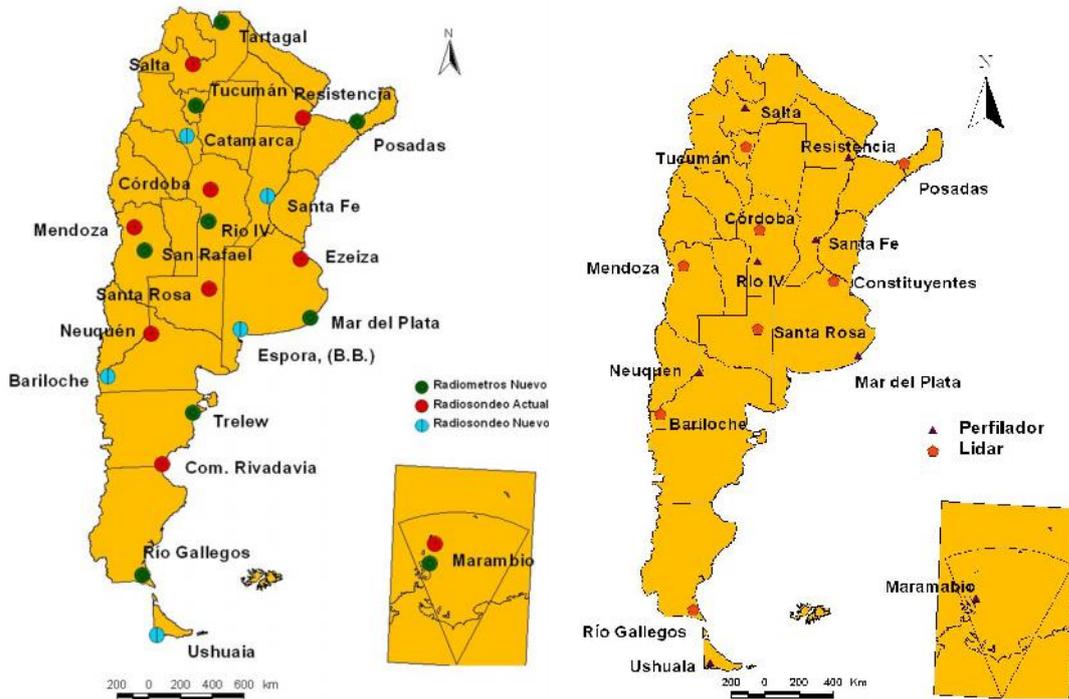
- 5 estaciones de radiosondeo nuevos (con dos vuelos diarios) sumados a los 8 ya presentes que incluyan ozono-sondeo;

- radares meteorológicos doppler doble polarización;
- 9 radiómetros 20/30 -50/60 GHz;
- 9 Perfiladores de viento y ceilómetros;
- 7 LIDARS.

En relación las tecnologías sugeridas, se presenta una propuesta de ubicación de los instrumentos (*Figura R.E. 1.2.*), establecida en función de la necesidad específica de mejorar la cobertura geográfica y temporal de las variables climáticas y de la capacidad técnica del personal del SMN en cada estación y del apoyo de instituciones científicas universitarias locales.

Algunos instrumentos, a pesar de ser operativos, pueden requerir de una apoyatura científica adecuada.

Figura R.E.1.2: PROPUESTA DE UBICACIÓN DE INSTRUMENTOS NUEVOS



(a) Izq. Radiómetros y radiosondeos, (b) Der. LIDARS y perfiladores de viento.

Para la priorización de tecnologías se consideraron proyectos actualmente en curso que abordan las tecnologías propuestas. En este sentido, los radares se sugieren pero no se priorizan y consideran como idea de proyecto porque ya están en marcha, a través de un Plan de Radarización del Sistema Nacional de Radares Meteorológicos (SINARAME). Por otra parte el radiosondeo, de acuerdo al análisis de factibilidad que se desarrolla en el informe, resulta una alternativa es costosa y no genera un adicional tecnológico al país, por tanto no se considera como una priorización para idea de proyecto.

La construcción de radiómetros resulta interesante y por ello se plantea como tecnología priorizada para idea de proyecto. Esta tecnología permite el monitoreo en forma continua (es decir un perfil en altura cada 2-3 minutos) de varios parámetros en altura, como ser temperatura, vapor de agua y agua líquida. Es un complemento para los radares y tienen una cobertura espacial que permite cubrir las áreas entre radares a un costo que es 10 veces menor que el de un radar. Se propone en tal sentido, la construcción de un grupo de radiómetros multifrecuencia, ya que este proyecto potenciaría el desarrollo tecnológico, complementando las capacidades institucionales científicos-tecnológicas actuales de construcción de radares y Lidars.

Otras alternativas complementarias consideradas que colaborarían en llenar la matriz de monitoreo de las Variables Climáticas Esenciales en el país, serían equipos de sensado de aerosoles y radiación tanto en superficie como en nubes, para ello se requerirían algunas aeronaves equipadas con estos equipos lo cual tiene un costo asociado elevado. Cabe destacar que el informe presenta un análisis detallado del costo-oportunidad de ampliar la red de monitoreo de algunas variables climáticas. Se presentan los costos de compra o desarrollo de equipos, mantenimiento, instalación, personal y operativos de una estación nueva. El total de

los costos incluye una variante de avión (v1), una de radiómetro (v2) y una de radiosondeo (+03). Se necesitarían aproximadamente 48 millones de pesos anuales para aumentar 48 estaciones de monitoreo nuevas, casi 1 millón promedio por estación considerando una amortización de los equipos a 15 años.

En cuanto a **la priorización del Objetivo 2: Establecer un centro de datos o agencia climática**, de acuerdo a la valoración obtenida en el análisis multicriterio, resulta como más favorable que el SMN fortalezca su estructura para funcionar como Agencia Climática, mientras que las variantes de organizar una institución independiente (del SMN) o asociada al MinCTIP, parecería ser indistinto. Esto se justifica por el hecho que el SMN ya tiene numerosas funciones en sí mismas y requiere sólo de un aspecto adicional y complementario, comparado con organizar una estructura nueva.

Esta propuesta si bien no representa una tecnología en si, es muy relevante. Para la existencia de mediciones confiables en cantidad y calidad (largas series de datos ininterrumpidas) se necesita un control, calibración y dedicación exclusiva al mantenimiento de todas las redes hidrometeorológicas existentes (o nuevas que surgieran) en el país. Por ello, se considera que esto se logrará con la conformación de una Agencia o Centro de datos con objetivos específicos en el mantenimiento de todas las variables climáticas esenciales.

Eventualmente podrán existir dos o más Centros divididos por tipo de variables climáticas esenciales, por ejemplo Atmósfera en un centro, Hidrológicas en otro y Oceánicas en uno adicional. Pero ya sea uno o varios, deberá existir un fuerte compromiso a la función específica, coordinada pero independiente de la función general de la institución de la que dependa.

Una Agencia Climática no tiene implicancias operativas en las actividades cotidianas del monitoreo, sino que deberá interactuar con todos los generadores de datos a fin de recolectar los datos y mantener la base de datos seguras por largo tiempo, controlando la calidad de cada dato que ingresa a su base, manteniendo los metadatos, generando productos para los usuarios, asesorando a las redes naturales en términos de calidad de equipos, lugar de instalación, etc. Asimismo, otra función importante de esta agencia es la de mantener operativos los modelos regionales tanto de atmósfera, hidrológicos u oceánicos a fin de evaluar el estado de las variables, generando los productos climáticos claves como mapas, alertas e informes para los usuarios y tomadores de decisión.

Respecto a los beneficios de las tecnologías para la observación y medición de variables climáticas y de la Agencia climática, cabe señalar que si bien ninguna de las propuestas contribuye directamente a reducir la vulnerabilidad de un sector determinado, estas presentan el beneficio de generar información para ayudar a una mejor interpretación del cambio climático, permitiendo detectar las amenazas y apoyando el proceso de toma de decisiones en la materia.

La implementación de las medidas propuestas, constituyen herramientas necesarias para mejorar la capacidad de predicción del cambio climático. Toda la sociedad puede resultar beneficiada, dependiendo del uso que se haga de esa información para que realmente sea efectiva para reducir amenazas del cambio climático.

En la sección II, **Análisis de Barreras**, se evalúan los aspectos que deben fortalecerse para la mejora del monitoreo de las Variables Climáticas Esenciales (VCE) enfocado en los tres componentes: variables, redes y productos considerados como enfoques para la adopción de nuevas tecnologías. Las barreras se proponen según el análisis del autor y a partir de la

información resultante de reuniones y consultas con operadores y gestores climáticos. Además se detallan las barreras de las propuestas priorizadas “Construcción de un radiómetro de microondas multiespectral” y “Establecer un centro de datos o agencia climática”.

Las barreras se organizan según los siguientes factores:

1. Factores de organización y gestión.
2. Factores financieros y de mercado.
3. Factores reguladores y políticos.
4. Factores relacionados con el personal.
5. Factores relacionados con la generación de datos.
 - a. Operación y despliegue de equipos.
 - b. Mantenimiento de equipos.
6. Factores relacionados con el usuario de datos.

La identificación y resolución de estas barreras deberían generar un efecto estimulador, impulsando claramente la innovación, la cooperación y la competitividad de muchos factores, por ello se incluye una serie de ideas para establecer un marco facilitador que permita superarlas.

Cabe destacar que a diferencia de otros sectores abordados por la ENT, la responsabilidad de las mediciones de las variables esenciales climáticas, recae principalmente sobre el sector científico-tecnológico, mayormente operado por el Estado nacional o provincial, aunque existen numerosos actores en diversas jurisdicciones, nacionales, provinciales y municipales. Por lo tanto las principales medidas que se sugieren en el informe no están orientadas a destrabar o alentar los mecanismos del mercado pertinente, como en los otros sectores, sino fundamentalmente apuntan a la coordinación institucional para aumentar la capacidad tecnológica actual.

En las **recomendaciones para un marco facilitador** se sugieren aspectos relacionados con el sistema nacional de innovación, la participación social y comunitaria, las capacidades humanas e institucionales y el marco macroeconómico. En cuanto a las propuestas específicas para optimizar la capacidad tecnológica en términos de mediciones de las variables climáticas se sugiere:

- Mejorar el mantenimiento de lo existente.
- Ampliar la cobertura espacial de las principales variables climáticas.
- Identificar nueva tecnología principalmente de desarrollo local (para su uso y probable exportación), en especial para aquellas variables poco medidas (principalmente aerosoles y radiación UV).
- Generar proyectos en colaboración para la fabricación de tecnología propia.
- Mejorar la interconexión de datos (cableado, acceso y velocidad de internet, adquisición de servidores, unificación de software para acceso a bases de datos).
- Capacitación de personal técnico.
- Mejora institucional /administrativa / legal referida a los gastos e inversiones en equipos de monitoreo, adquisición y mantenimiento de bases de datos ("Brecha digital").
- Integrar un sistema de alerta temprana y de manejo de las contingencias.

A partir del análisis tecnológico y de barreras realizado, se ha establecido **un Plan de Acción Tecnológico (PAT)** para la observación y medición de variables climáticas e hidrológicas, conteniendo un objetivo central, barreras y necesidades, como así también líneas de acción necesarias para superarlas, organizadas en aspectos regulatorios, económicos, de articulación institucional y tecnológicos, que contribuirían a la difusión e implementación de las tecnologías priorizadas.

En relación a cada línea de acción se sugieren actividades, orientadas a generar los instrumentos o productos necesarios que viabilizarían la implementación de las líneas de acción. Para ello, se proponen posibles actores del ámbito gubernamental para coordinarlas y presupuestos, que según se ha estimado, el conjunto de actividades propuestas requerirían de \$ 980.000 (pesos argentinos) equivalentes a US\$ 196.000 (dólares) para desarrollarse.

Se detallan en el cuadro del PAT otras líneas de acción que incluyen iniciativas actualmente en curso o planificadas por distintos organismos gubernamentales, destacadas por su relevancia o potencial sinergia con futuras acciones y proyectos derivados de la ENT.

Las líneas de acción sugeridas en el PAT son:

Regulatorias:

- Revisar y fortalecer políticas actuales para la mejora y mantenimiento en el tiempo de redes de monitoreo, dotándolas de claridad respecto de las competencias.

Económicas:

- Establecer partidas permanentes en el presupuesto nacional, destinadas a la instalación, operación y mantenimiento en el tiempo de estaciones de monitoreo y sistemas de información.

Articulación institucional:

- Establecer un Centro de Datos o Agencia Climática (nuevo o reorganizar los objetivos operativos de alguna de las organizaciones existentes), dotándolo de medios y personal acorde a sus funciones.
- Integrar un sistema de alerta temprana y de manejo de contingencias.

Tecnológicas:

- Aumentar el número de estaciones y su capacidad operativa y ampliar en calidad y cantidad la redes de datos hidrometeorológicos, mejorando la interconexión de datos (cableado, acceso y velocidad de internet, adquisición de servidores, unificación de software para acceso a bases de datos).
- Promover la organización de empresas mixtas o asociaciones de institutos para la provisión de equipamiento tecnológico.
- Mejorar los productos climáticos e hidrológicos, adaptando los modelos globales a los modelos regionales y locales, a fin de optimizar las herramientas de decisión.
- Generar estándares de calidad de los datos climáticos.

La **idea de proyecto** propuesta en la ENT consiste en el desarrollo, construcción e implementación de una red de radiómetros de microondas multifrecuencia (rmo-mf) para su uso como perfilador de temperatura y vapor de agua entre 0 y 10 km de altura. Provisión al

SMN de 10 estaciones de monitoreo usando RMO como complemento a la red de altura de radiosondeo y radares.

Todo incremento en el monitoreo meteorológico y climático, ya sea temporal o espacial, trae un beneficio directo a la sociedad que se traduce en mejores pronósticos que ayudan tanto para la prevención de emergencias o catástrofes climáticas como para brindar información más precisa para la producción agrícola, entre otras muchas aplicaciones.

El desarrollo local de la tecnología de microondas entre 20 y 60 GHz impactaría positivamente sobre el sector científico e industrial de alta tecnología por el desarrollo de conocimientos aplicables a muchos sectores de alto rendimiento económico, entre ellos el de las comunicaciones y TICs.

ASPECTOS GENERALES

- 1. INTRODUCCIÓN**
- 2. ASPECTOS INSTITUCIONALES**
- 3. SELECCIÓN DE SECTORES**

1. INTRODUCCIÓN

1.1. Sobre el proyecto ENT

Las Evaluaciones de Necesidades Tecnológicas (ENT) son parte del Programa Estratégico de Poznan sobre Transferencia de Tecnología, impulsado y acordado en 2008 en la 14° Conferencia de las Partes de la Convención Marco de Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC).

En este contexto, desde 2009, el Fondo para el Medio Ambiente Mundial (GEF, por sus siglas en inglés) dispuso el financiamiento de esta iniciativa, cuya agencia de implementación es la División de Tecnología, Industria y Economía del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), con el apoyo técnico del Risoe Center de Dinamarca. Ambas instituciones vienen promoviendo y apoyando la ejecución de ENTs y Planes de Acción Tecnológicos en aproximadamente 36 países, entre los cuales se encuentra la Argentina.

Las ENT son un conjunto de actividades que identifican, analizan y priorizan, de manera participativa, las necesidades tecnológicas de los países -incluyendo nuevos equipos, técnicas, servicios, capacidades y habilidades- necesarios para mitigar las emisiones de gases de efecto invernadero (GEIs) y reducir la vulnerabilidad frente a los impactos del cambio climático en sus territorios.

El propósito del proyecto ENT es apoyar a los países a identificar y analizar las necesidades prioritarias de tecnología, incluyendo tecnologías blandas y duras, e identificar las principales barreras para su desarrollo, transferencia, implementación y difusión, así como establecer un plan de acción con objetivos y medidas que contribuyan a crear un marco facilitador para el acceso a las tecnologías identificadas (*Tabla 1.1*).

La ENT constituye, de esta manera, una importante herramienta para hacer frente a los retos asociados al cumplimiento de compromisos asumidos por los países, en el contexto de la CMNUCC, representando a su vez un importante aporte a los planes nacionales de desarrollo sectoriales vigentes.

Como resultado del proceso ENT, se puede contar con una cartera de proyectos concretos -con tecnologías específicas e instrumentos asociados para superar barreras de implementación, mensurados en cuanto a su potencial de reducción de GEIs y priorizados en base al consenso inter sectorial- brindando la posibilidad de hacer un uso más eficiente de programas e instrumentos de cooperación internacional, tales como el GEF, el Climate Investment Fund

Tabla 1.1. OBJETIVOS DEL PROYECTO

- Identificar y priorizar, a través de un proceso participativo en los países, **tecnologías** que puedan contribuir a las metas de mitigación y adaptación en los países participantes en línea con las metas nacionales de desarrollo sustentable y prioridades tecnológicas.
- Identificar **barreras** para el desarrollo, la transferencia y la difusión de tecnologías prioritarias y desarrollar marcos instrumentales para superarlas, facilitando la implementación de las tecnologías seleccionadas.
- Desarrollar **Planes de Acción Tecnológicos (PATs)** especificando plan de actividades (sobre la base de marcos instrumentales) en los niveles sectoriales y transversales para facilitar el desarrollo, la transferencia, adopción y difusión de las tecnologías en los países participantes.

(CIF), el Clean Technology Fund (CTF), como así también de futuros instrumentos como las Acciones Nacionales Apropriadas de Adaptación (NAPs, por sus siglas en inglés) y el Fondo Verde para el Clima -actualmente en discusión bajo la CMNUCC- que prevén el apoyo financiero y tecnológico.

1.2. Desarrollo de la ENT a nivel nacional

Considerando el rol clave de la ciencia interdisciplinaria y la innovación en la transición hacia un desarrollo sustentable y economías bajas en carbono, el Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva de la Nación a través de sus líneas políticas fomenta un sistema de investigación articulado con el sistema productivo y social capaz de ser la base de diversos desarrollos tecnológicos, entre los que se encuentran aquellos orientados a la mitigación y la adaptación al cambio climático.

En acuerdo con sus líneas de acción el Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva (MinCTIP) a través de la Secretaría de Planeamiento y Políticas en Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva dio impulso al proyecto ENT en Argentina iniciando el proceso a partir de 2010, mediante un Memorando de Entendimiento con PNUMA/Risoe Center.

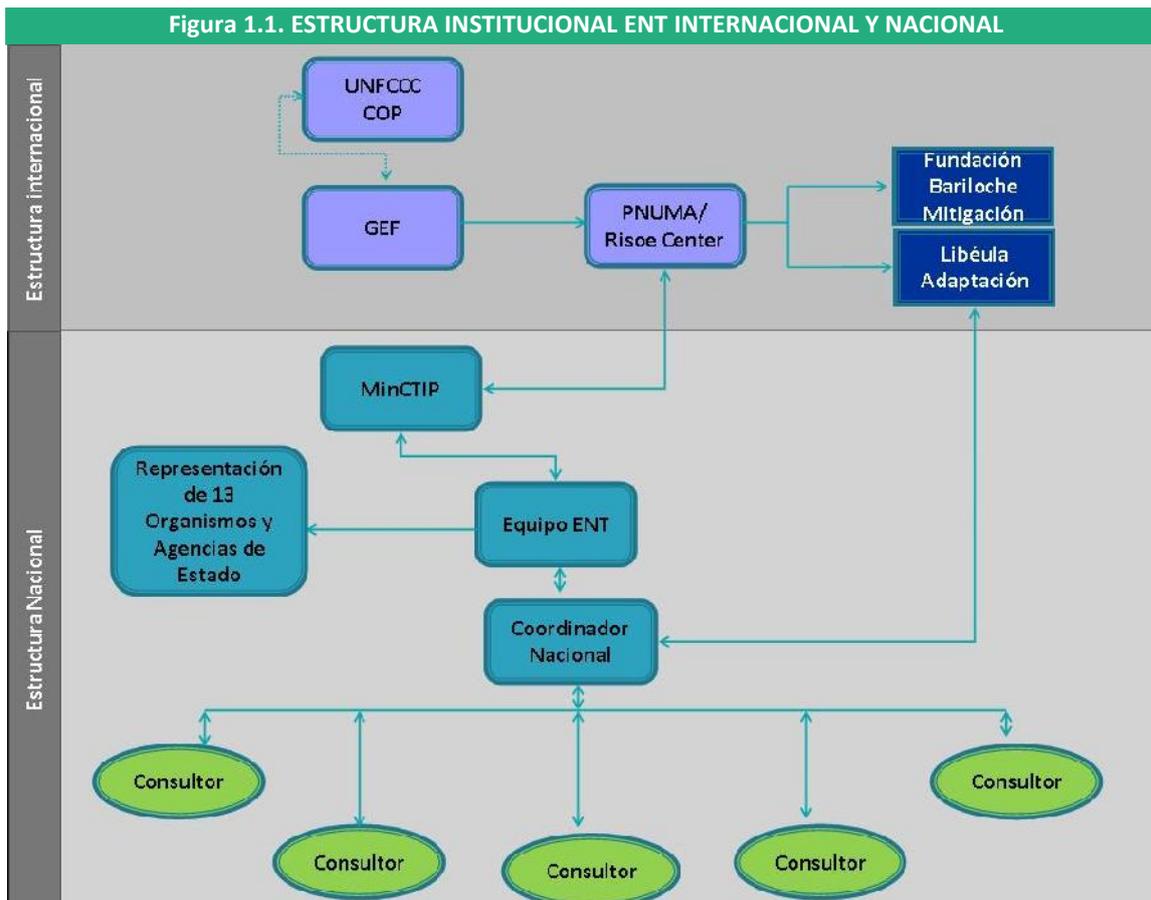
Para su desarrollo ha creado una estructura de trabajo donde MinCTIP actúa como coordinador nacional. Como punto focal del proyecto y articulador entre las partes ha designado un Coordinador de Proyecto. Por otra parte, ha conformado un Equipo ENT integrado por Organismos Nacionales y Agencias científicas-tecnológicas del Estado, a fin de asegurar la inclusión de diferentes visiones y dar respuesta a las necesidades tecnológicas sectoriales, como así también garantizar la articulación de los resultados de los estudios con políticas actualmente en curso. Como responsables de la elaboración de los diferentes estudios enmarcados en la ENT ha conformado un Equipo de Consultores especializados en las diferentes áreas de estudio.

La contraparte global está conformada por el GEF, quien financia las ENTs en el marco de la UNFCCC. El PNUMA/Risoe Center es quien las dirige técnicamente y para América Latina se cuenta con la asesoría técnica de dos Centros Regionales: La Fundación Bariloche en materia de mitigación y Libélula en adaptación (*Figura 1.1*).

El proceso ha permitido seleccionar 5 sectores y analizar tecnologías en mitigación aplicables a 4 de ellos y tecnologías en adaptación relacionadas con la observación y medición de variables climáticas e hidrológicas. Se presentan por separado los informes sobre tecnologías relacionadas con mitigación y sobre tecnologías para adaptación.

El proceso de elaboración de la ENT se ha conducido mediante talleres y reuniones desarrollados durante 2010 y 2011, donde se reunió al Equipo ENT y otras partes interesadas a fin de dar cumplimiento a las diferentes etapas de la ENT y se desarrollan en las siguientes secciones.

Figura 1.1. ESTRUCTURA INSTITUCIONAL ENT INTERNACIONAL Y NACIONAL



Fuente: Elaboración propia

1.3. Políticas nacionales en Cambio Climático

El potencial de articulación de la ENT con políticas, planes y programas, actualmente en ejecución, fue uno de los criterios puestos en común y consensuados durante el proceso de elaboración de la ENT, entre los equipos de trabajo y actores relevantes. En este sentido, los sectores, las áreas específicas de estudio y tecnologías priorizadas guardan relación con el marco institucional del Estado para el desarrollo tecnológico con énfasis en la mitigación y adaptación al cambio climático.

El involucramiento y participación activa de representantes de los organismos y agencias del Estado, como parte del Equipo Nacional ENT, ha facilitado la distinción de las iniciativas relevantes en las fases primarias del estudio y permiten prever, posteriormente, un uso intensivo de la información elaborada en cada uno de los estudios como así también una fluida integración los resultados obtenidos en las políticas sectoriales.

Se citan a continuación las principales iniciativas consideradas en el marco de la ENT.

- **Estrategia Nacional en Cambio Climático (ENCC)**

La Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación (SAyDS) es el organismo encargado de la elaboración e implementación de las políticas nacionales sobre cambio climático y responsable de la inclusión de la temática en las políticas sectoriales.

En tal sentido, frente a la necesidad de proponer una visión unificada en la materia, que permita adoptar políticas y medidas gubernamentales coordinadas y consolidadas, vinculadas al cambio climático, inicio en 2009 el proceso de elaboración de la Estrategia Nacional en Cambio Climático (ENCC)¹. Como primer paso constituyó el Comité Gubernamental de Cambio Climático, siendo uno de los objetivos de esta instancia de articulación institucional impulsar y ser parte del proceso de elaboración de la Estrategia Nacional en Cambio Climático.

Cabe destacar que el proceso ENT ha logrado una importante sinergia con el proceso de la ENCC, lo que se visualiza no solo porque los resultados de la ENT retroalimentan el contenido de la misma, que cuenta con un documento dinámico que se actualiza y mejora en sucesivas fases, sino porque miembros del Comité Gubernamental de Cambio Climático, son a su vez parte del Equipo Nacional ENT y cuentan con vasto conocimiento y experiencia en procesos participativos para abordar transversalmente la temática.

En el Comité Gubernamental de Cambio Climático participan representantes de más de 20 organismos del Estado y las provincias se encuentran representadas por el Consejo Federal de Medio Ambiente (COFEMA) y el Consejo Hídrico Federal (COHIFE). También participan representantes de la sociedad civil, del sector científico, del sector privado y del sector de los trabajadores quienes son convocados a reuniones periódicas en las que se presentan y acuerdan los avances en el documento de la Estrategia.

La Estrategia Nacional en Cambio Climático se estructura en dos objetivos generales:

1. *Identificar, promover e implementar medidas de adaptación al cambio climático, incluyendo los impactos propios de la variabilidad climática, en especial en aquellas poblaciones, actividades productivas y ecosistemas particularmente vulnerables.*
2. *Desarrollar políticas, medidas y acciones que contribuyan a limitar el crecimiento de las emisiones de GEI sin comprometer el desarrollo sustentable del país.*

Transversalmente para ambos objetivos se identifican los medios necesarios y lineamientos para alcanzarlos en el corto y mediano plazo. Estos son: los arreglos y fortalecimiento institucional, la generación de recursos, difusión y capacitación y marco regulatorio. Asimismo, presenta una serie de alrededor de 120 acciones organizadas en torno a 14 ejes, vinculados a adaptación, mitigación, cambios de estilo de vida en la población y coordinación entre acciones nacionales e internacionales en la materia.

Actualmente la Estrategia se halla en una fase tendiente a la definición de metas e indicadores, para lo cual se están asignando competencias para las acciones propuestas en la Estrategia Nacional en Cambio Climático, de acuerdo con los Organismos del Estado con mayor injerencia e interés en cada acción acordada. En este contexto, los resultados de la ENT serán analizados

¹ Documento "Segunda Fase de la Elaboración de la Estrategia Nacional en Cambio Climático" disponible en <http://www.ambiente.gob.ar/?idarticulo=9752>.

en las comisiones de trabajo para la elaboración de propuestas de acción con sus respectivas metas e indicadores.

- **Tercera Comunicación Nacional**

La SAYDS, a través de la Dirección de Cambio Climático, en cumplimiento de los compromisos asumidos por la República Argentina con la CMNUCC, ha realizado y presentado oficialmente dos comunicaciones nacionales y actualmente ha iniciado la realización de la Tercera Comunicación Nacional sobre Cambio Climático².

Esta, además de comunicar a la CMNUCC el estado de situación del país respecto del cambio climático, tiene como objetivo central desarrollar estrategias de adaptación y mitigación del cambio climático integradas a los planes de desarrollo sectoriales y elaboradas a partir de la participación y el consenso de todos los actores de la vida social, económica y productiva del país, incluyendo a los organismos de los estados nacional, provincial y municipal, de las organizaciones de la sociedad civil y de las instituciones científicas y académicas.

Los componentes de la Tercera Comunicación Nacional han sido considerados y analizados por el Equipo de la ENT a fin de evitar superposiciones en el contenido de los estudios en ambos proyectos, y promover la sinergia entre los mismos.

- **Política internacional en Cambio Climático**

En materia de elaboración y ejecución de las políticas sobre cambio climático puertas afuera del país, es el Ministerio de Relaciones Exteriores, Comercio Internacional y Culto quien esta cargo de dichas tareas, según la Ley de Ministerios vigente. En este sentido, este Ministerio, a través de la Dirección General de Asuntos Ambientales (DIGMA), es quien trabaja en conjunto con la SAYDS y otros organismos y agencias de estado en la elaboración de la posición del país en los diferentes foros internacionales sobre cambio climático y participa sistemáticamente de las negociaciones en el marco de las Conferencias de las Partes de la CMNUCC.

En este último contexto DIGMA da seguimiento y toma en consideración las decisiones del Órgano Subsidiario de Asesoramiento Científico y Tecnológico (OSACT), que asesora a la Conferencia de las Partes sobre cuestiones relativas al clima, el medio ambiente, la tecnología y los métodos y, el Órgano Subsidiario de Ejecución (OSE), cuya función es evaluar la implementación de la CMNUCC, el Protocolo de Kioto y sus decisiones, entre ellas un marco para la adopción de medidas para aumentar y mejorar la transferencia de tecnología. Estos Órganos cuentan además con un Grupo de Expertos en Transferencia de Tecnologías para apoyar el trabajo y la toma de decisiones del OSACT. Cabe destacar que las ENT derivan de estas instancias de trabajo.

En vinculación con los aspectos internacionales durante el proceso nacional ENT se ha abordado el tema del financiamiento que deriva de la CMNUCC, ya que éste constituye uno de los elementos centrales que favorecen un entorno propicio para el desarrollo y la transferencia de tecnologías que se analizan y priorizan en los estudios.

El GEF, como mecanismo financiero de la CMNUCC tiene el mandato de suministrar recursos necesarios para el apoyo de la transferencia de tecnología de acuerdo con las directrices impartidas por la Conferencia de las Partes (CP). De esta forma brinda financiamiento para las

² información general, componentes disponibles en: <http://www.ambiente.gov.ar/?idarticulo=1124>

ENT y a través de sus fondos fiduciarios promueve el desarrollo, demostración, despliegue y difusión de tecnologías ambientalmente racionales, especialmente para mitigación. En este sentido, se han puesto en consideración los lineamientos del GEF 5, para aspectos vinculados a tecnologías. Cabe destacar que Argentina ha sido destinatario de donaciones GEF a través de la ventanilla de cambio climático para 8 proyectos que tienen componentes tecnológicos, incluyendo 2 Comunicaciones Nacionales.

Por otra parte, se ha establecido el potencial de articulación de los resultados de la ENT con las Acciones de Mitigación Apropriadas a Nivel Nacional (NAMAS, por sus siglas en inglés) y Acciones Nacionales Apropriadas de Adaptación (NAPAs, por sus siglas en inglés). Si bien estos instrumentos están en proceso de definición en el marco de la CMNUCC permitirían canalizar recursos financieros y tecnológicos para implementar proyectos que incluyan el desarrollo tecnológico nacional.

Otros de los aspectos que merecen seguimiento en el ámbito internacional es la creación del Mecanismo para la Transferencia de Tecnologías, establecido como uno de los Acuerdo de Cancún (2010). El principal objetivo de dicho mecanismo es acelerar el desarrollo, despliegue y transferencia de tecnologías amigables al clima, en particular para países en desarrollo contando para ello con un Comité Ejecutivo de Tecnología (TEC, por sus siglas en inglés) que hará recomendaciones sobre las necesidades tecnológicas y el Centro y Red de Tecnología del Clima (CTCN, por sus siglas en inglés), el brazo operativo que dará servicio a los países en desarrollo y facilitará una red de centros de tecnología nacionales, regionales, sectoriales e internacionales.

Si bien el mecanismo aún no es operacional y efectivo los avances en las sucesivas negociaciones permitirán determinar su funcionamiento y su vínculo con el Fondo Verde del Clima.

- **Políticas sectoriales en Cambio Climático**

Los siguientes planes y programas sectoriales con injerencia en los temas de la ENT fueron considerados como base para la elección de sectores y priorización de tecnologías:

Tabla 1.2. POLÍTICAS SECTORIALES EN CAMBIO CLIMÁTICO	
Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva	
<ul style="list-style-type: none"> • Programa Argentina CONECTAR para el fortalecimiento y articulación de redes de observación del clima. • Políticas e instrumentos de financiamiento en curso o proyectados destinados a apoyar: proyectos innovadores, emprendimientos tecnológicos, investigaciones en ciencia y tecnología, formación y repatriación de recursos humanos, modernización de infraestructura y equipamiento. 	
Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca	
<ul style="list-style-type: none"> • Plan Agroalimentario Nacional (PAN). • Programa Nacional de Biocombustibles. 	
Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable	
<ul style="list-style-type: none"> • Estrategia Nacional en Cambio Climático. • Tercera Comunicación Nacional sobre Cambio Climático (TCN). • Proyecto Nacional de Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos (PNGIRSU) 	

Secretaría de Energía
<ul style="list-style-type: none"> • Planeamiento Energético Nacional (PLAENER). • Programa Nacional de Uso Racional y Eficiente de la Energía (PNUREE). • Proyecto de Energías Renovables en Mercados Rurales (PERMER). • Programa de Generación con Energías Renovables (GENREN).
Secretaría de Transporte
<ul style="list-style-type: none"> • Reconexión del Sistema Ferroviario Nacional con el Puerto de Buenos Aires. • Renovación y puesta en valor de estaciones terminales de Ferrocarriles. • Reactivación Ferroviaria Belgrano Cargas. • Hidrovía Paraguay – Paraná.
Secretaría de Industria
<ul style="list-style-type: none"> • Plan Estratégico Industrial Argentina 2020. • Programa Sistemas Productivos Locales. • Programa de Financiamiento Productivo del Bicentenario.
Subsecretaría de Recursos Hídricos
<ul style="list-style-type: none"> • Plan Nacional Federal de los Recursos Hídricos (PNFRH). • Programa Sistema Nacional de Información Hídrica (SNIH).
Servicio Meteorológico Nacional
<ul style="list-style-type: none"> • Sistema Nacional de Radares Meteorológicos (SINARAME)

Fuente: Elaboración propia

2. ARREGLOS INSTITUCIONALES

2.1. Estructura ENT nacional

El Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva (MinCTIP) creó una estructura de trabajo para la ENT (*Figura 2.1*) donde actúa como coordinador nacional, siendo su responsabilidad primaria la de promover el apoyo político. Designó además un Coordinador de Proyecto, que es el punto focal y su rol es facilitar la comunicación entre las partes interesadas, interactuar con el equipo de consultores, dirigir los estudios técnicos, promover y desarrollar los procesos de consulta. Asimismo, es el encargado de la preparación de los reportes.



Como parte de la estructura, se creó el Equipo ENT (*Tabla 2.1*) el cual está conformado por Organismos del Estado responsables de la implementación de las políticas, planes y programas específicos vinculados con la mitigación de emisiones de gases de efecto invernadero (GEIs) y la reducción de la vulnerabilidad y adaptación frente a los impactos del cambio climático. Incluye además a las agencias científicas-tecnológicas del Estado, que tienen como responsabilidad la investigación, la innovación, el desarrollo y la implementación de nuevas tecnologías o bien la adaptación al medio local de tecnologías transferidas desde otros países.

El Equipo ENT es el encargado de desarrollar los criterios e identificar los sectores, subsectores y tecnologías prioritarias para el ENT, validar los análisis de barreras y los planes de acción tecnológica. Colaboran facilitando información disponible en las instituciones que representan, tienen a su cargo el seguimiento y revisión de los informes elaborados por los consultores.

Para la elaboración de los diferentes estudios específicos de la ENT el MinCTIP lanzó una convocatoria pública, a través de su portal en Internet, dirigida a científicos e instituciones científicas-tecnológicas.

La convocatoria pública, realizada durante los meses de marzo y abril de 2011, tuvo una participación de 9 instituciones y 2 consultores individuales. Los consultores adjudicados y su filiación institucional, incluido el grupo de investigación y desarrollo al cual pertenecen, se muestran en la *Tabla 2.2*.

Tabla 2.1. EQUIPO ENT

1. Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca
2. Ministerio de Economía
3. Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable, Jefatura de Gabinete de la Nación
4. Secretaría de Energía, Ministerio de Planificación Federal en Inversión Pública y Servicios
5. Secretaría Transporte, Ministerio de Planificación Federal en Inversión Pública y Servicios
6. Subsecretaría de Recursos Hídricos, Secretaria de Obras Públicas, Ministerio de Planificación Federal en Inversión Pública y Servicios
7. Secretaría de Industria, Comercio y PyME, Ministerio de Industria
8. Dirección General de Asuntos Ambientales, Ministerio de Relaciones Exteriores y Culto
9. Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA)
10. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA)
11. Instituto Nacional de Tecnología Industrial (INTI)
12. Instituto Nacional del Agua (INA)
13. Servicio Meteorológico Nacional (SMN)

Fuente: Elaboración propia

Tabla 2.2. EQUIPO CONSULTORES

Observación y medición de variables climáticas e hidrológicas: Dr. Enrique Puliafito
Grupo de Estudios Atmosféricos y Ambientales – Universidad Tecnológica Nacional Mendoza

Sector Energía: Dra. Ana Lea Cukierman

Programa de Investigación y desarrollo de Fuentes Alternativas de Materias Primas y Energía (PINMATE). Departamento de Industrias, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad de Buenos Aires (UBA)

Sector Transporte: Lic. José Barbero

Instituto Tecnológico Ferroviario “Scalabrini Ortiz” – Universidad Nacional de San Martín

Sector Residuos: Ing. Estela Santalla

Facultad de Ingeniería - Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires

Sector Agrícola: Dr. Gabriel Vázquez

Asociación Argentina de Consorcios Regionales de Experimentación Agrícola (AACREA)

Fuente: Elaboración propia

Cabe destacar que otros actores relevantes del sector científico-tecnológico y del sector privado fueron involucrados desde fases iniciales del proyecto mediante su participación en talleres y procesos de consulta para identificar áreas de trabajo de la ENT y tecnologías relevantes.

2.2. Involucramiento de partes interesadas

El involucramiento de las partes interesadas se ha realizado bajo las modalidades de taller nacional, reuniones sectoriales, contactos vía correo electrónico para informar avances, solicitud de información puntual o de respuestas a encuestas específicas.

Para el caso específico del estudio relacionado con adaptación: observación de variables climáticas e hidrológicas, la convocatoria a partes interesadas se ha desarrollado en diferentes fases, que permitieron identificar y priorizar alternativas tecnológicas y validar análisis y propuestas de los consultores en el marco de la ENT. Las fases han incluido:

- Asistencia a diversos talleres organizados por la Subsecretaría de Recursos Hídricos (SSRH) para la organización de las bases de datos hidrometeorológicas.
- Consultas personales con expertos, en especial con miembros del Servicio Meteorológico Nacional (SMN), del SSRH y otros organismos de cuencas en oportunidad de los talleres organizados por la SSRH.
- Organización de un taller ENT donde se expusieron los resultados preliminares de este informe con miembros de diversos organismos y actores claves.
- Circulación del informe preliminar a diversos actores claves para su opinión y comentarios.
- Organización de una encuesta enviada por correo electrónico a los principales actores (Anexo II).

Las opiniones e información recabada en los distintos talleres y exposiciones como así también las encuestas, permitieron identificar demandas, opiniones y recomendaciones que enriquecen y complementan la información, enfoques y resultados de este informe.

3. SELECCIÓN DE SECTORES

3.1. Criterios y resultados de la selección de sectores de la ENT

Para el cumplimiento de las etapas de la ENT y sus productos asociados, el Equipo ENT, el Coordinador Nacional y MinCTIP han trabajado determinando, en primer lugar, pautas generales para la selección de sectores. Estas apuntaron a la optimización de los recursos disponibles para la elaboración del proyecto y a la utilidad de los resultados para los diversos organismos con competencia en la materia, teniendo en cuenta los planes y programas de desarrollo del país actualmente vigentes. Posteriormente, incluyendo a otros actores relevantes, se han consensado criterios específicos que rigieron la selección de sectores y guiaron la elaboración de los estudios. Estos se detallan en la *tabla 3.1*.

Tabla 3.1. CRITERIOS DE SELECCIÓN

- Optimización de los recursos económicos y tiempos disponibles
- Asegurar resultados aplicables a futuro
- Transversalidad entre sectores
- Articulación con planes y programas existentes
- Posibles sinergias entre mitigación y adaptación
- Potencial de reducción de emisiones por sector
- Potencial desarrollo local de tecnologías
- Beneficios adicionales al desarrollo
- Áreas de vacancia con respecto a la información disponible

Considerando los criterios detallados, se han seleccionado los sectores y subsectores presentados en la *Tabla 3.2*, para evaluar tecnologías susceptibles de ser implementadas a nivel nacional, con potencial de reducción de emisiones de GEI, reducción de la vulnerabilidad o que contribuyen a la adaptación de diversos sectores al cambio climático.

Tabla 3.2. SECTORES Y SUBSECTORES

SECTOR	SUBSECTOR	JUSTIFICACION
	OBSERVACIÓN Y MEDICIÓN DE VARIABLES CLIMÁTICAS E HIDROLÓGICAS	<ul style="list-style-type: none"> • Es una oportunidad de reforzar los programas en marcha en Argentina para la consolidación de redes de monitoreo para la medición de variables climáticas e hidrológicas. • La medición y el monitoreo de variables climáticas e hidrológicas es una actividad por naturaleza transversal a todos los sectores. • Las tecnologías analizadas permitirán mejorar la gestión de riesgos de desastres y la futura implementación de medidas de adaptación en varios sectores como infraestructura, energía, agricultura y transporte.

SECTOR ENERGÍA	<p>Industria: tecnologías para la cogeneración de energía eléctrica y calor aplicable a la pequeña y mediana industria de los subsectores agroalimentario y foresto-industrial</p>	<ul style="list-style-type: none"> • El sector energía es el más importante en términos de emisiones de GEI totales del país. • Constituye un tema transversal a varios sectores • Es parte de la planificación energética • Presenta un importante potencial de mitigación de emisiones GEIs • Presenta otros beneficios relacionadas a la seguridad energética • Área con una relativa falta de información y análisis.
SECTOR TRANSPORTE	<p>Agricultura: sistemas multimodales de transporte aplicados a productos agrícolas.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • La categoría transporte en su conjunto da cuenta del 13% de las emisiones del Sector Energía (cuya participación es del 50%, del total de emisiones del país), según estimaciones de 2005 de la Fundación Bariloche. • Constituye un tema transversal • Representa un aporte para programas en marcha de la Secretaría de Transporte y el Ministerio de Agricultura. • Los cambios modales presentan en Argentina un alto potencial de mitigación de emisiones GEIs • Ofrece oportunidades de sinergias con medidas de adaptación en el sector transporte
SECTOR RESIDUOS	<p>Energía: tecnologías para la producción de energía a partir de distintas corrientes de residuos.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • El sector residuos en su conjunto representa el 6% de las emisiones totales de GEI del país, según estimaciones a 2005 de la Fundación Bariloche. Dentro de este sector, se hallan las categorías Residuos Sólidos y Vertederos; Aguas Residuales Domésticas y Aguas Residuales Industriales, que son abordadas en la ENT. Se considera que el sector presenta un alto potencial de mitigación de emisiones. • Constituye un aporte para los planes de gestión de residuos que lleva adelante la Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable y de la planificación energética que lleva adelante la Secretaría de Energía, en su capítulo de energías alternativas. • Contribuye a la mitigación de GEIs no sólo por la reducción de emisiones de metano, sino también por la sustitución de combustibles fósiles. • Aporta a la generación de información y un mayor análisis sobre tecnologías específicas.
SECTOR AGRICULTURA	<p>Tecnologías para la optimización del uso del nitrógeno en la agricultura y ganadería.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Por su relevancia en las emisiones de GEIs -19% de las emisiones totales del país (Fundación Bariloche), a través de la formación de óxido nítrico- presenta un alto potencial de mitigación de emisiones GEIs. • Presenta sinergias con posibles medidas de adaptación en la agricultura • Área que requiere mayor información y un análisis detallado de las tecnologías disponibles y sus beneficios

Fuente: Elaboración propia

3.2. Criterios y resultados de la selección del área de estudio para la ENT Adaptación

El área de estudio sobre adaptación para la ENT: observación y medición de variables climáticas e hidrológicas fue seleccionada en el marco de las reuniones donde participaron los actores involucrados en la ENT. Cabe destacar el importante consenso entre los actores relevantes convocados a participar de la ENT, en la necesidad substancial de incrementar el monitoreo de las variables climáticas, lo que quedó reflejado en el resultado de encuestas realizadas durante el proceso.

Abordar la temática en la ENT garantiza contar con una propuesta concreta cuya aplicación daría respuesta a la demanda de más y mejor información sobre variables climáticas e hidrológicas, lo que permitiría planificar mejores respuestas para la reducción de la vulnerabilidad de los diversos sectores y la adaptación a este fenómeno. Asimismo, constituiría información útil para diversas aplicaciones en el campo ambiental.

Esta información, es relevante considerando que Argentina es potencialmente vulnerable a los impactos del cambio climático. Según la Segunda Comunicación Nacional del Gobierno de la República Argentina a la Conferencia de las Partes de la CMNUCC (SCN, 2007), su potencial vulnerabilidad esta dada por su perfil productivo, que presenta un alto porcentaje de exportaciones agrícolas y de manufacturas de origen agropecuarias, sumado a su alta dependencia de la generación hídrica para la producción de electricidad.

En la SCN, se afirma que en la mayor parte del territorio argentino y en muchas regiones vecinas de los países limítrofes hubo notables tendencias climáticas durante las últimas 3 o 4 décadas, muy probablemente relacionadas con el calentamiento global. Las proyecciones del clima para este siglo resultan preocupantes porque el clima es uno de los más importantes activos físicos de la Argentina. Asimismo, de acuerdo a los diversos estudios de la SCN, entre los principales impactos vinculados a los cambios del clima, que requieren respuestas de adaptación, se pueden mencionar³:

- a) Aumento de las precipitaciones medias anuales en casi toda la Argentina y muy especialmente en el noreste y en la zona oeste periférica a la región húmeda tradicional.
- b) Aumento de la frecuencia de precipitaciones extremas en gran parte del este y centro del país.
- c) Aumento de la temperatura en la zona cordillerana de la Patagonia y Cuyo con retroceso de glaciares.
- d) Aumento de los caudales de los ríos y de la frecuencia de inundaciones en todo el país excepto en San Juan, Mendoza, Comahue y Norte de la Patagonia.
- e) Retroceso de los caudales de los ríos de origen cordillerano en San Juan, Mendoza y Comahue.
- f) Afectación del litoral marítimo argentino con el aumento de la temperatura del océano, cambios en la circulación de las corrientes marinas y el ascenso del nivel medio del mar.

³: Se amplía información en el ANEXO I. Impactos en Argentina. Vulnerabilidad y adaptación al Cambio Climático en Argentina

- d) Impacto potencial del cambio climático en los rendimientos de los cultivos de trigo, maíz y soja. Habría un equilibrio con mayor producción de granos en el sur y pérdidas en el norte.
- g) Extensión de la distribución geográfica de vectores de enfermedades tropicales infecciosas sobre Argentina.

Las medidas de respuesta para los impactos señalados, podrían demandar ingentes recursos, es por ello que fortalecer los sistemas y redes de medición de variables climáticas e hidrológicas brindaría información real, permitiendo reducir los niveles de incertidumbre propios de los modelos y facilitaría el proceso de toma de decisiones.

El informe citado como así también otros informes y publicaciones científicas, coinciden en que la mejora en la gestión de la adaptación se producirá con mejores datos observacionales, modelos y una serie de productos climáticos que permitan manejar la emergencia y proponer medidas de adaptación coherentes. En esta dirección, el análisis y propuestas en la ENT se orientan a la creación de sistemas operacionales para la gestión de la adaptación.

El área de estudio y la priorización de las tecnologías, se abordó considerando que la medición los instrumentos desplegados en el campo (ya sean fijos o móviles) junto a los procedimientos de medición y calibración, deben organizarse en una base de datos coherente y estable. A partir de los datos se pueden generar pronósticos y otros productos climáticos que interpreten esa información y permitan una acción, tanto en vistas a la mitigación y la adaptación, según el requerimiento y objeto del estudio. Para generar estos productos se requieren, entre otros instrumentos modelos regionales adecuados.

El manejo y generación de esta información útil debe ser responsabilidad de una institución o agencia especialmente destinada al mantenimiento y elaboración de estos productos ambientales específicos. Por tanto, **mediciones, productos y centros** son los ejes centrales analizados en la ENT, estando en consonancia con la recomendación de diversas agencias y organismos internacionales sobre cambio climático, sobre fortalecer estos tres ejes claves.

Respecto a los beneficiarios de las tecnologías para la observación y medición de variables climáticas, cabe señalar que si bien ninguna de las propuestas contribuye directamente a reducir la vulnerabilidad de un sector determinado, estas presentan el beneficio de generar información para ayudar a una mejor interpretación del cambio climático, permitiendo detectar las amenazas y apoyando el proceso de toma de decisiones en la materia.

REPORTE

Observación y medición de Variables Climáticas e Hidrológicas



SECCIÓN I. CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO Y PRIORIZACIÓN DE TECNOLOGÍAS

En la Sección I del informe completo, en primer lugar, se detalla la concepción bajo la cual se realiza el análisis del área de estudio. Seguidamente, se presenta información sobre el estado del arte a nivel internacional en cuanto a principales variables climatológicas e hidrológicas y su estructura de monitoreo, organizaciones, redes, bases de datos y productos. Se detallan estos mismos aspectos para el nivel nacional, identificando además a los principales actores, que sintetizan en el presente documento.

Considerando las variables críticas, internacionalmente recomendadas para monitoreo, a través del conjunto denominado VCE (Variables Climáticas Esenciales), se describe en el punto 2 de la sección, la capacidad de monitoreo en Argentina, considerando modelos actualmente disponibles. Además se presentan una serie de instrumentos aéreos y terrestres para medición in-situ y software para instrumentos y satélites, que complementarían la red de monitoreo instalada en Argentina y permitirían mejorar la observación de variables climáticas e hidrológicas en el país.

Posteriormente, se presentan propuestas tecnológicas y organizacionales, consideradas necesarias y complementarias a los programas actualmente vigentes, sugeridas por actores relevantes del área monitoreo de variables climáticas e hidrológicas, convocados a participar en la ENT. Sobre la base de dichas propuestas, se realiza un análisis multicriterio y de factibilidad, a fin de arribar a una priorización de tecnologías y de sistemas operacionales para la gestión de la adaptación, que concluyen en ideas de proyectos concretas.

1. CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

1.1. Concepción esquemática para el análisis del área de estudio

Se ha planteado para la ENT una concepción esquemática del problema del cambio global para la observación y medición de las variables climáticas, que distinga tres dimensiones básicas: Clima, Tecnología y Sociedad, tal como se indica en la *Figura 3.1*.

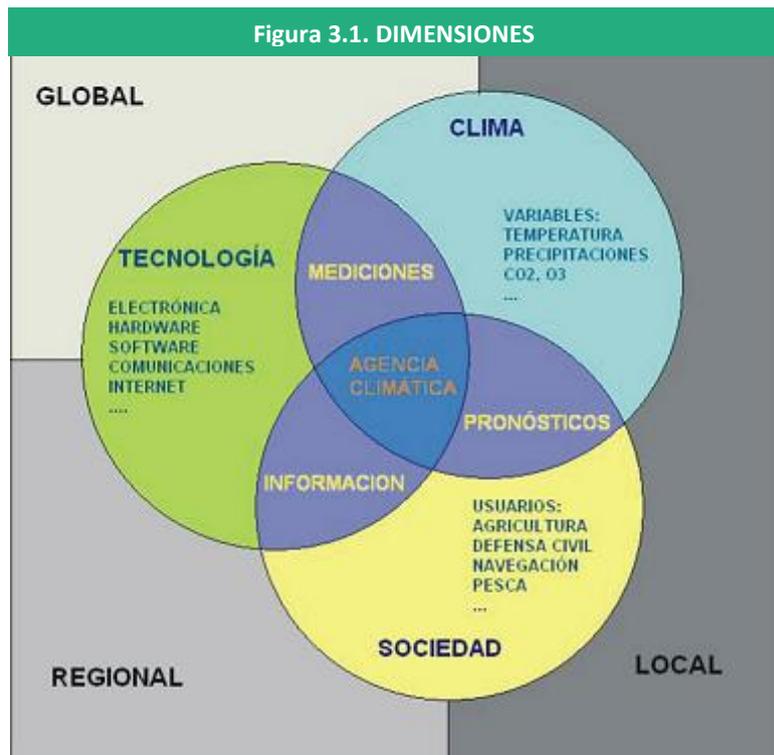
En la dimensión "Clima" se incluyen todas las variables físicas que permiten caracterizarla. Las organizaciones mundiales han definido un grupo de variables climáticas esenciales (VCE) que deberían monitorearse a fin de conocer el estado de las condiciones globales.

Muchas de estas variables ya se miden actualmente o son factibles de medirse. La *Tabla 4.1* define estas variables esenciales de acuerdo al ámbito o dominio de medición.

Por razones prácticas, los datos climatológicos se han dividido en un número de categorías: datos de alta atmósfera; datos climatológicos en superficie, datos sobre radiación (en superficie); datos marítimos y oceánicos, datos de la criósfera, datos sobre la composición atmosférica, datos hidrológicos, y datos históricos y representativos.

En la dimensión "Tecnología" se identifican todos los recursos técnicos y humanos disponibles. Finalmente en la dimensión "Sociedad" se incluyen las necesidades de los usuarios. Esta sociedad es actor y víctima tanto de su propio consumo tecnológico como de la variabilidad climática.

La interacción o frontera Clima-Tecnología, es sumamente amplia, pero a los efectos de esta ENT se distinguen fundamentalmente aquellos equipos y métodos de mediciones de las variables climáticas. En la frontera Clima-Sociedad, podemos imaginar un grupo de productos elaborados que van del clima a la sociedad como necesidad de pronósticos, alertas, planes de



adaptación, acciones que prevean planes de mitigación y reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero u optimización del consumo de agua y energía, etc.

La interfase Sociedad-Tecnología, representa la manera que la sociedad interactúa con la tecnología, fundamentalmente demandando mayor información y conocimiento.

El núcleo de la interacción entre las tres dimensiones es el enfoque central de esta ENT. El análisis se realiza abordando el problema desde lo global y en las escalas regional y local, que impactan en las tres dimensiones del clima, tecnología y sociedad.

Basados en la concepción descripta, el análisis del área de estudio y priorización de tecnologías se estructura en torno a los siguientes aspectos:

6. Identificación de las redes de monitoreo del clima y del tiempo e hidrológicas en Argentina y su aporte a las redes internacionales.
7. Propuesta de mecanismos de coordinación y fortalecimiento de las redes a fin de mejorar la interrelación entre la situación global y la regional.
8. Identificación del estado del arte de instrumentos y monitoreo, a fin de mejorar la calidad de los datos y ampliar la cobertura espacial y temporal.
9. Propuesta de mejoras a los productos climáticos e hidrológicos, adaptando los modelos globales a los modelos regionales y locales, a fin de optimizar las herramientas de decisión.
10. Identificación de oportunidades tecnológicas para el desarrollo local de equipos para mediciones.

Tabla 4.1: VARIABLES CLIMÁTICAS ESENCIALES (VCE), DEFINIDAS POR GCOS

DOMINIO		VARIABLES CLIMÁTICAS ESENCIALES
Atmosférico (sobre tierra mar e hielo)	Superficie	Temperatura del aire, precipitación, presión atmosférica, balance de radiación en superficie; velocidad y dirección del viento, vapor de agua.
	Altura (aire)	Balance de radiación solar, incluyendo irradiancia solar; temperatura en altura; velocidad y dirección del viento; vapor de agua; propiedades de las nubes.
	Composición	Dióxido de carbono; metano, ozono; otros gases de efecto invernadero ⁽¹⁾ ; propiedad de los aerosoles.
Oceánico	Superficie	Temperatura y salinidad superficial de los mares; nivel del mar, estado del mar; hielo marino, corrientes, color del océano (para actividad biológica), presión parcial del dióxido de carbono.
	Sub-superficie	Temperatura, salinidad, corrientes, nutrientes, carbón, trazadores oceánicos, fitoplancton.

Terrestre	Usos del agua, descarga en ríos ⁽²⁾ ; agua subterránea; niveles de lagos, cobertura de nieve, glaciares y capas de hielo; suelos permafrost o estacionalmente congelado; cobertura del suelo, incluyendo tipo de vegetación, fracción de radiación activa absorbida fotosintéticamente (fAPAR); índice de área foliar (LAI), biomásas; áreas afectadas por fuego.
-----------	--

⁽¹⁾ Incluye el óxido nitroso (N₂O), los clorofluorcarbonos (CFCs), los hidroclorofluorcarbonos (HCFCs), los hidrofluorcarbonos (HFCs), el hexafluoro de azufre (SF₆), and perfluorocarbonos (PFCs).

⁽²⁾ Incluye escorrentía (m³ s⁻¹), localización y tasas de extracción de agua subterránea (m³ a⁻¹), extensión y cobertura de nieve (km²), profundidad de nieve (cm), inventario de glaciares/capas de hielo: balance de masa (kg m⁻² a⁻¹), longitud del glaciar (m), extensión (km²), extensión del permafrost (km²), perfiles de temperatura y espesor de la capa activa; biomasa por encima de la superficie (t/ha), área de incendios (ha), ubicación y fechas de los fuegos activos, eficiencia de quemado (%vegetación quemada / unidad de área).

Fuente: Global Climate Observing System (GCOS)

1.2. Observación y medición de variables climáticas e hidrológicas. Nivel Nacional

1.2.1. Identificación de actores claves

En Argentina existen en la actualidad diversas redes independientes (Tablas 4.2 a 4.4) que tienen injerencia en la detección de las variables climáticas esenciales (VCE).

La Figura 3.2 muestra un esquema conceptual de las redes y actores claves involucrados en la observación hidrometeorológicas y las siguientes tablas detallan las redes existentes.

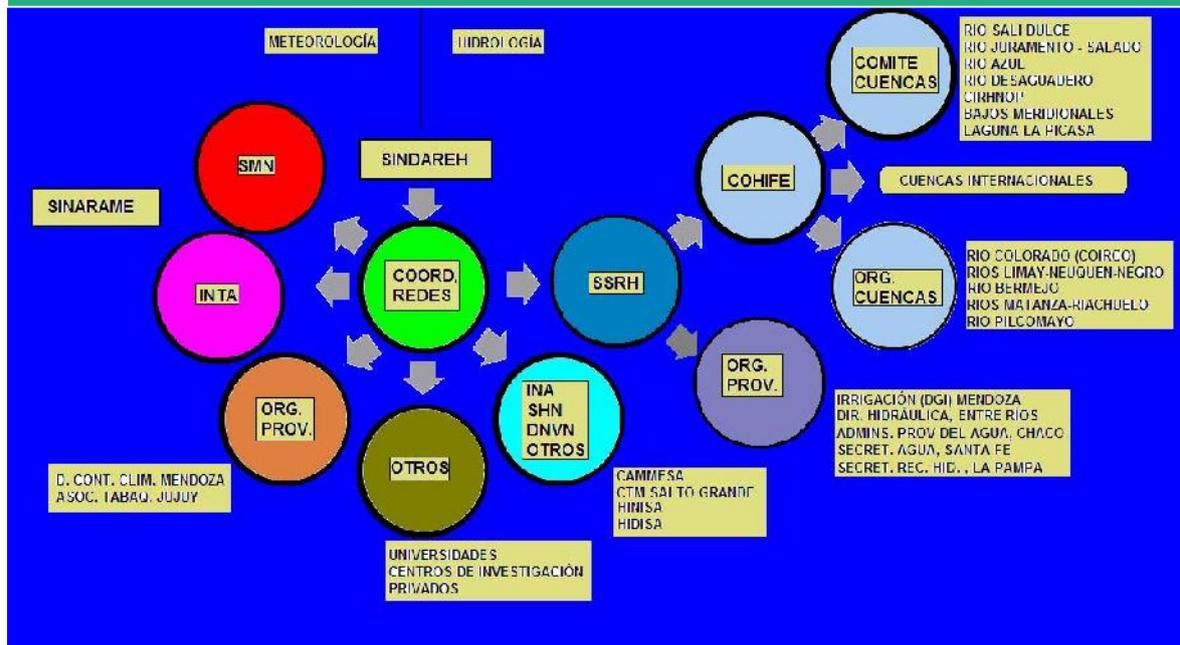
Tabla 4.2.: RED METEOROLÓGICA
Principalmente operada por el Servicio Meteorológico Nacional (SMN); Operada por el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA); Otras instituciones, principalmente universidades e institutos de investigación, pero que no están en red, algunas están disponibles por internet; Operadores privados: empresas petroleras, mineras, aeroclubes, etc.

Tabla 4.4: REDES DE RADARES
Radars meteorológicos : SMN, INTA, Prov. de Mendoza (Contingencias Climáticas Provincial), Prov. Jujuy (Lucha antigranizo red de tabacaleros)

Tabla 4.3: REDES HIDRO-METEOROLÓGICAS
Principalmente operada por el Servicio Meteorológico Nacional (SMN);
Operada por el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA);
Otras instituciones, principalmente universidades e institutos de investigación, pero que no están en red, algunas están disponibles por internet;
Operadores privados: empresas petroleras, mineras, aeroclubes, etc.
Operada por la SSRH y disponible en Internet.
Operadas en las sedes del Instituto Nacional del Agua (INA)
Operadores de presas hidráulicas para la generación eléctrica.
Organismos hídricos provinciales.
Comités u organismos de cuenca.
Servicio de Hidrografía Naval (SHN)
Servicio de Meteorología de la Armada (SMARA)

Fuente: Elaboración propia

Figura 3.2: ESQUEMA DE LAS REDES Y ACTORES CLAVES DE LAS MEDICIONES HIDRO-METEOROLÓGICAS



2. PRIORIZACIÓN DE TECNOLOGÍAS

La priorización de tecnologías detallada en el informe completo presenta información relacionada con la capacidad de monitoreo en el país, considerando modelos actualmente disponibles (Tabla 5.1).

Describe además una serie de equipos que permiten observar las variables climáticas esenciales carentes en Argentina, en especial para la detección de precipitación y caracterización de aerosoles en forma directa, con muestreo in situ o a través de sensado remoto, tanto desde la tecnología en sí (hardware) como de los programas de control y procesamiento de datos (software). Estos

complementarían la red de monitoreo instalada en Argentina y permitirían

mejorar la observación de variables climáticas e hidrológicas en el país (Tabla 5.2).

Tabla 5.1: MODELOS ACTUALMENTE DISPONIBLES
<ul style="list-style-type: none">• Modelos Meteorológicos Regionales<ul style="list-style-type: none">– Modelos Regionales en el SMN– Modelos Regionales en UBA– Modelos Regionales en el CCT-Mendoza– Modelos Regionales en UTN– Otras instituciones dedicadas al clima• Modelos y Evaluación Hidrológica<ul style="list-style-type: none">– Modelos hidrológicos en el SHN– Modelos hidrológicos en el INA– Otras Instituciones Argentinas con modelos hidrológicos• Otros Modelos Hidrológicos Usados<ul style="list-style-type: none">– Modelo Hidro-meteorológico NOAH– Modelo Hidro-meteorológico WEAP

Fuente: Elaboración propia

Se incluyen en este punto las propuestas tecnológicas y organizacionales, consideradas necesarias y complementarias a los programas actualmente vigentes, sugeridas por actores relevantes del área monitoreo de variables climáticas e hidrológicas, convocados a participar en la ENT. Sobre la base de dichas propuestas, se realiza un análisis multicriterio y de factibilidad, a fin de arribar a una priorización de tecnologías y de sistemas operacionales para la gestión de la adaptación, que concluyen en ideas de proyectos concretas.

Tabla 5.2: INSTRUMENTOS COMPLEMENTARIOS
Instrumentos Aéreos y Terrestres para Medición in-situ de aerosoles
<ul style="list-style-type: none">• Espectrómetro de Partículas Meteorológicas (MPS)• Instrumento Cloud Imaging Probe (CIP)• Instrumento Liquid Water Content (LWC)• Instrumento Aircraft Intergrated Meteorological Measurement System (AIMMS-20)• Instrumento H-TDMA (de Texas A&M University)• Aerodynamic Particle Sizer (APS, de TSI)• Analizador de Movilidad Diferencial (DMA)
Instrumentos de Sensado Remoto
<ul style="list-style-type: none">• Radiómetros• Perfilador de Vientos• Radares Meteorológicos• Ceilómetro• Disdrómetro

Software para Instrumentos y Satélites

- Software de Radar TITAN y Radares Polarimétricos
- Software para productos satelitales

Fuente: Elaboración propia

2.1. Proceso de priorización de tecnologías

A fin de priorizar tecnologías para la observación y medición de variables climáticas e hidrológicas se desarrolló un proceso que incluyó una fase exploratoria y de relevamiento, una segunda fase de consulta a actores mediante encuestas y entrevistas una selección de alternativas y por último un taller de difusión. (Ver listado de actores involucrados en Anexo I).

El proceso permitió identificar una serie de alternativas, en línea con los ejes centrales del estudio (enfoque, mediciones, productos y centros), para su posterior priorización, realizada mediante análisis multicriterio y de factibilidad. La priorización ha sido validada por las consultas, constituyendo la base para formular las ideas de proyecto.

A partir del análisis de la información derivada del proceso en sus diferentes instancias, se han identificado numerosas necesidades y/o debilidades. Entre ellas, se ha interpretado como una demanda de la sociedad científica-tecnológica nacional la mejora en la red de monitoreo a fin de cubrir temporal y espacialmente el territorio nacional. Por otro lado, considerando que se han señalado carencias y barreras institucionales u organizativas que dificultan el monitoreo adecuado, se identifica como una demanda de los entrevistados, la mejora en la coordinación de los datos y en la generación de otros productos climáticos.

Asimismo, la información recabada en las entrevistas y los resultados de las encuestas reunió una serie de recomendaciones en cuanto a variables que deberían medirse, tecnologías que deberían utilizarse y propuestas de esquemas institucionales organizativos, permitiendo generar una primer lista de alternativas y/o propuestas (tercera fase) para su posterior análisis, que se sintetiza en la *Tabla 5.3*:

Variables físicas	Equipos posibles
a. Medición meteorológica de altura; b. Medición pluviométrica; c. Medición meteorológica superficial; d. Medición de aerosoles y radiación; e. Mediciones en glaciares, campos de nieve, etc. f. Otras mediciones.	a. Radares; b. Radiosondeo; c. Radiómetros; d. Lidars; e. Estaciones automáticas; f. Equipamiento con aviones g. Otros equipos.

Software o datos	Organizacionales
a. Software para uso de datos satélites; b. Modelos regionales meteorológicos; c. Modelos hidrológicos; d. Mejoras o disponibilidad en las bases de datos. e. Otros productos climáticos según los usuarios.	a. Adaptación del SMN como agencia climática; b. Agencia climática nueva; c. Otras propuestas organizacionales.

Teniendo en cuenta la demanda de *“ampliar la captura de datos climáticos esenciales, mejorar su calidad y extensión geográfica y generar productos que sirvan a la toma de decisiones ante los posibles cambios climáticos globales”*, las opciones tecnológicas seleccionadas, se presentan en torno a dos objetivos específicos que dan respuesta a dicha demanda:

- 1) Ampliar en calidad y extensión cantidad la red de datos hidrometeorológicos.
- 2) Establecer un Centro de Datos o Agencia Climática.

Cada uno de estos objetivos específicos, presentan propuestas tecnológicas u organizativas que son evaluadas de acuerdo a una matriz multicriterio que considera aspectos ambientales, sociales, económicos, político-institucionales y técnicos.

Objetivo 1) Ampliar en calidad y extensión cantidad la red de datos hidrometeorológicos.

Entre las variables físicas seleccionadas, se abordará la medición de variables meteorológicas en altura. Esta puede realizarse mediante diversos equipos o una combinación de ellos, tales como radares, radiosondeo, radiómetros, Lidars, ceilómetros, aviones instrumentados, globos libres o cautivos, cohetes, satélites con equipos de sensado remoto. A su vez cada equipo puede monitorear más de una variable, con lo cual puede resolver varios aspectos simultáneamente.

Considerando las variables temperatura, vapor de agua, vientos, aerosoles y radiación, las propuestas sometidas a análisis multicriterios son las que se muestran en la *Tabla 5.4*.

Tabla 5.4: PROPUESTAS PARA ANÁLISIS MULTICRITERIO. OBJETIVO 1
a) Mejorar (calidad) y ampliar (cobertura espacial /temporal) los perfiles en altura de temperatura y humedad.
Ampliar la red de radiosondeos.
Instalación de radiómetros.
Uso de información satelital, p. ej. MODIS.
b) Mejorar y ampliar la información de viento en altura y precipitación
Instalación de perfiladores de viento.
Instalación de radares.

c) Mejorar y ampliar la detección de aerosoles en altura
Instalación de LIDAR.
Campaña con aviones.

Objetivo 2) Establecer un Centro de Datos o Agencia Climática

La implementación de una Agencia Climática (AG), podría ayudar a superar o complementar las necesidades de Software o datos. Se consideran para su evaluación opciones organizacionales (*Tabla 5.5*) que puedan garantizar las siguientes funciones:

- La calidad de los datos. Para ello se deben fortificar los aspectos metodológicos instrumentales: mejorar y calibrar los equipos, aumentar la frecuencia de muestreo, agregar variables no medidas, comprobar y validar las series históricas; entre muchas otras recomendaciones. Esto incluye informar y conocer las incertidumbres asociadas y la preparación de una buena meta-data asociada a cada variable.
- Asegurar el acceso y disponibilidad pública de estos datos. Esto requiere compilar y organizar los datos existentes en bases de datos públicas con acceso público sin restricciones y permisos previos.
- La generación de productos climáticos que integran y analizan espacial y temporalmente los datos recolectados proporcionando información útil para la toma de decisiones. Esta tarea demanda muchos recursos humanos especializados y computacionales.

Tabla 5.5: PROPUESTAS PARA ANÁLISIS MULTICRITERIO. OBJETIVO 2
Establecer un Centro de Datos o Agencia Climática

d) Organizar una Agencia Climática nueva.
e) Ampliar el SMN (INTA. SSRH. u otra repartición) a fin de cumplir este rol.
f) Estructurar la AG dentro de la propuesta de un Sistema Nacional de Meteorología y Clima (SNMC) bajo el Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva (MinCTIP)

2.1.1. Priorización del Objetivo 1: Ampliar en calidad y extensión cantidad la red de datos hidrometeorológicos

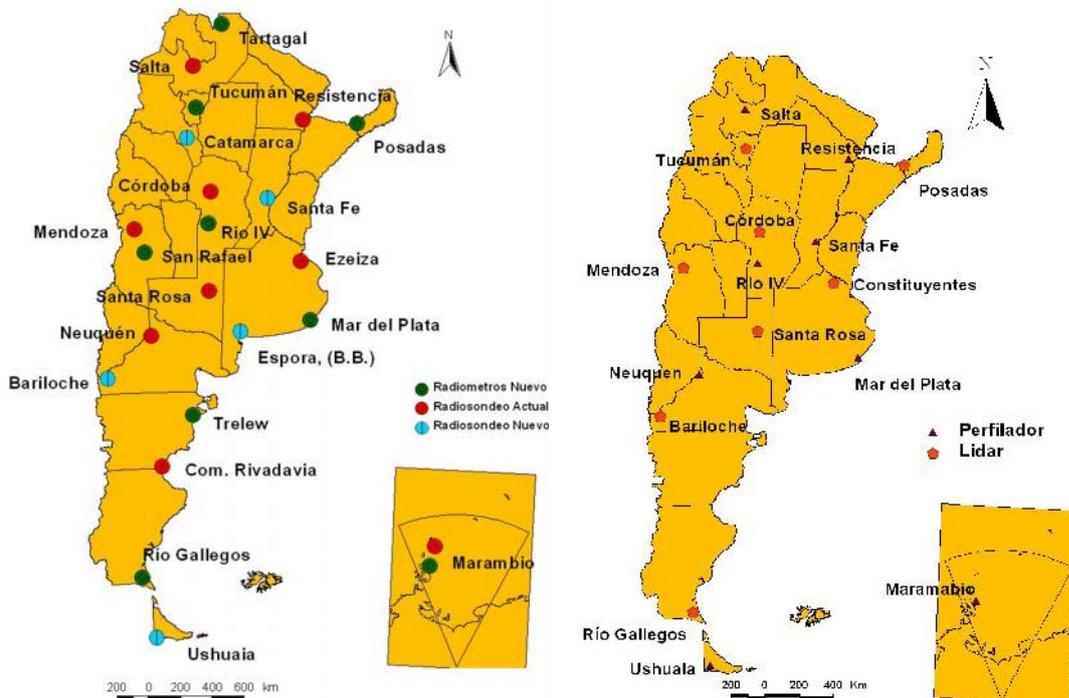
Sobre el total de propuestas tecnológicas consideradas para el **Objetivo 1**, en el análisis multicriterio, la opción mejor valorada ha sido la que considera radiómetros. Sin embargo existen diversos mecanismos complementarios que ayudan a lograr una mejora en la distribución espacial y temporal de las variables climáticas en altura. Ninguna de estas alternativas es realmente excluyente entre sí, ya que no entregan idéntica información, pero todas contribuyen al objetivo.

Una solución óptima para cumplir el objetivo debería incluir todas estas variantes a fin de cubrir adecuadamente las necesidades de tener mejor distribución espacial, temporal, capacidad operativa y extensión de las series de datos. En este sentido las tecnologías para ampliar la red abarcarían radiómetros multi-frecuencia, radiosondeo, radares, Lidars y perfiladores de viento, proponiendo “Ampliar la red de mediciones de altura” a través de:

- 5 estaciones de radiosondeo nuevos (con dos vuelos diarios) sumados a los 8 ya presentes que incluyan ozono-sondeo;
- radares meteorológicos doppler doble polarización;
- 9 radiómetros 20/30 -50/60 GHz;
- 9 Perfiladores de viento y ceilómetros;
- 7 LIDARS.

En relación las tecnologías sugeridas, se presenta una propuesta de ubicación de los instrumentos (*Figura 4.1*), establecida en función de la necesidad específica de mejorar la cobertura geográfica y temporal de las variables climáticas y de la capacidad técnica del personal del SMN en cada estación y del apoyo de instituciones científicas universitarias locales. Algunos instrumentos, a pesar de ser operativos, pueden requerir de una apoyatura científica adecuada. La investigación mediante el uso de aviones para medición de nubes, puede realizarse a través de campañas periódicas partiendo de algunos de los aeropuertos locales, aunque tenga una base de instalación fija.

Figura 4.1: PROPUESTA DE UBICACIÓN DE INSTRUMENTOS NUEVOS



(a) Izq. Radiómetros y radiosondeos, (b) Der. LIDARS y perfiladores de viento.

Los proyectos actualmente en marcha, que abordan el desarrollo de tecnologías propuestas, fueron tenidos en cuenta para la priorización, dado que ello concluye en una idea de proyecto nueva. En este sentido, considerando el Plan de Radarización en el marco del Sistema Nacional de Radares Meteorológicos (SINARAME), que prevé el desarrollo de 10 radares meteorológicos a través de una empresa tecnológica argentina y el Plan para la construcción de 5 Lidars, por parte del Instituto de Investigaciones Científicas y Técnicas para la Defensa (CITEDEF) estas tecnologías se recomiendan para la mejora de la red de monitoreo pero no se priorizan.

El aumento del radiosondeo consiste en elevar en un globo un grupo de sensores una o dos veces por día. Esta propuesta es posible, ya que el SMN tiene 8 estaciones de radiosondeo, pudiéndose ampliar esta actividad a otras estaciones adicionales. Se propone aumentar en 5 las estaciones, sin embargo de acuerdo al análisis de factibilidad que se desarrolla en el informe, esta alternativa es costosa y no genera un adicional tecnológico al país por tanto no se considera como una priorización para idea de proyecto. Por otra parte el SMN podría ampliar su red de radiosondeo de acuerdo a sus propias decisiones y limitaciones presupuestarias o institucionales.

La construcción de radiómetros resulta interesante y por ello se plantea como tecnología priorizada para idea de proyecto. Esta tecnología permite el monitoreo en forma continua (es decir un perfil en altura cada 2-3 minutos) de varios parámetros en altura, como ser temperatura, vapor de agua y agua líquida. Es un complemento para los radares y tienen una cobertura espacial que permite cubrir las áreas entre radares a un costo que es 10 veces menor que el de un radar. De acuerdo al análisis de factibilidad, se muestran los costos asociados (Tabla 5.6). Se propone la construcción de un grupo de radiómetros multifrecuencia, ya que este proyecto potenciaría el desarrollo tecnológico, complementando las capacidades institucionales científicos-tecnológicas actuales de construcción de radares y Lidars.

Tabla 5.6: RESUMEN DE COSTOS POR PERFIL

Descripción	Costo	Cantidad de perfiles		Costo
	anual promedio	Diario	Anual	individual por perfil
	miles de pesos	perfiles/día	perfiles/año	pesos/perfil
a) Radiómetros v1	287	48	16800	17
b) Radiómetros v2	424	48	16800	25
c) Radiosondeo	981	2	700	1,402
d) Radiosondeo + ozonosondeo	1,506	2	700	2,152
e) Radar	1,020	48	16800	61
f) Perfilador	414	48	16800	25
g) Lidar	417	48	16800	25
h) Ceilómetro	758	48	16800	45
i) Aeronave v1	7,680	360	108000	71
j) Aeronave v2	7,837	360	108000	73
k) Aeronave v3	7,803	360	108000	72

(*) Incluye la amortización a 15 años de los equipos. (**) A los efectos de comparación, se considera que por hora de vuelo se obtiene un equivalente a 60 perfiles de 6 variables.

Otras alternativas complementarias consideradas que colaborarían en llenar la matriz de monitoreo de las Variables Climáticas Esenciales en el país, serían equipos de sensado de

aerosoles y radiación tanto en superficie como en nubes, para ello se requerirían algunas aeronaves equipadas con estos equipos lo cual tiene un costo asociado elevado.

En relación a los costos, que es otro de los parámetros considerados para la priorización, el informe presenta un análisis detallado del costo-oportunidad de ampliar la red de monitoreo de algunas variables climáticas. Se presentan los costos de compra o desarrollo de equipos, mantenimiento, instalación, personal y operativos de una estación nueva.

A modo de resumen la *Tabla 5.7* muestra el costo total de las variantes para la cantidad de estaciones previstas en la propuesta, para 15 años de funcionamiento y el costo anual promedio por estación incluyendo la amortización del costo inicial del equipo. En la última columna se muestra el costo total de implementar una cantidad de estaciones distribuidas en el país.

El total incluye una variante de avión (v1), una de radiómetro (v2) y una de radiosondeo (+o3). Se necesitarían aproximadamente 48 millones de pesos anuales para aumentar 48 estaciones de monitoreo nuevas, casi 1 millón promedio por estación considerando una amortización de los equipos a 15 años. A fin de comprar los costos para diversos equipos se definió el costo por perfil o unidad física de la variable de medición. Este costo varía entre 15 y 70 pesos para equipos automáticos y de 500 a 1000 pesos por perfil para los radiosondeos (u ozonosondeos).

TABLA 5.7: RESUMEN DE COSTOS PARA N ESTACIONES			
Descripción	anual promedio (*)	N. Estaciones	TOTAL
a) Radiómetros v1	287	9	2,580
b) Radiómetros v2	424	9	3,816
c) Radiosondeo	981	5	4,907
d) Radiosondeo + ozonosondeo	1,506	5	7,532
e) Radar	1,020	10	10,200
f) Perfilador	414	9	3,726
g) Lidar	417	7	2,921
h) Ceilómetro	758	6	4,548
i) Aeronave v1	7,680	2	15,360
j) Aeronave v2	7,837	2	15,673
k) Aeronave v3	7,803	2	15,607
Total (**)	12,220	48	48,103

En miles de pesos 2011. () Incluye la amortización a 15 años de los equipos, (**) El total sólo incluye una variante de avión v1, una de radiómetro v2 y una de radiosondeo (+o3).*

2.1.2. Priorización del Objetivo 2: Establecer un centro de datos o agencia climática

De acuerdo a la valoración obtenida en el análisis multicriterio, resulta como más favorable que el SMN fortalezca su estructura para funcionar como Agencia Climática, mientras que las variantes de organizar una institución independiente (del SMN) o asociada al MinCTIP, parecería ser indistinto. Esto se justifica por el hecho que el SMN ya tiene numerosas funciones en sí mismas y requiere sólo de un aspecto adicional y complementario, comparado con organizar una estructura nueva.

Esta propuesta si bien no representa una tecnología en si es muy relevante. Para la existencia de mediciones confiables en cantidad y calidad (largas series de datos ininterrumpidas) se necesita un control, calibración y dedicación exclusiva al mantenimiento de todas las redes hidrometeorológicas existentes (o nuevas que surgieran) en el país. Por ello, se considera que esto se logrará con la conformación de una Agencia o Centro de datos con objetivos específicos en el mantenimiento de todas las variables climáticas esenciales.

Eventualmente podrán existir dos o más Centros divididos por tipo de variables climáticas esenciales, por ejemplo Atmósfera en un centro, Hidrológicas en otro y Oceánicas en uno adicional. Pero ya sea uno o varios, deberá existir un fuerte compromiso a la función específica, coordinada pero independiente de la función de la institución de la que dependa.

Por ejemplo, el Servicio Meteorológico Nacional (SMN) o el Servicio de Hidrografía Naval (SHN) parecería ser el ámbito adecuado para tal Centro, debido a su fuerte vocación operativa, pero el SMN tiene otras funciones, por ejemplo los pronósticos diarios, el mantenimiento de sus estaciones propias, etc.

Lo mismo el Instituto Nacional del Agua (INA) mantiene ciertos modelos hidrológicos para ríos y algunas cuencas importantes, como la del Paraná-Río de la Plata, o la del Río San Antonio (Córdoba), pero su objetivo (central) no está en estudiar el cambio climático, aunque puede colaborar a este objetivo.

Actualmente tanto el SMN, el INA, el SHN o la Subsecretaría de Recursos Hídricos (SSRH) vienen cumpliendo parcialmente las funciones de centro de datos, pero ninguno tiene la capacidad operativa para realizar todas las funciones de un centro climático, ni lo contemplan totalmente sus cartas orgánicas. Por ello es que se insiste en formar centros específicos a tal fin, ya sea nuevos o reorganizando los objetivos operativos de alguna de estas organizaciones y dotarlas de medios y personal conforme.

Esta discusión es clave y probablemente sea la barrera más difícil de superar. Sin embargo, si el estamento político interpreta adecuadamente estas recomendaciones, los demás aspectos organizativos, presupuestarios y de personal se pueden superar gradualmente.

Con respecto al mantenimiento de bases de datos y centros de coordinación de redes, el Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva está organizando el Sistema Nacional de Meteorología y Clima, en el marco del Programa de Grandes Instrumentos y Bases de Datos. Aún no está definida su estructura final, pero seguramente va a contribuir a la disponibilidad de los datos y recursos informáticos para que confluyan en un punto, a través de un sistema de adhesiones toda la información referida al clima y la meteorología. Sin embargo no está claro aún si este Sistema incluirá otra de las funciones claves aquí mencionadas sobre la operación de un centro climático.

En conclusión, una Agencia Climática no tiene implicancias operativas en las actividades cotidianas del monitoreo, sino que deberá interactuar con todos los generadores de datos a fin de recolectar los datos y mantener la base de datos seguras por largo tiempo, controlando la calidad de cada dato que ingresa a su base, manteniendo los metadatos, generando productos para los usuarios, asesorando a las redes naturales en términos de calidad de equipos, lugar de instalación, etc. Asimismo, otra función importante de esta agencia es la de mantener operativos los modelos regionales tanto de atmósfera, hidrológicos u oceánicos a fin de evaluar el estado de las variables, generando los productos climáticos claves como mapas, alertas e informes para los usuarios y tomadores de decisión.

Se presentan las fichas de las propuestas priorizadas en el Anexo II.

SECCIÓN II. ANÁLISIS DE BARRERAS Y RECOMENDACIONES PARA UN MARCO FACILITADOR

1. ANALISIS DE BARRERAS

En esta sección se evalúan las barreras e inconvenientes para la mejora del monitoreo de las Variables Climáticas Esenciales (VCE) enfocado en los tres componentes: variables, redes y productos considerados como enfoques para la adopción de nuevas tecnologías. Además se detallan las barreras de las propuestas priorizadas “Construcción de un radiómetro de microondas multiespectral” y “Establecer un centro de datos o agencia climática”. Adicionalmente, se identifican propuestas y recomendaciones para establecer un marco facilitador que permita la resolución de las barreras descriptas.

Las barreras y recomendaciones para un marco facilitador se enfocan en los impulsos a la innovación, la cooperación y la competitividad por tanto apuntan a evaluar las opciones de licitación, desarrollo de tecnología local asociada a equipos de monitoreo o alguna combinación de ambas soluciones.

Respecto del **monitoreo de las Variables Climáticas Esenciales (VCE)**, a pesar de una buena voluntad generalizada para conformar e integrar una red de mediciones climáticas esenciales (VCE) existen muchas barreras para lograr su aceptación y conformación definitiva que se hallarían en los aspectos vinculados a la gestión, financieros, de personal, normativos o políticos, operativos y aquellos relacionadas con el generador o usuario de datos. En el informe se presentan detalladamente cada una de las barreras según dicha clasificación.

Cabe destacar que en la sección se presentan determinados aspectos positivos, en contraposición a la barrera identificada que constituirían entornos habilitantes que contribuyen a reducir las barreras.

Las principales barreras para la construcción de un **radiómetro de microondas multiespectral**, podrían deberse a:

- **Factores de organización y gestión:** dada la reticencia, en general, de la inclusión de una tecnología no aplicada masivamente o reconocida en el país, se requiere de un proyecto previo demostrativo que logre convencer sobre la utilidad en el uso de esta práctica. Por otra parte, la asociación de grupos de investigación para el desarrollo de un equipo nuevo, puede tener algunas dificultades debido a la ocupación o interés del personal científico en otros proyectos.
- **Factores financieros y de mercado:** El desarrollo/construcción de un equipo nuevo es un proceso largo y más caro que simplemente llamar a licitación para la provisión de algunas unidades.
- **Factores reguladores y políticos:** Actualmente la Argentina está viviendo un período de máxima restricción de ingreso de materiales importados. El desarrollo de un equipo de alta tecnología exige importar en la etapa de diseño inicial numerosas piezas críticas, para que luego en una etapa operativa más amplia pudiera abordarse la construcción nacional.
- **Factores relacionados con el personal:** Se requiere la formación de personal para participar específicamente de un proyecto de estas características.

- **Factores relacionados con la generación de datos: Si las instituciones que requieren la tecnología, no la adoptan, el proyecto simplemente fracasa.**

Las barreras para la creación y operación de un **Centro o Agencia Climática** pueden sintetizarse en los siguientes puntos:

- Factores de organización y gestión: La principal barrera se enmarca en la existencia de organizaciones que cumplen con funciones similares pero no todas las requeridas para esta tarea. Resulta difícil justificar la creación de un nuevo ente nacional que pueda involucrar algunas tareas ya impuestas a organizaciones con muchos años de trayectoria. En caso de que algunas de éstas asumieran esta función debería adecuarse su carta orgánica y presupuesto.
- Factores financieros y de mercado: Ya sea la creación de una agencia nueva o la adaptación de alguna otra, éste requiere un incremento del presupuesto nacional. Estas funciones no pueden asumirse desde el sector privado productivo, ya que la “venta” de productos climáticos, no sería suficiente para financiar todas las tareas requeridas.
- Factores reguladores y políticos: Si la instalación de una Agencia Climática requiere la aceptación adicional del Congreso, pueden tener importantes demoras en su aprobación, dependiendo del interés político en el tema.
- Factores relacionados con la generación de datos: Puede haber alguna barrera en la recepción de los datos por parte de los generadores primarios. Existe todavía cierta reticencia por parte de instituciones públicas a entregar o habilitar el uso de sus datos. Asimismo, la falta de colaboración, por ejemplo en armar una base de datos integrada, por temor a que una Agencia asuma el rol de otra organización, podría ser una barrera. Pueden además presentarse problemas relacionados con el mantenimiento de una red de monitoreo. Esta se dificulta en especial en zonas alejadas, no sólo por problemas financieros o presupuestarios (falta de repuestos o insumos, poco personal), sino técnicos (falta de conectividad, mantenimiento preventivo periódico escaso, calibración poco frecuente, problemas en el acceso remoto a los instrumentos). Adicionalmente puede agravarse el mantenimiento operativo de una red por problemas de vandalismos o inseguridad.

La identificación y resolución de estas barreras deberían generar un efecto estimulador, impulsando claramente la innovación, la cooperación y la competitividad de muchos factores, por ello se incluye una serie de ideas para establecer un marco facilitador que permita superarlas.

2. RECOMENDACIONES PARA UN MARCO FACILITADOR

Muchas de las barreras presentadas surgen por la ausencia de un marco que propicie un ambiente favorable a las soluciones que se proponen. En esta sección, se presentan algunas opciones para un marco facilitador que viabilizaría una red de monitoreo acorde con las necesidades para la evaluación del cambio climático relacionados con el sistema nacional de innovación, la participación social y comunitaria, las capacidades humanas e institucionales y el marco macroeconómico.

Las principales medidas que se sugieren para superar las barreras tienen la particularidad de que los principales medios tecnológicos para la detección de un posible cambio climático ya están internacionalmente consensuados por la comunidad científica internacional, de la cual Argentina también participa.

Por otro lado, a diferencia de otros sectores abordados por la ENT, la observación y medición de las variables climáticas esenciales, recae principalmente sobre el sector científico-tecnológico, mayormente operado por el Estado nacional o provincial, aunque existen numerosos actores en diversas jurisdicciones, nacionales, provinciales y municipales. Por lo tanto las principales medidas que se sugieren en este informe no están orientadas a destrabar o alentar los mecanismos del mercado pertinente, como en los otros sectores, sino fundamentalmente apuntan a la coordinación institucional para aumentar la capacidad tecnológica actual.

En cuanto a las propuestas específicas para optimizar la capacidad tecnológica en términos de mediciones de las variables climáticas se sugiere:

- Mejorar el mantenimiento de lo existente.
- Ampliar la cobertura espacial de las principales variables climáticas.
- Identificar nueva tecnología principalmente de desarrollo local (para su uso y probable exportación), en especial para aquellas variables poco medidas (principalmente aerosoles y radiación UV).
- Generar proyectos en colaboración para la fabricación de tecnología propia.
- Mejorar la interconexión de datos (cableado, acceso y velocidad de internet, adquisición de servidores, unificación de software para acceso a bases de datos).
- Capacitación de personal técnico.
- Mejora institucional /administrativa / legal referida a los gastos e inversiones en equipos de monitoreo, adquisición y mantenimiento de bases de datos ("Brecha digital").
- Integrar un sistema de alerta temprana y de manejo de las contingencias.

SECCIÓN III. PLAN DE ACCIÓN TECNOLÓGICO

1. INTRODUCCIÓN PLAN DE ACCIÓN TECNOLÓGICO

En función del análisis realizado en la ENT para la observación y medición de variables climáticas, se presenta un Plan de Acción Tecnológico (PAT) conteniendo un objetivo central, barreras y necesidades, como así también líneas de acción necesarias para superarlas.

Los elementos del PAT se clasifican, a los fines organizativos, en aspectos regulatorios, económicos, de articulación institucional y tecnológicos, sin que ello represente un orden cronológico de implementación y de prioridad.

En relación a cada línea de acción se sugieren actividades, orientadas a generar los instrumentos o productos necesarios que viabilizarían la implementación de las mismas. Para ello, se proponen posibles actores del ámbito gubernamental para coordinarlas (cuyas funciones se describen en el punto actores estratégicos y posibles sinergias) y presupuestos estimados, en moneda local y su equivalente en dólares.

El presupuesto, en la mayoría de los casos, incluye la conformación y funcionamiento de mesas interinstitucionales de trabajo, durante un determinado período de tiempo, para definir lineamientos técnicos-políticos y posteriormente, la contratación de consultorías para preparar los instrumentos o productos necesarios, que luego el o los actores con competencia directa en la materia deberían implementar. De acuerdo al presupuesto estimado, el conjunto de actividades propuestas requerirían de \$ 980.000 (pesos argentinos) equivalentes a US\$ 196.000 (dólares) para desarrollarse.

Cada actividad a su vez, propone un tiempo de ejecución e indicadores de cumplimiento. Si bien el conjunto de actividades podría realizarse en el corto y mediano plazo, se considera que la línea de acción, relacionada con la articulación interinstitucional, relativa a la creación de un Centro o Agencia Climática, debería ser la primera en desarrollarse, ya que ello impulsaría el resto de las líneas de acción, debido a que crea el marco institucional y de coordinación necesario para ponerlas en marcha.

Se detallan en el cuadro del PAT otras líneas de acción que incluyen iniciativas actualmente en curso o planificadas por distintos organismos gubernamentales, destacadas por su relevancia o potencial sinergia con futuras acciones y proyectos derivados de la ENT. La idea de proyecto (ver sección IV) también se incluye como medida de acción.

Los actores estratégicos que se describen en el PAT, son aquellos con representación en la cadena de valor y gestión del sector, que deberían involucrarse en las acciones sugeridas.

Tabla 6.1: PLAN DE ACCIÓN. OBSERVACIÓN Y MEDICIÓN DE VARIABLES CLIMÁTICAS E HIDROLÓGICAS

OBJETIVO		Fortalecer y ampliar la captura de datos climáticos esenciales, mejorar su calidad y extensión geográfica y generar productos que sirvan a la toma de decisiones ante los posibles cambios climáticos globales.				
	BARRERAS Y NECESIDADES IDENTIFICADAS	LINEAS DE ACCIÓN	ACTIVIDADES PROPUESTA	POSIBLES ACTORES GUBERNAMENTALES	TIEMPO ESTIMADO	PRESUPUESTO ESTIMADO
REGULATORIAS	<ul style="list-style-type: none"> Necesidad de establecer en los lineamientos políticos el factor de largo plazo para favorecer el mantenimiento y operación en el tiempo de redes de monitoreo. 	<ul style="list-style-type: none"> Revisar y fortalecer políticas actuales para la mejora y mantenimiento en el tiempo de redes de monitoreo, dotándolas de claridad respecto de las competencias. 	<ul style="list-style-type: none"> Conformar mesas interinstitucionales de trabajo para identificar necesidades y vacíos regulatorios para el funcionamiento y mantenimiento de redes. <p>Indicador de cumplimiento:</p> <ul style="list-style-type: none"> Número de instituciones participantes Necesidades identificadas. <ul style="list-style-type: none"> Asistencia técnica para la elaboración de instrumentos que den respuesta a las necesidades identificadas. <p>Indicador de cumplimiento:</p> <ul style="list-style-type: none"> Instrumentos elaborados. 	<ul style="list-style-type: none"> SMN INA SSRH MINCyT SHN CONAE INTA 	6 meses	\$ 80.000 US\$ 16.000
ECONÓMICAS	<ul style="list-style-type: none"> Necesidad de financiamiento sostenido en el tiempo. 	<ul style="list-style-type: none"> Establecer partidas permanentes en el presupuesto nacional, destinadas a la instalación, operación y mantenimiento en el tiempo de estaciones de monitoreo y sistemas de información. 	<ul style="list-style-type: none"> Asistencia técnica para la preparación de una ingeniería de financiamiento y presupuestos detallados para el funcionamiento de una red de datos climáticos y sistemas de información. <p>Indicador de cumplimiento:</p> <ul style="list-style-type: none"> Plan de financiamiento finalizado y presupuesto detallado elaborado. 	<ul style="list-style-type: none"> SMN INA SSRH MINCyT SHN CONAE INTA 	6 meses	\$ 50.000 US\$ 10.000

ARTICULACIÓN INSTITUCIONAL	<ul style="list-style-type: none"> Necesidad de fortalecer la coordinación de los múltiples generadores nacionales de datos y la comunicación con los centros de datos internacionales 	<ul style="list-style-type: none"> Establecer un Centro de Datos o Agencia Climática (nuevo o reorganizar los objetivos operativos de alguna de las organizaciones existentes), dotándolo de medios y personal acorde a sus funciones. 	<ul style="list-style-type: none"> Establecer mesas interinstitucionales de trabajo para acordar objetivos y funciones del Centro de Datos o Agencia Climática y formas de articulación. <p>Indicador de cumplimiento:</p> <ul style="list-style-type: none"> Número de instituciones participantes Objetivos y funciones institucionales definidos. Asistencia técnica para el desarrollo de la estructura institucional y de funcionamiento y elaboración del instrumento legal para su constitución. <p>Indicador de cumplimiento:</p> <ul style="list-style-type: none"> Instrumento de constitución de la Agencia Climática definido, incluyendo estructura institucional. 	<ul style="list-style-type: none"> SMN INA SSRH MINCyT SHN CONAE INTA 	9 meses	\$ 200.000 US\$ 40.000
		<ul style="list-style-type: none"> Integrar un sistema de alerta temprana y de manejo de contingencias. 	<ul style="list-style-type: none"> Establecer mesas interinstitucionales de trabajo para definir lineamientos para la estructura y funcionamiento del sistema. <p>Indicador de cumplimiento:</p> <ul style="list-style-type: none"> Número de instituciones participantes Esquema de estructura y funcionamiento del sistema de alerta temprana y manejo de contingencias definidos. 	<ul style="list-style-type: none"> SMN INA SSRH MINCyT SHN CONAE INTA Programa Nacional de Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres 	1,5 años	\$ 360.000 US\$ 72.000

TECNOLOGÍCAS	<ul style="list-style-type: none"> Necesidad de mejorar la capacidad del sistema nacional para medir variables y elaborar productos climáticos e hidrológicos 	<ul style="list-style-type: none"> Aumentar el número de estaciones y su capacidad operativa y ampliar en calidad y cantidad la redes de datos hidrometeorológicos, mejorando la interconexión de datos (cableado, acceso y velocidad de internet, adquisición de servidores, unificación de software para acceso a bases de datos). 	<ul style="list-style-type: none"> Establecer mesas interinstitucionales de trabajo para identificar necesidades y definir lineamientos del sistema de redes de monitoreo. <p>Indicador de cumplimiento:</p> <ul style="list-style-type: none"> Número de instituciones participantes Lineamientos del sistema de redes definidos. Asistencia técnica la elaboración de un Programa de fortalecimiento del sistema de redes de monitoreo. Indicador de cumplimiento: <ul style="list-style-type: none"> Programa de fortalecimiento desarrollado. 	<ul style="list-style-type: none"> SMN INA SSRH MINCyT SHN CONAE INTA 	1 año	\$ 100.000 US\$ 20.000
		<ul style="list-style-type: none"> Promover la organización de empresas mixtas o asociaciones de institutos para la provisión de equipamiento tecnológico. 	<ul style="list-style-type: none"> Desarrollar convocatorias a consorcios para el desarrollo de tecnologías vinculadas al monitoreo de VC. <p>Indicador de cumplimiento:</p> <ul style="list-style-type: none"> Convocatoria realizada Número de consorcios que responden a la convocatoria. 	<ul style="list-style-type: none"> SMN INA SSRH MINCyT SHN CONAE 	3 meses	\$ 10.000 US\$ 2.000
		<ul style="list-style-type: none"> Mejorar los productos climáticos e hidrológicos, adaptando los modelos globales a los modelos regionales y locales, a fin de optimizar las herramientas de decisión. 	<ul style="list-style-type: none"> Asistencia técnica para la identificación de necesidades y propuestas de mejoras de productos climáticos. <p>Indicador de cumplimiento:</p> <ul style="list-style-type: none"> Necesidades identificadas Propuestas de mejoras de productos climáticos definidas. 	<ul style="list-style-type: none"> SMN INA SSRH MINCyT SHN CONAE INTA 	6 meses	\$ 80.000 US\$ 16.000

		<ul style="list-style-type: none"> • Generar estándares de calidad de los datos climáticos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Establecer Establecer mesas interinstitucionales de trabajo para definir lineamientos de los estándares <p>Indicador de cumplimiento:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Número de instituciones participantes - Lineamientos para el desarrollo de estándares definidos. • Asistencia técnica para la elaboración de los estándares. <p>Indicador de cumplimiento:</p> <ul style="list-style-type: none"> -Estándares definidos. 	<ul style="list-style-type: none"> • SMN • INA • SSRH • MINCYT • SHN • CONAE • INTA 	9 meses	<p>\$ 100.000</p> <p>US\$ 20.000</p>
TOTALES						<p>\$ 980.000</p> <p>US\$ 196.000</p>

SECCIÓN IV. IDEA DE PROYECTO

1. DESARROLLO, CONSTRUCCIÓN E IMPLEMENTACIÓN DE UNA RED DE RADIÓMETROS DE MICROONDAS MULTIFRECUENCIA (RMO-MF)

Se propone como idea de proyecto resultante del proceso ENT la incorporación de radiómetros de microondas para la detección de variables críticas atmosféricas, como son los perfiles en altura temperatura y vapor de agua en la atmósfera.

Los radiómetros de microondas (RMO) son instrumentos pasivos que proveen mediciones continuas de temperatura, vapor de agua y agua líquida en la atmósfera. La señal de la atmósfera recibida en el rango de las microondas se convierte en perfiles en altura de temperatura, humedad y agua líquida. El RMO-MF mide vapor de agua en las frecuencias de 22 a 30 GHz, oxígeno entre 51 y 59 GHz y contenido líquido de agua entre 22 y 59 GHz.

En Argentina existe una importante deficiencia en cuanto al monitoreo periódico de variables meteorológicas en altura. Estas se realizan normalmente en 8 estaciones cada 24 horas a través de radiosondas. El radiómetro permitiría complementar estas estaciones proveyendo mediciones continuas y/o cubriendo otras zonas no monitoreadas del espacio aéreo del país. También el RMO-MF es complemento a la información medida por los radares, mejorando los pronósticos de precipitaciones, o como validación de la información proveniente de satélites como el MODIS.

Existen en Argentina algunos radiómetros en forma experimental o para investigación científica, en algunas universidades y/o centros de investigación (Universidad de Mendoza, UTN, CEILAP/CITEDEF), pero no se usan en forma operacional para meteorología.

Los objetivos del proyecto son:

- 1) Desarrollo y construcción de un radiómetro de micro-ondas multi-frecuencia (RMO-MF) para su uso como perfilador de temperatura y vapor de agua entre 0 y 10 km de altura.
- 2) Provisión al SMN de 10 estaciones de monitoreo usando RMO como complemento a la red de altura de radiosondeo y radares.
- 3) Asegurar la provisión de equipos de monitoreo en Argentina.

La construcción y desarrollo nacional de un RMO-MF puede realizarse a través de la cooperación entre diversas organizaciones de CyT de Argentina entre ellas p.ej., la UTN el CEILAP y el INVAP. La Comisión Nacional de Investigaciones Espaciales (CONAE) y la empresa INVAP ha desarrollado un sensor en las mismas frecuencias en el satélite de investigación SAC-D. Por lo tanto se propone en este proyecto el desarrollo y construcción nacional de un RMO-MF en cooperación con diversas instituciones nacionales.

Asimismo, se encuentra tecnología suficiente como para construir prácticamente todos los sensores básicos, desde estaciones meteorológicas de superficies, radiosondeos, radares, lidars, radiómetros de diversas frecuencias. La puesta en órbita de varios instrumentos satelitales en forma conjunta con otros países (el último el SAC-D), la construcción de radares meteorológicos o de instrumentos LIDARs son una muestra de la existencia de conocimientos y recursos tecnológicos.

Cabe considerar que probablemente, por una razón de escala de mercado, no existen empresas comerciales que compitan con las ofertas internacionales de equipos de monitoreo. Por lo que en caso de encarar la construcción de equipos de este tipo seguramente habrá que importar algunas de estas piezas críticas. De cualquier forma la organización de empresas mixtas o asociaciones de institutos para la provisión de equipamiento tecnológico podría ser una estrategia más que interesante para fortalecer el crecimiento del capital humano del país.

Respecto a la factibilidad económica, el costo del equipo en el mercado internacional (Año 2011-2012) es de 280 mil U\$S por unidad, aproximadamente 1,4 millones de pesos (V1). Considerando la producción nacional, de acuerdo a estimaciones, el costo de desarrollo inicial para 4 años de desarrollo sería de 2,7 millones de pesos, de los cuales, 1,6 millones de pesos correspondería a salarios de personal. Considerando que todos los posibles participantes ya tendrían sus salarios de la universidad o centros de investigación, el subsidio para el desarrollo sería de 1,1 millones en cuatro años (o 300.000 \$ por año).

La medición de vapor de agua y temperatura en la atmósfera es una de las variables climáticas esenciales definidas por las agencias internacionales (i.e. OMM, IPCC, otras) para detectar posibles cambios climáticos de largo plazo y realimentaciones entre los sistemas hidrometeorológicos.

Dada la alta incertidumbre que existe en la variación del vapor de agua en las nubes, la operación continua de estos instrumentos permitiría mejorar la información de los perfiles en altura de temperatura y humedad. Estos datos son claves para estimar los balances de radiación térmica y el contenido total de vapor en las nubes que luego se usan en los modelos de cambio climático. Una red de estos instrumentos colaborará a la *creación de sistemas operacionales que gestionen la adaptación*.

ANEXO I. LISTA DE ACTORES RELEVANTES INVOLUCRADOS

Lista de actores claves consultados en forma personal y a través de las encuestas sobre **Evaluación de las necesidades tecnológicas (ENT) para la observación y medición de variables climáticas e hidrológicas.**

Subsecretaría de Recursos Hídricos

- 1 Andrés Rodríguez
- 2 María Josefa Fioriti, mfiori@minplan.gov.ar
- 3 Gustavo Villa Uría, gustavovillauria@yahoo.com.ar
- 4 Jorge Featherston, jfeath@minplan.gov.ar
- 5 Silvia Mengo, smengo@minplan.gov.ar
- 6 Miguel Moreno, mmoreno@minplan.gov.ar
- 7 Gustavo Villa Uría, gustavovillauria@yahoo.com.ar
- 8 Marcos Ferreiro mferreiro@hotmail.com

Servicio Meteorológico Nacional

- 1 Liliana N. Núñez (SMN) lnunez@smn.gov.ar

Instituto Nacional del Agua

- 1 Héctor Picatto, hectorpicatto@yahoo.com.ar
- 2 Alberto Hillton, ahillton@ina.gov.ar
- 3 Luis Lenzi, lm.lenzi@gmail.com
- 4 Dora Goniadzky, dgonia@ina.gov.ar
- 5 Patricia López, pmlopez@ina.gov.ar

Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria

- 1 Roberto Ruyver, rderuyver@cni.inta.gov.ar
- 2 Martín Nazareno, nmartin@cni.inta.com.ar

Comités de cuencas y organismos del agua provinciales

- 1 Andrea Rolón (APA) andrearolon@hotmail.com
- 2 Oscar Duarte (DHER) oduarte312@gmail.com
- 3 Nilda García (DHER) mgarcia@hidraulica.gov.ar
- 4 Marcelo Borsellino (COREBE) marcelo.julian@yahoo.com.ar
- 5 Roberto Bignone (COREBE) rbignone@hotmail.com
- 6 Javier Schlegel (SRH La Pampa) schlegel_javier@hotmail.com
- 7 Mario Salomón (DGI Mza), primeradqi@sinectis.com.ar
- 8 Santiago Ruiz (DGI Mza) sanjuiz@yahoo.com.ar
- 9 Rafel Silva (UPCA) rafasilva@arnet.com.ar
- 10 Patricia Parini (APA) patricia.mattei@chaco.gov.ar
- 11 Raúl Hernández (DIH-LP) cdeih@cpenet.com.ar
- 12 Gustavo Ferreira (SA-SFe) cgf@fich1.unl.edu.ar
- 13 Mariana Sosa (ICAA) sosamariana79@gmail.com
- 14 Miguel A. Valiente (UPCA - Formosa) mvaliente@formosa.gov.ar

Otros organismos nacionales

- 1 Juan José Morelli (DNVN) jjmore@mecon.gov.ar
- 2 M. Irigoyen (Salto Grande) irigoyenm@saltogrande.org
- 3 Norberto Dalmas Di Giovanni (Citedef) ndigiovanni@citedef.gob.ar

- 4 Sebastian Marinsek (Int. Antártico) sebastian_marinsek@yahoo.com.ar

Universidades e Institutos de Investigación

- 1 María G. Andreazzini (UN RC) mandreazzini@exa.unrc.edu.ar
- 2 Georgina Cazenave (IHLLa) cazenave@faa.unicen.edu.ar
- 3 Luis Vives (IHLLa) lvives@faa.unicen.edu.ar
- 4 Adolfo Villanueva (IHLLA-UNCPBA) aonvilla@gmail.com
- 5 Jorge Baron (UN Cuyo) jbaron@fing.uncu.edu.ar
- 6 Cecilia Panigatti, (UTN FRRRA) cecipanigatti@hotmail.com
- 7 Laura Massolo (UNLP) lmassollo@quimica.unlp.edu.ar
- 8 Pablo Canziani (CONICET/UCA) pocanziani@gmail.com
- 9 Raúl Perez (UTN.FRM) rcperez@gmail.com



A. **RADIÓMETRO DE MICROONDAS MULTIESPECTRAL**

a. **Introducción**

Los radiómetros de microondas (RMO) son instrumentos pasivos que proveen mediciones continuas de temperatura, vapor de agua y agua líquida en la atmósfera. La señal de la atmósfera recibida en el rango de las microondas se convierte en perfiles en altura de temperatura, humedad y agua líquida.

b. **Características técnicas**

El RMO mide vapor de agua en las frecuencias de 22 a 30 GHz, oxígeno entre 51 y 59 GHz y contenido líquido de agua entre 22 y 59 GHz. La tecnología del radiómetro permite medir perfiles de agua líquida relacionados con procesos de convección local, corrientes descendentes, precipitación, neblina visibilidad y turbulencia. Este instrumento que puede medir de día y de noche, con sol o nublado, aún bajo condiciones de lluvia moderada. Muchos de los cambios de vapor de agua o temperatura en la atmósfera son invisibles para el ojo o los radares y también para la radiosonda debido a su intervalo de muestreo. El radiómetro puede detectar incrementos en la densidad de vapor de agua una hora antes que el agua líquida (y otros hidrometeoros) se formen y sean detectados por el radar. El radiómetro mide continuamente desde la superficie hasta los 10km de altura. Los perfiles de temperatura, humedad y agua líquida tienen una resolución temporal del orden de pocos minutos, con resoluciones verticales de 50m desde la superficie hasta los 500m, de 100m desde los 500m de altura hasta los 2km de altura y de 250m por encima de los 2km de altura. Otras variantes del uso de microondas en 30, 60 o 90 GHz se usa como radares de nubosidad, vientos, lluvia y contenido total de vapor de agua o agua líquida.

c. **Potencial y aplicabilidad en Argentina**

En Argentina existe una importante deficiencia en cuanto al monitoreo periódico de variables meteorológicas en altura. Estas se realizan normalmente en 8 estaciones cada 24 horas. El radiómetro permitiría complementar estas estaciones proveyendo mediciones continuas y/o cubriendo otras zonas no monitoreadas del espacio aéreo del país. También puede ser un complemento a la información medida por los radares, mejorando los pronósticos de precipitaciones. Al ser instrumentos automáticos, portables y de poco tamaño no requieren de una instalación especial costosa.

d. **Estado de la tecnología en Argentina**

En Argentina existen algunos radiómetros en forma experimental o para investigación, en algunas universidades y/o centros de investigación. No se usan en forma operacional para meteorología. Sin embargo la tecnología de microondas entre 20 y 60 GHz se usa ampliamente en Argentina en los radares meteorológicos. Incluso la Comisión Nacional de Investigaciones Espaciales (CONAE) y la empresa INVAP ha desarrollado un sensor en las mismas frecuencias en el satélite de investigación SAC-D. Por otra parte hay conocimientos suficientes en institutos y centros de investigación (p. ej., CEILAP/CITEDEF; UTN) como para desarrollar un radiómetro

de aplicaciones meteorológicas en Argentina y proveer capacitación y formación de recursos humanos.

e. Beneficios económicos, sociales y ambientales

Todo incremento en el monitoreo meteorológico y climático, ya sea temporal o espacial, trae un beneficio directo a la sociedad que se traduce en mejores pronósticos que ayudan tanto para la prevención de emergencias o catástrofes climáticas como para brindar información más precisa para la producción agrícola, entre otras muchas aplicaciones.

El desarrollo local de la tecnología de microondas entre 20 y 60 GHz impactaría positivamente sobre el sector científico e industrial de alta tecnología por el desarrollo de conocimientos aplicables a muchos sectores de alto rendimiento económico, entre ellos el de las comunicaciones y TICs.

f. Mitigación de cambio climático

La medición de vapor de agua y temperatura en la atmósfera es una de las variables climáticas esenciales definidas por las agencias internacionales (i.e. OMM, IPCC, otras) para detectar posibles cambios climáticos de largo plazo y realimentaciones entre los sistemas hidrometeorológicos. Dada la alta incertidumbre que existe en la variación del vapor de agua en las nubes, la operación continua de estos instrumentos permitiría mejorar la información de los perfiles en altura de temperatura y humedad. Estos datos son claves para estimar los balances de radiación térmica y el contenido total de vapor en las nubes que luego se usan en los modelos de cambio climático.

g. Requerimientos financieros y costos

El costo del equipo en el mercado internacional (Año 2011-2012) es de 280 mil U\$S por unidad, aproximadamente 1,4 millones de pesos (V1). En el caso de desarrollo del mismo debe incluirse el costo de los ingenieros y científicos que participarían en el desarrollo y el costo de los materiales y etapa experimental considerado entre tres y seis años (2x6 o 4x3 años hombre) (V2). En las siguientes tablas se suponen los costos de instalación, capacitación y personal para ambas alternativas con una amortización de 15 años. El costo por perfil o unidad de medición física se muestra en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**, siendo de 17 pesos (V1) y 25 pesos (v2)

Tabla A.1 Estimación de costos totales y anuales.

a) Radiómetro V1	Unidad	Anual	15 Años	Promedio anual
Compra (1 unidad)	1.400	-	1.400	93
Costo inicial de instalación	500	-	500	33
Operativos + personal	-	140	2.100	140
Capacitación c/5 años	100	-	300	20
Total V1 (en miles de pesos)		140	4.300	287
b) Radiómetro V2	Unidad	Anual	15 Años	promedio anual
Desarrollo (1 unidad)	2.500	-	2.500	167
Personal desarrollo (3 años)	12	80	960	64
Costo inicial de instalación	500	-	500	33

Operativos + personal	-	140	2.100	140
Capacitación c/5 años	100	-	300	20
Total V2 (en miles de pesos)		220	6.360	424

Tabla A.2. Estimación de costos por unidad de medición o perfil.

Descripción	Costo	Cantidad de perfiles		Costo
	anual promedio	Diario	Anual	individual por perfil
	miles de pesos	perfiles/día	perfiles / año	pesos / perfil
a) Radiómetro V1	287	48	16.800	17
b) Radiómetro V2	424	48	16.800	25

B. CREACIÓN DE UN CENTRO O AGENCIA CLIMÁTICA

a. Introducción

Una de las actividades claves en la coordinación de las redes internacionales para la detección del cambio climático es el mantenimiento de la calidad de los datos, la disponibilidad de los datos operacionales y científicos y la preparación de productos e informes especiales de asesoramiento a las autoridades nacionales e internacionales y asesoramiento a los usuarios en general.

- 1) Para mantener la calidad de los datos se deben fortalecer los aspectos metodológicos instrumentales: mejorar y calibrar los equipos, aumentar la frecuencia de muestreo, agregar variables no medidas, comprobar y validar las series históricas; entre muchas otras recomendaciones. Esto incluye informar y conocer las incertidumbres asociadas y la preparación de una buena meta-data asociada a cada variable.
- 2) El segundo objetivo es asegurar el acceso y disponibilidad pública de estos datos. Esto requiere compilar y organizar los datos existentes en bases de datos públicas con acceso público sin restricciones y permisos previos.
- 3) El tercer objetivo es la generación de productos climáticos que integran y analizan espacial y temporalmente los datos recolectados proporcionando información útil para la toma de decisiones. Esta tarea demanda muchos recursos humanos especializados y computacionales.

b. Características técnicas

Las funciones básicas de un centro son.

- 1) Diseño de redes, selección y adquisición de instrumentos
- 2) Toma y transmisión de datos
- 3) Almacenamiento y procesamiento de datos
- 4) Análisis de información para toma de decisiones
- 5) Preparación de productos para los usuarios

El monitoreo de las variables climáticas esenciales para la detección del cambio climático, requiere la creación de redes nacionales y regionales a partir de programas nacionales propios

a fin de preservar los estándares de homogeneidad y longitud de las series. Otra herramienta asociada al análisis e interpretación de datos es la implementación de modelos globales y regionales. Los modelos que estudian los intercambios atmósfera – hidrósfera son los llamados GCM acoplados (General Circulation Models). Estos modelos climáticos permiten realizar predicciones de tiempo y clima a nivel global, en una resolución geográfica de 2°x2° (o 200 km x 200 km aproximadamente). A fin de resolver problemas de menor escala se incluyen modelos regionales tanto hidrológicos como atmosféricos

c. Potencial y aplicabilidad en Argentina

Dada la amplitud de las variables climáticas esenciales, debe fortalecerse la creación y mantenimiento de centros de datos climáticos propios. En Argentina el Servicio Meteorológico Nacional (SMN) actúa como organismo nacional o punto focal de contacto ante el Sistema Mundial de Observación del Clima (SMOC), aportando su red de observaciones a esta red global. Al formar parte de la OMM envía continuamente los datos registrados, según lo normado y establecido por ella a los correspondientes centros regionales y mundiales de datos. Algunas barreras importantes a superar mediante esta agencia son

- 1) Coordinación con múltiples generadores de datos y productos (nacionales e internacionales). Existe una alta reticencia por parte organismos públicos, privados y de investigación a ceder sus datos a bases públicas.
- 2) Desconocimiento de los datos disponibles públicamente por parte de los usuarios.
- 3) Altos costos de mantenimiento de una red de monitoreo y duplicidad de funciones.
- 4) Falta de un proceso sistemático de comprobación y control de calidad de los datos.
- 5) Problemas operativos técnicos del mantenimiento de los equipos de monitoreo por falta de presupuesto y de formación y capacitación del personal.

d. Estado de la tecnología en Argentina

Existen en Argentina numerosos operadores de toma de datos en todo el país. Organizaciones estatales nacionales, provinciales, municipales, intergubernamentales y otras de carácter privado. La función de centro o agencia climática exige el control de calidad, seguimiento de las estaciones de mediciones, calibraciones, ejecución de modelos regionales periódicos, evaluación de los resultados y finalmente la elaboración de productos y recomendaciones ante alertas y contingencias climáticas. Se destacan en esta función principalmente el Servicio Meteorológico Nacional (SMN) y la Subsecretaría de Recursos Hídricos (SSRH). En este sentido el SMN cumple una función operativa muy importante, no sólo en vista al cambio climático, sino al tiempo y pronóstico cotidiano. Igualmente la SSRH mantiene una importante base de datos de la red hidro-meteorológica, y de ella dependen muchos organismos claves de la red climática. Además del SMN y de la SSRH existen otros grupos y centros de investigación en Argentina que están capacitados para proveer esta tarea.

e. Beneficios económicos, sociales y ambientales

La implementación de una agencia climática o el fortalecimiento de los organismos actuales permitirán el acceso a una base de datos segura y confiable, permitiendo la disponibilidad de productos y asesoramiento para la mitigación y adaptación al cambio climático. Esto trae un beneficio directo a la sociedad que se traduce en mejores pronósticos que ayudan tanto para

la prevención de emergencias o catástrofes climáticas como para brindar información más precisa para la producción agrícola, entre otras muchas aplicaciones.

f. Mitigación de cambio climático

La disponibilidad de datos confiables de las variables climáticas esenciales definidas por las agencias internacionales (i.e. OMM, IPCC, otras) permitirá detectar posibles cambios climáticos de largo plazo y realimentaciones entre los sistemas hidro-meteorológicos. La mejora en la calidad de los datos son claves para mejorar los modelos climáticos y los pronósticos que de ellos se deriven.

g. Requerimientos financieros y costos

El costo está asociado a la organización administrativa seleccionada, la reorganización de personal y/o el aumento de personal del SMN o SSRH para que cumpla mejor la función de Agencia Climática. Probablemente se requiera de al menos 3 a 4 profesionales expertos y mayor soporte de equipamiento informático para mantener base de datos y correr modelos específicos de cambio global. Puede suponer un aumento en el presupuesto operativo del SMN para mantener y mejorar las estaciones de monitoreo.