

# Guía Técnica para la Implementación de un Sistema Regional de Información Climática Aplicada a la Gestión de Riesgo Agrícola en los Países Andinos



**GUÍA TÉCNICA  
PARA LA IMPLEMENTACIÓN  
DE UN SISTEMA REGIONAL  
DE INFORMACIÓN CLIMÁTICA  
APLICADA A LA GESTIÓN  
DE RIESGO AGRÍCOLA EN  
LOS PAÍSES ANDINOS**

**PROYECTO BID ATN/OC – 10064 – RG**

Financiado por:  
Banco Interamericano de Desarrollo  
Bienes Públicos Regionales

Agencia Ejecutora:



**CIIFEN**

**CENTRO INTERNACIONAL PARA LA INVESTIGACIÓN  
DEL FENÓMENO DE EL NIÑO**

Escobedo #1204 y 9 de Octubre  
Edificio Fundación El Universo, 1er piso  
Teléfono: (593 4) 2514770  
Fax: (593 4) 2514771  
Casilla #09014237  
Guayaquil-Ecuador



Centro Internacional para la Investigación del  
Fenómeno de El Niño (2009)

Se permite reproducir y comunicar esta obra siempre y cuando se cite la fuente de manera correcta y no se utilice para fines comerciales.

Algunos derechos reservados  
<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/>

### **Concepto, Diagramación e Infografía**

2009 por Leonardo Briones Rojas

### **Portada**

José Benito Valarezo Loor

### **Fotografía**

Abigail Alvarado, Patricio López, Borja Santos

### **Impresión**

Gráficas Hernández Cía. Ltda.

Cuenca, Ecuador

**Diciembre de 2009**

Para citar la Guía Técnica completa:

Martínez, R., Mascarenhas, A., Alvarado, A., (ed)., 2009. Guía Técnica para la Implementación de un Sistema Regional de Información Aplicada a la Gestión de Riesgo Agrícola en los Países Andinos, Centro Internacional para la Investigación del Fenómeno de El Niño –CIIFEN, p 1-160.

Para citar un capítulo de la Guía Técnica:

Ycaza P., Manobanda N., 2009. Implementación de Mapas de Riesgo Agroclimáticos, p 50-62. En Guía Técnica para la Implementación de un Sistema Regional de Información Aplicada a la Gestión de Riesgo Agrícola en los Países Andinos, Martínez, R., Mascarenhas, A., Alvarado, A., (ed)., 2009. Centro Internacional para la Investigación del Fenómeno de El Niño –CIIFEN, p 1-160.

**ISBN: 978-9978-9934-1-5**

Esta publicación ha sido realizada por el Centro Internacional para la Investigación del Fenómeno de El Niño en el marco del proyecto ATN/OC 10064-RG "Información Climática Aplicada a la Gestión de Riesgo en los Países Andinos", financiado por el Banco Interamericano de Desarrollo, BID, bajo la iniciativa de Bienes Públicos Regionales (2006).

# GUÍA TÉCNICA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA REGIONAL DE INFORMACIÓN CLIMÁTICA APLICADA A LA GESTIÓN DE RIESGO AGRÍCOLA EN LOS PAÍSES ANDINOS

PROYECTO BID ATN/OC – 10064 – RG

Financiado por:  
Banco Interamericano de Desarrollo

Agencia Ejecutora:



**CIIFEN**

CENTRO INTERNACIONAL PARA LA INVESTIGACIÓN  
DEL FENÓMENO DE EL NIÑO

Y

Los Servicios Meteorológicos e Hidrológicos Nacionales  
de Bolivia, Chile, Colombia, Ecuador, Perú y Venezuela



OCTUBRE, 2009

## Equipo Editorial:

Rodney Martínez Güingla  
Affonso Da Silveira Mascarenhas Jr.  
Abigail Alvarado Almeida

## Equipo del Proyecto:

<b>Coordinador General</b> Rodney Martínez Güingla	
<b>Administrativa Financiera y Adquisiciones</b> Roma Lalama Franco	<b>Ingeniera en Sistemas</b> Katusca Briones Estebanez
<b>Asistente de Información</b> Nadia Manobanda Herrera	<b>Mapas de Riesgo</b> Harold Troya Pasquel
<b>Riesgo Agrícola Regional</b> Angel Llerena Hidalgo	<b>Procesamiento de Datos Climáticos</b> Pilar Cornejo Rodriguez
<b>Expertos Locales en Riesgo</b> Bolivia Silvia Coca Uzuna Chile Claudio Fernandez Pino Colombia José Boshell Villamarín Ecuador Emilio Comte Saltos Perú Oscar Quincho Ramos Venezuela Pedro Rodriguez González	<b>Expertos Locales en Gestión de Información</b> Bolivia Javier Caba Olguín Chile Miguel Egaña Colombia Juan Gómez Blanco Ecuador Emilio Comte Saltos Perú Juan Ramos Escate Venezuela Pedro Rodriguez González
<b>Digitación de Datos</b> Bolivia José Valeriano Maldonado Luis Bustillos Paz Chile Viviana Urbina Guerrero Patricia Berrios Leiva Colombia Carlos Torres Triana Paola Bulla Portuguez Ecuador Carlos Naranjo Silva Ana Zambrano Vera Perú Luis Zevallos Carhuaz Juan Bazo Zambrano Venezuela Vickmary Nuñez Oropeza Gabriel Diaz Loreto	<b>Modelación Estadística</b> Marco Paredes Riveros  <b>Modelación Numérica</b> Ángel Muñoz Solórzano  <b>Modelación Numérica</b> Ricardo Marcelo Da Silva  <b>Núcleo Virtual</b> Red de Universidades del Eje Cafetero Alma Mater  <b>Base de Datos</b> Centro de Tecnologías de la Información – ESPOL

## Personal del CIIFEN – Contraparte del Proyecto

<b>Director Internacional</b> Patricio López Carmona 2006-2007	<b>Director Internacional</b> Affonso Da Silveira Mascarenhas Jr. 2008-2009
<b>Sistemas de Información Geográfica</b> Pilar Ycaza Olvera Mishell Herrera Cevallos Carlos Meza Baque Carlos Zambrano Alcívar  <b>Administración</b> Mayra Mayorga López Evelyn Ortiz Sánchez Victor Hugo Larrea Alvarado	<b>Sistemas de Información</b> Abigail Alvarado Almeida Alexandra Rivadeneira Uyaguari  <b>Soporte Informático</b> Alberto Abad Eras
	<b>Gestión de Datos y Productos</b> Juan José Nieto López

# SERVICIOS METEOROLÓGICOS NACIONALES



**BOLIVIA** SERVICIO NACIONAL DE METEOROLOGÍA E HIDROLOGÍA - SENAMHI [www.senamhi.gov.bo](http://www.senamhi.gov.bo)

**Director**  
Carlos Díaz Escobar

**Punto Focal Proyecto**  
Pablo Elmer

**Modelación Estadística**  
Gualberto Carrasco  
Yaruska Castellón  
Nidia Zambrano  
Virginia Rocha

**Modelación Dinámica**  
Gualberto Carrasco  
Erick Pereyra  
Ramiro Solíz

**Mapas de Riesgo Agroclimático**  
Yaruska Castellón  
Oscar Puita



**CHILE** DIRECCIÓN METEOROLÓGICA DE CHILE - DMC [www.meteochile.cl](http://www.meteochile.cl)

**Director**  
Myrna Araneda Fuentes

**Punto Focal Proyecto**  
Gualterio Hugo Ogaz

**Mapas de Riesgo Agroclimáticos**  
Patricio Lucabeche  
José Curihuinca

**Modelación Estadística**  
Juan Quintana

**Modelación Dinámica**  
Claudia Villarroel  
Roberto Hernández

**Sistemas de información**  
Miguel Egaña



**COLOMBIA** INSTITUTO DE HIDROLOGÍA, METEOROLOGÍA Y ESTUDIOS AMBIENTALES - IDEAM [www.ideam.gov.co](http://www.ideam.gov.co)

**Director**  
Carlos Costa  
Ricardo Lozano

**Punto Focal Proyecto**  
Ernesto Rangel Mantilla  
Christian Euscátegui

**Análisis Agrometeorológico**  
Gonzalo Hurtado Moreno  
Ruth Mayorga Márquez

**Modelación**  
Gloria León Aristizábal

**Análisis de Calidad**  
Ruth Correa Amaya

# SERVICIOS METEOROLÓGICOS NACIONALES



**ECUADOR** INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGÍA E HIDROLOGÍA - INAMHI [www.inamhi.gov.ec](http://www.inamhi.gov.ec)

**Director**  
Carlos Lugo

**Punto Focal Proyecto**  
Raúl Mejía  
Flavio Ramos

**Mapas de Riesgo Agroclimáticos**  
Fanny Friend

**Modelación Estadística**  
Cristina Recalde

**Modelación Dinámica**  
Jaime Cadena



**PERÚ** SERVICIO NACIONAL DE METEOROLOGÍA E HIDROLOGÍA - SENAMHI [www.senamhi.gob.pe](http://www.senamhi.gob.pe)

**Director**  
Wilar Gamarra Molina

**Punto Focal Proyecto**  
Darío Fierro  
Constantino Alarcón

**Modelación Estadística y Dinámica**  
Carmen Reyes Bravo  
Juan Bazo Zambrano

**Sistemas de Información**  
Luis Zevallos Carhuaz

**Mapas de Riesgo Agroclimático**  
Darío Fierro Zapata  
Kevin Sánchez Zavaleta  
Nelly Perez Díaz



**VENEZUELA** SERVICIO DE METEOROLOGÍA DE LA AVIACIÓN NACIONAL BOLIVARIANA [www.meteorologia.mil](http://www.meteorologia.mil)

**Director**  
Ramón  
Velásquez Araguayan

**Punto Focal Proyecto**  
Alexander Quintero

**Modelación Estadística y Dinámica**  
Luis Monterrey  
Alexandra Mata  
Eddy Anselmi

**Sistema y Digitación de Datos**  
Richard Núñez  
Jenny Castillo  
Manuel González

**Mapas de Riesgo Agroclimático**  
Carlos Ojeda  
Luis Monterrey  
César Yauca

# INTRODUCCIÓN



Uno de los principales mandatos del **Centro Internacional para la Investigación del Fenómeno de El Niño (CIIFEN)** desde su creación en enero de 2003, fue el de generar los puentes necesarios entre los proveedores de información climática y los usuarios de los diferentes sectores de la sociedad.



El fin último es que se aprovechen todos los beneficios derivados de la observación del planeta, la ciencia y las predicciones a fin de que nuestra sociedad viva mejor. Lo antes dicho; cuando nos referimos a la gestión de riesgo se traduce en menos pérdidas de vidas.

Recorrer el camino de la información climática para convertirla en herramienta para el bienestar humano, no es tarea fácil, requiere una visión holística, diálogo inter y trans disciplinario y por sobre todo romper muchos paradigmas.

La Organización Meteorológica Mundial a través de su División de Servicios y Aplicaciones climáticas, organizó junto con CIIFEN en el 2003, un taller Regional para identificar las necesidades de información climática para el sector agrícola. Esta reunión nos proveyó de información fundamental para luego de varios años finalmente generar una propuesta regional que apunte a las necesidades tan importantes de este sector.

En el 2006, el Banco Interamericano de Desarrollo (BID) bajo la modalidad de Bienes Públicos Regionales, aprueba el proyecto titulado **"Información Climática aplicada a la Gestión de Riesgos en el sector Agrícola de los países Andinos"** a ser ejecutado por el CIIFEN y los Servicios Meteorológicos Nacionales.

Luego de 3 años de esfuerzo, cooperación regional y la confianza y apoyo del BID, podemos dar testimonio de esta importante iniciativa a través de esta Guía Técnica, que paso a paso describe como implementamos el sistema en cada una de sus componentes; además de las lecciones aprendidas, estrategias de sostenibilidad y retos futuros.

Con profunda gratitud al Banco Interamericano de Desarrollo (**BID**), la Organización Meteorológica Mundial (**OMM**), los Servicios Meteorológicos e Hidrológicos Nacionales (**SMHNs**) y al Centro Internacional para la Investigación del Fenómeno de El Niño (**CIIFEN**), presentamos la **"Guía Técnica para la Implementación de un Sistema Regional de Información Aplicada a la Gestión de Riesgo Agrícola en los Países Andinos"**.

Guardamos el anhelo de que puedan replicarse en otra parte del mundo para el beneficio de nuestra sociedad.

  
*Dr. Affonso Mascarenhas*  
**Director Internacional  
CIIFEN**

  
*Dr. Rodney Martínez Güingla*  
**Coordinador del Proyecto  
ATN/OC 10064-RG**



<b>Introducción</b>	<b>7</b>
<b>Capítulo I: Desarrollo del Núcleo Virtual de Aplicaciones Climáticas (NVAC)</b>	<b>11</b>
1.1 Modelo conceptual	12
1.2 Plataforma Tecnológica	12
1.2.1 Arquitectura del NVAC	12
1.2.2 Infraestructura Física	12
1.2.3 Infraestructura Lógica	12
1.3 Aplicaciones que conforman el NVAC	13
1.3.1 Base Regional de Datos Climáticos	13
1.3.2 Servidor de Mapas	14
1.3.3 Visualizador de Productos de Modelos Climáticos	15
1.3.4 Biblioteca Virtual	16
1.4 El Proceso de Implementación de la Base de Datos Regional	16
<b>Capítulo II: Implementación de modelos estadísticos para predicción climática</b>	<b>17</b>
2.1 Elementos conceptuales y metodológicos	18
2.2 Manejo para la Actualización de la Información de las Variables Predictoras.	19
2.2.1 ¿Cómo Realizar el Método Alternativo de Actualización de Predictores?	19
2.2.1.1 Procedimiento para la obtención de la variable temperatura superficial del mar (TSM)	19
2.2.1.2 Procedimiento para la obtención de la variable viento en altura, geopotencial, temperatura en niveles mandatorios.	21
2.3 Manejo de predictores simultáneos con el CPT.	22
2.3.1 Pronóstico Climático con Predictores Simultáneos	22
2.4 Criterios de decisión para el manejo de resultados obtenidos con el CPT.	23
2.5 Consideraciones para la interpretación de los terciles	27
2.6 Preguntas frecuentes relacionadas al manejo del CPT.	27
<b>Capítulo III: Implementación de modelos numéricos para predicción climática</b>	<b>31</b>
3.1 Procedimientos paso a paso de instalación e implementación de los modelos MM5 y WRF en Modo Climático	32
3.1.1 Sistema Operativo	32
3.1.2 Modelos Atmosféricos	32
3.1.2.1 MM5	32
3.1.2.2 CMM5	37
3.1.2.3 WRF	37
3.1.2.4 CWRF	39

3.1.3 Modelos Oceanográficos	41
3.1.3.1 ROMS	41
3.1.4 Visualizadores	41
3.1.4.1 GrADS	41
3.1.4.2 Vis5D	42
3.2 Implementación de modelos numéricos para pronósticos Climáticos El Grupo Regional de Modelación Numérica	43
<b>Capítulo IV: Implementación de Mapas Agroclimáticos</b>	<b>45</b>
4.1 Definición del Riesgo	46
4.2 Modelo Matemático Conceptual del Riesgo Agroclimático	46
4.3 Componentes y Variables del Riesgo Agroclimático	47
4.3.1 Amenaza	47
4.3.2 Vulnerabilidad	47
4.4 Áreas de Aplicación del Proyecto	48
4.5 Requerimientos de Información	50
4.5.1 Agroecológicos	50
4.5.2 Cartografía base	50
4.5.3 Cartografía temática	50
4.5.4 Tratamiento de información	50
4.5.5 Características edafoclimáticas en zonas piloto	50
4.6 Cálculo del Riesgo Agroclimático	52
4.7 Riesgo Agroclimático en los Países Andinos	54
<b>Capítulo V: Implementación de Sistemas Locales de información climática.</b>	<b>61</b>
5.1 Elementos conceptuales y metodológicos.	62
5.2 Identificación y mapeo de actores clave.	63
5.3 Las Alianzas estratégicas	64
5.4 Las alianzas estratégicas con las autoridades locales.	65
5.5 Las alianzas estratégicas con el sector privado.	66
5.5.1 Revistas Especializadas en Agricultura	66
5.5.2 Compañía de Telefonía Celular	67
5.6 Las alianzas estratégicas con los medios de comunicación.	68
5.7 Estrategias de capacitación	69

<b>Capítulo VI: Fortalecimiento de Capacidades en el Oeste de Sudamérica</b>	<b>73</b>
6.1 Taller Regional de Entrenamiento en Modelación Climática Estadística	74
6.2 Taller Regional de Entrenamiento en Modelación Numérica para predicción climática	74
6.3 Taller Internacional de entrenamiento para la Elaboración de Mapas de Riesgo Agroclimático	74
6.4 Taller Regional de Modelación Numérica de Tiempo y Clima II	75
6.5 Taller Internacional de Entrenamiento en Procesamiento de Datos Climatológicos	75
<b>Capítulo VII: Indicadores de Desempeño</b>	<b>77</b>
<b>Capítulo VIII: Lecciones Aprendidas</b>	<b>81</b>
<b>Capítulo IX: Acciones Futuras</b>	<b>85</b>
<b>Capítulo X: Elementos de Sostenibilidad</b>	<b>87</b>
<b>Anexo I: Protocolo de Acceso a la Base de Datos Climática Regional</b>	<b>90</b>
<b>Anexo II: Términos de Referencia del Grupo Regional de Modelación Numérica</b>	<b>92</b>
<b>Anexo III: Inventario Alianzas Estratégicas en la Región Andina</b>	<b>92</b>
<b>Anexo IV: Sistematización Conocimiento Tradicional Región Andina</b>	<b>93</b>
<b>Referencias Bibliográficas</b>	<b>100</b>

# CAPÍTULO I

## Desarrollo del núcleo virtual de aplicaciones climáticas (NVAC)





## 1.1 MODELO CONCEPTUAL

El Núcleo Virtual de Aplicaciones Climáticas (NVAC), corresponde a la infraestructura computacional base para la ejecución de aplicaciones climáticas orientadas a brindar información en formatos de fácil acceso, uso y entendimiento a través de internet.

Bajo esta filosofía, el NVAC centraliza toda la funcionalidad necesaria para diferentes tipos de aplicaciones WEB avanzadas: presentación de productos, control de usuarios, sistema de manejo de información geográfica, información bibliográfica y búsqueda de información.

## 1.2 PLATAFORMA TECNOLÓGICA

### 1.2.1 Arquitectura NVAC

El objetivo principal de las aplicaciones que se ejecutan sobre el NVAC es brindar información al usuario final, sin que se requiera instalar algún software específico. Se planteó entonces la arquitectura cliente-servidor, en la que, el servidor central estaría a cargo del CIIFEN, y los usuarios finales accederían mediante interfaz WEB utilizando el internet. Esto permite conectividad simultánea de usuarios y protección de la información publicada.

En la Figura 1 se muestra gráficamente la arquitectura del NVAC, en la que interviene la infraestructura física (servidores), Infraestructura Lógica (software), y el usuario final.

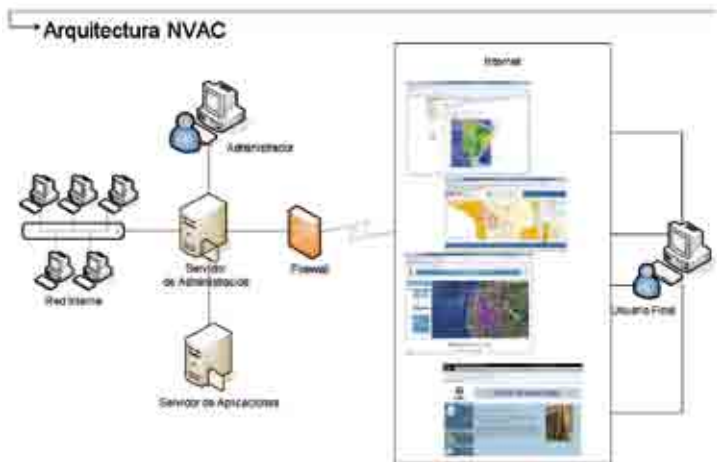


Figura 1. Arquitectura del Núcleo Virtual de Aplicaciones Climáticas (NVAC)

### 1.2.2 Infraestructura física

El NVAC fue implementado con dos servidores, destinados a la administración de la red interna de CIIFEN y a la instalación del NVAC. Los servidores utilizados son Marca: DELL, Modelo: PowerEdge 2950, Procesador: Xeon Dual Core 2.66GHz, Memoria: 4Gb, Capacidad en disco: 600Gb (servidor principal), 300Gb (servidor secundario) y Servidores tipo RAC.

### 1.2.3 Infraestructura Lógica

La arquitectura cliente-servidor requiere de un servidor capaz de llevar a cabo procesos centralizados de las aplicaciones que se ejecutan sobre él, mientras que los clientes "solicitan" información sin necesidad de procesarla internamente. Bajo este esquema, como infraestructura lógica, se planteó la creación de bases de datos centralizadas según la aplicación, de tal manera que se mantenga la información en un mismo sitio con la particularidad de ser accesible para visualización y/o mantenimiento, dependiendo del tipo de usuario (usuario final o usuario administrador).

Las aplicaciones desarrolladas se comunican con la base de datos correspondiente de forma independiente, desplegando la interfaz visual sobre la que se mostrará la información solicitada por el usuario (Fig. 2)

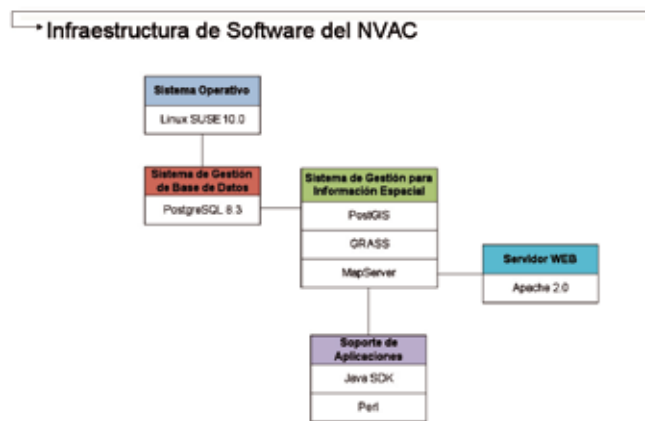


Figura 2. Infraestructura de Software del Núcleo Virtual de Aplicaciones Climáticas (NVAC)

Se exponen a continuación los detalles técnicos a nivel de software utilizado en el NVAC:

#### Sistema Operativo

Los servidores de Administración y de Aplicaciones, ejecutan el Sistema Operativo Linux SUSE V.10, el cual ha mostrado ser lo suficientemente estable, garantizando la disponibilidad de las aplicaciones climáticas permanentemente en el tiempo.

#### Sistema de Gestión de Base de Datos (SGBD)

Los Sistemas de gestión de Base de Datos SGBD tienen como propósito soportar las tareas de definición, creación y manipulación de bases de datos relacionales, para ello permite funcionalidades como controles de concurrencia, métodos de respaldo de la información y control de acceso utilizando perfiles de usuario.

El núcleo virtual opera con el SGBD, denominado PostgreSQL 8.3 siendo este un sistema de tipo Objeto Relacional, y que es utilizado ampliamente por las características de estándares utilizados, de seguridades y de comunicación con diversos tipos de aplicaciones, entre las cuales se distingue la capacidad de almacenar datos espaciales, necesarios para las aplicaciones de Sistemas de Información Geográfica.

### Sistema de Gestión para Información Espacial (SGIE)

La visualización en web de la información cartográfica y de riesgo agroclimático del sistema de información geográfica, requiere de la utilización de varias herramientas de propósito específico que en conjunto permiten la funcionalidad integral del sistema de visualización de mapas. Se describen a continuación las herramientas utilizadas:

**PostGIS:** Módulos bajo licencia GNU, le proveen al sistema de gestión de Base de Datos PostgreSQL la capacidad de gestionar información espacial.

**MapServer 5:** Aplicación tipo CGI (Common Interface Gateway) que es un estándar para establecer comunicación entre un servidor Web y un programa, de tal modo que este último pueda interactuar utilizando la Internet (caso Mapas Dinámicos).

**Grass:** Sistema de Información Geográfica, por medio del cual se realiza la manipulación de la información en web.

### Servidor Web

**Servidor Apache 2.0:** Servidor HTTP (protocolo que define la semántica que utilizan clientes y servidores para comunicarse), es de código abierto, multiplataforma. Su arquitectura permite la adición de módulos que brindan diversas funcionalidades como soporte de páginas web dinámicas y cifrado de mensajes.

### Soporte de Aplicaciones

**Plataforma de Aplicaciones Java (SDK):** Plataforma sobre la cual se ejecutan ciertos componentes (Base de Datos Climática) del NVAC.

**Perl:** Programa para la ejecución de ciertos componentes de las aplicaciones (visualizador de productos de modelación numérica).

### Usuario Final

Uno de los objetivos planteados en el desarrollo del NVAC, fue la de desligar del usuario la necesidad de instalar algún software específico. Para acceder a cualquiera de las aplicaciones del NVAC, el usuario necesita únicamente conexión a internet, ejecutar algún programa de navegación, el que sea de su preferencia y acceder al enlace correspondiente.

## 1.3 APLICACIONES QUE CONFORMAN EL NVAC

A través del proyecto, se desarrollaron las aplicaciones en el NVAC:

- Base Regional de Datos Climáticos: <http://vac.ciifen-int.org>
- Servidor de Mapas: <http://ac.ciifen-int.org/sig-agroclimatico>
- Visualizador de Productos de Modelos Climáticos: <http://ac.ciifen-int.org/modelos>
- Biblioteca Virtual: <http://ac.ciifen-int.org/biblioteca/>

### 1.3.1 Base Regional de Datos Climáticos

La Base de Datos Climática, corresponde a una aplicación para la visualización de datos climáticos de temperatura y precipitación de los países andinos (Bolivia, Chile, Colombia, Ecuador, Perú y Venezuela).

La Base Regional de Datos Climáticos para el oeste de

Sudamérica, constituye un esfuerzo inédito de cooperación entre los Servicios meteorológicos de la región y constituye un paso gigantesco hacia la integración de los datos climáticos para su aplicación en el pronóstico a escala regional y a su vez contribuir con las investigaciones en ciencias atmosféricas.

Este recurso de información se ha hecho posible gracias al irrestricto apoyo y arduo trabajo de los SMHNs de Bolivia, Chile, Colombia, Ecuador, Perú y Venezuela. La base de datos constituye uno de los pilares del Sistema de Información Climática aplicada a la gestión de riesgo agrícola en los países andinos como un Bien Público Regional que contribuye en la comprensión del clima pasado y su página principal de evolución en el tiempo.

La figura 3 muestra la Base que está disponible en <http://vac.ciifen-int.org> y contiene registros provenientes de 170 estaciones meteorológicas, desde 1952 hasta la presente fecha y es el inicio de un sistema de intercambio de datos sin precedentes, el cual a su vez permitirá el mejoramiento de los servicios de predicción climática en la región. Contiene registros diarios de **Precipitación, Temperatura Máxima, Temperatura Mínima, Datos Básicos de las Estaciones** y permite visualizar productos climáticos como series de tiempo o gráficos espaciales.



Figura 3. Pantalla de bienvenida de la Base Regional de Datos Climáticos

La aplicación, permite la visualización de diferentes tipos de gráficos (series de tiempo, isolíneas, histogramas), consulta de las estaciones climáticas (ubicación, datos generales). Para la generación de la Base de Datos y su actualización se firmó un Protocolo entre los Servicios Meteorológicos Nacionales y el CIIFEN (**Anexo I**).

### Tipo de gráficos disponibles:

La Aplicación proporciona tres grupos de información: **Consulta de datos:** permite seleccionar la visualización de gráficos de series de tiempo e histogramas, además de permitir la descarga de los datos en formato texto o en formato del modelo CPT<sup>1</sup> en máximos/mínimos/acumulados mensuales, bimensuales, trimestrales o anuales. (Fig. 4) (Fig. 5).

1. Climate Prediction Tool, <http://portal.iri.columbia.edu>

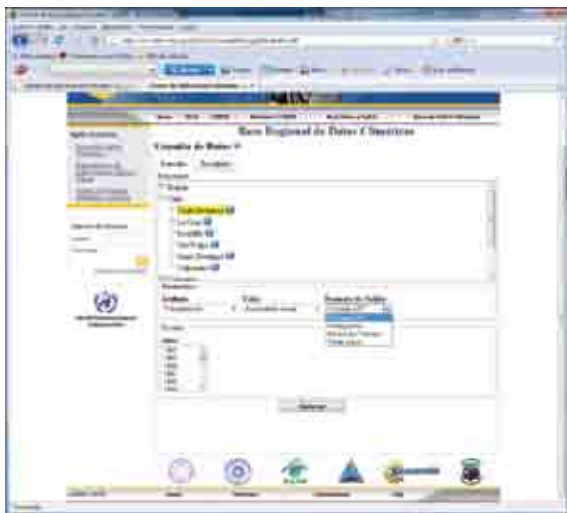


Figura 4. Pantalla de Consulta de Datos por Estaciones de la Base Regional de Datos Climáticos



Figura 5. Pantalla de visualización de Series de Tiempo de la Base Regional de Datos Climáticos

**Estaciones:** Muestra un listado de todas las estaciones climáticas que intervienen en el Proyecto ATN/OC 10064-RG, identificando para cada una de estas, detalles sobre su información básica, información de ubicación e información adicional. (Figura 6).



Figura 6. Pantalla de visualización de detalles de las Estaciones de la Base Regional de Datos Climáticos

**Productos Climáticos:** Muestra gráficos espaciales en formato de isolíneas para precipitación y temperatura en que es posible seleccionar un área de acción por país o por Sudamérica (Figura 7) (Figura 8).

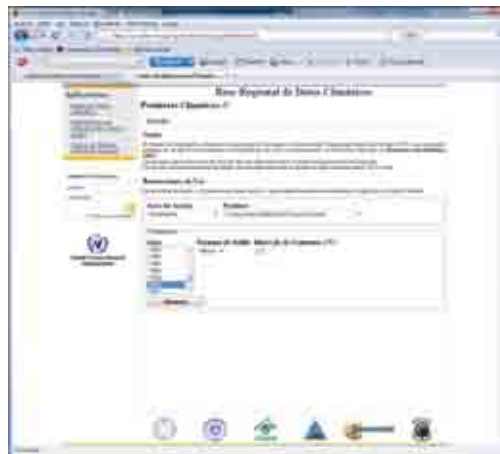


Figura 7. Pantalla de selección de Productos Climáticos de la Base Regional de Datos Climáticos



Figura 8. Pantalla de gráficos de Productos Climáticos por países de la Base Regional de Datos Climáticos.

**Actualización de datos**

La Aplicación de la Base de Datos Climática es completamente actualizable, contando para esto, con una interfaz de administrador, en la que cada país puede conectarse a través de la misma interfaz y cargar los archivos de datos correspondientes.

**1.3.2 Servidor de Mapas**

La Aplicación del Servidor de Mapas, tiene como objetivo brindar al usuario la capacidad de manipular visualmente, mediante una interfaz web amigable, diferentes capas de información de un SIG, sin necesidad de ejecutar en su computador algún software especializado.

Mediante esta interfaz basada en web, se ofrece la capacidad de visualizar cualquier producto final de un SIG, tal como es el caso del SIG de Riesgo Agro-Climático, producto inicial colocado sobre el visualizador. Cabe indicar, que es necesario un pre-procesamiento de las capas a publicar desde formato shape a formato xml.

**Interfaz gráfica**

La interfaz gráfica del Servidor de Mapas, permite selec-

cionar los diferentes países andinos que intervienen en el proyecto. Para cada uno, se muestra la información disponible. (Figura 9)



Figura 9. Pantalla de inicio del Servidor de Mapas

Cada enlace dentro de los países, muestra un listado de las capas y temas desarrollados en el proyecto. Las capas y temas seleccionados, son desplegadas en una interfaz de manejo SIG, en la que es posible ocultar/visualizar capas, acercar/alejar, mostrar información de los componentes de cada capa, selección de componentes, herramienta de medidas, inserción de puntos de interés, y descarga de la imagen en formato GeoTiff (imagen geo-referenciada). (Figura 10)

La aplicación ha sido desarrollada de tal manera que es posible cargar nuevas capas de información, para lo cual es necesario transformar cada capa de formato shape a formato xml.



Figura 10. Herramienta de descarga de mapas en formato GeoTIFF del Sistema de Información Geográfica basada en Web

### 1.3.3 Visualizador de Productos de Modelos Climáticos

El objetivo del Visualizador de Productos de Modelos Climáticos es crear una aplicación sobre la cual se muestre los productos de diferentes modelos numéricos climáticos (Fig 11)

Figura 13. Pantalla de visualización de Productos de Modelos Climáticos, variable Temperatura del Aire.

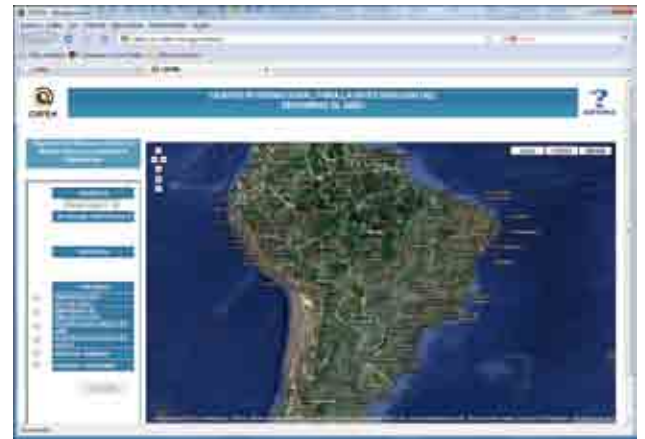


Figura 11. Pantalla de inicio del Visualizador de Productos de Modelación Numérica

La interfaz Web desarrollada permite al usuario, elegir el modelo climático a visualizar y seleccionar las fechas en las cuales se han hecho pronósticos. Una vez elegida la fecha, es posible seleccionar el dominio y la variable climática, con lo cual se visualiza el producto correspondiente. (Figura 12)

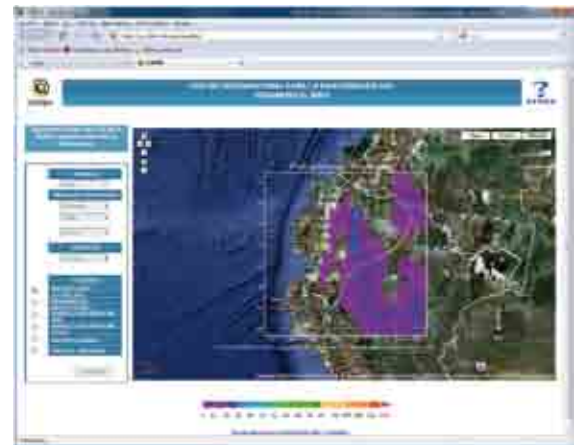
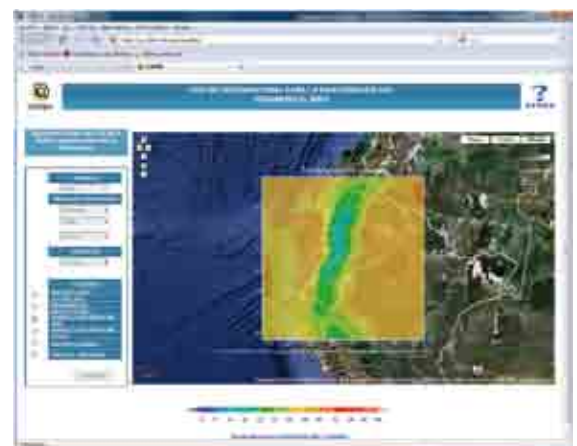


Figura 12 . Pantalla de visualización de Productos de Modelos Climáticos, variable Precipitación Acumulada

La interfaz sobre la cual se publican los productos de modelación numérica, es Google Earth, interfaz de imágenes satelitales, lo que convierte a esta aplicación en una herramienta que brinda información topográfica útil al momento de analizar los pronósticos climáticos al visualizar áreas de mayor o menor altitud.(Figura 13)





### 1.3.4 Biblioteca Virtual

El propósito de la Biblioteca Virtual es la sistematización de la gran cantidad de información que CIIFEN ha recopilado desde su creación, siendo el objetivo de la aplicación el de publicar libros, revistas, informes, presentaciones, CDs, y más fuentes de información de libre acceso y diseminación al público en general. (Figura 14)



Figura 14. Pantalla de inicio de la Biblioteca Digital

La biblioteca virtual se encuentra publicada en la dirección <http://ac.ciifen-int.org/biblioteca> tiene dos opciones de búsqueda: por Libros y por Archivos Digitales:

#### Sección Libros

- Contiene información de libros, revistas, boletines, atlas, y demás publicaciones en papel.

#### Sección Archivos Digitales

- Contiene información de presentaciones, CDs o DVDs de aplicaciones, informes, datos, proyectos, que el CIIFEN ha recopilado de los diferentes eventos en los que ha formado parte y que son de libre acceso.

La aplicación cuenta con una interfaz de búsqueda en que el usuario puede ingresar palabras claves y seleccionar el tipo de búsqueda. Como resultado, se muestra todas las coincidencias encontradas en la biblioteca, identificando la información de cada publicación. (Figura 15)



Figura 15. Pantalla de visualización de publicaciones de la Biblioteca Digital

#### Interfaz administrativa

La aplicación cuenta con una Interfaz Administrativa, a través de la opción de Panel de Control, en la que el administrador de la biblioteca cuenta con varias opciones de ges-

ción, como adicionar categorías, adicionar/editar/eliminar/reservar publicaciones, adicionar/eliminar usuarios.

## 1.4 EL PROCESO DE IMPLEMENTACIÓN DE LA BASE DE DATOS CLIMÁTICA REGIONAL

Integrar la información climática de los países andinos, constituyó un trabajo en conjunto y mucha coordinación. Los SMNs brindaron el máximo de colaboración para la compilación de las bases de datos nacionales. Este proceso fue llevado a cabo en cinco etapas:

- **Recopilación de información:** Con el objetivo de determinar la disponibilidad de información en los diferentes formatos existentes dentro de cada Servicio Meteorológico Nacional, se procedió a realizar una evaluación, en la cual se determinó la cantidad de datos en formato digital y en papel.

- **Adquisición de equipo informático:** Los trabajos de digitalización de información adicional, requirieron la adquisición de equipos de cómputo, por lo que fueron adquiridas dos computadoras por cada SMN para este fin.

- **Contratación de digitadores:** En base a las encuestas realizadas, se determinó la cantidad de información a digitalizarse, y se coordinó con cada SMN la contratación de dos digitadores, los cuales digitalizaron los datos colocándola en los formatos correspondientes.

- **Compilación de la información:** La información digitalizada fue adicionada a los bancos de datos de cada SMN, incrementando con esto, la densidad de datos en cada institución.

- **Desarrollo de la Aplicación WEB:** En base a la información recopilada por cada SMN, fue desarrollada la aplicación WEB con los datos de precipitación, temperatura máxima y temperatura mínima. En la aplicación, fue desarrollada un módulo de mantenimiento de la base de datos, en la cual cada representante del país puede acceder utilizando el usuario y clave correspondiente, para administrar sus datos, así como para adicionar nueva información.

- La Base de Datos Climática Regional contiene 3'876.035 registros climáticos ingresados, y se mantendrá actualizada conforme lo establecido en el protocolo.

# CAPÍTULO II

## Implementación de modelos estadísticos para predicción climática





## 2.1 ELEMENTOS CONCEPTUALES Y METODOLÓGICOS

La herramienta utilizada para la implementación de la modelación estadística en los respectivos países fue el Climate Predictability Tool (CPT) desarrollado por el IRI. El flujo-grama de acciones diseñado para la región se muestra en la figura 16.

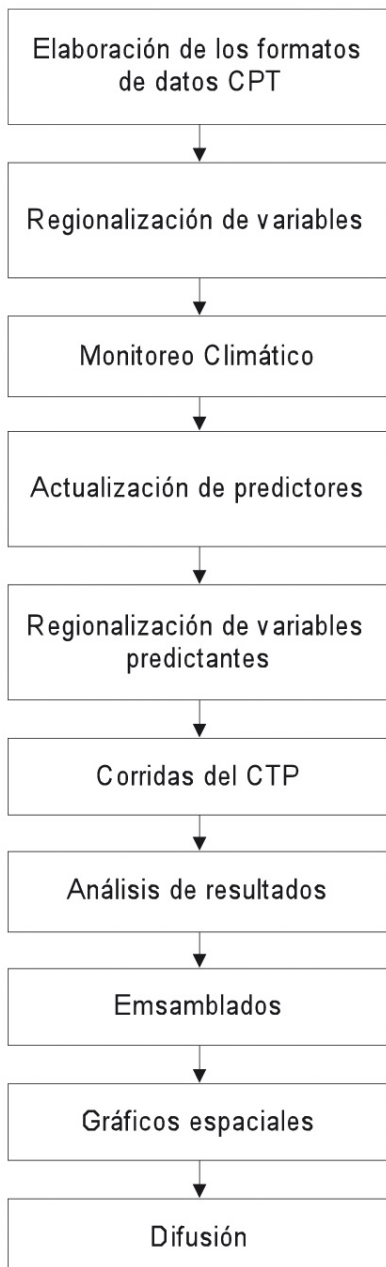


Figura 16. Proceso para la realización del Pronóstico Estacional, mediante el uso del CPT.

A efectos de utilizar el CPT, la información de los Servicios Meteorológicos Nacionales (SMNs) es recolectada, el día 30 de cada mes (28 de ser el mes de febrero), en forma anticipada a la actualización realizada por los Centros de Predicción Global. Esta será información básica que servirá

de insumo como predictor, bajo los siguientes supuestos:

La Temperatura Superficial del Mar (TSM), debido a la inercia de la variable, experimenta cambios en sus patrones físicos con lentitud, bajo esta premisa cualquier variación en los próximos cuatro ó cinco días no serán significativos sobre el promedio mensual, por lo que se realiza un promedio de los primeros 27 días transcurridos del mes en curso y esto es anexado a la serie histórica de temperatura superficial del mar que se pueden obtener de NOAA / NCDC / ERSST obteniéndose al final una serie histórica completa actualizada, que sirve como predictor final.

Con respecto a las variables atmosféricas, como viento zonal, viento meridional, temperatura en niveles altos, humedad específica, entre otras adicionales, deben ser tomadas con suma precaución, los cambios en estos últimos cinco días del mes, pueden ser significativos y pueden modificar el promedio. Por esta razón es recomendable monitorear las condiciones climáticas a nivel global y en especial Sudamérica o la región de interés.

Los análisis del monitoreo de las diversas variables oceánicas y atmosféricas se deben realizar en forma quincenal; de ser posible se recomienda sea realizado en forma semanal, como se representa en la Figura 17:

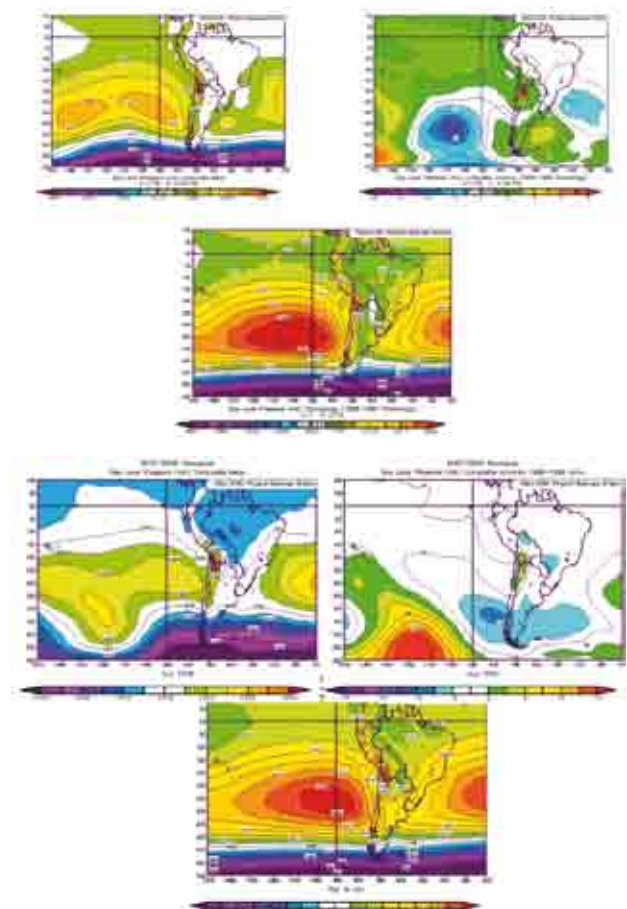


Figura 17. Monitoreo de la Presión a Nivel del Mar realizado por la NOAA/NCEP/NCAR

## 2.2 MANEJO PARA LA ACTUALIZACIÓN DE LA INFORMACIÓN DE LAS VARIABLES PREDICTORAS

### 2.2.1 Cómo Realizar el Método Alternativo de Actualización de Predictores

Los índices predictores “mensuales” de los Centros de predicción global proporcionan información que está disponible en la librería de datos (DATA LIBRARY) del IRI, se actualizan los días 10 de cada mes con información correspondiente al mes anterior, como consecuencia se retrasa la elaboración de las corridas del modelo estadístico a una fecha posterior al 10 en la TSM y para los otros predictores en fechas posteriores al 15.

Para evitar este inconveniente se ha optado por una acción que permite contar con una actualización con días de anticipación de algunos de los predictores necesarios, sobretodo la temperatura superficial del mar (TSM), bajo los siguientes supuestos:

- Se considera que la variable predictora a analizar no sufre cambio significativo cuando es completada con los datos faltantes al culminar el mes.
- Se promedia el 75% de los días del mes para que sea considerado representativo. Esto significa que deben haber pasado al menos 21 días del mes.
- Los cambios en los valores de la TSM, no tienen un comportamiento brusco, debido a la inercia del océano (calor específico del agua, que permite una demora en la pérdida del calor hasta en cinco veces más tiempo que en la superficie terrestre).

#### 2.1.1.1 Procedimiento para la obtención de la variable temperatura superficial del mar (TSM)

En este caso se debe contar de forma previa con la información histórica de la variable TSM obtenida del NOAA/NCDC /ERSST, a fin de predecir la variable “Y”.

Para obtener los datos semanales de TSM, se realiza la búsqueda respectiva en la librería de datos del IRI, en la categoría Air-Sea interface. (Figura 18)



Figura 18. Air-Sea interface Data in the IRI Data Library.

Los datos pertenecen al centro de investigación del NOAA/NCEP /EMC CMB global, Reynolds Smith. Se deben buscar los datos semanales, para ello ingresar a la versión 2 de los datos de Reynolds (Reyn Smith IOv2). (Figura 19)



Figura 19

Pulsar los datos semanales (weekly): (Figura 20)



Figura 20

Elegir la opción: Sea Surface Temperature (TSM) (Figura 21)



Figura 21

Optar por descargar los datos de las semanas del mes de interés: (Figura 22)



Figura 22

El proceso es el mismo que se utilizó para descargar la información de cualquier otra variable, la única diferencia se presenta en la ventana Tiempo (simbolizado con la letra T), se debe colocar las semanas del mes, considerando que esta empieza el día domingo y termina un sábado, por ejemplo, para el mes de febrero las semanas son: (Figura 23)



Figura 23

Se obtienen 03 series de datos (03 semanas), por lo tanto se debe realizar un filtrado de la información con un promedio de tiempo (denominada T dentro del CPT), el cual muestra la media de las 03 semanas transcurridas, correspondiente en este ejemplo al mes de febrero. Desde esta parte hay dos caminos para que se uniformizen la resolución entre los dos grupos de datos de diferente centro de Investigación, los cuales se detallan a continuación:

**Primer camino:** (Figura 24)



Figura 24

Descargar la data promedio del mes.

**Nota:** Se debe tener claro antes del proceso lo siguiente: la resolución de los datos de Reynolds es de 1° x 1° que no es compatible con la data que se trabaja en las corridas del CPT (Fuente:NOAA/NDCD/ERSST cuya resolución es de 2° x 2°), para la solución de esta incompatibilidad se ha confeccionado una hoja de cálculo (denominada TRANSFORMACION) la cual convierte la escala Reynolds a escala de los datos ERSST.

El siguiente gráfico muestra el formato obtenido a través del proceso descrito anteriormente, donde la primera línea y la primera columna indican las resoluciones en la longitud y latitud respectivamente (1° x 1°). (Figura 25)

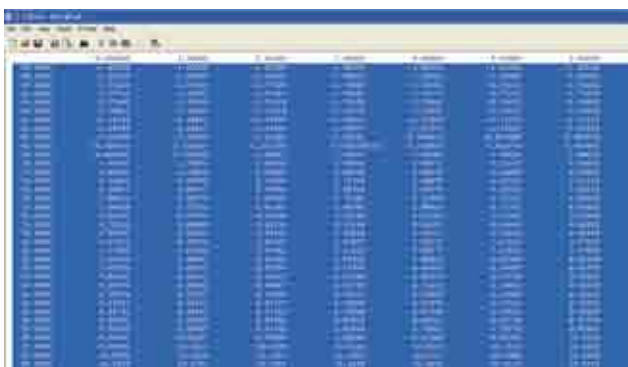


Figura 25

Se procede a copiar a partir de la segunda línea toda la información obtenida en el archivo y llevarla a la hoja de cálculo 1 del archivo TRANSFORMACION, sobre el área de fondo amarillo (copiar y pegar), dejando la primera fila libre. (Figura 26)



Figura 26

Posteriormente, ingresar a la hoja 2 del mismo archivo y grabar como archivo texto (el cual ya esta transformado). (Figura 27)

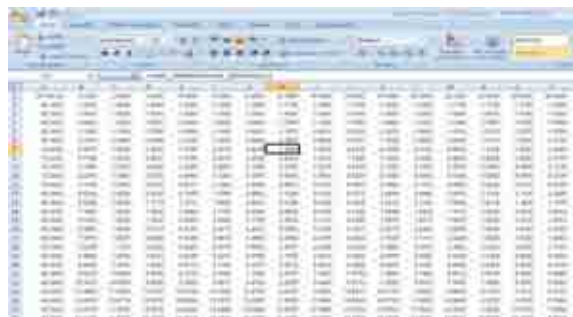


Figura 27

El formato que se obtiene es el siguiente: (Figura 28)

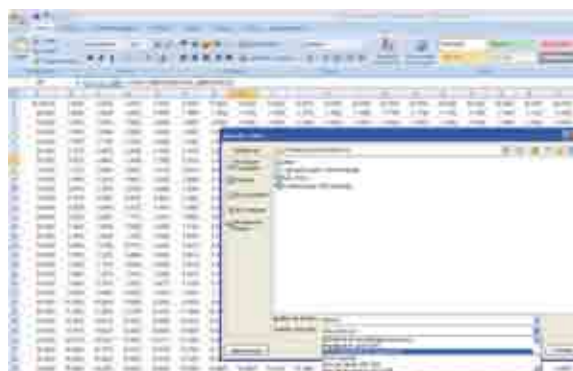


Figura 28

Grabarlo y recién puede ser añadido al historial de febrero del predictor, con una copiada simple. (Figura 29)



Figura 29

Luego, reagrabarlo.

Nótese que se cuenta con la información, empieza en un año 1960 y termina con el año 2008, el cual se encuentra listo para su inclusión al CPT. (Figura 30)

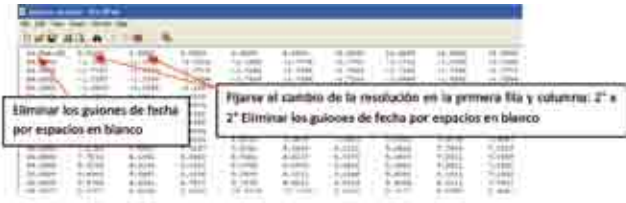


Figura 30

**Segundo camino:**

Ingresar al modo experto luego de obtener el promedio semanal (que se encuentra con una resolución de 1° x 1°), colocar los siguientes comandos

X 0 2 358 GRID  
Y -88 2 88 GRID

Posteriormente bajarlo, grabarlo y pegarlo sobre la base obtenida de la serie histórica inicial (procedimiento descrito en el ítem 2.3.1.1), con lo cual queda listo para su utilización como predictor.

**2.2.1.2 Procedimiento para la obtención de la variable viento en altura, geopotencial, temperatura en niveles mandatorios.**

En el caso que se deba trabajar con una variable atmosférica en altura, existe un procedimiento práctico para trabajar con promedios de los días transcurridos, en este caso se utiliza la información del NOAA NCEP-NCAR CDAS-1 que se ubica dentro de las simulaciones de modelos (HISTORICAL MODEL SIMULATIONS). (Figuras 31 y 32).



Figura 31

Resulta necesario tener de forma previa los datos históricos **mensuales** de la variable de interés del mismo centro de investigación (NOAA NCEP-NCAR CDAS-1) de tal forma que posean la misma resolución a fin de se acoplen más fácilmente. (Figura 33)



Figura 32



Figura 33

Escoger los datos diarios (DAILY) y posteriormente el modo INTRINSIC. (Figura 34)



Figura 34

Cuando se requiere información a nivel de altura, se procede a escoger la opción Nivel de Presión (Pressure Level), que permite elegir el nivel de interés.

Las variables que pueden ser proporcionadas son múltiples, sin embargo las más comunes son: altura geopotencial, viento zonal, viento meridional y temperatura. Se aprecian en la siguiente pantalla: (Figura 35)



Figura 35

Los niveles disponibles en la librería son 1000, 925, 850, 700, 600, 500, 400, 300, 250, 200, 150, 100, 70, 50, 30, 20 y 10 mb.(Figura 36)

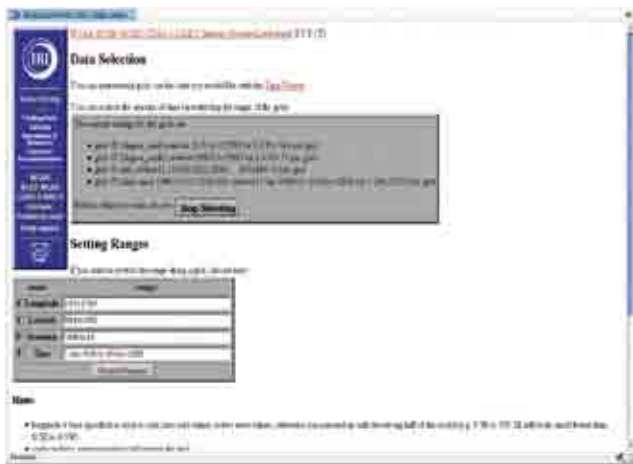


Figura 36

Realizar el filtrado con T (promedio del tiempo, debido a que se dispone de 22 series, una por cada día) y posteriormente se procede a la descarga de los datos.

**Nota:** para estas variables no es necesario cambiar la resolución, ni utilizar la hoja de cálculo TRANSFORMACION. (Figura 37)

Year	Month	Value 1	Value 2	Value 3	Value 4	Value 5	Value 6	Value 7	Value 8	Value 9	Value 10
1965	1	1000	925	850	700	600	500	400	300	250	200
1965	2	1000	925	850	700	600	500	400	300	250	200
1965	3	1000	925	850	700	600	500	400	300	250	200
1965	4	1000	925	850	700	600	500	400	300	250	200
1965	5	1000	925	850	700	600	500	400	300	250	200
1965	6	1000	925	850	700	600	500	400	300	250	200
1965	7	1000	925	850	700	600	500	400	300	250	200
1965	8	1000	925	850	700	600	500	400	300	250	200
1965	9	1000	925	850	700	600	500	400	300	250	200
1965	10	1000	925	850	700	600	500	400	300	250	200
1965	11	1000	925	850	700	600	500	400	300	250	200
1965	12	1000	925	850	700	600	500	400	300	250	200
1966	1	1000	925	850	700	600	500	400	300	250	200
1966	2	1000	925	850	700	600	500	400	300	250	200
1966	3	1000	925	850	700	600	500	400	300	250	200
1966	4	1000	925	850	700	600	500	400	300	250	200
1966	5	1000	925	850	700	600	500	400	300	250	200
1966	6	1000	925	850	700	600	500	400	300	250	200
1966	7	1000	925	850	700	600	500	400	300	250	200
1966	8	1000	925	850	700	600	500	400	300	250	200
1966	9	1000	925	850	700	600	500	400	300	250	200
1966	10	1000	925	850	700	600	500	400	300	250	200
1966	11	1000	925	850	700	600	500	400	300	250	200
1966	12	1000	925	850	700	600	500	400	300	250	200
1967	1	1000	925	850	700	600	500	400	300	250	200
1967	2	1000	925	850	700	600	500	400	300	250	200
1967	3	1000	925	850	700	600	500	400	300	250	200
1967	4	1000	925	850	700	600	500	400	300	250	200
1967	5	1000	925	850	700	600	500	400	300	250	200
1967	6	1000	925	850	700	600	500	400	300	250	200
1967	7	1000	925	850	700	600	500	400	300	250	200
1967	8	1000	925	850	700	600	500	400	300	250	200
1967	9	1000	925	850	700	600	500	400	300	250	200
1967	10	1000	925	850	700	600	500	400	300	250	200
1967	11	1000	925	850	700	600	500	400	300	250	200
1967	12	1000	925	850	700	600	500	400	300	250	200

Figura 37

## 2.3 MANEJO DE PREDICTORES SIMULTÁNEOS CON EL CPT

### 2.3.1 Pronóstico Climático con Predictores Simultáneos

Las corridas con cada predictor se deben realizar individualmente para obtener las cargas que tienen influencia en la variable a pronosticar con algunas observaciones adicionales.

Colocar el máximo número de modos para la variable X, que corresponde al menor número obtenido entre la cantidad de años de la serie histórica y el número de puntos de grilla o estaciones. Se requiere el número máximo de la variable X, por lo tanto se toma 43 (según ejemplo), aunque en realidad el número máximo para X es 44 (n final - n inicial + 1), sólo que se considera el par ordenado común 1965-2007, por lo que existe un proceso adicional para el cálculo de la carga del año 2008, el cual se describe a continuación: (Figura 38)

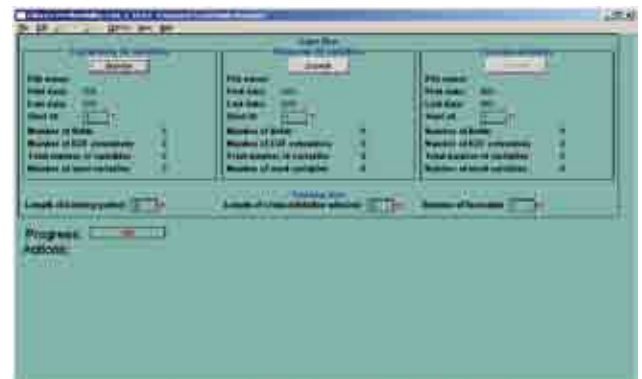


Figura 38

Debe ser obtenido del menú FILE/OPEN FORECAST, colocar el año inicio y el número de años final (incluyendo el año 2008). (Figuras 39-40)



Figura 39



Figura 40

Visualizar los pronósticos a través del menú: **FILE/FORECAST/SERIES** (Figuras 41-42)



Figura 41

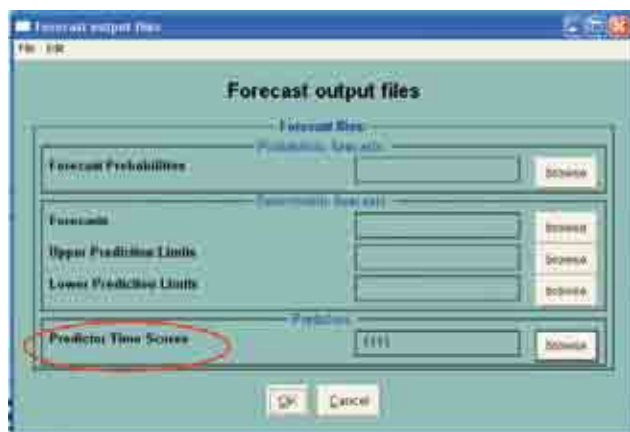


Figura 42

Y se obtiene el archivo bajo el siguiente formato: (Figura 43)



Figura 43

Se continúa con el mismo procedimiento para la segunda o más variables (o la segunda área según sea el caso) y luego se agrupan en un solo archivo, que actuará como predictor de la variable en cuestión. (Figura 44)



Figura 44

El proceso de pronóstico para el año de interés, en el CPT es el mismo que se realiza con predictores individuales, colocando en la opción X EOF en **MATRIZ VARIANZA – COVARIANZA** para conservar la importancia relativa del EOF. (Figuras 45-46-47)

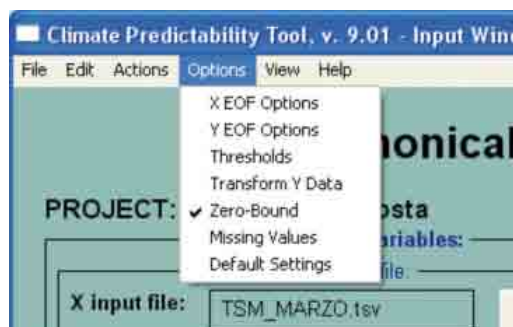


Figura 45

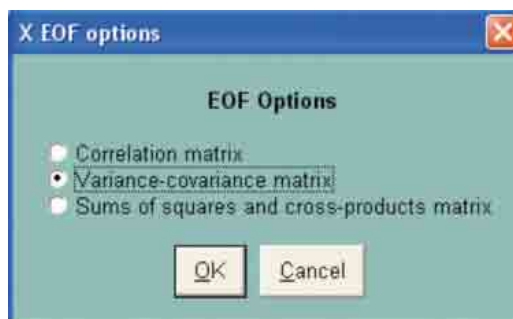


Figura 46

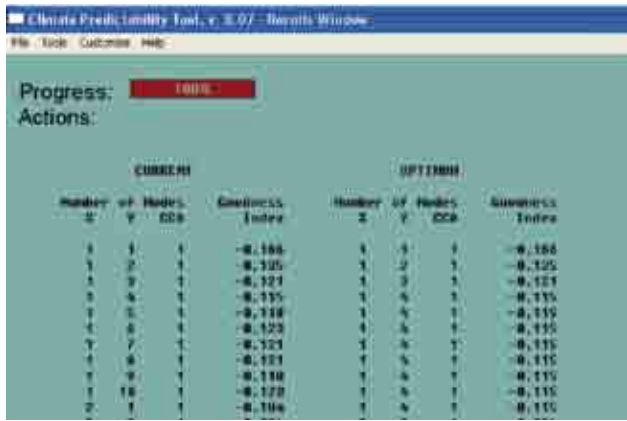


Figura 47

## 2.4 CRITERIOS DE DECISIÓN PARA EL MANEJO DE LOS RESULTADOS DEL CPT

1. Uno de los primeros indicadores a visualizar es el GOODNESS INDEX (índice de Bondad) que es el resultado de la primera interacción entre las variables predictoras y predictantes; está es la primera condicionante a seguir, si obtenemos un valor es negativo indica que no existe linealidad o correlación entre la información de ambas variables por lo que tendremos que buscar una mejor área. Lo ideal es que ese valor sea positivo y más alto (tendencia a tener un valor de 1). (Figura 48)





Primera corrida del programa CPT, lugar donde se ubica el índice.

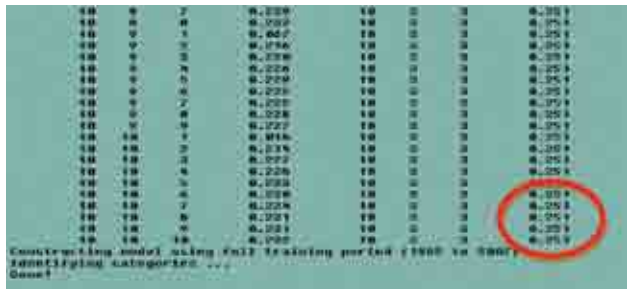


Figura 48. Pantalla de visualización del GOODNESS INDEX.

2. Uno de los más importantes criterios que se debe considerar en los pronósticos es la definición del período de trabajo a utilizar, el mismo que está definido por dos cosas:

- El "LENGHT OF TRAINING" PERIODO y,
- El "FIRST YEAR OF X TRAINING" PERIODO.

3. En la definición del período climatológico a trabajar, generalmente el programa define por defecto el año de inicio y final de la serie histórica (en muchos casos sobrepasa de 30 años). Al tomar en consideración diferentes períodos se tendrán diferentes resultados.

El período climatológico de referencia considerado fue 1971-2000, muchos investigadores consideran la normal desde el año de inicio de la serie histórica hasta el año anterior al pronóstico.

El cambio puede realizarse a través de los siguientes pasos: Ingresar al menú CUSTOMIZE (configuración) y luego a "Climatological Period". (Figura 49).



Figura 49

Y luego modificar los años. (Figura 50)

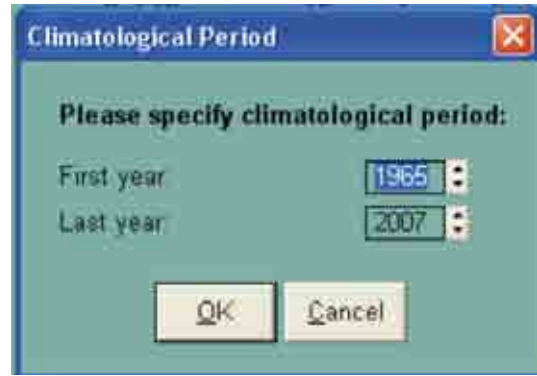


Figura 50

4. Verificar el Coeficiente de correlación canónica, que es el grado de relación entre las variables predictoras y las predictantes (en forma conjunta). (Figura 51)

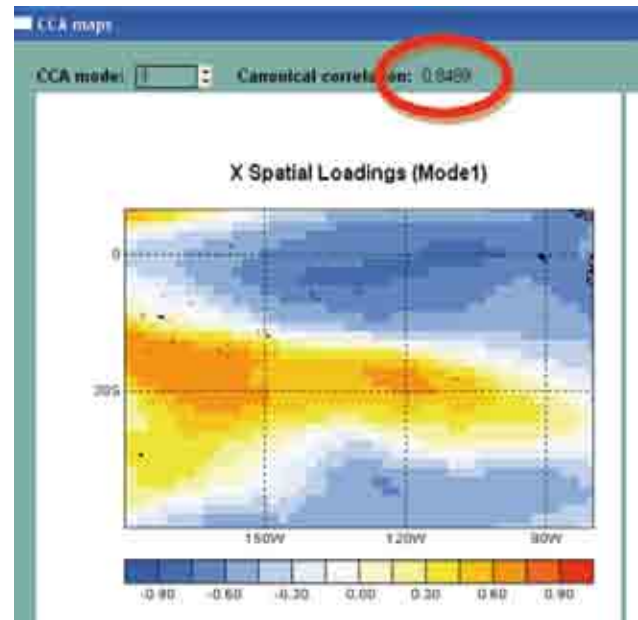


Figura 51

5. Sólo si el paso previo es satisfactorio se procede a evaluar los indicadores estadísticos a través de la evaluación individual por estación, considerando la siguiente ruta:

**TOOL/VALIDATION/CROSS VALIDATED/PERFORMANCE MEASURES/**

Se realiza el análisis estación por estación, en esta etapa no se podrán ver las estaciones que superen el límite permisible de datos faltantes (% MISSING VALUES) (Figura 52)

Primer paso, visualizar la gráfica y comparar las línea roja (valores observados) y las líneas verdes (valores pronosticados) resaltar si las curvas siguen el mismo patrón característico, es decir, si una curva sube la otra tiene que subir y viceversa.

La segunda visualización se realiza en el gráfico del ROC (Relative Operating Characteristic) donde se pueden apreciar las curvas que se encuentren por encima de la diago-

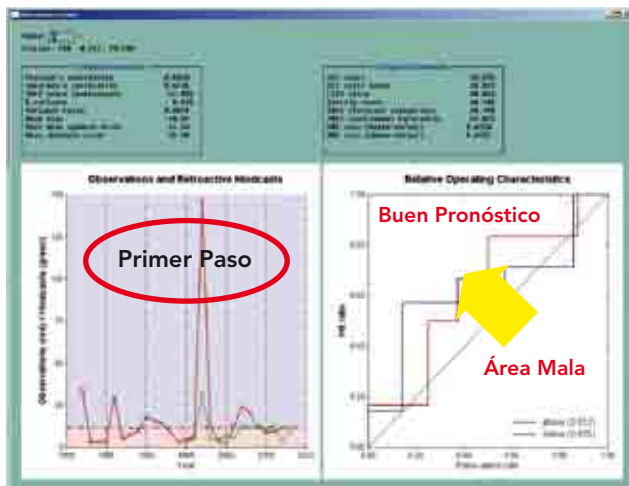


Figura 52

nal. Si la curva es roja se refiere a los pronósticos realizados por el modelo a la categoría "bajo lo normal" y si es de color azul se refiere a los pronósticos realizados por el modelo en la categoría "Sobre la normal", lo mas adecuado es que ambas curvas se encuentren por encima de la diagonal y aproximándose al vértice superior izquierdo.

6. Segundo paso, aunque los indicadores estadísticos son una referencia técnica, se deben entender por completo sus significados. El primer coeficiente de Pearson<sup>1</sup> y el de Spearman<sup>2</sup> indican el grado de asociación que poseen los valores observados con los valores pronosticados y deberán aproximarse a 1, mientras más alto sean éstos valores más favorables serán los resultados (no es bueno obtener valores próximos a -1). (Figura 53)

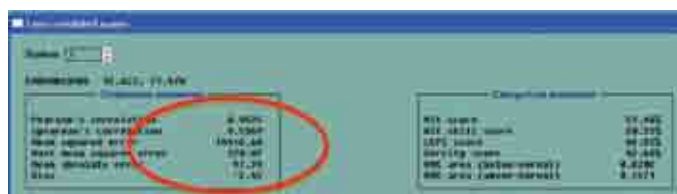


Figura 53

El error cuadrado medio (Mean squared error) y la raíz del error del cuadrado medio (Root mean squared error) tienen el mismo significado: representan la suma de desviaciones existente entre los valores observados y los valores pronosticados, es decir, el error que existe para que los valores pronosticados traten de alcanzar al valor observado. En forma práctica, si los valores observados y los pronosticados son similares o casi iguales, significa que el error va ser casi nulo o cero, por lo tanto también su raíz cuadrada.

Se debe considerar que este indicador es muy relativo, no es lo mismo encontrar una diferencia entre ambos valores (observados y pronosticados) en una zona lluviosa que en una zona seca, por ejemplo:

Precipitación pronosticada	Precipitación Observada	Error	Observaciones
430 mm/mes	380 mm/mes	50 mm	Zona lluviosa
10 mm/mes	0.0 mm/mes	10 mm	Zona Seca

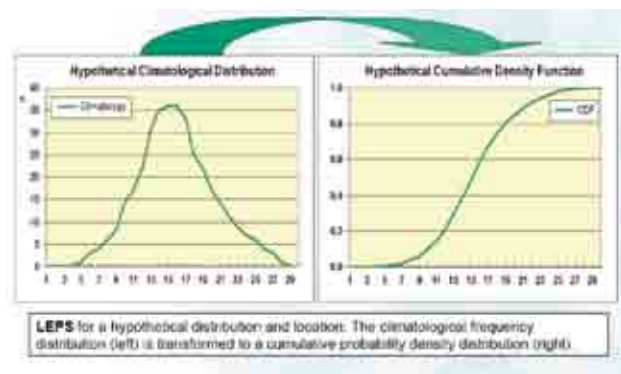
7. Los demás valores hacen referencia a las medidas categóricas, es decir al grado de acierto del modelo con los datos históricos.

**Hit Score:** es el porcentaje de aciertos del modelo en relación al total de pronósticos realizados de toda la serie histórica.

Lo óptimo es contar con un valor cercano a 100% el cual indicará un modelo perfecto.

**Hit Skill Score:** es el indicador de evaluación de la destreza del modelo, porcentaje de veces que el resultado corresponde a una casualidad. Lo óptimo es tener un valor cercano a  $\pm 100\%$  el cual indicaría un modelo perfecto.

**LEPS score (Linear Error in Probability Space):** que calcula un resultado definido utilizando una tabla que muestra diferentes resultados de aciertos, dependiendo de la categoría observada y de las anteriores probabilidades de las categorías. La distribución de probabilidades es transformada a una función de probabilidad acumulada. (Figura 54)



**Gerrity score:** calcula un resultado definido utilizando una tabla de resultados alternativa a aquella utilizada para los resultados LEPS. (Figura 55)

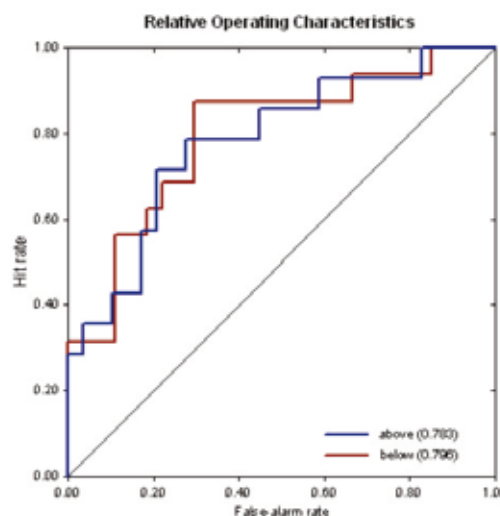


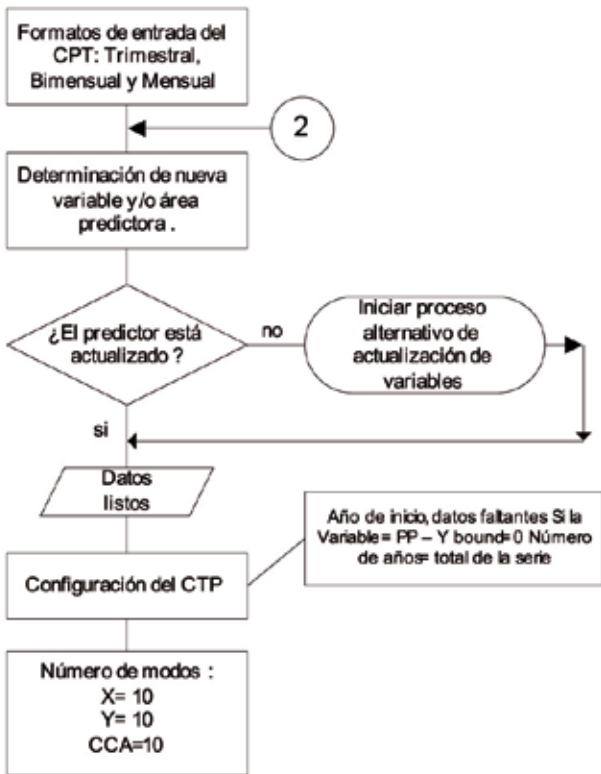
Figura 55

1. Randall E et al. A beginner's guide to structural equation modeling pg. 38.  
2. William H. Press. Numerical recipes: the art of scientific computing pg. 349.

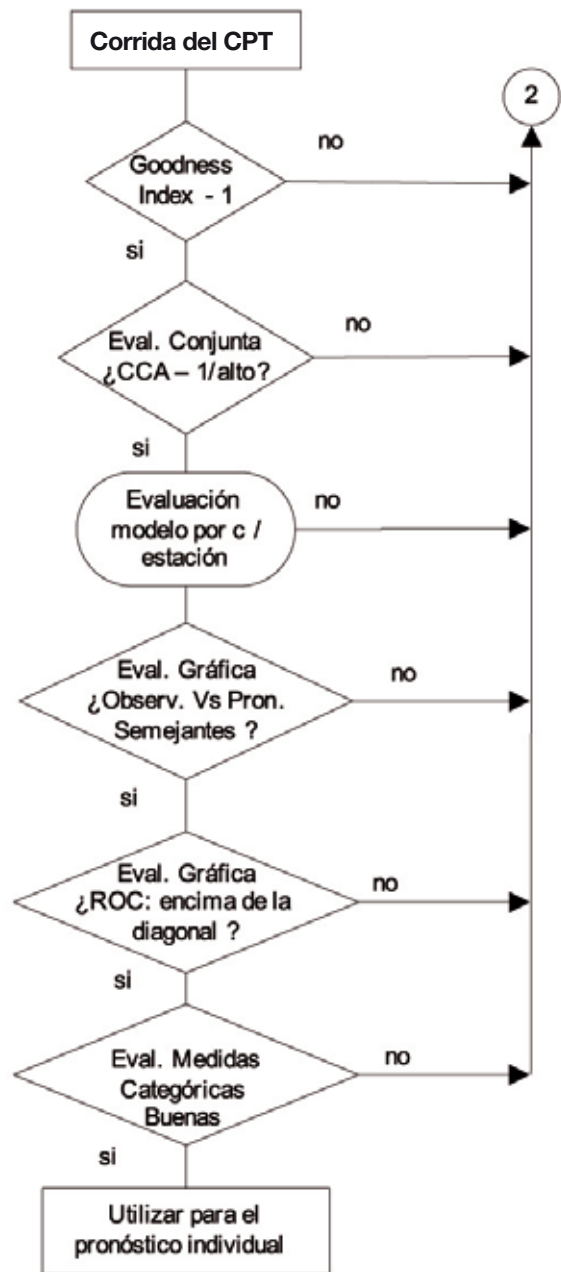
**ROC área (below-normal):** Representa el valor del área bajo la curva de color rojo. Define el área debajo de la curva ROC para pronósticos de la categoría bajo lo normal, muestra la proporción de veces que las condiciones bajo lo normal pueden ser distinguidas con éxito sobre otras categorías. Un valor máximo y óptimo en el modelo debe ser 1 (que significa el 100%).

**ROC área (above-normal):** Representa el valor del área bajo la curva de color azul. Define el área debajo de la curva ROC para pronósticos de la categoría sobre lo normal y, muestra la proporción de veces que las condiciones sobre lo normal pueden ser distinguidas con éxito sobre otras categorías. Un valor máximo y óptimo en el modelo debe ser 1 (que significa el 100%).

**Esquema N° 01.- Procesos Previos para la Corrida del Climate Predictability Tool (CPT)**



**Esquema N°02.- Procesos de Evaluación y Toma de Decisiones de los Resultados Obtenidos por Medio del CPT**



**Nota:** El símbolo  $\longrightarrow$  significa tendencia o aproximación

Si se cumplen los requisitos de los esquemas 1 y 2, estamos en condiciones de poder utilizar el modelo para pronosticar el año que precede en cada estación (individualmente) que cumplió todos estos requisitos. Para lo cual se realiza a través del menú: (Figura 56)

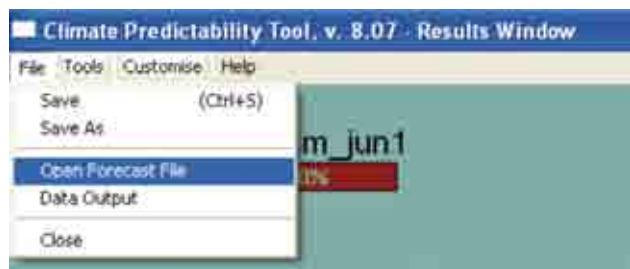


Figura 56

Colocar el año a pronosticar: 2008 (first year of data in file). (Figura 57)

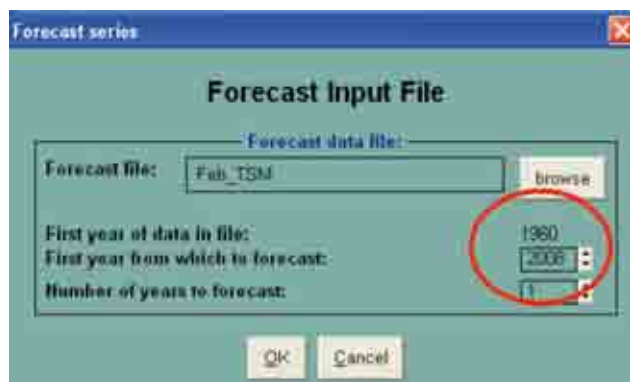


Figura 57

En el menú: **TOOL/FORECAST/MAPS/PROBABILITIES**

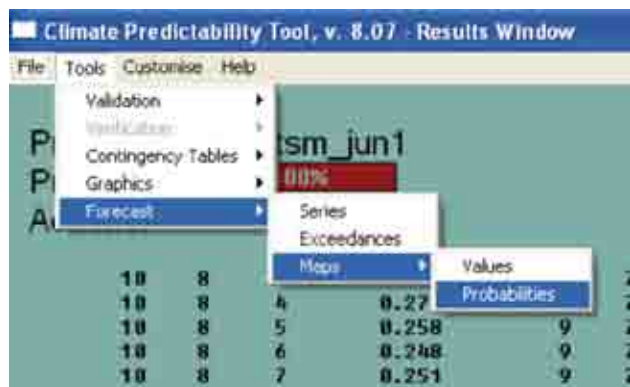


Figura 58

En los resultados probabilísticos solo se deben considerar las estaciones que cumplieron todo lo indicado en los esquemas 1 y 2. Los demás valores no serán considerados para la confección de la tabla de pronósticos y serán determinados con otros índices. (Figura 59)

### 2.5 CONSIDERACIONES PARA LA INTERPRETACIÓN DE LOS TERCILES

El CPT, considera entre sus resultados por categorías a los valores superiores al 50% como extremos (superior e inferior). Los valores de la condición normal es igual a decir la probabilidad de ocurrencia de la climatología. Por ejem-

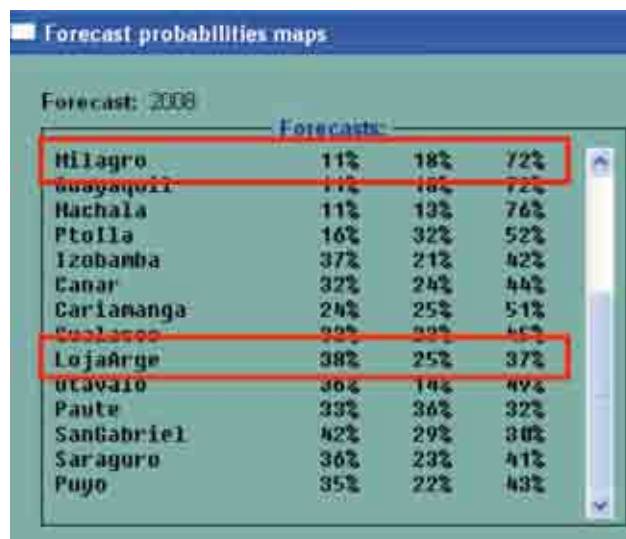


Figura 59

plo, el gráfico siguiente muestra los valores probabilísticos de una condición sobre lo normal (superior). (Figura 60)

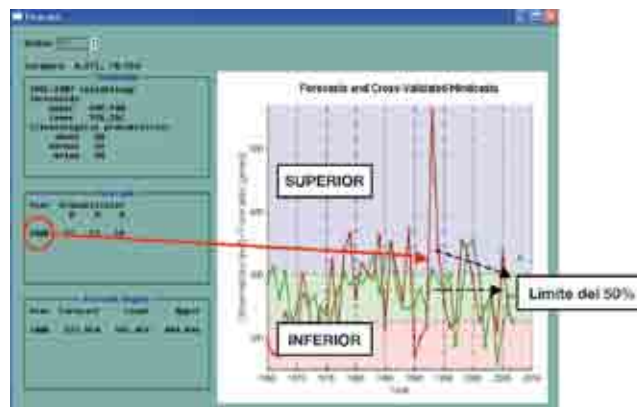


Figura 60

Si se tiene valores inferiores al 50% en las categorías B (bajo lo normal) y A (sobre lo normal) son considerados normales, como por ejemplo una probabilidad de 25 – 30 – 45, para el CPT es considerado muy cercano al límite superior pero dentro de la categoría "Normal", hay que destacar que muchos investigadores no encuentran diferencias significativas entre los valores de 25-30-45, considerando como cualquiera de los 03 casos posibles.

### 2.6 PREGUNTAS FRECUENTES RELACIONADAS AL MANEJO CPT

#### 1 ¿Qué hacer si no se cumple uno de los requisitos del esquema 1 y 2?

En ese caso se debe descartar los valores de dicha estación, por lo tanto, no es considerada en los resultados finales.

#### 2 ¿Cómo considerar en el caso de que el CCA sea favorable y en el análisis individual por estaciones solo algunas son favorables?

En ese caso, solo las que son al mismo tiempo favorable en el coeficiente de correlación canónica (CCA) y en los indicadores estadísticos individual por estación van a ser

considerados en el pronóstico final.

**3 ¿Cómo considerar si el coeficiente de Pearson y Spearman son altos pero negativos?**

No se consideran en el análisis. Los valores por estación son descartados y no considerados en el agrupamiento final de los pronósticos.

**4 ¿Cómo obtener los límites de los valores de la climatología?**

Existen dos formas de obtener la climatología:

La primera, proviene de la misma data original (formato de datos de entrada del CPT correspondiente a la variable que se desea predecir = Y), a cada columna se debe añadir los valores del percentil 33 y 66, los cuales corresponden a los límites de los terciles. Éste valor es variable en función de que los límites de las probabilidades sean cambiados.

La segunda forma, lo proporciona el programa CPT, con el comando TOOL/FORECAST/SERIES/ parte superior climatología donde además indica el período asumido en el cálculo. (Figura 61)

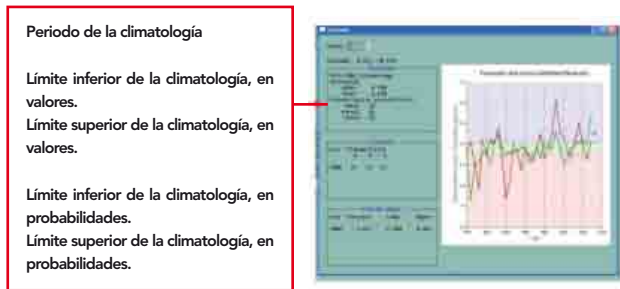


Figura 61

**5 ¿El CPT proporciona valores determinísticos en sus pronósticos?**

El CPT tiene la ventaja de realizar múltiples operaciones, por lo tanto proporciona múltiples resultados, uno de ellos es la estimación de los valores de pronósticos cuantitativos bajo un nivel de confianza determinado (por defecto el programa calcula con el 68.3% de nivel de confianza).

Este se puede visualizar luego de activar el pronóstico por series, posterior a la realización de la corrida: TOOL/FORECAST/SERIES/ (Figura 62)

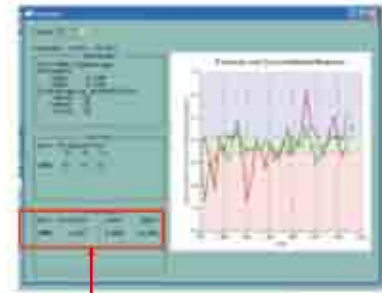
**6 ¿Qué se entiende por Intervalos de confianza?**

*Interpretación 1*

Un intervalo de confianza es un rango de valores que tiene una probabilidad dada de contener el parámetro siendo estimado. Los Intervalos de confianza del 95% y 99% los cuales tienen 0.95 y 0.99 de probabilidad de contener el parámetro respectivamente son los más usados.

Si el parámetro siendo estimado fuera *m*, el intervalo de confianza del 95% será algo como:

$$12.5 \leq m \leq 30.2$$



Ejemplo:  
 Año de pronóstico: 2008  
 Valor de pronóstico: 4.527°C  
 Intervalo de Confianza: Inferior 2.980°C Superior 6.075°C

Figura 62

Esto significa que el intervalo entre 12.5 y 30.2 tiene una probabilidad 0.95 de contener *m*. Podemos también decir que si el procedimiento para calcular el intervalo de confianza del 95% es usado muchas ocasiones, el 95% de las veces el intervalo contendrá al parámetro.

*Interpretación 2.*

Se llama **intervalo de confianza** en estadística a un intervalo de valores alrededor de un parámetro muestral en los que, con una probabilidad o nivel de confianza determinado, se situará el parámetro poblacional a estimar. Si  $\alpha$  es el error aleatorio que se quiere cometer, la probabilidad será de  $1-\alpha$ . **A menor nivel de confianza el intervalo será más preciso, pero se cometerá un mayor error.**

Para comprender las siguientes fórmulas, es necesario conocer los conceptos de variabilidad del parámetro, error, nivel de confianza, valor crítico y valor  $\alpha$ .

Un intervalo de confianza es, pues, una expresión del tipo  $[\theta_1, \theta_2]$  ó  $\theta_1 \leq \theta \leq \theta_2$ , donde  $\theta$  es el parámetro a estimar. Este intervalo contiene al parámetro estimado con una determinada certeza o nivel de confianza  $1-\alpha$ .

Al ofrecer un intervalo de confianza se da por supuesto que los datos poblacionales se distribuyen de un modo determinado. Es habitual que lo hagan mediante la distribución normal. La construcción de intervalos de confianza se realiza usando la desigualdad de Chebyshev. (Figura 63)

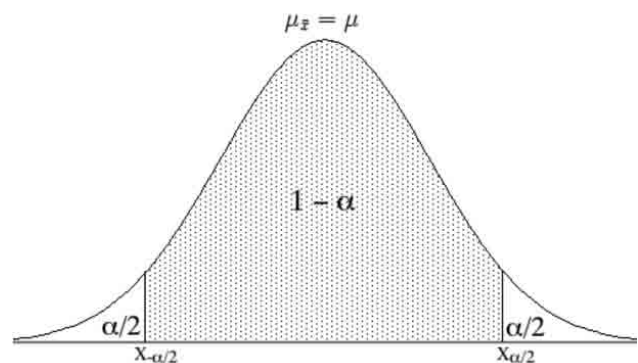


Figura 63

Dicho punto es el número tal que:

$$P[x \geq X_{\alpha/2}] - P[z \geq X_{\alpha/2}] = \alpha/2$$

Y en la versión estandarizada se cumple que:

$$Z_{-\alpha/2} = -Z_{\alpha/2}$$

Así:

$$P \left[ -Z_{\alpha/2} \leq \frac{\bar{x} - \mu}{\frac{\sigma}{\sqrt{n}}} \right] = 1 - \alpha$$

Haciendo operaciones es posible despejar  $\mu$  para obtener el intervalo:

$$P \left[ \bar{x} - Z_{\alpha/2} \frac{\sigma}{\sqrt{n}} \leq \mu \leq \bar{x} + Z_{\alpha/2} \frac{\sigma}{\sqrt{n}} \right] = 1 - \alpha$$

Resultado el intervalo de confianza:

$$\left( \bar{x} - Z_{\alpha/2} \frac{\sigma}{\sqrt{n}}, \bar{x} + Z_{\alpha/2} \frac{\sigma}{\sqrt{n}} \right)$$

Si  $\sigma$  no es conocida y n es grande (p.e.  $\geq 30$ ):

$$\left( \bar{x} - Z_{\alpha/2} \frac{s}{\sqrt{n}}, \bar{x} + Z_{\alpha/2} \frac{s}{\sqrt{n}} \right)$$

Donde s es la desviación típica de una muestra.

Aproximaciones para el valor  $Z_{\alpha/2}$  para los niveles de confianza estándar son 1,96 para  $1 - \alpha = 95\%$  y 2,576 para  $1 - \alpha = 99\%$ .

**7 ¿Dónde puedo modificar el nivel de confianza de mis pronósticos?**

Una vez realizada las corridas del CPT se procede a la siguiente ruta: (Figura 64)

**CUSTOMIZE/FORECAST SETTING/**

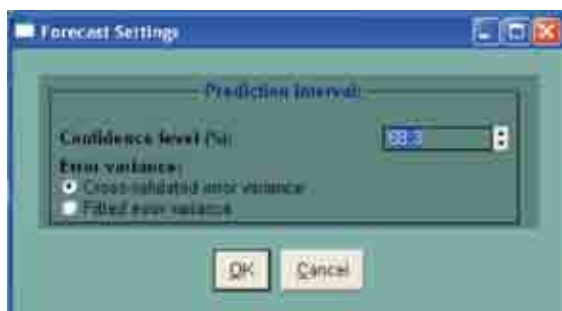


Figura 64

**8 ¿Cómo considera el CPT un resultado probabilístico 50%-10%-40% o 50%-0%-50%?**

Es una ambigüedad en la que cualquiera de los escenarios es posible, y no es factible, por lo cual solo será considerada como incertidumbre. El programa CPT lo considera con el valor medio o valor normal (categoría normal), pero físicamente no es aceptable.

**9 ¿Cuándo se considera un pronóstico con resultados de incertidumbre?**

La incertidumbre es la expresión del grado de desconocimiento de una condición futura.

Puede derivarse de una falta de información o incluso por que exista desacuerdo sobre lo que se sabe o lo que podría saberse. Puede tener varios tipos de origen, desde errores cuantificables en los datos hasta terminología definida de forma ambigua o previsiones inciertas de la interpretación. La incertidumbre puede, por lo tanto, ser representada por medidas cuantitativas (por ejemplo, un rango de valores calculados según distintos modelos) o por afirmaciones cualitativas (por ejemplo, al reflejar el juicio de un grupo de expertos). Dentro del CPT todos los resultados que tienen un valor obtenido corresponden al juicio del pronosticador.

**10 ¿Cómo considera el CPT un resultado probabilístico 30%-40%-30%?**

Como se explica en la pregunta anterior, este es considerado como incierto, es decir, cualquiera de las categorías o condiciones puede darse bajo estas condiciones.

**11 ¿Cuál es la causa de obtener resultados con incertidumbre?**

Puede deberse a muchas causas, entre ellas:

Mala decisión en la toma de predictores, no se usaron los adecuados, que físicamente explican la variabilidad de los predictantes (el valor a predecir).

El CPT se basa en la premisa de la existencia de una relación lineal entre los predictores y predictantes, que no muchas veces existe, la cual puede ser una de las causas que ocurra incertidumbre.

Los predictores no están definidos, por encontrarse en una etapa de cambio de estación astronómica.

La mala calidad de la información, en muchos de los casos la información proveniente de las estaciones meteorológicas tiene saltos de la serie histórica debido a cambios en su ubicación que son significativos – estadísticamente hablando – es decir, prácticamente tenemos dos series diferentes que han sido agrupadas para el proceso de corrida con el CPT. (Figura 65)



Figura 65

Las series de datos tienen muchos vacíos, los datos faltantes también juegan un papel importante en la generación de pronósticos. El programa CPT reemplaza los valores de datos faltantes por valores medios, medianas, estación más

cercana y al azar.

Los modos no son los adecuados, cada uno de los modos llevan consigo una parte de la variancia a explicar de los datos principales (autovalores), en ocasiones no son suficientes el número de modos adecuados (generalmente entre los 5 primeros modos se encuentra la explicación de un gran porcentaje de la variancia total). Sin embargo, en algunas ocasiones es necesario aumentar el número de modos a una cantidad recomendada de 10 (opcional), con el que se mejoran los resultados.

Las lluvias en los países cercanos a la línea ecuatorial son influenciadas por varias alteraciones simultáneas que inciden en las variables precipitación y temperatura. Para ello es necesario trabajar en forma simultánea con varios predictores (o áreas diferentes de un solo predictor).

**12 ¿Cómo considerar dos resultados contrarios obtenidos de dos variables predictores diferentes?**

Primero verificar si ambos tienen el CCA altos, y estadísticamente aceptables, si ambos son correctos, lo recomendable es realizar un ensamblado con los predictores en forma conjunta, con lo cual tendremos un resultado conteniendo las dos cargas que intervienen en la variable a predecir. En caso contrario tomar la información del mayor valor de CCA.

**13 ¿Cómo realizar pruebas simultáneas con dos o más predictores?**

El CPT está diseñado para tomar sólo un campo de predictores a la vez, pero es posible conseguir el software para producir resultados con múltiples campos. Correr el software utilizando uno de los campos de predictores, y con el número de modos X EOF al máximo (esto será el mínimo del número de puntos de grilla y la longitud del período de prueba). Entonces proceder a grabar los scores de los componentes principales, utilizando Data Output. Repetir el procedimiento para otros campos de predictores.

Posteriormente se procede a combinar varios archivos de salida de scores de los componentes principales, de modo que los componentes principales para todos los campos de predictores estén en un archivo. CPT entonces puede ser corrido con este nuevo archivo, como las variables predictoras leídas como set de datos no referenciado. Colocar en el X EOF la opción a la "matriz de covariancia" para conservar la importancia relativa del EOFs. Aunque no sea posible ver los mapas de cargas para los campos combinados, todos los resultados de validación y previsiones serán como si el software habría sido controlado con múltiples campos de entrada.

Algunos de los pronósticos estacionales en los países se muestran en la Figura 66.

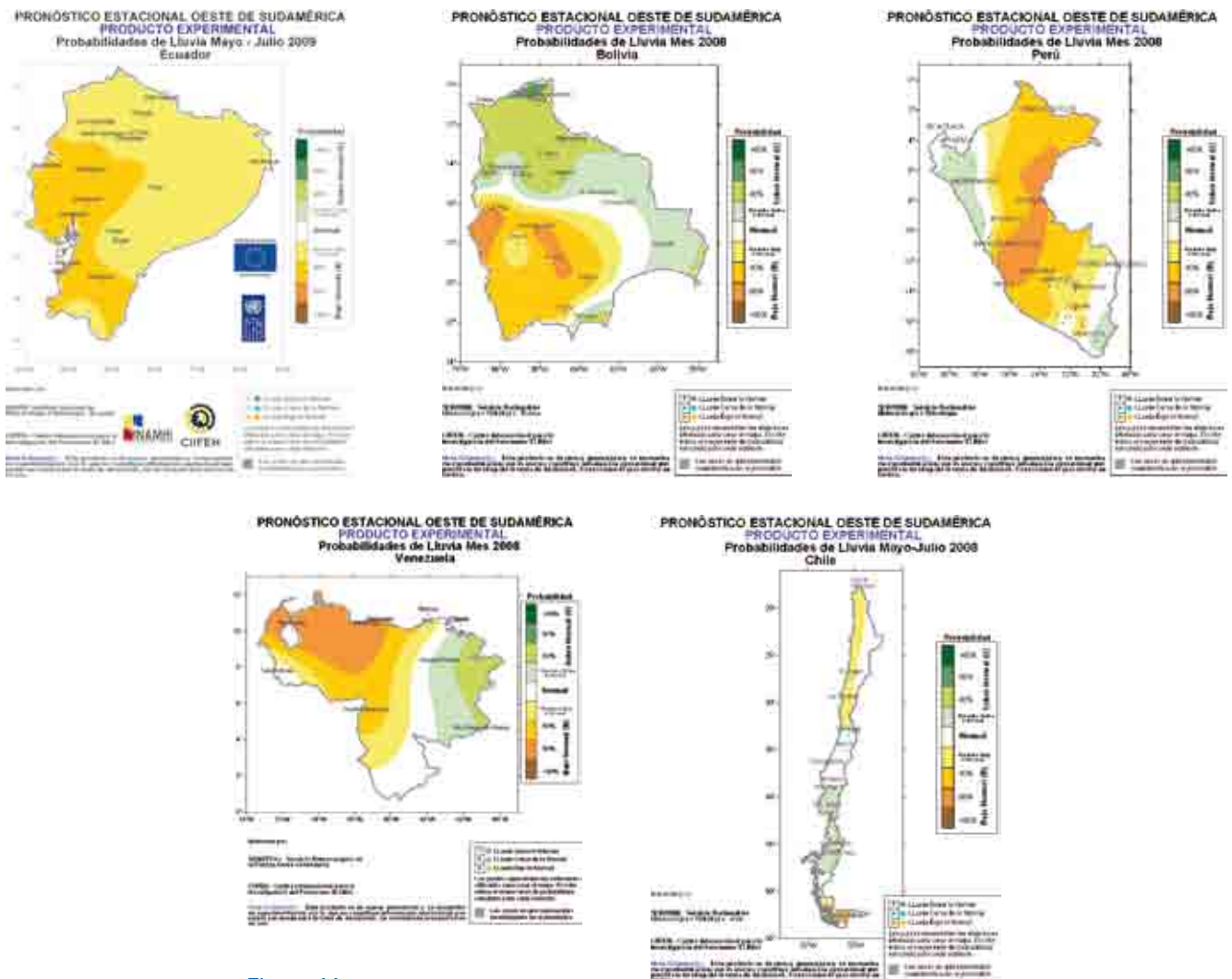


Figura 66

# CAPÍTULO III

## Implementación de modelos numéricos para predicción climática







## 3.1 MANUAL DE INSTALACIÓN E IMPLEMENTACIÓN DE LOS MODELOS MM5 Y WRF EN MODO CLIMÁTICO

### 3.1.1 Sistema Operativo

El Procedimientos de instalación (con imágenes paso a paso) e implementación Scientific Linux, Rocks cluster y Configuración e instalación de un nodo de Cómputo se encuentran disponibles en los siguientes enlaces:

**Scientific Linux:** <http://mediawiki.cmc.org.ve/index.php/Imagen:Scilinux00.png>

**Rocks cluster y nodo de cómputo:** [http://mediawiki.cmc.org.ve/index.php/%E2%97%A6\\_Rocks\\_Cluster](http://mediawiki.cmc.org.ve/index.php/%E2%97%A6_Rocks_Cluster)

### 3.1.2 Modelos Atmosféricos

Los modelos atmosféricos considerados en el proyecto son la quinta generación del Mesoscale Model (MM5) y el Weather and Research Forecast model (WRF). En las siguientes páginas se presenta su instalación y configuración. Los mismos modelos, con las modificaciones del caso, se configuraron para las versiones climáticas. A estas versiones se les ha denominado aquí CMM5 y CWRF.

El modelo MM5 se divide en múltiples módulos y sub-programas. En la figura No. 66 se presenta un diagrama esquemático del MM5. De manera análoga, en la figura No. 67 se presenta el diagrama del WRF.

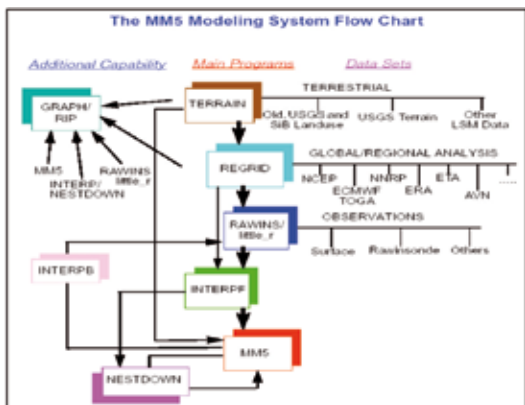


Fig. 67 Sistema de modelo MM5<sup>1</sup>

#### 3.1.2.1 MM5

##### 1. Descargar e instalar el Intel Fortran Compiler

[www.intel.com](http://www.intel.com)

Nota: Existe una licencia gratis no comercial. Es relativa-

1. University Corporation for Atmospheric Research, Weather Research and Forecasting Model users's guide. Chapter 1 [http://www.mmm.ucar.edu/wrf/users/docs/user\\_guide\\_V3.1/users\\_guide\\_chap1.htm](http://www.mmm.ucar.edu/wrf/users/docs/user_guide_V3.1/users_guide_chap1.htm)
2. University Corporation for Atmospheric Research [http://www.mmm.ucar.edu/wrf/users/docs/user\\_guide\\_V3.1/users\\_guide\\_chap1.htm#WRF\\_Modeling\\_System](http://www.mmm.ucar.edu/wrf/users/docs/user_guide_V3.1/users_guide_chap1.htm#WRF_Modeling_System)

WRF-ARW Modeling System Flow Chart

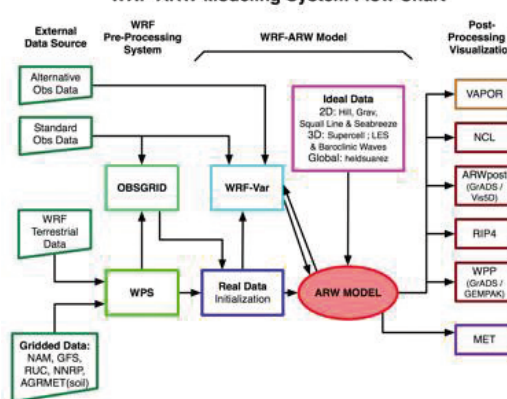


Fig. 68 Sistema del modelo WRF<sup>2</sup>

mente común que se solicite una biblioteca libstdc++. Se debe proceder a la descarga (por ejemplo de pbone.net) y la instalación con un simple rpm.

##### 2. Descargar e instalar el NCAR

[www.ucar.edu](http://www.ucar.edu)

La instalación es sencilla. Se debe seguir las instrucciones del programa de instalación.

Nota: se sugiere instalar en /usr/local/ncarg.

##### 3. Descargar el MM5

Los paquetes necesarios son TERRAIN, REGRID, LITTLE\_R, INTERPF, MM5.

<ftp://ftp.ucar.edu/mesouser/MM5V3>

##### 4. Modificar el /etc/bashrc

Las últimas líneas deben mostrar:

```
export PATH=$PATH:/opt/intel/icc/9.1.036/bin:/usr/local/ncarg/bin
export LD_LIBRARY_PATH=$LD_LIBRARY_PATH:/opt/intel/icc/9.1.036/lib:/usr/local/ncarg/lib
export NCARG_ROOT=/usr/local/ncarg
```

Lo antes expuesto corresponde a un ejemplo. Se deben ajustar los caminos a los directorios correctos del compilador. Para cargar las variables de ambientes recién introducidas, es suficiente un: **source/etc/bashrc**.

##### 5. Para comprobar que todo el proceso es correcto, tener en cuenta los siguientes pasos:

- 5.1. **IFC:** escribir `ifort -v` (Debe mostrar la versión instalada).
- 5.2. **NCAR:** `idt` (Debe abrir una ventana gráfica)
6. **Crear un directorio (p.e. /datos/MM5) y descomprimir TERRAIN:**

```
> cd /datos
> mkdir MM5
> tar -xvzf TERRAIN.TAR.gz (obviamente este archivo
DEBE estar en este directorio)
```

### 7. Verificar si está instalada la biblioteca libg2c.

En caso de no estar instalada la biblioteca libg2c, proceder a su instalación. Si posee un nombre distinto, realizar el enlace simbólico.

**Nota:** esta biblioteca puede ser descargada en línea, o está disponible en el gfortran. Por ejemplo, en Aquila@cmc.org.ve:

**Otra forma:** se puede descargar desde: <http://www.cmc.org.ve/descargas/libg2c.so>

```
[root@Aquila TERRAIN]# find /usr -name "*libg2c*"
/usr/local/matlab/sys/os/glnx86/libg2c.so.0
/usr/local/matlab/sys/os/glnx86/libg2c.so.0.0.0
/usr/lib/libg2c.so.0
/usr/lib/gcc/i386-redhat-linux/3.4.3/libg2c.so
/usr/lib/gcc/i386-redhat-linux/3.4.3/libg2c.a
/usr/lib/libg2c.a
/usr/lib/libg2c.so.0.0.0
[root@Aquila TERRAIN]# ln -s /usr/lib/gcc/i386-redhat-linux/3.4.3/libg2c.so /usr/lib/libg2c.so
```

Ubicarla en **/usr/lib** y realizar un enlace simbólico adicional de la siguiente manera:

```
> ln -s /usr/lib/libg2c.so /usr/lib/libg2c.so.0
```

### 8. Modificar el Makefile de TERRAIN.

Buscar la línea que corresponde al compilador intel y modificar el PATH a lg2c:

```
> vi Makefile
> /intel Esto encuentra la ocurrencia de la palabra luego del slash.
```

El párrafo debe quedar de la siguiente manera:

```
intel:
echo "Compiling for Linux using INTEL compiler"

( $(CD) src ; $(MAKE) all \
"RM = $(RM)" "RM_LIST = $(RM_LIST)" \
"LN = $(LN)" "MACH = $(MACH)" \
SGI" \
"MAKE = $(MAKE)" "CPP = $(CPP)" \
lib/cpp" \
"CPPFLAGS = -I. C traditional D$(NCARGGRAPHICS)" \
"FC = ifort" "FCFLAGS = -I. -w90-w95-convert big_endian "\
"LDOPTIONS = -i_dynamic" "CFLAGS = -I. "\
"LOCAL_LIBRARIES=-L$(NCARG_ROOT)/lib -L/usr/X11R6/lib -lncarg -lncarg_gks-lncarg_c-lx11-L/usr/lib
```

```
-lg2c" ) ; \
( $(RM) terrain.exe ; $(LN) src/terrain.exe.) ;
```

### 9. Ahora se procede a compilar:

```
> make intel
> make terrain.deck
```

### 10. Descargar la data necesaria para TERRAIN como sigue y descomprimirla

```
> cd /datos/MM5/DATOS
> wget ftp://ftp.ucar.edu/mesouser/MM5V3/TERRAIN_DATA/*
> ls-l
> gunzip *.gz
> tar-xvf archivo.TAR
```

#### 10.1. Modificar terrain.deck.intel

```
> vi terrain.deck.intel
```

Y modificar:

```
> set ftpdata = false
> Set the following for ftp ' in g30 sec
> elevation data from USGS ftp site
> set Where30sTer = /mnt/data/terrain_data
```

El resultado será el siguiente:

```
#set ftpdata =true
set ftpdata = false
#set Where30sTer = ftp
set Where30sTer = /datos/MM5data/DATOS
```

Se procede a enlazar:

```
> ln -s /datos/MM5data/DATOS/* TERRAIN/Data/
```

### 11. Compilar de nuevo TERRAIN y correrlo

```
> make terrain.deck
> ./terrain.deck.intel
```

Nota: esto compila el código de nuevo. Cuando finalice ingrese en terrain.print.out y revisar que las dos últimas líneas muestren:

```
> tail 2 terrain.print.out
```

Si el proceso es correcto, al final de la corrida debe mostrar

```
== NORMAL TERMINATION OF TERRAIN PROGRAM ==
99999
```

Entonces escribir

```
idt TER.PLT
```

### 12. Crear una carpeta de descarga para "TERRAIN DATA"

Descargar de ahí lo necesario.

```
$cd $LOQUESEA/mm5
```

```
$mkdir DATOS1s
$ cd DATOS
$ wget ftp://ftp.ucar.edu/mesouser/MM5V3/TERRAIN_
DATA/*
$ for x in `ls 1 *.gz`; do gunzip $x; done
```

### 13. Descomprimir REGRID

En /datos/DatAquila/Meteo/mm5 y compilar

```
$ make intel
```

Luego descargar la data **NCEP\_ON84.9303** en /datos/**Meteo/DatAquila/mm5/DATOS**, la cual es un archivo de entrada para pregrid.

```
wget c -passiveftp ftp://ftp.ucar.edu/mesouser/
MM5V3/TESTDATA/NCEP_ON84.9303
```

### 14. Ingresar en la carpeta pregrid

Editar **pregrid.csh** las líneas que siguen

```
set DataDir =/datos/DatAquila/Meteo/mm5/DATOS
```

### 15. Correr pregrid.csh

```
$ ./pregrid.csh
```

Deberá decir

```
*****
```

```
Normal termination of program PREGRID_ON84
```

```
*****
```

```
mv SNOW:19930313_00 ../ON84_SNOW:19930313_00
mv SNOW:19930313_12 ../ON84_SNOW:19930313_12
mv SNOW:19930314_00 ../ON84_SNOW:19930314_00
```

Ahora

```
cd /datos/DatAquila/Meteo/mm5/REGRID/pregrid/
on84/..
```

Si el proceso es correcto deberá aparecer en el directorio pregrid (sigue el resultado de un ls -l):

```
Doc/ nise/ ON84_SNOW:19930313_00 pregrid.csh*
era/ nnrp/ ON84_SNOW:19930313_12 pregrid_era40_int.
csh*
grib.misc/ on84/ ON84_SNOW:19930314_00 pregrid.na-
melist
Makefile* ON84:19930313_00 ON84_SST:19930313_00
README_ERA40
navysst/ ON84:19930313_12 ON84_SST:19930313_12
toga/
ncep.grib/ ON84:19930314_00 ON84_SST:19930314_00
util/
```

### 16. Buscar en el directorio pregrid el directorio útil, deberá existir un archivo llamado plotfmt.

Para compilar el archivo deben realizarse los siguientes cambios en el Makefile:

```
NCARG_LIBS= ?L$( NCARG_ROOT) /lib \
?lncarg ?lncarg_gks ?lncarg_c \
?L/usr/X11R6/lib ?lX11 ?lm \
?L/opt/intel/fc/9.1.036/lib ?L/usr/lib ?lg2c
```

Luego

```
$ make plotfmt
```

Si no posee errores:

```
./plotfmt ../ON84:1993-03-14_00
$ idt gmeta
```

Ir al directorio regridder y

```
$ ./regridder
```

### 17. Si todo está correcto en el último paso, se creará el archivo: REGRID\_DOMAIN1

### 18. Para LITTLE\_R primero se procede a descomprimirlo

```
$ tar xvzf LITTLE_R.TAR.gz
```

(El archivo que se crea debe colocarse en /datos/DatAquila/Meteo/mm5)

### 19. Ingresar en el Makefile de LITTLE\_R (En las opciones de intel) y cambiar la siguiente línea

```
-L/usr/lib/gcc/lib/i386redhatlinux/3.3.2
```

Por

```
-L/usr/lib lg2c.
```

debe quedar de la siguiente manera:

```
"LOCAL_LIBRARIES= -L$(NCARG_ROOT)/lib -L/usr/
X11R6/lib -lncarg -lncarg_gks
-lncarg_c -lX11 -L/usr/lib -lg2c" >> macros_
little_r ; \
( $(CD) src ; $(MAKE) $(PROGS) )
```

Aclarando: donde estaba lo anterior ahora dice -L/usr/lib -lg2c.

### 20. Descargar una data de prueba para LITTLE\_R.

```
wget c -passiveftp ftp://ftp.ucar.edu/mesouser/
MM5V3/TESTDATA/input2little_r.tar
```

Y proceder a colocarla en /datos/DatAquila/Meteo/mm5/DATOS luego descomprimir los archivos de la forma siguiente:

```
$ tar xvf input2little_r.tar
```

y se deben obtener los archivos siguientes: (ls l)

```
Test_data
Test_data/REGRID_DOMAIN1.gz
Test_data/surface_obs_r:19930313_21.gz
Test_data/obs13_00.gz
Test_data/obs14_00.gz
Test_data/obs13_06.gz
Test_data/surface_obs_r:19930313_18.gz
Test_data/surface_obs_r:19930313_15.gz
Test_data/surface_obs_r:19930313_12.gz
Test_data/obs13_18.gz
Test_data/obs13_12.gz
```

```
Test_data/surface_obs_r:19930313_09.gz
Test_data/surface_obs_r:19930313_06.gz
Test_data/surface_obs_r:19930313_00.gz
Test_data/surface_obs_r:19930314_00.gz
Test_data/surface_obs_r:19930313_03.gz
```

Ingresar en la carpeta TEST\_data que se creó y escribir

```
$ gunzip *.gz
```

Se obtendrán los archivos siguientes:

```
obs13_00
obs14_00
obs13_12
obs13_06
obs13_18
REGRID_DOMAIN1
surface_obs_r:19930313_06
surface_obs_r:19930313_18
surface_obs_r:19930313_09
surface_obs_r:19930313_21
surface_obs_r:19930313_00
surface_obs_r:19930313_12
surface_obs_r:19930314_00
surface_obs_r:19930313_03
surface_obs_r:19930313_15
```

Todos estos archivos estarán ubicados en **/datos/DatAquila/Meteo/mm5/DATOS/Test\_data**

## 21. Modificar namelist.input

El resultado deberá ser:

```
&record2 fg_filename = '../REGRID/regridder/REGRID_
DOMAIN1' obs_filename= '/datos/DatAquila/Meteo/mm5/
DATOS/Test_data/obs13_00'
'/datos/DatAquila/Meteo/mm5/DATOS/Test_data/
obs13_12'
'/datos/DatAquila/Meteo/mm5/DATOS/Test_data/
obs14_00'
sfc_obs_filename= '/datos/DatAquila/Meteo/mm5/DA
TOS/Test_data/surface_obs_r:19930313_00'
'/datos/DatAquila/Meteo/mm5/DATOS/Test_data/surfa
ce_obs_r:19930313_03'
'/datos/DatAquila/Meteo/mm5/DATOS/Test_data/surfa
ce_obs_r:19930313_06'
'/datos/DatAquila/Meteo/mm5/DATOS/Test_data/surfa
ce_obs_r:19930313_09'
'/datos/DatAquila/Meteo/mm5/DATOS/Test_data/surfa
ce_obs_r:19930313_12'
'/datos/DatAquila/Meteo/mm5/DATOS/Test_data/surfa
ce_obs_r:19930313_15'
'/datos/DatAquila/Meteo/mm5/DATOS/Test_data/surfa
ce_obs_r:19930313_18'
'/datos/DatAquila/Meteo/mm5/DATOS/Test_data/surfa
ce_obs_r:19930313_21'
'/datos/DatAquila/Meteo/mm5/DATOS/Test_data/surfa
ce_obs_r:19930314_00' /
```

## 22. Correr la prueba:

```
$ ./little_r
```

Luego de unos pocos minutos se crean un par de archivos.

En especial, **LITTLE\_R\_DOMAIN1** es necesario para la corrida de MM5.

**Nota:** para cada data es necesario modificar el **namelist.input**.

## 23. OPCIONAL: Instalar RAWINS

No se procederá a explicar la instalación en la presente guía.

## 24. Instalar el INTERPF

INTERPF es el encargado de hacer interpolaciones de presión.

Dirigirse al directorio de MM5 y escribir (en nuestro caso el tar.gz está en el directorio inmediatamente superior).

```
$ tar xvzf ../INTERPF.TAR.gz
```

## 25. Ahora simplemente

```
$ cd INTERPF
$ make intel
$ ./interpf
```

Lo anteriormente expuesto debe crear los archivos: **MMINPUT\_DOMAIN1**, **LOWBDY\_DOMAIN1** y **BDYOUT\_DOMAIN1** Que serán utilizados por MM5.

## 26. MM5:

Se debe empezar por descomprimir y descomprimir: Dirigirse al directorio mm5 y

```
$ tar xvzf ../MM5.TAR.gz
```

Ahora desplazarse al directorio Run (que está dentro del MM5) y realizar los siguientes enlaces simbólicos:

```
$ ln s ../../INTERPF/MMINPUT_DOMAIN1 .
$ ln s ../../INTERPF/BDYOUT_DOMAIN1 .
$ ln s ../../INTERPF/LOWBDY_DOMAIN1 .
$ ln s ../../TERRAIN/TERRAIN_DOMAIN2 .
```

## 27. Regresar al directorio del MM5

Y editar la sección correspondiente al 3i2 (INTEL con Intel Fortran Compiler) de **configure.user**.

El resultado debe mostrarse de la siguiente manera:

```
#
# 3i2. PC_INTEL (LINUX/INTEL)
#
RUNTIME_SYSTEM = "linux"
FC = ifort
FCFLAGS = I$(LIBINCLUDE) O2 tp p6 pc 32 convert
big_endian
CPP = /lib/cpp
CFLAGS = O
CPPFLAGS = I$(LIBINCLUDE)
LDOPTIONS = O2 tp p6 pc 32 convert big_endian
LOCAL_LIBRARIES =
MAKE = make i r
```



```
XENNES =259920.,259920.,1440.,720.,720.,720.,720.,
720.,720., EN QUÉ MINUTO SE FINALIZA LA CORRESP.
EJEC.
```

Se debe proceder a ajustar cada requerimiento que se solicita, de acuerdo a lo establecido en terrain.namelist

Y justo debajo, se debe colocar las opciones de la siguiente forma:

```
IOVERW = 1, 1, 1, 1, 1, 1, 0, 0, 0,
0, ; overwrite nest input
; 0=interpolate from coarse mesh (for nest
domains);
; 1=read in domain initial conditions
; 2=read in nest terrain file
```

### 3.1.2.2 CMM5

#### 1.- TERRAIN

Revisar que terrain.namelist registre, como "NSTTYP" 1 para el primer dominio y 2 para los demás que se encuentren utilizando. Con esto se garantiza la retroalimentación bidireccional en el mallado.

#### 2.- PREGRID (dentro de REGRID): /datos/CMM5/RE-GRID/pregrid/pregrid.csh

Lo primero es "descontener" (untar) los archivos a trabajar. Por ejemplo,

```
tar -xvf archivo.pgb.f00.tar
tar -xvf archivo.grb2d.tar
tar -xvf A#####
tar -xvf A#####
```

Una vez realizado este paso, se efectúan los siguientes cambios (lo escrito ilustra sólo un ejemplo, se debe ajustar de acuerdo a las necesidades del usuario):

```
set DataDir = /datos/2005/1ero
```

Aquí el PATH (directorio) donde tienen la data.

```
set InFiles = ( ${DataDir}/pgb.f00#####)
```

En lugar de ### colocar el inicio de los números del año en cuestión. Ej: pgb.f000506\*.

```
set SRC3D = GRIB # Many GRIB-format datasets
set SRC SST = $SRC3D
```

```
set InSST = ( ${DataDir}/grb2d0506*)
```

Como antes. Indicar el inicio de los archivos a utilizar. El \* toma todos los afines.

En esta sección, ajustar las fechas:

```
START_YEAR = 2005 # Year (Four digits)
START_MONTH = 06 # Month ( 01 - 12 )
START_DAY = 01 # Day ( 01 - 31 )
START_HOUR = 06 # Hour ( 00 - 23 )
```

ATENCIÓN: debe empezar en 06

```
END_YEAR = 2005 # Year (Four digits)
END_MONTH = 06 # Month ( 01 - 12 )
END_DAY = 30 # Day ( 01 - 31 )
END_HOUR = 18 # Hour ( 00 - 23 )
Define the time interval to process.
INTERVAL = 21600 # Time interval (seconds) to process.
# This is most sanely the same as the time interval for
# which the analyses were archived, but you can really
# set this to just about anything, and pregrid will
```

El paso (INTERVAL) usualmente toma 6 horas. Se puede revisar directamente del listado del directorio.

Por último:

```
set VT3D = ( grib.misc/Vtable.NNRP3D )
set VTSST = ( grib.misc/Vtable.NNRPST )
set VTSNOW = ( grib.misc/Vtable.xxxxSNOW )
set VTSOIL = ( grib.misc/Vtable.xxxxSOIL )
```

#### 3.- REGRIDDER (dentro de REGRID): /datos/CMM5/RE-GRID/regridder/namelist.input

Como se expuso anteriormente, si se realizaron los ejercicios descritos, se debe proceder a ajustar fechas básicamente. Y el ptop\_in\_Pa, que debe coincidir con lo existente en el first\_guess. Si el proceso de instalación se siguió correctamente, el programa debe funcionar sin cambios.

RECORDAR: regridder se ejecuta una vez por cada dominio.

#### 4.- INTERPF (En /datos/CMM5/INTERPF/namelist.input):

Las primeras dos líneas deben mostrar el siguiente texto:

```
&record0
input_file= '../REGRID/regridder/REGRID_DOMAIN1' /
```

Aquí luego se varían los dominios, una corrida de interpf para cada uno.

La sección a continuación podría variar para algunos casos.

```
&record3
p0 = 1.e5 ! base state sea-level pres (Pa)
t1p = 50. ! base state lapse rate d(T)/d(ln P)
ts0 = 275. ! base state sea-level temp (K)
tiso = 0./ ! base state isothermal stratospheric temp (K)
```

Lo citado, corresponde a la definición del estado base a partir de la cual MM5 define cantidad de otras variables/parámetros. Explicación detallada con ecuaciones en: [www.mmm.ucar.edu/mm5/documents/MM5\\_tut\\_Web\\_notes/INTERPF/interpf.htm](http://www.mmm.ucar.edu/mm5/documents/MM5_tut_Web_notes/INTERPF/interpf.htm)

### 3.1.2.3 WRF

#### 1.- Descargas:

[www.mmm.ucar.edu/wrf/src/WRFV2.2.1.TAR.gz](http://www.mmm.ucar.edu/wrf/src/WRFV2.2.1.TAR.gz) (WRF como tal).

[www.mmm.ucar.edu/wrf/src/WPSV2.2.1.TAR.gz](http://www.mmm.ucar.edu/wrf/src/WPSV2.2.1.TAR.gz) (WPS, el procesador)

## Data de topografía:

[www.mmm.ucar.edu/wrf/src/wps\\_files/geog.tar.gz](http://www.mmm.ucar.edu/wrf/src/wps_files/geog.tar.gz)

## Bibliotecas adicionales necesarias:

[www.mmm.ucar.edu/wrf/src/wps\\_files/jasper-1.701.0.tar.gz](http://www.mmm.ucar.edu/wrf/src/wps_files/jasper-1.701.0.tar.gz)  
[www.mmm.ucar.edu/wrf/src/wps\\_files/libpng-1.2.12.tar.gz](http://www.mmm.ucar.edu/wrf/src/wps_files/libpng-1.2.12.tar.gz)  
[www.mmm.ucar.edu/wrf/src/wps\\_files/zlib-1.2.3.tar.gz](http://www.mmm.ucar.edu/wrf/src/wps_files/zlib-1.2.3.tar.gz)

2.- Esos archivos deberían estar guardados, por ejemplo, en una carpeta llamada tars en /. Iniciar la descompresión. Lo primero es lo extra en este caso:

### ZLIB:

```
-----
cd /opt
tar -xvzf /TARS/zlib-1.2.3.tar.gz
cd zlib-1.2.3
./configure
make
make install
```

### JASPER:

```
-----
cd /opt
tar -xvzf /TARS/jasper-1.701.0.tar.gz
cd jasper-1.701.0
./configure
make
make install
```

### LIBPNG:

```
-----
cd /opt
tar -xvzf /TARS/libpng-1.2.12.tar.gz
cd libpng-1.2.12
./configure
make
make install
```

3.- Ahora proceder con el netcdf. Para evitar confusión con las versiones, se sugiere descargar la versión disponible en el servidor:

[www.cmc.org.ve/descargas/netcdf.tar.gz](http://www.cmc.org.ve/descargas/netcdf.tar.gz)

3.1.- Colocar en /TARS (o donde se encuentre colocando los contenedores tar). Descomprimir:

```
tar -xvzf netcdf.tar.gz
cd netcdf-3.6.2
export FC=ifort
./configure
make; make install
```

Si el tar no funciona con `netcdf.tar.gz`, entonces escribir `netcdf.tar.Z`

4.- Comprobar que el último paso sea correcto, pues es crucial para WRF. Un `ls /usr/local/include/netcdf*` debe mostrar:

```
/usr/local/include/netcdfcpp.h
/usr/local/include/netcdf.inc
/usr/local/include/netcdf.h
```

```
/usr/local/include/netcdf.mod
/usr/local/include/netcdf.hh
```

Realizar un:

```
ls /usr/local/lib/libnetcdf*
```

Se debe mostrar:

```
/usr/local/lib/libnetcdf.a
/usr/local/lib/libnetcdf_c++.la
/usr/local/lib/libnetcdf_c++.a
/usr/local/lib/libnetcdf.la
```

5.- Proceder ahora a /datos y crear la carpeta CWRF y descomprimir:

```
mkdir CWRF
cd CWRF
tar -xvzf /TARS/WRFV2.2.1.TAR.gz
tar -xvzf /TARS/WPSV2.2.1.TAR.gz
```

6.- Ubicar la carpeta WRFV2

```
cd WRFV2
```

Se necesita agregar unas nuevas líneas al `/etc/bashrc`. Son las descritas a continuación:

```
export JASPERLIB=/opt/jasper-1.701.0
export JASPERINC=/opt/jasper-1.701.0
ulimit -s unlimited
```

Para actualizar las variables de ambiente, como es usual:

```
source /etc/bashrc
```

En adelante se podrán seguir una de dos opciones. La primera es configurar desde cero el WRF, y la segunda es descomprimir el archivo de configuración. En el mismo directorio se debe escribir:

```
./Configure
```

Aparece lo siguiente:

```
** WARNING: No path to NETCDF and environment variable NETCDF not set.
** would you like me to try to fix? [y]
```

Se procede a escoger "y" e incluir los PATH:

```
/usr/local/include
/usr/local/lib
```

En cada uno de los casos que pregunta. Si el proceso se ha realizado correctamente, aparecerá un menú (al principio de todo indica que se han reconocido los caminos a la biblioteca JASPER):

Please select from among the following supported platforms.

1. PC Linux i486 i586 i686, PGI compiler (Single-threaded, no nesting)
2. PC Linux i486 i586 i686, PGI compiler (single threaded, allows nesting using RSL without MPI)
3. PC Linux i486 i586 i686, PGI compiler SM-Parallel (OpenMP, no nesting)
4. PC Linux i486 i586 i686, PGI compiler SM-Parallel (OpenMP, allows nesting using RSL without MPI)

```

5. PC Linux i486 i586 i686, PGI compiler DM-Parallel (RSL, MPICH, Allows nesting)
6. PC Linux i486 i586 i686, PGI compiler DM-Parallel (RSL_LITE, MPICH, Allows nesting)
7. AMD x86_64 Intel xeon i686 ia32 Xeon Linux, ifort compiler (single-threaded, no nesting)
8. AMD x86_64 Intel xeon i686 ia32 Xeon Linux, ifort compiler (single threaded, allows nesting using RSL without MPI)
9. AMD x86_64 Intel xeon i686 ia32 Xeon Linux, ifort compiler (OpenMP)
10. AMD x86_64 Intel xeon i686 ia32 Xeon Linux, ifort compiler SM-Parallel (OpenMP, allows nesting using RSL without MPI)
11. AMD x86_64 Intel xeon i686 ia32 Xeon Linux, ifort+icc compiler DM-Parallel (RSL, MPICH, allows nesting)
12. AMD x86_64 Intel xeon i686 ia32 Xeon Linux, ifort+gcc compiler DM-Parallel (RSL, MPICH, allows nesting)
13. PC Linux i486 i586 i686, g95 compiler (Single-threaded, no nesting)
14. PC Linux i486 i586 i686, g95 compiler DM-Parallel (RSL_LITE, MPICH, Allows nesting)
Enter selection [1-14] : 10

```

La selección debe ser "10". Si se desea probar el WRF, escoger 7 (imposibilita crear anidamientos) u 8 (con nidos).

**7.-** Compilación del WRF. Una vez realizado los pasos anteriores, se procede con la compilación:

```
./compile em_real > log.log
```

WRF es legendario por tener una compilación bastante larga. Se debe esperar al menos 40 minutos. Si desean comprobar el estado de la compilación, realizar un `vi log.log` en el mismo directorio en cuestión. Algunas notificaciones de la compilación se ven directamente en el directorio donde se envía a realizar el trabajo. Las mismas son importantes, en particular si existe un error, aparecerá en la pantalla en donde ordenamos el "compile em\_real".

**8.-** Probando el WRF. Si el proceso es correcto, una prueba preliminar es realizar un:

```
ls run
```

Deben aparecer unos enlaces simbólicos: `nup.exe`, `ndown.exe` y sobre todo `real.exe` y `wrf.exe`. Si aparecen resaltados en rojo, algo en el proceso ha fallado. Se procede entonces a realizar una prueba adicional: una ejecución corta del WRF.

Para lograrlo, es necesario descargar unos datos de prueba en formato intermedio WRF, disponible en: [http://www.mmm.ucar.edu/wrf/src/data/jan00\\_wps.tar.gz](http://www.mmm.ucar.edu/wrf/src/data/jan00_wps.tar.gz)

Otro método es directamente en el terminal:

```

cd test/em_real
wget -c http://www.mmm.ucar.edu/wrf/src/data/jan00_wps.tar.gz
tar -xvzf jan00_wps.tar.gz

```

Lo siguiente es la inicialización del WRF para probar. Si el

proceso es correcto, los siguientes comandos no deberán generar errores:

```

cp namelist.input.jan00 namelist.input
./real.exe

```

Al finalizar, correr el WRF propiamente dicho.

```
./wrf.exe
```

El proceso tardará pocos minutos. El progreso de la ejecución (24 horas en total) se aprecia en la pantalla. En este ejemplo se realiza `downscaling` modo tiempo con dos dominios. Si al final se aprecia el mensaje:

```
COMPLETED SUCCESFULLY
```

Entonces significa que la instalación del WRF es correcta.

**9.-** WPS (WRF PREPROCESING SYSTEM) Se procede a la compilación del WPS.

```
cd /datos/CWRF/WPS
```

Se podrán distinguir en estos directorios ejecutables semejantes a los utilizados en corridas WRFV2. Primero ejecutar:

```
./configure
```

Luego de escoger la opción correspondiente, ejecutar:

```
./compile
```

La compilación es considerablemente más corta que la del WRF.

**10.-** Domain Wizard. Existe una aplicación multiplataforma (en Java) que puede ser empleada para realizar el preprocesamiento del WRF. Es una especie de GUI para WPS. Puede ser descargada en: <http://wrfportal.org/domainwizard/WRFDomainWizard.zip>

Se debe colocar en la carpeta del WPS o del WRF y se procede a descomprimir:

```
gunzip WRFDomainWizard.zip
```

Se procede entonces a la corrida:

```
./run_DomainWizard
```

Es importante recordar y conocer de forma precisa donde se encuentra cada archivo. Se recomienda crear, al nivel del directorio del WRF (el que contiene el WPS y el WRFV2) un directorio llamado Dominios, donde se pueda colocar los distintos dominios que sean creados.

Es posible en adelante realizar una ejecución de pronóstico en modo tiempo con WRF.

### 3.1.2.4 CWRF

Conceptualmente, la configuración en modo climático es similar a la del CMM5.

**1.-** Lo primero es indicar al WRF que actualice TSM a lo largo de la ejecución. Esto creará incluso archivos adicionales



que podrán ser leídos en el camino.

Dirigirse al directorio del WRFV2 y editar el namelist.input. Las líneas a modificar en cada récord son (si no existen se deben crear),

```
&time_control
auxinput5_inname = "wrfwflowinp_d<domain>",
auxinput5_interval = 180,
io_form_auxinput5 = 2
```

```
&physics
sst_update = 1,
```

Con ello, el real.exe escribirá un archivo tipo wrflowinp\_d## por cada dominio activo (NO modificar el <domain>) con información de TSM. El intervalo va en minutos.

Si el proceso es correcto, tras correr el real.exe se podrá observar:

```
wrfinput_d01
wrfbdy_d01
wrfwflowinp_d01
```

Si existe un sólo dominio, caso contrario, aparecerán también los correspondientes a los demás dominios.

2.- Existe disponible documentación sobre las parametrizaciones del WRF de J. Dudhia<sup>3</sup>. Los cambios correspondientes a la física del WRF (y CWRF) se exponen a continuación:

**RECORDAR:** es posible colocar distintas parametrizaciones entre dominios, pero se debe verificar siempre la compatibilidad entre las mismas. En algunos artículos se colocan las mismas para todos; esto no es necesariamente correcto, pero puede ser considerado como una opción:

```
&physics
mp_physics (max_dom) opciones de microfísica
= 0, sin microfísica
= 1, esquema Kessler
= 2, esquema Lin et al.
= 3, esquema simple de hielo WSM 3-class
= 4, esquema WSM 5-class
= 5, microfísica de Ferrier (new Eta)
= 6, esquema para graupel WSM 6-class
= 8, esquema Thompson et al.
= 98, esquema (a desaparecer) de hielo smple NCEP 3-class
= 99, esquema (a desaparecer) NCEP 5-class
```

Las siguientes son válidas si mp\_physics != 0, para mantener qv >= 0, y ajustar los otros campos de humedad para que sean menores o iguales a un determinado valor crítico.

```
mp_zero_out
= 0, ; sin ajuste de ningún campo de humedad
= 1, ; excepto para Qv, todos los otros arreglos de humedad se anulan; si caen bajo un cierto límite
= 2, ; Qv >=0, todos los otros arreglos de hu-
```

3. J. Michalakes, J. Dudhia et al. The weather Research and forecast model: Software architecture and performance. 11th ECMWF workshop on the Use of High Performance Computing in Meteorology, Reading U.K., 2004

medad se anulan; si caen bajo un cierto límite.

```
mp_zero_out_thresh
= 1.e-8 ; valor crítico; por debajo del mismo, todos los arreglos de humedad, ; salvo Qv, se anulan (kg/kg)
```

```
ra_lw_physics (max_dom)
opción de radiación de onda larga
= 0, sin radiación de onda larga
= 1, esquema rrtm
= 3, esquema del CAM (hay que ajustar levsiz, paerlev, cam_abs_dim1/2 más abajo)
= 99, esquema GFDL (Eta); hay que ajustar co2tf = 1
```

```
ra_sw_physics (max_dom)
opción de radiación de onda corta
= 0, sin radiación de onda corta
= 1, esquema de Dudhia
= 2, Goddard short wave
= 3, cam scheme also must set levsiz, paerlev, cam_abs_dim1/2 (see below)
= 99, GFDL (Eta) longwave (semi-supported) also must use co2tf = 1 for ARW
```

```
radt (max_dom)
= 30, ; minutes between radiation physics calls recommend 1 min per km of dx (e.g. 10 for 10 km)
```

```
nrad5 (max_dom)
= FOR NMM: number of fundamental timesteps between calls to shortwave radiation; the value is set in Registry.NMM but is overridden by namelist value; radt will be computed from this.
```

```
nradl (max_dom)
= FOR NMM: number of fundamental timesteps between calls to longwave radiation; the value is set in Registry.NMM but is overridden by namelist value.
```

```
co2tf
CO2 transmission function flag only for GFDL radiation
= 0, read CO2 function data from pre-generated file
= 1, generate CO2 functions internally in the forecast
```

```
ra_call_offset
radiation call offset
= 0 (no offset), =-1 (old offset)
```

```
cam_abs_freq_s
= 21600 CAM clearsky longwave absorption calculation frequency (recommended minimum value to speed scheme up)
levsiz
= 59 for CAM radiation input ozone levels
```

```
paerlev
= 29 for CAM radiation input aerosol levels
```

```
cam_abs_dim1
= 4 for CAM absorption save array
```

```
cam_abs_dim2
= e_vert for CAM 2nd absorption save array
```

```
s
f_sfclay_physics (max_dom)          surface-layer
option (old bl_sfclay_physics option)
= 0, no surface-layer
= 1, Monin-Obukhov scheme
= 2, Monin-Obukhov (Janjic) scheme
```

### 3.1.3 Modelos Oceanográficos

#### 3.1.3.1 ROMS

La versión Agrif de Roms es sencilla de utilizar, y resulta no ser muy exigente en la cantidad de datos para poder empezar las corridas. La versión Agrif posee la ventaja de facilidad en su instalación. Se requiere copiar los archivos descargados desde la página de Romstools y proceder a copiarlos al HDD. Posteriormente al correr matlab desde la carpeta /Roms/Romstools/Run se puede realizar casi todo con un nivel de feedback considerablemente bueno. En cuanto se comprenda de forma total la versión Rutgers se realizarán las respectivas comparaciones.

Primero es necesario dirigirse a ../Roms/Romstools/Run y modificar vía terminal, utilizando el editor de texto preferido, el archivo romstools\_param.m dentro de él, lo primero a editar corresponde a:

```
ROMS_title = 'Pacífico'; % Se recomienda colocar el nombre de la zona a estudiar para un mejor control de las corridas
ROMS_config = 'CMC'; % Un nombre para el tipo de configuración. (Más adelante existirán otros archivos que para una misma corrida deben llevar los mismos ROMS_title's y ROMS_config's).
```

Posteriormente se procede a colocar las dimensiones de la malla de la zona a estudiar, colocando las coordenadas del lugar:

```
% Grid dimensions: %
lonmin = -148; % Minimum longitude [degree east]
lonmax = -75; % Maximum longitude [degree east]
latmin = -10; % Minimum latitude [degree north]
latmax = 10; % Maximum latitude [degree north]
```

La resolución de la malla en grados:

```
% Grid resolution [degree] %
dl = 1; %el máximo es 1, mínimo llegado a utilizar por el CMC, dl=1/32;
Número de niveles verticales (debe ser el mismo en param.h ) %
N = 32;
```

Luego:

```
% Minimum depth at the shore [m] (depends on the resolution, % rule of thumb: dl=1, hmin=300, dl=1/4, hmin=150, ...) % This affect the filtering since it works on grad(h)/h. % hmin = 300; % % Maximum depth at the shore [m] (to prevent the generation % of too big walls along the coast) % hmax_coast = 500;
% Slope parameter (r=grad(h)/h) maximum value for topography smoothing %
```

```
rtarget = 0.02; %0.025;
% GSHSS user defined coastline (see m_map) % XXX_f.
```

```
mat Full resolution data % XXX_h.mat High resolution data % XXX_i.mat Intermediate resolution data % XXX_l.mat Low resolution data % XXX_c.mat Crude resolution data % coastfileplot = 'coastline_l.mat';
coastfilemask = 'coastline_l_mask.mat';
```

Finalmente la última sección a modificar para cumplir con los requisitos mínimos para hacer una corrida es:

```
% 6 Temporal parameters (used for make_tides, make_NCEP, make_OGCM)
Yorig = 2008; % reference time for vector time
% in roms initial and forcing files %
Ymin = 2008; % first forcing year
Ymax = 2008; % last forcing year
Mmin = 1; % first forcing month
Mmax = 2; % last forcing month
%
Dmin = 1; % Day of initialization
Hmin = 0; % Hour of initialization
Min_min = 0; % Minute of initialization
Smin = 0; % Second of initialization
%
SPIN_Long = 0; % SPIN-UP duration in Years
```

Para realizar la corrida es necesario efectuar los siguientes análisis (no todos son indispensables, pero es recomendable realizarlos todos, para asegurar una mayor veracidad en los resultados) ROMS file names (grid, forcing, bulk, climatology, initial).

Luego desde Matlab:

```
>>start
>>make_grid
>>make_NCEP
>>make_clim
>>make_bry
(en el caso de que make_NCEP no haya podido hacer el forcing y el bulk)
>>make_forcing
>>make_bulk
```

se regresa a la terminal donde se corre el ejecutable jobcomp

```
./jobcomp
```

y finalmente

```
./roms roms.in
```

si el proceso es correcto, desde matlab escribir

```
>>roms_gui
```

y a través del menú se abre en ROMSFILES el archivo roms\_avg.nc

### 3.1.4 Visualizadores

#### 3.1.4.1 GrADS

1.- Crear un directorio en /usr/local/GrADS

2.- Descargar

```
wget ftp://ftp.ucar.edu/mesouser/MM5V3/MM5toGrADS.TAR.gz
```

3.- Descomprimir tar -xvzf MM5toGrADS.TAR.gz

3.1.4.2 Vis5D

TOVIS5D

1.- \$tar -xvzf tovis5d. \$tar.gz

Se creará la carpeta TOVIS5D.

2.- Editar el Makefile como sigue:

```
linux:
cd src/ ; $(MAKE) target \
"FC = ifort" \
"FCFLAGS =free DLINUX I.
convert big_ endian" \
"CCFLAGS =g DLITTLE DUNDERSCORE c" \
"LIBS =Vaxlib "
$(RM) tovis5d ; $(LN) src/tovis5d .
```

luego tovis5d.csh se debe mostrar como sigue:

```
if ( ! e $1 ) then
echo "The file $1 does not exist"
exit 1
endif
tovis5d $1 >&! tovis5d.log
```

3.- Compilar

```
$ make linux
```

Las opciones para la predicción:

```
!/bin/csh f
set echo
cat >! user.in << EOF
&userin
view_times=0.,3.,6.,9.,12.,15.,18.,21.,24.,27.,
gracetime_in_seconds=300.,
model_version = 'mm5v3 output',
new_fields = 'the',
discard_fields = 'RAD', 'PP ',
interp_2_height = .true.,
output_terrain = .false. /
&end
```

4.- Se accede al directorio /datos/MM5Vis para digitar

```
$tovis5d MMOU_DOMAIN1
```

debe mostrar

```
=====
=== normally ended ===
=====
```

Vis5D

1.- El programa puede ser descargado desde los siguientes enlaces:

```
ftp://ftp.ssec.wisc.edu/pub/vis5d5.1/vis5d5.1.tar.Z
ftp://ftp.ssec.wisc.edu/pub/vis5d/vis5ddata.tar.Z
```

2.- Crear la carpeta, debe instalarse en: /usr/local/vis5d  
\$tar -xvzfvvis5data.tar.Z

Se crean:

```
EARTH.TOPO LAMPS.v5d OUTLSUPW OUTLUSAM SCHL.v5d
vis5d5.1
```

```
$tar -xvzf vis5d5.1.tar.Z
clone.tcl label.tcl lui5 movie2.tcl README
spin.tcl trajcol.tcl contrib highwind.tcl
Makefile movie.tcl README.ps src user-
funcs convert import listfonts Mesa
NOTICE PORTING trajcol2.tcl util ws-
lice.tcl
```

luego tovis5d.csh debe mostrar el texto como sigue:

```
if ( ! e
$1 ) then
echo "The file $1 does not exist"
```

3.- Luego, se procede a la compilación:

```
$ make linuxx
$ make linuxopengl
```

Si la máquina posee tarjeta NvidiaTMGraphics Card, colocar:

```
$ make linuxnvidia.
```

4.- Se accede al directorio /datos/MM5Vis para digitar:

```
$vis5d vis5d.file
```

Los modelos se encuentran corriendo experimentalmente en los 6 países, algunos de ellos se muestran en la Fig. 69.

### 3.2 IMPLEMENTACIÓN DE MODELOS NUMÉRICOS PARA PRONÓSTICOS CLIMÁTICOS

#### El Grupo Regional de Modelación Numérica

Los SMNs de los países andinos han puesto por escrito su aprobación de pertenecer oficialmente a un Grupo Regional de Modelación (GRM) numérica. Creado en Guayaquil en Junio de 2008, el cual al momento está bajo la Coordinación Técnica del Lic. Ángel G. Muñoz (adscrito al Centro de Modelado Científico de La Universidad del Zulia e investigador asociado del CIIFEN), y la coordinación institucional por parte de CIIFEN.

El Grupo constituye un mecanismo eficiente para consolidar las capacidades técnicas de quienes usan los modelos en los SMNs y de esta forma sostener y mejorar lo obtenido a lo largo de este proyecto regional.

En el **Anexo II** se incluyen los Términos de Referencia del GRM y las cartas de apoyo firmadas por los 6 directores de los Servicios Meteorológicos.

De manera adicional, se desarrolló un wiki para la instalación del sistema operativo el cual está disponible en <http://www.cmc.org.ve/wiki/>

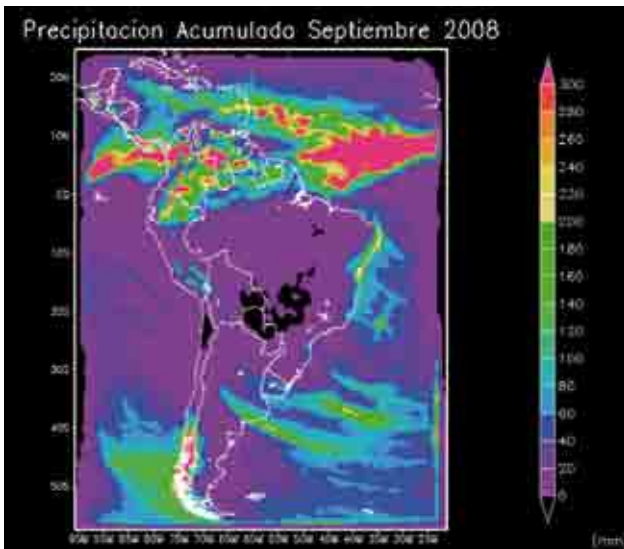
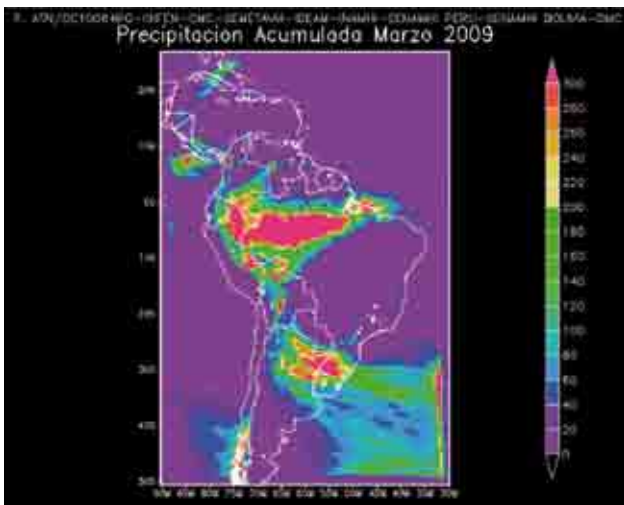
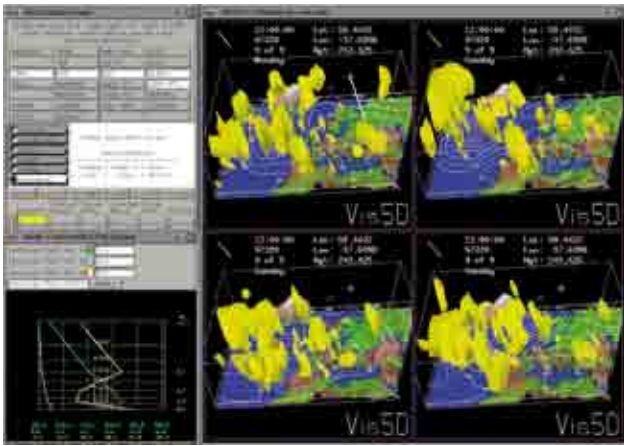


Figura 69



# CAPÍTULO IV

## Implementación de mapas agroclimáticos



# CAPÍTULO IV

Pilar Ycaza  
p.ycaza@ciifen-int.org  
Nadia Manobanda  
n.manobanda@ciifen-int.org



## 4.1. DEFINICIÓN DEL RIESGO<sup>1</sup>

El **riesgo** se define como la combinación de la probabilidad de que se produzca un evento y sus consecuencias negativas<sup>1</sup>. Los factores que lo componen son la amenaza y la vulnerabilidad.

**Amenaza** es un fenómeno, sustancia, actividad humana o condición peligrosa que puede ocasionar la muerte, lesiones u otros impactos a la salud, al igual que daños a la propiedad, la pérdida de medios de sustento y de servicios, trastornos sociales y económicos, o daños ambientales<sup>1</sup>. La amenaza se determina en función de la intensidad y la frecuencia.

**Vulnerabilidad** son las características y las circunstancias de una comunidad, sistema o bien que los hacen susceptibles a los efectos dañinos de una amenaza<sup>1</sup>.

Con los factores mencionados se compone la siguiente fórmula de riesgo.

$$\text{RIESGO} = \text{AMENAZA} \cdot \text{VULNERABILIDAD}^2$$

Los factores que componen la vulnerabilidad son la exposición, susceptibilidad y resiliencia, expresando su relación en la siguiente fórmula.

$$\text{VULNERABILIDAD} = \frac{\text{EXPOSICIÓN} \cdot \text{SUSCEPTIBILIDAD}}{\text{RESILIENCIA}^2}$$

**Exposición** es la condición de desventaja debido a la ubicación, posición o localización de un sujeto, objeto o sistema expuesto al riesgo.

**Susceptibilidad** es el grado de fragilidad interna de un sujeto, objeto o sistema para enfrentar una amenaza y recibir un posible impacto debido a la ocurrencia de un evento adverso.

**Resiliencia** es la capacidad de un sistema, comunidad o sociedad expuestos a una amenaza para resistir, absorber, adaptarse y recuperarse de sus efectos de manera oportuna y eficaz, lo que incluye la preservación y la restauración de sus estructuras y funciones básicas.

## 4.2. MODELO MATEMÁTICO CONCEPTUAL DEL RIESGO AGROCLIMÁTICO

Para obtener la estimación del riesgo agroclimático se utilizó la siguiente formulación.

\*Vulnerabilidad = [Susceptibilidad / Resiliencia] . Exposición.

La amenaza está conformada por la relación de tres parámetros climáticos: precipitación, temperatura máxima y temperatura mínima en un período estacional (tres meses)

1. UNISDR, Terminología sobre Reducción de Riesgo de Desastres 2009 para los conceptos de Amenaza, vulnerabilidad y riesgo.

$$\text{RIESGO AGROCLIMÁTICO} = \text{AMENAZA CLIMÁTICA (RR, TMAX, TMIN)} \cdot \frac{\text{SUSCEPTIBILIDAD DEL CULTIVO}}{\text{CAPACIDAD DE RECUPERACIÓN DEL CULTIVO}} \cdot \text{EXPOSICIÓN DEL CULTIVO}$$

*VULNERABILIDAD \* DEL CULTIVO*

y basados en la salida del modelo estadístico. Estos parámetros son considerados como los factores externos que inciden en el desarrollo fenológico de los cultivos, los efectos adversos del aumento de intensidad y frecuencia de los mismos producen inundaciones, sequías, heladas, eventos y excesos de calor cuyos efectos son negativos para la mayor parte de cultivos.

Como elementos de vulnerabilidad interno de los cultivos directamente proporcionales consideramos la exposición y la susceptibilidad del cultivo e inversamente proporcional la capacidad de recuperación. La exposición del cultivo se determinó considerando la ubicación y condiciones ambientales en la que se encuentra el cultivo, y que para este caso fueron: piso agroclimático, estación del año, textura, pendiente, capacidad de retención del suelo, zonas propensas a erosión, inundaciones, deslizamientos, heladas entre otras condiciones específicas del área piloto que determinen que tan expuesto se encuentra el cultivo ante la amenaza climática.

Por otro lado la capacidad de recuperación de los cultivos está determinada por el grado de debilidad para enfrentar la adversidad climática en sus diferentes etapas de desarrollo, por ejemplo en el caso del maíz las temperaturas elevadas detienen el crecimiento de la plantación, durante la floración puede sufrir más daños ya que las temperaturas altas aumentan el número de plantas estériles y disminuye el número de granos por mazorca<sup>2</sup>, es decir que las afectaciones climáticas conducen a una disminución de crecimiento de los cultivos por hectárea y una reducción en su rendimiento.

Como último componente e inversamente proporcional en el cálculo del riesgo agroclimático se encuentra la capacidad de enfrentar las situaciones climáticas adversas, expresada en este estudio por las prácticas de manejo que poseen los agricultores para enfrentar las adversidades ambientales, un ejemplo son la elaboración de drenajes y canales de riego para enfrentar inundaciones.

En conclusión la estimación del riesgo agroclimático se establece por la relación de la probable afectación climática determinada por los parámetros de precipitación y temperatura, sobre los cultivos, cuya vulnerabilidad estará representada por la susceptibilidad del cultivo en sus diferentes ciclos de desarrollo y la capacidad de enfrentar las adversidades representada por las prácticas de manejo del agricultor, y la relación de esto junto con la exposición del cultivo representada principalmente por las características

2. Marti Ezepeleta, A., 1993. Cálculo del Riesgo de Adversidades Climáticas para los Cultivos: Los Cereales de Verano en Montenegro. p.264  
Dpto. de Geografía y Ordenación del Territorio, Universidad Zaragoza.

granulométricas del suelo, la presencia del cultivo en zonas de recurrencia de eventos adversos como inundaciones y heladas.

### 4.3. COMPONENTES Y VARIABLES DEL RIESGO AGROCLIMÁTICO

Los componentes del Riesgo Agroclimático, son tomados de la fórmula general de cálculo del riesgo [2], siendo estos componentes la amenaza y la vulnerabilidad, compuesta a su vez esta última de la exposición, susceptibilidad y la capacidad del cultivo enfrentar la amenaza, describiéndose cada uno de estos componentes como sigue:

#### 4.3.1. Amenaza

Las amenazas climáticas más adversas para los cultivos constituyen los eventos extremos o persistentes de precipitaciones y de temperatura, con los que se relacionan las inundaciones, las sequías y las heladas.

Para evaluar la amenaza fueron considerados los valores de precipitaciones, temperatura máxima y temperatura mínima por encima y debajo de lo normal, sometidas a gradaciones para la valoración de la amenaza introducida por cada una.

A estas variables fueron asignados valores acordes al nivel del porcentaje pronosticado, de acuerdo a lo que se genere de los modelos estadísticos para el pronóstico estacional.

ESCENARIOS DE AMENAZA	VALOR
> Del 50% de lo normal	5
50% más de lo normal	4
40% más de lo normal	3
30% más de lo normal	2
Entre 10 y 20% más de lo normal	1
Normal	0
Entre 10% y 20% menos de lo normal	1
30% menos de lo normal	2
40% menos de lo normal	3
50% menos de lo normal	4
Menor del 50% de lo normal	5

Tabla 1.- Valoración de la amenaza climática. Proyecto ATN/OC-10064-RG

#### 4.3.2. Vulnerabilidad

Tal como cita la fórmula general de vulnerabilidad [2], se calcularon los componentes de vulnerabilidad, es decir: la exposición, susceptibilidad y capacidad de recuperación, de la siguiente forma:

##### Exposición

Para evaluar la exposición fueron consideradas la textura del suelo para inferir la capacidad de retención de agua, zonas de riesgo de inundaciones y los pisos altitudinales.

En función de la capacidad del suelo para retener el agua y considerando la textura como el elemento fundamental relacionado con esta capacidad, se asignaron los siguientes valores por tipos texturales:

TEXTURA	VALOR
Muy fina	5
Fina	4
Media	3
Moderadamente gruesa	2
Gruesa	1

Tabla 2.- Valoración de textura. Proyecto ATN/OC-10064-RG

##### Inundaciones

Las zonas propensas a inundaciones fueron valoradas de la siguiente forma:

FRECUENCIA DE INUNDACIÓN	VALOR
Muy frecuentemente	5
Frecuentemente	4
Regularmente	3
Poco	2
Muy poco	1
No	0

Tabla 3.- Valoración de frecuencia de inundación. Proyecto ATN/OC-10064-RG

Los pisos altitudinales se valoran en base a una cota de referencia que divide la parte alta de la baja del área de interés, de la siguiente forma:

ALTITUD	VALOR
Zona alta	1
Zona baja	2

Tabla 4.- Valoración de zonas altitudinales ante inundaciones. Proyecto ATN/OC-10064-RG

##### Heladas

Para evaluar la exposición fueron considerados los pisos altitudinales y las zonas propensas a heladas.

Las zonas propensas a heladas fueron valoradas de la siguiente forma:

FRECUENCIA DE HELADAS	VALOR
Muy frecuentemente	5
Frecuentemente	4
Regularmente	3
Poco	2
Muy poco	1
No	0

Tabla 5.- Valoración de frecuencia de heladas. Proyecto ATN/OC-10064-RG

Los pisos altitudinales se valoran en base a una cota de referencia que divide la parte alta de la baja del área de interés, de la siguiente forma:



ALTITUD	VALOR
Zona alta	2
Zona baja	1

Tabla 6.- Valoración de pisos altitudinales ante heladas. Proyecto ATN/OC-10064-RG

### Susceptibilidad

La susceptibilidad se la valoró en función de la etapa fenológica del cultivo, para las diferentes condiciones climáticas posibles y la etapa de desarrollo predominante a la que se encuentra el cultivo para el mes o período de interés. La valoración se realizó considerando los niveles de precipitación y temperaturas sobre y bajo lo normal.

ETAPA	PRECIPITACIONES						
	% Sobre lo normal						Normal
	>50	50	40	30	20	10	
Siembra-Germinación	4	4	3	2	1	1	0
Crecimiento-Macollamiento	5	4	4	3	2	1	0
Floración	5	5	4	4	3	2	0
Llenado de grano	5	5	5	4	4	3	0
Maduración-Cosecha	5	5	5	5	5	4	0

Tabla 7. Valoración de la susceptibilidad por etapas fenológicas ante precipitaciones sobre lo normal. Proyecto ATN/OC-10064-RG

ETAPA	PRECIPITACIONES						
	% Bajo lo normal						Normal
	>50	50	40	30	20	10	
Siembra-Germinación	5	5	5	5	4	4	0
Crecimiento-Macollamiento	5	5	5	4	4	3	0
Floración	5	5	4	4	3	2	0
Llenado de grano	5	4	4	3	2	1	0
Maduración-Cosecha	4	4	3	2	1	1	0

Tabla 8. Valoración de la susceptibilidad por etapas fenológicas ante precipitaciones bajo lo normal. Proyecto ATN/OC-10064-RG

ETAPA	TEMPERATURAS						
	% Sobre lo normal						Normal
	>50	50	40	30	20	10	
Siembra-Germinación	4	4	3	2	1	1	0
Crecimiento-Macollamiento	5	5	4	3	3	2	0
Floración	5	5	4	4	3	3	0
Llenado de grano	5	5	4	3	3	2	0
Maduración-Cosecha	4	4	3	2	1	1	0

Tabla 9. Valoración de la susceptibilidad por etapas fenológicas ante temperaturas sobre lo normal. Proyecto ATN/OC-10064-RG

ETAPA	TEMPERATURAS						
	% Bajo lo normal						Normal
	>50	50	40	30	20	10	
Siembra-Germinación	5	5	4	4	3	3	0
Crecimiento-Macollamiento	5	5	4	3	3	2	0
Floración	5	5	4	3	3	2	0
Llenado de grano	4	3	3	2	1	1	0
Maduración-Cosecha	3	3	2	2	1	1	0

Tabla 10. Valoración de la susceptibilidad por etapas fenológicas ante temperaturas bajo lo normal. Proyecto ATN/OC-10064-RG

La valoración fue estimada considerando por el equipo de expertos agrícolas del proyecto y la bibliografía utilizada [3].

### Capacidad de Recuperación

Para la valoración de la capacidad de recuperación se consideró la infraestructura de riego y drenaje, cuya presencia permite a los cultivos reducir los impactos ocasionados por eventos climáticos adversos, se evalúa de la siguiente forma:

INFRAESTRUCTURA DE RIEGO Y DRENAJE	VALOR
Presencia	1
Ausencia	2

Tabla 11. Valoración de la infraestructura de riego y drenaje. Proyecto ATN/OC-10064-RG

## 4.4. ÁREAS DE APLICACIÓN DEL PROYECTO

Para la definición de las áreas piloto se consideraron los siguientes criterios:

- Existencia de una aceptable cobertura espacial de estaciones meteorológicas.
- Actividad agrícola relevante en términos sociales y económicos.
- Actividad agrícola con nivel de vulnerabilidad.
- Información base disponible.

Las áreas piloto designadas para el proyecto por cada uno de los países junto con la selección de los cultivos, constan en la tabla siguiente.

País	Zona Piloto	Cultivos
Venezuela	Estado Portuguesa	Arroz, maíz, ajonjolí y sorgo
Colombia	Bogotá y Tolima	Flores y Arroz
Ecuador	Guayas, Manabí y Los Ríos	Maíz, arroz y soya
Perú	Valle Mantaro	Papa, maíz y alcachofa
Bolivia	Región Altiplano	Papa, haba y quinua
Chile	Región de Valparaíso	Cítricos y palto

Tabla 12. Zonas Piloto y Cultivos por País. Proyecto ATN/OC-10064-RG



Figura 70. Áreas de Interés o Zonas Piloto del Proyecto ATN/OC-10064-RG.

## 4.5. REQUERIMIENTOS DE INFORMACIÓN

Los requerimientos de información se solicitaron en formato de tablas para la información cualitativa y cuantitativa relacionada principalmente a las características agroecológicas de los cultivos y en formato digital [shapefiles] para la cartografía base y temática.

### 4.5.1. Agroecológicos

Los datos requeridos como insumos para la valoración de los cultivos considerando sus características agroecológicas son los siguientes:

- Variedad predominante.
- Etapas fenológicas.
- Umbral de precipitación [mm].
- Umbral de temperatura [°C].
- Estación anual.
- Textura de suelo.

Se trabajó con la variedad predominante por ser la más representativa del cultivo en la zona, los umbrales de precipitación y temperatura que se solicitan para saber las condiciones óptimas de desarrollo del cultivo. Se incluyeron otros requerimientos como los periodos de año para siembra y cosecha y la textura del suelo óptima. Un ejemplo de tabla de requerimiento agroecológico se muestra en la Tabla 14.

REQUERIMIENTOS Y PARÁMETROS AGROECOLÓGICOS	
País	
Zona piloto	
Cultivo	
Variedad predominante	
Etapas fenológicas	
Umbral de precipitación (mm)	Desde: Hasta:
Umbral de temperatura (°C)	Desde: Hasta:
Umbral económico (%)	
Estación anual	
Textura de suelo	

Tabla 14. Requerimientos y parámetros agroecológicos. Proyecto ATN/OC-10064-RG

### 4.5.2. Cartografía base

Se requirió información básica digitalizada, correspondiente a la cartografía base, que debió tener el carácter de oficial y estar lo más actualizada posible.

Cartografía Básica	
	Límite Político Nacional
	Límites Políticos Provinciales o Departamentales
	Límites Políticos Municipales o Cantonales
	Sistema Hídrico
	Sistema Vial
	Centros Poblados
	Áreas Urbanas
	Curvas de Nivel
	Topografía

### 4.5.3. Cartografía temática

La información temática que nos sirve como insumo para este cálculo debe obtenerse en formato digital [shapefile] y estar debidamente georreferenciada.

Cartografía Temática	Inundaciones
	Erosión
	Deslizamientos
	Sequías
	Heladas
	Uso actual del suelo
	Cobertura vegetal
	Textura del suelo
	Localización de cultivos

Tabla 16. Requerimientos de cartografía temática. Proyecto ATN/OC-10064-RG

Los pronósticos de precipitación, temperatura máxima y mínima, son los generados por los SMNs y deben ser convertidos a formato digital y georreferenciado.

Información Climática	Pronóstico de Precipitación
	Pronóstico de temperatura máxima
	Pronóstico de temperatura mínima

Tabla 17. Requerimientos de pronósticos climáticos. Proyecto ATN/OC-10064-RG

Se requiere que las imágenes satelitales del área de interés sean lo más actuales posible, preferiblemente de hasta los dos últimos años. La resolución de las imágenes óptimas requeridas es de 10 m.

Imágenes Satelitales	Del área de interés

Tabla 18. Requerimiento de imágenes satelitales. Proyecto ATN/OC-10064-RG

### 4.5.4. Tratamiento de información

La información recopilada debió pasar por un proceso de validación, corrección, edición, estandarización, lo que es reconocido como tratamiento de la información. En este proceso se corrigieron todos los errores y discordancias que podía haber en la información proporcionada. Se debió estandarizar las capas a un mismo sistema de referencia y proyección que en este caso fue [WGS 84 - UTM].

### 4.5.5. Características edafoclimáticas en zonas piloto

Como producto de la recopilación de información también obtenemos la caracterización edafoclimática en cada zona.

**Venezuela**

País	Zona	Zonas Altitudinales	Cota (m.s.n.m.)	Precipitación normal (mm)	Temperatura Máxima Normal (°C)	Temperatura Mínima Normal (°C)	Textura del Suelo
Venezuela	Estado Portuguesa	Zona Alta	<200	1350	31	22	Franco arenoso, franco arcilloso, franco arcillo limoso, arcilloso. Franco, franco arcilloso, franco arcillo limoso, arcilloso.
		Zona Baja	>200	1250	32	22	

Tabla 19. Características edafoclimáticas del Estado Portuguesa, Venezuela. Proyecto ATN/OC-10064-RG

**Colombia**

País	Zona	Zonas Altitudinales	Cota (m.s.n.m.)	Precipitación normal (mm)	Temperatura Máxima Normal (°C)	Temperatura Mínima Normal (°C)	Textura del Suelo
Colombia	Sabana de Bogotá	Sabana Sur Oeste	2543	220	22	8	Por tratarse de cultivo de flores en invernadero para la zona de Bogotá no se requirió este parámetro
		Sabana Centro	2540	200	22	8	
		Sabana Norte	2580	200	22	8	
	Tolima	Tolima Sur	425	550	35	22	Franco arcillosa
		Tolima Centro	431	525	34	20	Franco arenosa
		Tolima Sur	450	500	34	20	Franco arcillosa arenosa

Tabla 20. Características edafoclimáticas para la Sabana de Bogotá y Tolima, Colombia. Proyecto ATN/OC-10064-RG

**Ecuador**

País	Zona	Zonas Altitudinales	Cota (m.s.n.m.)	Precipitación normal (mm)	Temperatura Máxima Normal (°C)	Temperatura Mínima Normal (°C)	Textura del Suelo
Ecuador	Región Costa	Cuenca Alta	>40	*1500	31	22	Franco, franco arcilloso, franco arenoso.
		Cuenca Baja	<40	1250	32	22	Arenoso, franco arcilloso, franco limoso, franco arenoso

Tabla 21. Características edafoclimáticas para la Región Costa, Ecuador. Proyecto ATN/OC-10064-RG

\* De la estación invernal

**Perú**

País	Zona	Zonas Altitudinales	Cota (m.s.n.m.)	Precipitación normal (mm)	Temperatura Máxima Normal (°C)	Temperatura Mínima Normal (°C)	Textura del Suelo
Perú	Valle Mantaro	Cuenca Alta	>3350	*1100	19	5	Franco, franco arcilloso, franco arenoso
		Cuenca Alta	<3350	*1000	20	6	Arenoso, franco arcilloso, franco limoso, limoso, franco arenoso

Tabla 22. Características edafoclimáticas para el Valle Mantaro, Perú. Proyecto ATN/OC-10064-RG

\* De la estación invernal

**Bolivia**

País	Zona	Zonas Altitudinales	Cota (m.s.n.m.)	Precipitación normal (mm)	Temperatura Máxima Normal (°C)	Temperatura Mínima Normal (°C)	Textura del Suelo
Bolivia	Región del Altiplano	Altiplano Norte	4000	*660	10.7	6.8	Franco, franco arcilloso, franco arenoso
		Altiplano Centro	3500 a 4500	*429.2	11.9	5.7	Arenoso, franco arcilloso, franco limoso, limoso, franco arenoso
		Altiplano Sur	3500 a 4500	*247.8	16.8	7.9	

**Tabla 23. Características edafoclimáticas para la Región del Altiplano, Bolivia. Proyecto ATN/OC-10064-RG**  
\* Promedio anual

**Chile**

Los parámetros edafoclimáticos en Valparaíso fueron proporcionados en capas de información digital en formato shapefile. Las zonas agroclimáticas de la Región de Valparaíso pertenecientes al sistema semiárido y templado son las siguientes:

- Cordillera de Los Andes Semiárida
- Montaña Media Semiárida
- Litoral Semiárido Septentrional
- Cordillera Andina Templada
- Depresión Intermedia Templada
- Cordillera Costera Templada
- Litoral Templado Central
- Litoral Templado Meridional

En la Región de Valparaíso se distinguen cuatro tipos de clima: un clima seco de estepa que es la continuación del existente en la IV Región y tres climas templados que se diferencian entre sí por las características de nubosidad y la duración de período seco. Su precipitación media anual oscila en sus distintas zonas entre 260 y 560 mm. Predominan suelos de textura mayormente franco arena-arcillosa y franco arena-limosa.

**4.6 CÁLCULO DEL RIESGO AGROCLIMÁTICO**

Para la evaluación del riesgo agroclimático se hizo uso de la herramienta GIS para el cálculo de todos sus componentes, utilizándose las variables intrínsecas a cada uno de ellos como se ilustra en la Figura 71.

**Mapa de Amenaza**

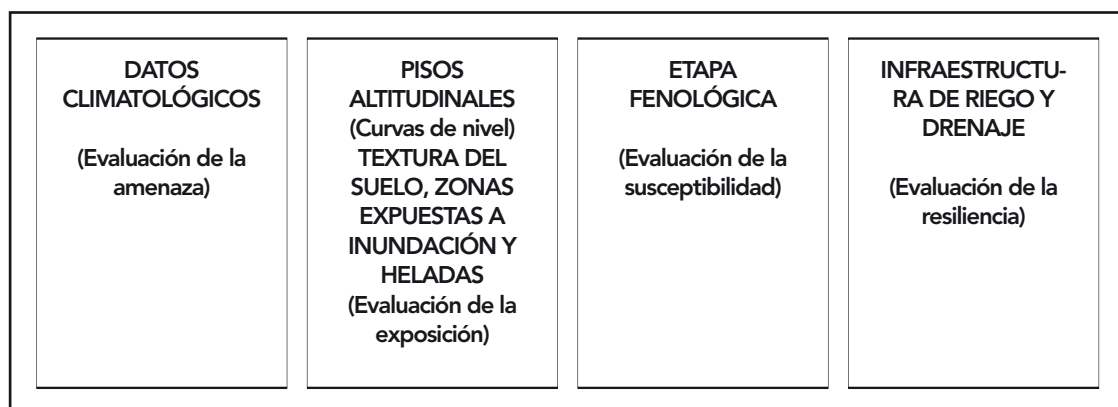
El cálculo de la amenaza climática, parte del pronóstico de las precipitaciones, temperatura máxima y temperatura mínima período (3 meses) correspondiente. Se procedió a resumir o generalizar si era necesario, en la tabla de atributos el campo de descripción de la variable respectiva, después de lo cual se creó un nuevo campo en el que se asignan los valores planteados anteriormente en la tabla 1. Una vez valoradas se procedió a la simplificación de la tabla de atributos de cada variable, dejando sólo los campos de descripción y de valoración, a tal punto de facilitar las posteriores operaciones a realizarse con ellas [unión].

Con las tablas de atributos simplificadas, se procedió a la unión de las tres variables obteniéndose una nueva capa de condiciones de amenazas climáticas para el período correspondiente, que resume en cada polígono una condición de precipitación, temperatura máxima y temperatura mínima - homogéneas en su interior, tal como puede ser ilustrado en la figura 72.

Posteriormente, ya en la tabla producto de la unión de las tres variables, se introduce un nuevo campo donde se realiza la suma del valor de cada una [los tres campos de valoración] lo que implica el nivel de amenaza con el que aporta cada una de ellas, quedando así listo el componente amenaza.

**Exposición**

Considerando que los parámetros intervinientes en la exposición a precipitaciones o temperaturas extremas, son más o menos estables en el tiempo, se elaboró el mapa de exposición que será considerado como una constante para los siguientes meses.



**Figura 71. Variables para la evaluación del riesgo agroclimático. Proyecto ATN/OC-10064-RG**



Figura 72. Polígonos de condiciones de amenazas climáticas. Proyecto ATN/OC-10064-RG

Para el caso de la textura se generalizaron (resumieron) los registros en base al campo que describe la textura y posteriormente se generó un nuevo campo para la valoración de cada categoría de textura, asumiendo para ello los valores planteados en la tabla 2.

En el caso de riesgos de inundación, en su tabla de atributos se generalizaron [resumieron] los registros en base al campo que describe el riesgo de inundación y posteriormente se generó un nuevo campo para la valoración de cada categoría de inundabilidad, asumiendo para ello los valores planteados en la tabla 3.

Para el caso de los pisos altitudinales se generalizaron (resumieron) los registros en base al campo que describe estos pisos y se creó un nuevo campo de valoración de cada una de sus categorías, asumiendo los valores planteados en la tabla 4.

La tabla de los atributos de cada una de las variables anteriores fue simplificada de tal manera de hacer constar en ellas sólo aquellos elementos imprescindibles, o sea aquellos campos concernientes tanto a la descripción de cada parámetro como a su valoración, para de esta forma simplificar el proceso de "unión" a realizar a continuación.

Finalmente se procedió a la unión de estas tres capas y en la tabla de atributos resultante de esta unión, se crea un nuevo campo de valoración de la exposición total, que va a obtenerse mediante la suma de los campos de valoración parcial de las tres variables (riesgos de inundación, textura, pisos altitudinales) para cada registro o polígono.

Para simplificar el mapa de exposición para los posteriores procesos, simplificar la tabla dejando sólo el campo de la última de valoración de la exposición (suma), quedando así el mapa de exposición que será constante por algún tiempo, debido a la baja variabilidad temporal de sus variables.

**Susceptibilidad**

Para la valoración de la susceptibilidad, trabajamos con la unión de la capa de cultivo correspondiente y la capa de las condiciones climáticas homogéneas. En la tabla de atributos de las condiciones climáticas, debidamente resumida [generalizada], se creó un nuevo campo en el que se

darán los valores de susceptibilidad del cultivo ante esas condiciones climáticas, las tablas de valoración de la susceptibilidad se encuentran en las tablas: 7, 8, 9 y 10. Debemos repetir el mismo procedimiento para cada uno de los cultivos, con ello ya tendremos resuelto el componente de susceptibilidad.

**Capacidad de Recuperación**

Para la obtención del mapa de resiliencia nos basamos igualmente en la capa de cultivos adicionándole en sus atributos la información de presencia o ausencia de canales de riego o drenaje. Se generalizan los registros en base al campo que describe la existencia o no de infraestructura, posteriormente se genera un nuevo campo para la valoración de las dos categorías de infraestructura [existencia o no de ella], asumiendo los valores planteados en la tabla 11.

En todos los casos luego de la valoración, hay que recordar simplificar las tablas de atributos, de tal manera de hacer constar en ellas sólo aquellos elementos imprescindibles, o sea aquellos campos concernientes tanto a la descripción de cada parámetro como a su valoración, para de esta forma simplificar los cálculos en que intervendrán estas variables.

**Mapa de Vulnerabilidad**

Se procede a la unión de las capas de susceptibilidad, resiliencia y de exposición. En la tabla de atributos de esta unión se adiciona un campo donde se van a aplicar los procesos establecidos en la fórmula de vulnerabilidad, es decir: se multiplica el campo del valor de exposición por el campo del valor de susceptibilidad y se divide para el campo del valor de capacidad de recuperación.

Para simplificar el mapa de vulnerabilidad, a ser utilizado en el último proceso de cálculo del riesgo, se simplifica la tabla dejando sólo el último campo donde se desarrolló la fórmula del cálculo de la vulnerabilidad.

**Mapa de Riesgo Agroclimático**

Se procede a unir el mapa de vulnerabilidad con el mapa de amenaza y a multiplicar los campos de valoración implícitos en cada uno de estos dos componentes, presentándose estos resultados en un mapa con la estimación del riesgo agroclimático resultante.



Figura 74. Estructura del SIG para el cálculo del Riesgo Agroclimático. Proyecto ATN/OC-10064-RG

El nivel de riesgo agroclimático obtenido puede representarse por sus valores absolutos o por intervalos de riesgos. Se recomienda asignar diferentes gamas de color rojo para los diferentes niveles de riesgo.

NIVEL DE RIESGO	VALOR	COLOR		
		R	G	B
Alto	5	168	0	0
Moderadamente Alto	4	230	0	0
Medio	3	255	70	70
Moderadamente Bajo	2	255	127	127
Bajo	1	255	190	190

Tabla 24. Valoración del riesgo agroclimático. Proyecto ATN/OC-10064-RG

## 4.7 RIESGO AGROCLIMÁTICO EN LOS PAÍSES ANDINOS

La estimación del riesgo agroclimático en los países andinos se realiza con la aplicación de la metodología elaborada que permite integrar variables básicas para el cálculo del riesgo en los países. La metodología empleada nos da la pauta para tener una primera aproximación del riesgo, que aunque es un estimado ya nos proporciona una herramienta de apoyo para la toma de decisiones para el sector agrícola. Cada país participante del proyecto realizó adecuaciones de algunas de las variables propuestas con el fin de obtener resultados ajustados a la realidad local, por lo que se expresa que esta metodología da los lineamientos bases para obtener una primera aproximación del riesgo agroclimático y debe tener adecuaciones y ajustes según sea requerido.

A continuación se muestran los mapas de riesgo agroclimático para generados en los 6 países.



REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA - ESTADO PORTUGUESA

RIESGO AGROCLIMÁTICO DEL AJONJOLÍ  
ETAPA FENOLÓGICA: SIEMBRA Y GERMINACIÓN  
PRONÓSTICO: OCTUBRE - NOVIEMBRE - DICIEMBRE 2008



**Riesgo Agroclimático**  
**Ajonjolí - siembra y germinación**  
 Moderadamente Alto

**Simbología**  
 Lagos  
 Áreas Urbanas  
 Parroquias



**RIESGO AGROCLIMÁTICO DEL AJONJOLÍ**  
**ETAPA FENOLÓGICA: SIEMBRA Y GERMINACIÓN**  
**PRONÓSTICO: OCTUBRE - NOVIEMBRE - DICIEMBRE 2008**

Se presenta nivel de riesgo agroclimático moderadamente alto para el cultivo de ajonjolí en etapa fenológica de siembra y germinación. Esta información está basada en los pronósticos de precipitación, temperaturas máximas y mínimas que para el trimestre Octubre, Noviembre y Diciembre de 2008, presentaron un mismo escenario de precipitaciones bajo la normal y temperaturas mínimas y máximas sobre la normal para todo el estado Portuguesa.

Para determinar el nivel de riesgo agroclimático de ajonjolí se consideró en sus cálculos, la textura de suelo pesada (arcillosa) como predominante en la cuenca baja donde se cultiva el ajonjolí. Si la textura del suelo fuese más liviana (arenosa) el nivel del riesgo será mayor para dicha zona.

Se debe destacar que las zonas donde el nivel freático es más alto, debido a un mejor abastecimiento hídrico, benefician el desarrollo del cultivo, contrarrestando el efecto de cantidad de lluvia por debajo de la normal como indica el presente pronóstico, por lo tanto en estas zonas el nivel de riesgo agroclimático será menor.

Escala 1:1.100.000  0 5 10 20 Kilómetros

Sistema de Coordenadas en metros (Proyección UTM Zona 19 Norte Datum WGS84)  
 Centro Internacional para la Investigación del Fenómeno de El Niño CIIFEN  
 www.ciifen-int.org. Teléfonos (593) 4 2514770 - (593) 4 2514771. Guayaquil, Ecuador.  
 Servicio de Meteorología de la Aviación Militar Nacional Bolivariana.  
 www.meteorologia.mil.ve. Teléfonos (58) 243 - 2378043 243 - 8084256



Figura 75. Mapa de Riesgo Agroclimático para el Cultivo de Ajonjolí, Estado Portuguesa, Venezuela 2008. Proyecto ATN/OC-10064-RG





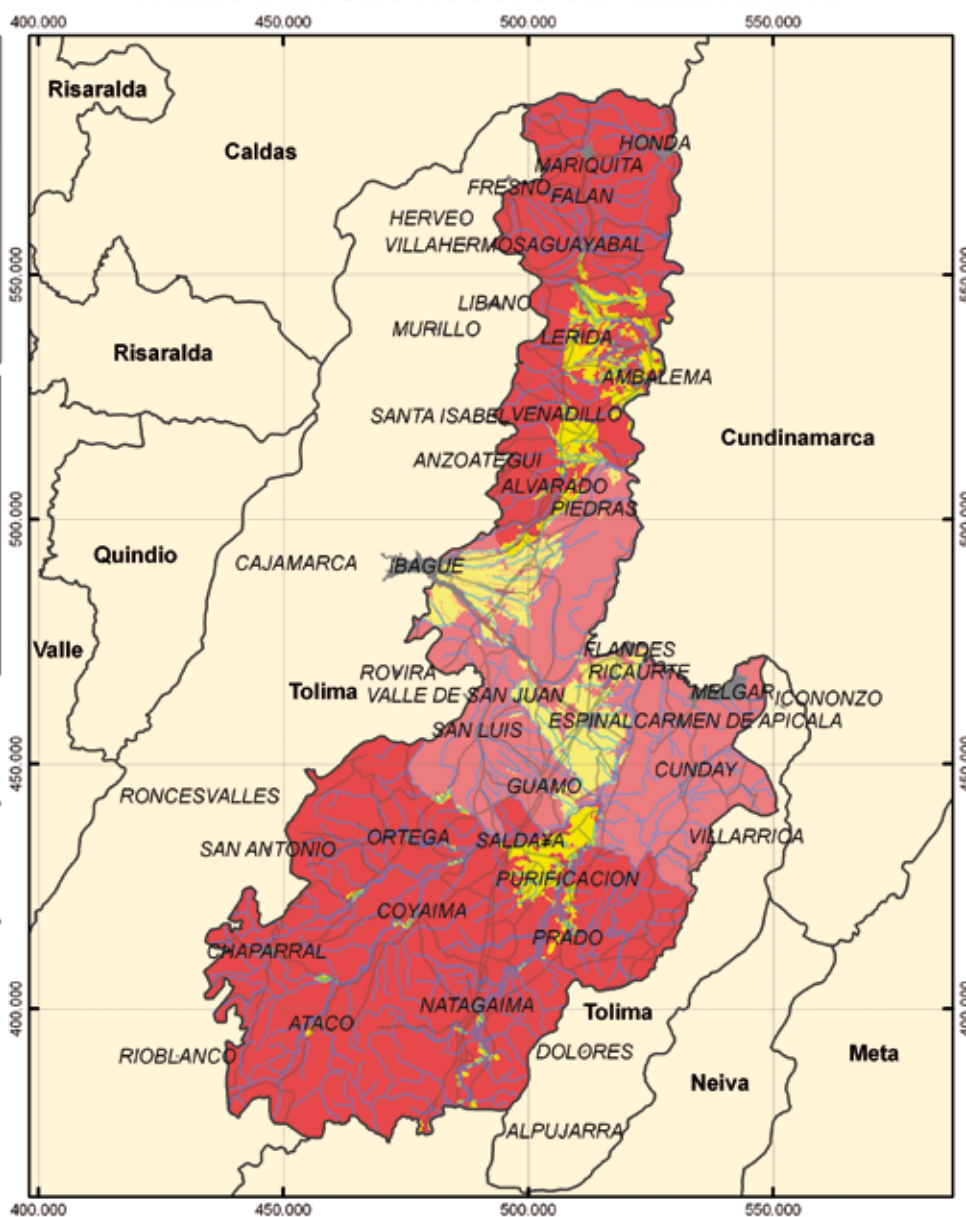
**REPÚBLICA DE COLOMBIA - VALLE DEL TOLIMA  
RIESGO AGROCLIMÁTICO  
PARA CULTIVOS DE ARROZ  
TRIMESTRE JULIO AGOSTO SEPTIEMBRE 2008**

Ubicación del Área



**Leyenda**

- Riesgo Agroclimático en Cultivos de Arroz**
- Moderadamente Bajo
- Medio
- Riesgo Agroclimático en Zonas Agroclimáticas**
- Moderadamente Bajo
- Medio
- Poblaciones
- Departamentos
- Ríos
- Vías



**RIESGO AGROCLIMÁTICO PARA CULTIVOS DE ARROZ - TRIMESTRE JULIO AGOSTO SEPTIEMBRE 2008**

Para el trimestre julio agosto septiembre de 2008, en el valle del Tolima, el riesgo agroclimático para cultivos de arroz es: Medio en los municipios de la zona norte, Alvarado, Venadillo, Ambalema, Lerida, Guayabal, Falán, Palo Cabildo, Honda y Mariquita. Se representa con colores amarillo y rojo medios.

También el riesgo es medio para los municipios de la zona sur del valle, Ataco, Chaparral, Natagaima, Coyaima, Prado, Ortega, Saldana y Purificación.

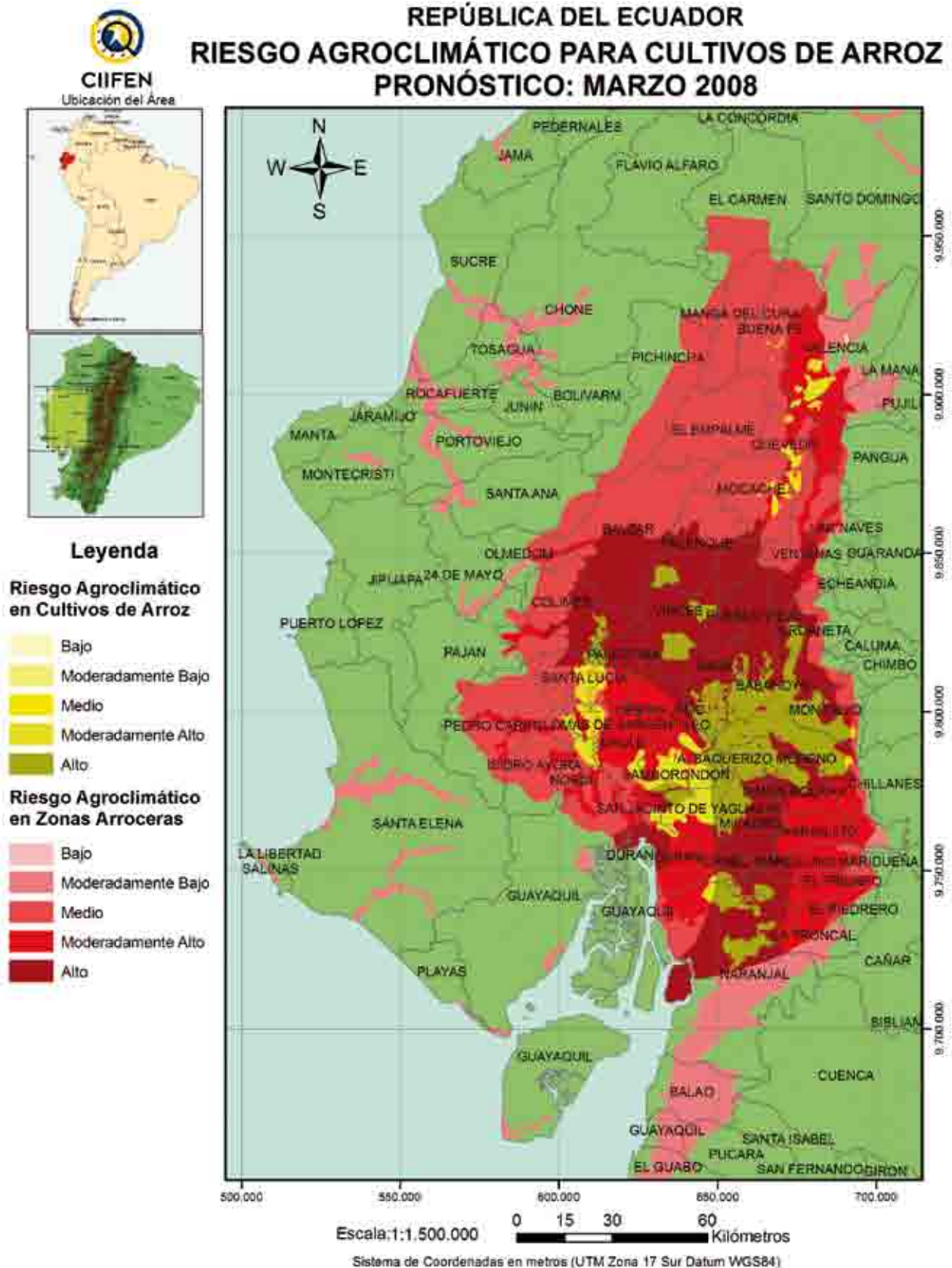
En la zona central del valle de Tolima el riesgo es moderadamente bajo, para los municipios de San Luis, Guamo, Suárez, Cunday, Melgar, Espinal, Carmen de Apicala, Coello, Ibaguè y Piedras. Se muestra en colores amarillo y rosado claros.

Escala 1:300.000  Kilómetros

Sistema de Coordenadas en metros (Proyección UTM Zona 18 Norte Datum WGS84)

Centro Internacional para la Investigación del Fenómeno de El Niño CIIFEN  
www.ciifen-int.org. Teléfonos (593) 4 2514770 - (593) 4 2514771. Guayaquil, Ecuador.

Figura 76. Mapa de Riesgo Agroclimático para el Cultivo de Arroz, Valle de Tolima, Colombia 2008. Proyecto ATN/OC-10064-RG



Centro Internacional para la Investigación del Fenómeno de El Niño CIIFEN - Ecuador, Guayaquil. [www.ciifen-int.org](http://www.ciifen-int.org)  
Tel. (593) 4 2514770 - (593) 4 2514771

Figura 77. Mapa de Riesgo Agroclimático para el Cultivo de Arroz, Costa de Ecuador 2008. Proyecto ATN/OC-10064-RG

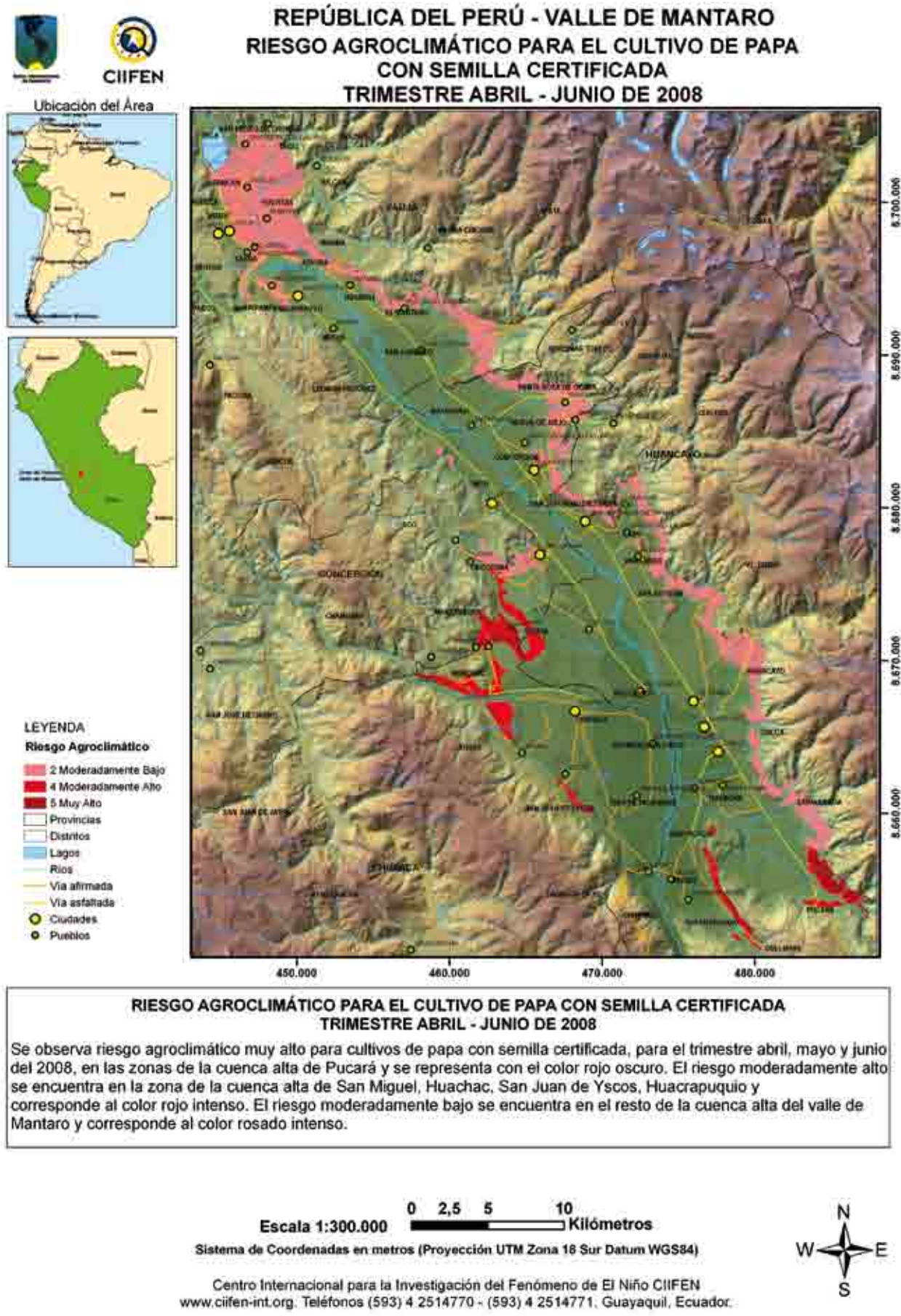
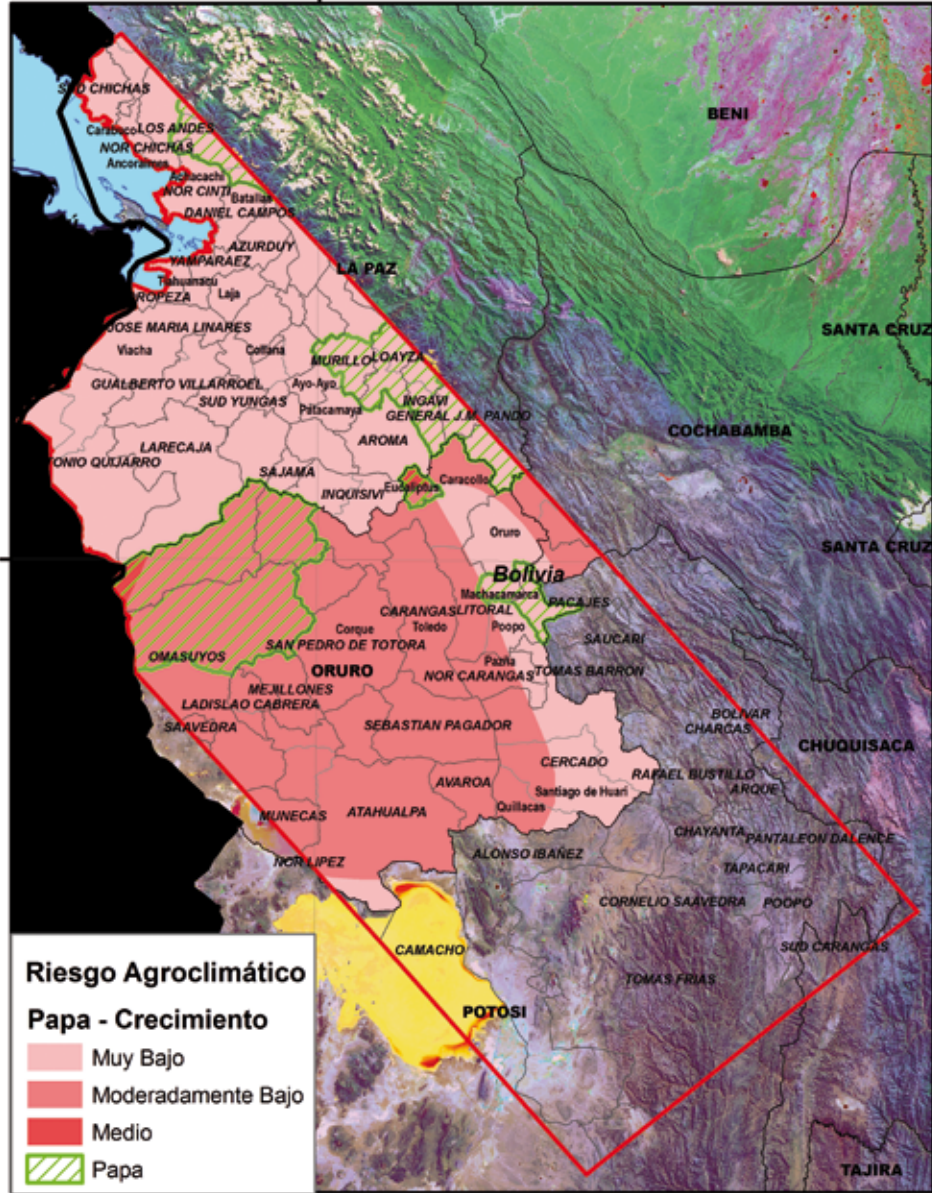


Figura 78. Mapa de Riesgo Agroclimático para el Cultivo de Papa, Valle de Mantaro, Perú 2008. Proyecto ATN/OC-10064-RG



**REPÚBLICA DE BOLIVIA - ZONA DEL ALTIPLANO**  
**RIESGO AGROCLIMÁTICO DE PAPA**  
**ETAPA FENOLÓGICA: CRECIMIENTO**  
**TRIMESTRE OCTUBRE - NOVIEMBRE - DICIEMBRE 2008**



**Simbología**

- Países
- Área de Aplicación
- Departamentos
- Provincias
- Municipios
- Lago Titicaca

**Riesgo Agroclimático**

- Papa - Crecimiento Muy Bajo
- Moderadamente Bajo
- Medio
- Papa

**RIESGO AGROCLIMÁTICO DE PAPA. ETAPA FENOLÓGICA: CRECIMIENTO**  
**TRIMESTRE OCTUBRE - NOVIEMBRE - DICIEMBRE 2008**

En el área de estudio que comprende el altiplano norte y centro para el cultivo de papa Sani Imilla (papa amarga), para la etapa fenológica de crecimiento, se presenta mayormente nivel de riesgo agroclimático muy bajo para el altiplano norte y nivel moderadamente bajo para el central. Esta información está basada en los pronósticos de precipitación, temperaturas máximas y mínimas del trimestre Octubre, Noviembre y Diciembre de 2008, que corresponde al período de transición e inicio del período lluvioso en esta región. La interacción de los resultados de los pronósticos generó diecisiete escenarios climáticos para el área de estudio. Para determinar el nivel de riesgo agroclimático se consideró en sus cálculos, la textura de suelo franco como predominante en el altiplano norte y centro, el uso de semilla no certificada con tecnología propia del agricultor. Cabe hacer notar que en la región no existen sistemas de riego.



Escala: 1:3.700.000 0 25 50 100 Kilómetros

Sistema de Coordenadas en metros (Proyección UTM Zona 19 Sur Datum WGS84)  
 Centro Internacional para la Investigación del Fenómeno de El Niño CIIFEN  
 www.ciifen-int.org. Teléfonos (593) 4 2514770 - (593) 4 2514771. Guayaquil, Ecuador.  
 Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología SENAMHI  
 www.senamhi.gov.bo. Teléfonos (591) 2 365288 - (591) 4 2 355824 - (591) 4 2 129586. La Paz, Bolivia.

Figura 79. Mapa de Riesgo Agroclimático para el Cultivo de Papa, Región del Altiplano, Bolivia 2008. Proyecto ATN/OC-10064-RG

REPÚBLICA DE CHILE - REGION DE VALPARAISO  
**RIESGO AGROCLIMÁTICO PARA CULTIVOS DE PALTO**  
**ETAPA DE PRODUCCIÓN DE FLORES**  
**TRIMESTRE OCTUBRE NOVIEMBRE DICIEMBRE 2008** -70



CIIFEN

Ubicación del Área



**RIESGO AGROCLIMÁTICO PARA CULTIVOS DE PALTO**

- Poblados Principales
- Ríos Principales
- Áreas Urbanas
- Lagunas

**Etapa Producción de Flores Con Cultivo (Mayor a 5 Has)**

- Moderadamente Bajo
- Medio
- Moderadamente Alto

**Etapa Producción de Flores Sin Cultivo**

- Moderadamente Bajo
- Medio
- Moderadamente Alto

Muestra el riesgo agroclimático en áreas con cultivos de palto para las variedades Hass, Fuerte y Negra de la Cruz para el trimestre Octubre, Noviembre y Diciembre de 2008. Las zonas de color rojo intenso representan áreas con riesgo Moderadamente Alto a la disminución de las precipitaciones en la etapa de producción de flores del cultivo. El color rojo menos intenso representa las zonas con riesgo Medio y el color rojo más débil representa el riesgo Moderadamente Bajo a la disminución de las precipitaciones en la etapa de producción de flores del Palto. El color amarillo representa la localización de las áreas con cultivo de Palto mayores a 5 Has.

Escala: 1:1.514.375

0 15 30 60 Kilómetros

Sistema de Coordenadas en metros (Proyección UTM Zona 18 Sur Datum WGS84)



Centro Internacional para la Investigación del Fenómeno de El Niño CIIFEN  
 www.ciifen-int.org. Teléfonos (593) 4 2514770 - (593) 4 2514771. Guayaquil, Ecuador.

Figura 80. Mapa de Riesgo Agroclimático para el Cultivos Cítricos, Región Valparaíso, Chile 2008. Proyecto ATN/OC-10064-RG

# CAPÍTULO V

## Implementación de sistemas locales de información climática





## 5.1 ELEMENTOS CONCEPTUALES Y METODOLÓGICOS

La confusión generada en los usuarios en cuanto a la información climática, definitivamente siembra desconfianza, más aún en un sector tan vulnerable al clima como lo es la agricultura en Sudamérica y la considerable dependencia climática para el riego. Los productores de información climática asumen erróneamente, que la información que provean será absolutamente determinante en la toma de decisiones por parte de los usuarios y en este caso de los agricultores, visto desde la perspectiva de los usuarios, el panorama es distinto. El proceso de toma de decisiones es antropológicamente determinado por un conjunto de información en la que la climática es una parte pero no el todo, el ambiente, la actitud y finalmente un elemento absolutamente impredecible que depende de la cultura, percepción y perfil psicológico de usuario. Aunque siempre el tomador de decisiones, va a solicitar más y más información climática y con más detalle, siempre, el rol de esta información va a ser compartido con otros elementos lejanos al clima. Lo relevante en este análisis está en que, lo que no puede pasar, es que la toma de decisiones no use en lo absoluto, la información climática, porque no la tiene, porque no la comprende, porque lo confunde o porque simplemente no confía en ella. En este contexto, desde el punto de vista del proceso mental involucrado, es mucha más valiosa, información modesta en resolución, pero clara y accesible si es que es usada en el proceso. El desafío consiste en lograr que el agricultor le dé ese espacio en su proceso de toma de decisiones a la información climática distribuida, lograr eso es hablar de un pilar básico en gestión integral de la información climática.

La premisa de una óptima gestión de información climática parte del hecho de que en vez de tener poca gente informada (normalmente los científicos) con pronósticos e información climática de alta calidad, se logre tener mucha gente informada con información climática aceptable, ya que eso significará más gente tomando decisiones tomando en cuenta la modesta pero aceptable información climática provista, pero entregada de tal forma que sea enteramente utilizada<sup>1</sup>.

La implementación de sistemas locales para la disseminación de información climática tiene como propósito hacer llegar la información climática a la comunidad agrícola a través de diferentes fuentes (prensa escrita, radios, revistas especializadas, boletines informativos, televisión, mensajes escritos SMS, correo electrónico, entre otros) mediante la consolidación de redes de usuarios, alianzas estratégicas, talleres de capacitación y fortalecimiento de capacidades promoviendo el sistema y especialmente los productos generados. Los servicios climáticos trabajados en este proyecto (base de datos, pronósticos climáticos estadísticos y numéricos, mapas de riesgo agroclimático) para cada país, más los productos existentes en cada SMN, deben asegu-

rar una vía de distribución oportuna, ágil, confiable y sostenible en el tiempo en la que la información no se distorsione y sirva realmente de apoyo a la toma de decisiones. Los sistemas de disseminación de información climática tienen como finalidad cerrar exitosamente el ciclo de gestión de información. Esto conlleva el diseño de estrategias que permitan su sostenibilidad y consolidación con el tiempo. La estrategia utilizada fortalecer el sistema de información climática contempla las siguientes líneas de acción:

- 1) Fortalecer el formato final de los productos de información climática.
- 2) Articular los medios de disseminación de la información.
- 3) Empoderar a los usuarios introduciéndolos e involucrándolos en el sistema y
- 4) Establecer alianzas con los potenciales actores/beneficiarios multiplicadores del sistema para fortalecerlo.

En la figura 81, se muestra el ciclo de la gestión de la información. La conversión de los productos en un lenguaje más sencillo y formatos amigables y específicos para cada medio, permite que la información sea distribuida en múltiples formas, y con más posibilidades de ser asimilada, estos pueden variar desde la televisión, prensa escrita, radio, internet, hasta mensajes de texto vía celular o radio HF.

La forma en que los usuarios de un país ven el clima no está en un gráfico en la computadora o la salida de un modelo, los usuarios ven al clima conforme a lo que experimentan, la lluvia, la sequía, la helada, el viento, etc. Si esta percepción luego es asociada con un nombre por ejemplo: El Niño, La Niña, se genera en el imaginario del usuario, un patrón físico experimentado con una etiqueta, esto se interioriza en los usuarios y permanece. Ahora, luego de un tiempo, cuando se menciona el Niño o La Niña, para el usuario, solo vienen imágenes asociadas a inundaciones o sequías, destrucción y muertes, el resto del texto que se utilice para complementar la información es simplemente transparente para los usuarios, no existe, no es asimilado, tan solo viene la imagen mental de lo que quedó interiorizado, y se actúa en consecuencia con ello, si el mensaje es reiterativo o convincente<sup>2</sup>. La información disseminada llega de manera efectiva cuando es comprensible, llega sin distorsiones y genera una respuesta en el receptor, para ello debe existir una red de usuarios clave que maximice su distribución.

A los diferentes grupos de usuarios, ya sean estos autoridades, representantes de asociaciones o gremios, grupos de rescate (cuerpo de bomberos, cruz roja), agencias de manejo de desastres, sector privado, investigadores o alumnos de centros educativos de nivel superior, representantes de comunidades, entre otros. Debido a las diferencias en las distinciones de grupos de usuarios, para efectos de un manejo más estandarizado a nivel regional, se lo clasificó en tres grandes grupos o categorías y enfocada en el propósito final de esta iniciativa regional: el sector agrícola. Esta estructura fue aplicada a los seis países Andinos, enfatizando en mayor o en menor grado las categorías que lo componen acorde a la realidad socio-cultural y política en cada región de intervención del proyecto.

1, 2. Martínez, Rodney, 2006. Gestión de la información y servicios de predicción climática para la reducción de impactos en el sector agrícola en Sudamérica. Campiñas, 8-15.

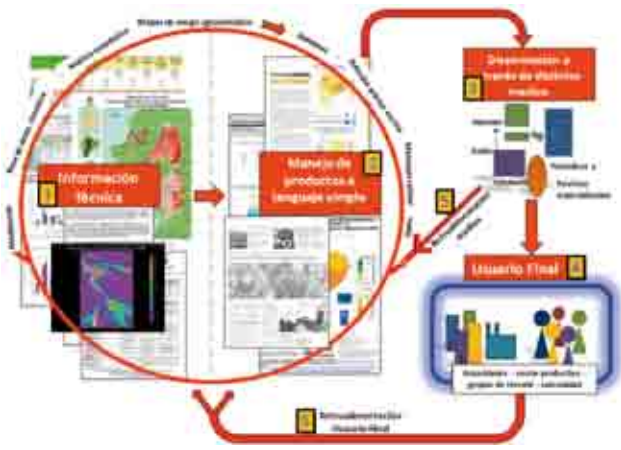


Figura 81. Estructura general gráfica del Sistema de Información Climática

## 5.2 IDENTIFICACIÓN Y MAPEO DE ACTORES CLAVE

El mapeo de actores o mapear actores es una técnica utilizada para identificar a todas las personas y entidades que pueden ser importantes; en este caso para construir una red de distribución de información climática. Esta técnica permite asegurar que los usuarios mapeados tengan claro de antemano con quiénes cuentan para definir estrategias específicas que los ayuden a garantizar el flujo de información para que las acciones desarrolladas sean coordinadas<sup>3</sup>.

Para realizar un mapeo de actores básico, se deben realizar los siguientes pasos: definir la temática, identificar a los actores y mapear a los actores.

### • Definir la temática

En esta etapa se especifica quienes son las personas, grupos u organizaciones en los que se debería trabajar acorde al tema que se quiere tratar y las convierte en actores relevantes para el trabajo que se va a realizar.

En este caso, los servicios climáticos generados están enfocados a la gestión de riesgos agroclimáticos en tres de las cuatro áreas<sup>4</sup> que lo componen: Análisis de Riesgos, Reducción del Riesgo y Manejo de Eventos Adversos.



Figura 82. Gestión de Riesgo, Figura de Omar Darío Cardona, Adaptado por CIIFEN, 2009

3. La metodología resumida está basada en el documento: Tools to Support Participatory Urban Decision Making Process: Satakeholders Analysis. Urban Governance Toolkit. UN-HABITAT program, 2001.

4. No se consideró la cuarta área, recuperación, cuyas componentes son rehabilitación y Reconstrucción.

### • Identificar los actores

Para realizar la identificación de los actores se realizaron varias actividades:

#### LISTAR

En esta primera etapa se debe trabajar en equipo para revisar cualquier información recopilada para luego, mediante una lluvia de ideas, tener una lista de todas aquellas personas o instituciones que puedan cumplir con las siguientes características:

- Están siendo o podrían verse afectados por el problema.
- Podrían ser afectados por la propuesta de solución del problema presentada por el grupo.
- No están siendo directamente afectados pero podrían tener un interés en la propuesta.
- Poseen información, experiencia o recursos necesarios para contribuir a los objetivos del proyecto.
- Poseen un alcance nacional o local, ejemplo: asociaciones nacionales de agricultores, grupos de rescate, empresas privadas de insumos agrícolas, entre otras.
- Tienen aceptación por parte de la comunidad, ejemplo: radios comunitarias; o radio aficionados, líderes comunitarios.
- Son necesarios para la implementación de actividades del proyecto.
- Consideran que tienen derecho a estar involucrados.
- Son necesarios para la sostenibilidad del proyecto.

Así, se obtiene de manera preliminar una lista con los grupos de actores que deberían ser mapeados:



Figura 83. Grupo preliminar de actores clave

#### ENFOCAR

El siguiente paso consiste en tomar cada uno de los grupos identificados para alcanzar niveles cada vez más específicos hasta llegar a su información de contacto.



Figura 84. Detalle del actor clave

#### CATEGORIZAR

Una vez obtenida toda la información requerida de los integrantes de cada grupo se procede a organizarlo en ca-



tegorías las cuales a su vez tienen más subcategorías. En este caso se estableció 3 grandes grupos: Autoridades, Medios de Comunicación y Sector Productivo resumidos a continuación:



Figura 85. Categorías y Subcategorías del Mapeo de Actores

Cada país actualizó los datos de contacto existentes en el Servicio Meteorológico Nacional, los clasificó en el formato preestablecido y luego alimentó esta base de datos con los nuevos usuarios clave acorde a los productos climáticos disponibles y seleccionados acorde el área de intervención dentro del país. El seguimiento de cada grupo es importante para crear una alianza y demostrar el compromiso, alcance y aplicabilidad del proyecto.

Una vez finalizado este paso, se debe realizar contacto con cada uno de ellos, lo cual representa trabajo de campo para validar y complementar la base de datos previamente formada. En la figura 79 se indican 2 pasos para realizarlo, a través de reuniones y su posterior seguimiento. La reunión con los actores mapeados constituye el primer acercamiento, para la cual se debe llevar material impreso y en digital informando brevemente el propósito de la visita, y que alianzas se quieren formar a partir de ese momento, enfatizando que el beneficio es de ambas vías.

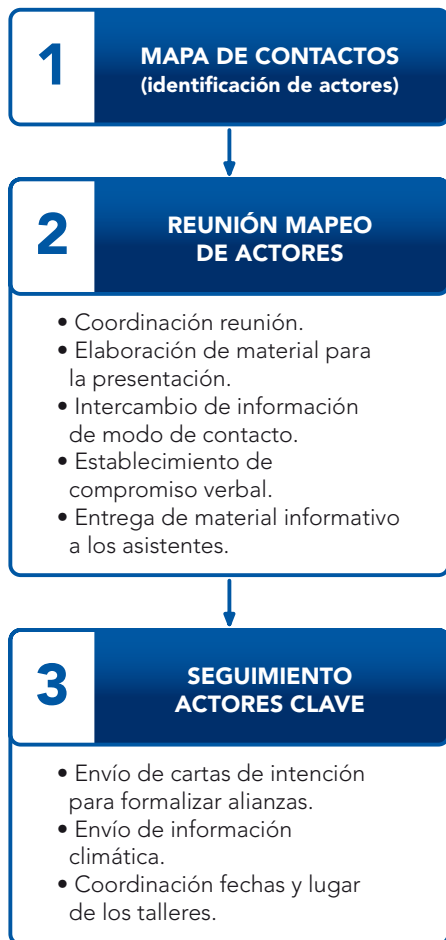


Figura 86. Actividades para el mapeo de actores y su seguimiento

### 5.3 LAS ALIANZAS ESTRATÉGICAS

Hay varias cosas que se deben tener en cuenta al momento de establecer una alianza estratégica o compromiso de cooperación a través de una carta de intención o carta de compromiso:

- Estas alianzas no son contratos.
- Las cartas de compromiso o de intención formalizan la alianza de cooperación entre el organismo y el SMN (en este caso).
- Las cartas de compromiso deben tener obligaciones por igual de ambas partes (ganar-ganar).

En el Anexo III se encuentra el inventario de las alianzas estratégicas de la región.

Es recomendable gestionar estas cartas o acuerdos durante el mapeo de actores clave, pues en esta etapa el contacto o diálogo es directo. Además, lograr una alianza estratégica y formalizarla mediante una carta de intención es un proceso que la mayoría de las veces no se logra al corto plazo. Es recomendable realizar estas alianzas con entidades, que correspondan a cualquiera de los tres grupos propuestos; sin embargo, existen ciertas excepciones, como es el caso por ejemplo, de localidades remotas o poblaciones a las que no llegan todas las frecuencias de radio y por lo tanto, cuentan con servicios muy puntuales de ciertas frecuencias que abarcan únicamente ese sector. Estas radios locales, en el caso de emitir información a poblaciones muy vulnerables, se convierten en aliados estratégicos al momento de emitir una alerta temprana o difundir información climática que necesite esa población. Siguiendo con el mismo ejemplo, en estos casos las radios locales suelen retransmitir información por un tiempo limitado proveniente de otras frecuencias a través de señal telefónica o radial HF. En el caso de firmar un acuerdo con alguna radio que posea este tipo de mecanismo de retransmisión, a través de alguna señal repetidora a una radio local o radio aficionado, el impacto de la acción de proveer servicios climáticos tiene un mayor alcance.

En el caso del Servicio Meteorológico Nacional, este asume la responsabilidad de cumplir con el envío de la información de forma continua y conforme lo establecido en el acuerdo, cumpliendo con las fechas de entrega, formato, extensión, e incluso garantizar que la redacción se encuentre en un formato amigable (de fácil interpretación).

Las cartas de compromiso constituyen un mecanismo para

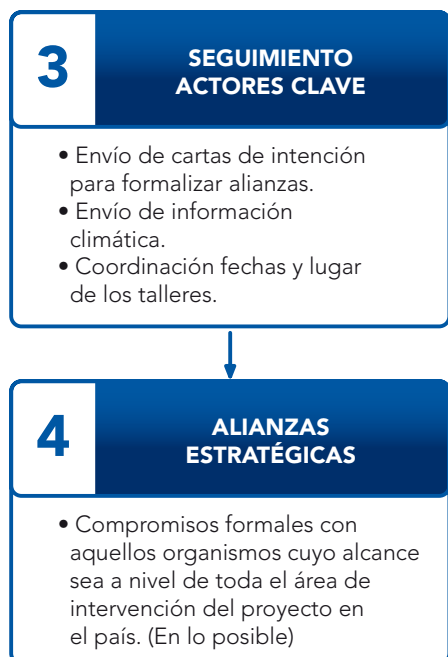


Figura 87. Seguimiento de actores clave

garantizar la difusión de información, en este caso climática, a un determinado grupo de usuarios finales. Cada entidad, ya sea de carácter gubernamental, privada o sin fines de lucro, se compromete a difundir los productos a través de los mecanismos normales de difusión de su entidad, los cuales pueden ser:

- Boletines electrónicos
- Boletines impresos
- Revistas especializadas
- Diarios y semanarios de alcance nacional o local (en formato electrónico o impreso)
- Programa Radial
- Programa de Televisión
- Celular, formato mensajes de texto
- Página web
- Otros

Es posible definir un conjunto de características deseables en los productos y servicios de información (WCMC 1998, CADRC 2004). Los productos de información deben<sup>5</sup>:

- Estar dirigidos a audiencias específicas y tener un propósito determinado.
- Basarse en principios científicos y en datos de alta calidad.
- Ser de fácil y rápida comprensión. La interacción usuario-producto se facilita con dos características: un alto nivel de representación de objetos y una interfaz intuitiva (CADRC 2004). La interfaz de usuario debe ser gráfica por naturaleza. En conjunto, el producto debe ser fácilmente operable, de modo que los usuarios puedan aprender a utilizarlo de forma autónoma. Sin embargo, siempre debe estar disponible un sistema de ayuda.
- Estar acompañados por un reconocimiento completo de las fuentes de información y de la propiedad intelectual.
- Ser relevantes y oportunos para necesidades de toma de decisiones.
- Divulgarse a través de canales reconocidos.
- Estar disponibles a costos mínimos de tiempo, dinero y administración.
- Tener afinidad con referentes nacionales e internacionales.

## 5.4 LAS ALIANZAS ESTRATÉGICAS CON LAS AUTORIDADES LOCALES

Establecer vínculos con las instituciones Nacionales/locales es de vital importancia para diseminar información climática. Constituyen mecanismos oficiales con infraestructura operativa y de gran alcance, especialmente a pequeñas localidades.

El acercamiento a las autoridades locales es el primer grupo al que se debe tener una aproximación, y mostrar de manera muy clara y puntual el tema central de la acción a realizarse, sus productos esperados y especialmente los beneficios que va a tener esa localidad una vez implementada la acción. Un folleto informativo conciso e información de contacto es suficiente durante el primer acercamiento. A partir de ese momento, el contacto periódico y una buena comunicación son importantes.

Tener acuerdos con entidades locales o nacionales, como son por ejemplo los Municipios o Gobernaciones, son muy importantes al momento de organizar actividades de promoción y sensibilización, como son los talleres, ruedas de prensa o incluso elaboración de boletines de prensa. Tener un acuerdo de cooperación o carta de intención garantiza el compromiso de parte de la autoridad local en apoyar este tipo de iniciativas, y a su vez ratifica la seriedad de la contraparte en cuanto a la calidad del tipo de información que se va a difundir a la población objetivo de esa localidad.

Contar con el apoyo institucional del estado a nivel fortalece el interés de la población para su participación en todo lo que se realice, pues se cuenta con el aval de la autoridad local.

Existen también otros organismos nacionales creados para canalizar políticas en pro del mejoramiento de los diferentes sectores de desarrollo. En el caso del sector agrícola, las asociaciones agrícolas nacionales, o asociaciones de productores son aliados clave. Sus socios son campesinos, líderes comunitarios o técnicos, y reciben constantemente capacitaciones en temas relacionados, y realizan actividades en cada localidad para mejorar sus productos y servicios. Estas redes normalmente son de buen alcance, y poseen por lo tanto la información de contacto muy valiosa, así como conocimiento y credibilidad de sus socios. Crear una alianza con este tipo de instituciones nacionales garantiza la alimentación del mapeo de actores y además sirven como medio para llegar a un mayor número de beneficiarios. La convocatoria a los eventos se la realiza a través de ellos, en los lugares donde las personas siempre se reúnen y en el horario que saben tendrán buena asistencia. Así, la respuesta de los asistentes es siempre positiva y su participación en mayor, pues están familiarizados con el lugar, las personas que los convoca y en una fecha que no altere en mayor grado sus actividades diarias.

Así, se lograron 20 alianzas estratégicas con autoridades locales en la región, descritas en el cuadro a continuación:

5. Suárez-Mayorga A.M. (ed.). 2007. Guía del administrador de información sobre biodiversidad. Sistema de Información sobre Biodiversidad de Colombia –SiB–, Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Bogotá D.C., Colombia, 74 p.

<b>PERÚ</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ministerio del Ambiente</li> <li>• Municipalidad Distrital de Acolla</li> <li>• Municipalidad Distrital de Tunan Marca</li> <li>• Universidad Nacional de Huancavilca</li> <li>• Municipalidad Provincial de Jauja</li> <li>• Dirección Regional de Agricultura de Junín</li> </ul>
<b>CHILE</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Asociación de Agricultores de Quilotoa</li> <li>• Comité de Paltas</li> <li>• Municipalidad de Quilotoa</li> <li>• Secretaría Ministerial de Agricultura de la Región de Valparaíso</li> <li>• Facultad de Agronomía de la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso</li> <li>• Fundación de Comunicaciones, Capacitación y Cultura El Agro (FUDCA)</li> </ul>
<b>BOLIVIA</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Prefectura del Departamento de La Paz</li> </ul>
<b>VENEZUELA</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Empresa Agroisleña</li> <li>• Asociación de Productores de Semilla Certificada de los Llanos Occidentales (APROSELLO)</li> <li>• Asociación de Productores del Estado de Portuguesa (ASOPORTUGUESA)</li> </ul>
<b>ECUADOR</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cooperación de Desarrollo Regional de El Oro (CODELORO)</li> <li>• Corporación Nacional de Agricultores y Sectores Afines (CONASA)</li> <li>• Municipalidad de Babahoyo</li> <li>• Consejo de Desarrollo del Pueblo Montubio de la Costa (CODEPMOC)</li> </ul>

## 5.5 LAS ALIANZAS ESTRATÉGICAS CON EL SECTOR PRIVADO

El sector privado puede llegar a ser un gran aliado al momento de crear un acuerdo de cooperación, pues cuenta con los recursos e infraestructura necesarios para apoyar diversas iniciativas. Sin embargo, hay que tener en cuenta en esta categoría en particular que las acciones que se realicen con ellos deben alterar en el menor grado posible su forma normal de desarrollo de actividades.

Antes de tener cualquier acercamiento, es importante identificar los recursos de esta empresa, su estrategia de comunicación y en especial si realizan acciones de carácter social. De esta forma, la primera comunicación contará con los siguientes elementos:

- Concepto claro de lo que se quiere alcanzar
- Beneficios que se dará a la audiencia objetivo
- Mecanismo posible para lograr ejecutar la acción. Carta de intención.
- Beneficios para la empresa privada. Reconocimiento en cuanto a su imagen corporativa y responsabilidad social por apoyar la labor.

Se darán a continuación dos ejemplos exitosos de alianzas estratégicas con el sector privado.

### 5.5.1 Revistas Especializadas en Agricultura

Al terminar el mapeo de actores, se identificó a un Grupo Industrial<sup>6</sup> y a una Editorial<sup>7</sup> como potenciales aliados, pues cumplían con ciertas características:

- Empresas Privadas Grandes, reconocidas fácilmente por el sector agrícola por su gestión y apoyo.

- Publican revistas enfocadas en el tema.
- Realizan campañas de capacitación en temas agrícolas todos los años de manera independiente.
- Tienen alta aceptación por parte de la población.

El primer acercamiento consistió en coordinar una reunión, previa cita, con cada institución. En ella se demostró el alcance del proyecto, el esquema de sistemas de información y el rol protagónico de ellos para que la información climática llegue al usuario final de forma sostenida mediante su revista.

En este caso el SMN, se comprometió durante la ejecución del proyecto a:

1. Proveer periódicamente mapas de riesgo climático, boletines y pronósticos descritos en lenguaje simple.
2. Dotar de asistencia técnica al grupo de trabajo a la empresa para la diseminación de información con los agricultores.
3. Dictar al menos un taller de capacitación con el personal de la empresa sobre la interpretación de la información técnica generada.
4. Otorgar los créditos correspondientes a la empresa en los productos diseminados a través de esta cooperación.

El siguiente paso fue coordinar con el departamento de Relaciones Públicas y Editorial sobre el formato y extensión de los artículos a publicarse. En este caso era más fácil para la empresa añadir un artículo que contenga los siguientes requisitos básicos:

- Extensión mínima: 1 página
- Extensión máxima: 1 hoja
- Mapas a color
- Hasta 3 mapas por página a todo color

Luego se realizaron primeros borradores del artículo que se enviaría, en coordinación con el SMN. Se entienden a estos productos como recursos de información diseñados para una audiencia específica y con un propósito definido, y son resultado de la compilación y presentación de información analizada o interpretada (Villegas, Franco 2003).

Una vez estuvo listo el boletín, se lo estableció como plantilla para las siguientes ediciones. Cuando terminó el tiempo del proyecto, esta alianza se la transfirió al Servicio Meteorológico Nacional, para que ellos mantengan este mecanismo operativo con sus productos más allá de la vida del proyecto. También se tuvo reuniones con ambas instituciones para establecer un vínculo más estrecho y durante los primeros 4 meses, se hizo un estrecho seguimiento del mecanismo.

El envío del boletín se lo realiza vía correo electrónico, adjuntando además como archivo aparte cada logo e imagen contenida en el artículo en la mejor resolución posible.

En el siguiente cuadro se describe de manera muy general ciertas características de ambas revistas:

6. [www.agripac.com.ec](http://www.agripac.com.ec)  
7. [www.elagro.com.ec](http://www.elagro.com.ec)

REVISTA ESPECIALIZADA	ALCANCE	PERIODICIDAD	MEDIO DE DISTRIBUCIÓN	FORMA DE ADQUISICIÓN	TIRAJE
Grupo Agroindustrial AGRIPAC	Nacional	Bimensual	Centros de distribución de insumos agrícolas Agripac (128 en total)	Revista Gratuita	5.000
Editorial UMINASA	Nacional	Mensual	Supermercados	3,00 USD	10.000

Para vencer este obstáculo, se coordinaron reuniones tanto con la empresa de telefonía celular como con la empresa repetidora, llevando ya una propuesta concreta y de alcance limitado con las siguientes características:

- Área de acción y alcance: limitado. Región costa, 5 provincias (Esmeraldas, Manabí, Los Ríos, Guayas y El Oro).
- Número de Usuarios: limitado. Hasta 1.000 usuarios en las provincias acordadas.
- Recurrencia de envío: limitado. Sólo en caso de probabilidad de evento adverso en el área de acción (el cual lo define el SMN).

### 5.5.2 Compañías de Telefonía Celular

En el caso de Ecuador, se logró un convenio de cooperación con OTECEL-Telefónica Movistar<sup>8</sup> para la emisión de mensajes de texto de aviso o alerta climática para todo el litoral ecuatoriano a los actores mapeados<sup>9</sup> por el proyecto.

Esta iniciativa innovadora constituye uno de los grandes logros y un hito en cuanto al uso de tecnologías de comunicación para difundir información oportuna al usuario final. Hoy en día más personas usan celular, indiferentemente del nivel económico o región donde se encuentren. El teléfono móvil es un medio de comunicación masivo que llega directamente al usuario. Otorgar este servicio vía mensajes de texto sin recargo alguno al agricultor, tomadores de decisiones y técnicos del sector representa una manera efectiva para comunicar información climática.

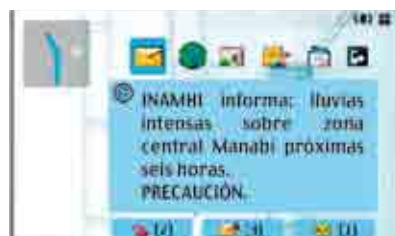
Para lograr esto, se necesitó de varias reuniones de manera directa con la división de Relaciones Institucionales y Responsabilidad Corporativa de la empresa que estuvo abierta a discutir este mecanismo de información, OTECEL-Movistar Ecuador.

El principal problema que se tuvo que enfrentar fue el relacionado a los costos. En Ecuador, todas las compañías celulares trabajan con una misma empresa, llamada Message Plus<sup>10</sup> (esta es la encargada de transmitir mensajes de texto, es una empresa repetidora), independiente de todas ellas, para el envío de los mensajes de texto, argumento bastante fuerte para no tener la potestad directa de otorgar un servicio gratuito de mensajes escritos, pues el gasto no puede ser asumido únicamente por la Empresa de Telefonía Celular sino por la Empresa Repetidora que es la responsable en enviar los mensajes de texto.

- Mecanismo de Sostenibilidad: Carta de intención firmada entre todos los interesados para garantizar el compromiso de todas las partes.
- Tipo de Mensaje: Acorde a los parámetros que establece la Empresa de Telefonía y Empresa Repetidora. Mensajes de aviso frente a una amenaza climática importante<sup>11</sup>.

Una vez llegado a este punto, se procedió a establecer el mecanismo de envío de los mensajes de texto y su formato. Como la empresa repetidora es quien envía los mensajes de texto, es esta empresa que debe recibir el mensaje y la base de datos con los celulares adscritos para su posterior envío. Para llegar a un formato se realizaron así mismo, varios ensayos preliminares entre las instituciones involucradas hasta llegar a un consenso.

Un ejemplo de mensaje SMS se muestra a continuación:



La figura 89 muestra como es el mecanismo de envío establecido. En el momento en que INAMHI pronostique una probable ocurrencia de algún evento adverso, para el sector agrícola o la comunidad en general, por ejemplo lluvias muy intensas, redactará este mensaje y lo enviará por correo electrónico a la empresa eepetidora, la cual deberá confirmar la recepción del mismo. Luego el INAMHI deberá llamar a la persona designada para reconfirmar la recepción del correo electrónico y saber el estado del en-



Figura 88. Esquema general del mecanismo de servicios de telefonía y mensajes escritos

cuerpos de Rescate, autoridades locales y sectoriales, líderes comunitarios y funcionarios de ONG'S, OI e Instituciones Públicas cuya actividades está encaminada a la gestión de riesgo y prevención de desastres.

8. www.movistar.com.ec

9. Usuarios MOVISTAR mapeados durante el 2008 en las Provincias de Esmeraldas, Manabí, Los Ríos, Guayas, y El Oro. Estos destinatarios representan asociaciones agrícolas, Sector Privado, Organismos y/o

10. www.mplus.ec

11. No se emitirán mensajes de Alarma, pues solo la Autoridad local, regional o nacional puede dar mensajes de alarma.

vío. Inmediatamente MPlus envía ese mensaje de texto a la base de datos celulares aprobada.



Figura 89. Mecanismo de envío de mensajes

### 5.6 LAS ALIANZAS ESTRATÉGICAS CON LOS MEDIOS DE COMUNICACIÓN

Se trabajó intensamente con los medios de comunicación de la región, enfatizando mucho el tema de la sostenibilidad y teniendo especial cuidado en la forma de elaborar los diferentes productos a cada medio de forma que sean lo más entendibles y atractivos posible. Un grupo de trabajo coordinó desde cada país la correcta gestión en esta etapa crucial para el proyecto, y además la investigación y recopilación de la información para transformar estos boletines o mensajes de radio en información climática "comunicable", se contó también con información de base recopilada por un grupo de expertos en temas agrícolas, así mismo en cada país, que a través de encuestas y entrevistas obtuvo valiosa información sobre jerga tradicional y otros elementos culturales para establecer la comunicación con la audiencia objetivo.

Primero se analizó y sistematizó la información previamente obtenida, sobre el conocimiento tradicional de los pobladores, de manera que se pueda entender el imaginario colectivo en cada sector de intervención. Los resultados procesados se encuentran en el Anexo IV. Luego de esto, y teniendo identificados los actores de los medios de comunicación, se coordinaron citas para plantear la creación de alianzas para diseminación de información climática.

En esta etapa se interactuó con este grupo de actores para recibir su retroalimentación en cuanto a la elaboración de formatos. Debido a la experiencia con el sector privado, se tenía una base para los artículos de los diarios, semanarios y revistas electrónicas, pero con la radio se tuvo que trabajar en el tipo de producto, y luego en su periodicidad y método de envío. En este punto vale recalcar la importancia de haber identificado redes de radiodifusión, y los avances que algunas van adquiriendo para utilizar el internet como medio alternativo de información.

En el caso de Chile, por ejemplo, se logró implementar la narración de un audio a través de la radio que emite la Fundación de Capacitaciones, Comunicación y Cultura, organismo con el cual, a través de una acuerdo de cooperación, emite a través de la radio la interpretación del mapa de riesgo agroclimático para la V Región de Chile, este gran paso y mecanismo innovador de diseminación de información y en este caso de interpretación de mapas, continúa igualmente siendo operativo luego del término del proyecto. Los audios pueden ser descargados desde la página

web de FUCOA <http://www.fucoa.gob.cl/radio/radio.php>

También se tuvo una muy buena aproximación en Bolivia, con la radio rural Pachaqamasa, la cual cuenta con intérpretes y traducen los boletines del Servicio Meteorológico de Bolivia, SENAMHI al Aymara, lengua nativa muy usada en la población rural de Bolivia.



Foto 1. Radio Pachaqamasa, El Alto, Bolivia.

Es diferente escribir un boletín para la radio, que escribir un boletín para la prensa escrita, por las siguientes razones generales<sup>12</sup>:



Figura 90. Cuadro comparativo entre lenguaje hablado y lenguaje escrito

Es por esto que, al emitir un mensaje por la radio, este debe dar la idea principal en la primera oración, en cambio, en un artículo para prensa escrita se puede esquematizar las ideas e incluso usar un vocabulario más complejo.

A nivel regional se lograron varios acuerdos con medios de comunicación, como son los diarios locales, redes de radios, periódicos en línea, semanarios y fundaciones de comunicaciones listados en la figura 91.

<b>PERÚ</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Radio Programas Perú RPP</li> <li>• Semanario Enfocando la Semana</li> <li>• Sin Pelos en la Pluma</li> <li>• Tierra Fecunda</li> </ul>
<b>CHILE</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Radio emisora Nexo AM y Libra FM</li> <li>• El Mercurio de Valparaíso</li> <li>• Municipalidad de Quilotoa</li> <li>• Empresa Periodística El Observador</li> <li>• Fundación de Comunicaciones, Capacitación y Cultura El Agro (FUDCA)</li> </ul>
<b>BOLIVIA</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El Diario S.A.</li> </ul>
<b>ECUADOR</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Editorial UMINASA</li> <li>• Coordinadora de Radio Popular y Educativa del Ecuador (CORAPE)</li> <li>• Movistar, Message Plus</li> <li>• Radio Naval - INOCAR y 32 Radiodifusoras</li> <li>• Diario La Hora de Quevedo</li> </ul>

Figura 91. Lista de convenios firmados con medios de comunicación

Se establecieron 6 alianzas con el sector productivo, 16 alianzas con instituciones gubernamentales y 11 alianzas con medios de comunicación en la región Andina (Bolivia, Chile, Colombia, Ecuador, Perú y Venezuela) para difundir, mediante distintos canales, los productos climáticos que se generaron a través del proyecto y además los productos elaborados por cada SMN.

12. Gráfico Adaptado por CIIFEN del libro "Manuales de Capacitación" de la biblioteca de la Universidad Casa Grande, Facultad de Comunicación, 2007.

## 5.7 ESTRATEGIAS DE CAPACITACIÓN

De forma complementaria, se desarrolló material educativo dirigido a líderes comunitarios, asesores de autoridades y grupos de rescate. La compilación y sistematización de materiales similares realizados sirvió de base para desarrollar todas las piezas. Sin información de calidad no puede haber participación eficaz<sup>13</sup> y es por esto que todo el esfuerzo realizado por mejorar los productos y servicios climáticos generados ya sea por el SMN y CIIFEN y diseminados a través de los medios de comunicación fueron expuestos en los talleres, para que las personas también sepan dónde encontrar información climática y cómo interpretarla.

En el caso de Ecuador, el concepto central de este material es de entrenar a potenciales capacitadores en la temática de prevención de riesgos para que repliquen conceptos básicos pero de manera muy clara a las personas de localidades remotas.

El material desarrollado representa una Guía Básica educativa de prevención de riesgos, con una aproximación sobre los sistemas de información implementados durante el proyecto. El material fue diseñado de tal forma en que las actividades de capacitación sean parte de un programa integral de capacitación delineado para ayudar a un individuo o a un grupo a aprender<sup>14</sup>. Para el desarrollo de todas las etapas del material se trabajó en estrecha coordinación con el SMN, los organismos asociados y el quipo de trabajo del proyecto para definir el esquema general del kit educacional, para lo cual lo primero fue establecer el contenido general para saber qué tipo de actividades se podrían hacer según cada capítulo y la forma en que esta instrucción se impartiría. Esto además incluía las experiencias obtenidas durante las visita de campo en la etapa de elaboración del mapeo de actores y creación de alianzas estratégicas, pues se contaba con ese antecedente sobre las necesidades locales y los vacíos de conocimiento.

Luego de concluida esta etapa, se obtuvo el contenido general de la guía, dividida en cinco módulos:

**Módulo I: Introducción**  
**Manejo de la Guía Comunitaria y Material de Capacitación, como usarlo.**

**Módulo II: Clima y Variabilidad Climática**  
**Mesa de trabajo, recordar el pasado**

**Módulo III: Gestión de Riesgo y Mapas de Riesgo Agroclimático**  
**Mesa de Trabajo, Elaboración de Mapa de Riesgo Comunitario**

**Módulo IV: Información y Prevención**

**Módulo V: Sistema de alerta temprana**

Para que el material sea de fácil manejo, el módulo de introducción indica la forma en que debe ser manejado el material diseñado, e incluso la coordinación logística que debe realizarse para organizar un taller.

13. Gustavo Wilchez-Chaux, 2006.

14. Marco de Referencia para el fortalecimiento de la capacidad de las Sociedades Nacionales, Cruz Roja Colombiana.

Cada capítulo de la Guía tiene explicaciones resumidas y claras a través de ejemplos prácticos. Cada capítulo cuenta con material visual de apoyo para explicar la idea central de ese módulo. También se cuenta con cartillas para cada uno promoviendo actividades grupales durante el taller. Se creó también una historieta a manera de caricatura para cerrar cada taller, la cual tenía una versión similar en un librito impreso que se entregaba junto con los demás materiales impresos. Todo este material se complementa para dar el taller de capacitación, y al tener piezas de apoyo visual no es imprescindible contar con un proyector infocus para dar el taller, puede organizarse sin necesidad de una computadora. Este esfuerzo integró los apoyos de otros cooperantes como el Consorcio ProVention, y el Programa DIPE-CHO, a través del V plan de acción.

Las piezas que integran este kit de capacitación son:

- **Guía para la preparación comunitaria:** Cuaderno guía para el capacitador, se encuentra la metodología a seguir para organizar los talleres, los integrantes que deben asistir, lugar, tiempo, desarrollo de cada módulo, manejo y orientación durante las mesas de trabajo.
- **Cartillas de Actividades:** Elementos complementarios de manera directa la guía, de un lado dan instrucciones de la actividad a desarrollarse, y del otro lado pautas para desarrollar la actividad.
- **Periódico el Temporal:** Periódico que resume de manera concisa los conceptos centrales de cada módulo de la guía. Elemento de consulta durante cualquier momento del taller.
- **Historieta:** Historia animada sobre prevención de desastres. Elemento adicional para fortalecer conceptos
- **Políptico:** Folleto informativo sobre consejos adicionales para cuidar nuestro entorno.
- **Calendario Lunar:** Entregado durante los talleres, calendario de pared.
- **Informativo de bolsillo:** Información de teléfonos de emergencia provinciales.

Además de las piezas arriba mencionadas, se entregó a los participantes carpetas y plumas y el material requerido para el desarrollo de las actividades.

De manera general, los talleres de capacitación tuvieron una etapa introductoria antes del desarrollo de los temas. Se explicó el desarrollo e implementación de sistemas de información. Luego se dio una introducción de conceptos básicos para familiarizar a los asistentes sobre la metodología y uso de herramientas del taller. Durante las mesas de trabajo, los asistentes aplicaron los conceptos a través de las actividades en grupo, intercambiando experiencias y vivencias para sintetizarlas en un cuadro de recuento histórico sobre un evento climático adverso de impacto local (mesa trabajo módulo II) y para elaborar un mapa de riesgo climático de su localidad, en el cual identificaron zonas de amenaza, zonas vulnerables, zonas de riesgo y propusieron posibles albergues temporales y rutas de evacuación (mesa trabajo módulo II).

Al final de cada taller, se entregó a cada asistente, un certificado, una guía comunitaria y material impreso de apoyo visual, incluyendo las cartillas para las mesas de trabajo contenidas en una carpeta para 10 personas. Es decir, cada asistente recibió una guía comunitaria y 10 carpetas para que puedan replicar el taller en cada una de sus localida-

des. Es importante recalcar que no es indispensable tener proyector o computadora para dictar el taller.



En el caso de los demás países Andinos, se trabajó en estrecha coordinación con cada SMN para el desarrollo de material de capacitación, respondiendo a las necesidades de cada área de intervención y acorde a las capacidades identificadas durante el mapeo. Se dio especial énfasis en la interpretación de los mapas de riesgo agro climáticos y los boletines propios de cada SMN los cuales fueron mejorados por el equipo del proyecto.

En los talleres se garantizó la presencia de los medios de comunicación, autoridades locales y contó con la participación de representantes de asociaciones gremiales, representantes de agencias de manejo de desastres, organismos de rescate, cámaras de producción, técnicos, asesores de autoridades locales, líderes comunitarios, entre otros.



Taller Nacional en instalaciones de PROSUKO. Comunidad Pucarami, Bolivia



Taller Nacional. Aragua, Venezuela



Brunildo y Magola, personajes de la serie "Comprendamos el clima para vivir con él"



Taller Nacional. Huancayo, Departamento de Junín, Perú

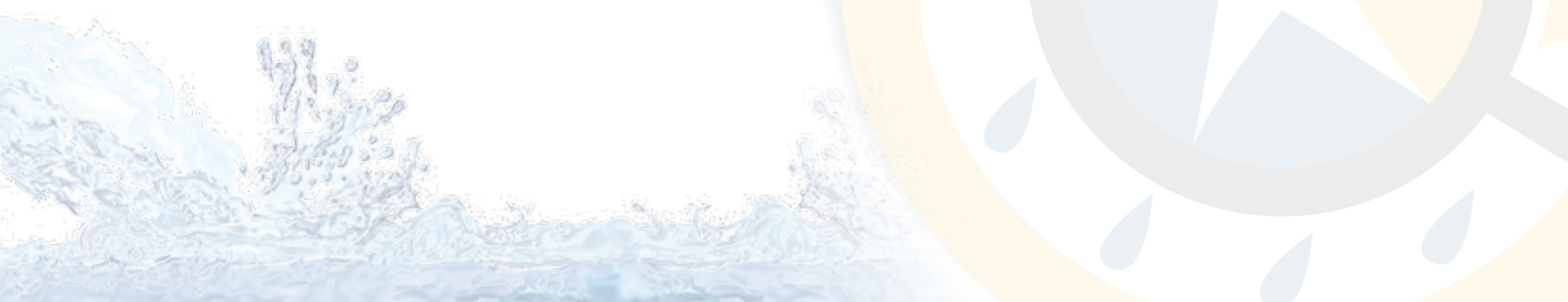
Taller Nacional. La Ligua, Región de Valparaíso, Chile





# CAPÍTULO VI

Fortalecimiento de  
capacidades en la región  
oeste de sudamérica



# CAPÍTULO VI

## 6.1 TALLER REGIONAL DE ENTRENAMIENTO EN MODELACIÓN CLIMÁTICA ESTADÍSTICA

El Taller Regional de Entrenamiento en Modelación Climática Estadística", se llevó a cabo los días 08 -13 de Octubre del 2007 en las instalaciones del Servicio de Meteorología de la Aviación Militar Bolivariana en Maracay, Venezuela. En el taller participaron 18 personas de los Servicios Meteorológicos Nacionales de Bolivia, Chile, Colombia, Ecuador, Perú y Venezuela. El Taller contó con la participación de dos entrenadores regionales: Lic. Ángel Muñoz (Venezuela) e Ing. Marco Paredes (Perú) quienes combinaron la fase teórica y práctica del curso que se fundamentó en la aplicación de la herramienta CPT (Climate Predictability Tool) desarrollada por el IRI. El Taller tuvo dos componentes: la instruccional y la aplicativa. Los resultados del Taller fueron: el pronóstico estacional para el trimestre Octubre-Diciembre 2007, con datos reales para cada país preparado por cada participante, el pronóstico Mensual y Bimensual para cada país presentado individualmente, el pronóstico estacional trimestral regional y la preparación de un documento discutido por los participantes sobre principios metodológicos y recomendaciones para la aplicación e implementación de la Modelación Climática Estadística en la Región.



Foto de los participantes del Taller Regional en Modelación Numérica Estadística (Maracay-Venezuela, 08-13 Octubre, 2007)

## 6.2 TALLER REGIONAL DE ENTRENAMIENTO EN MODELACIÓN NUMÉRICA PARA PREDICCIÓN CLIMÁTICA

El Taller Regional de Entrenamiento en "Modelación Climática Estadística", se celebró entre los días 19 y 24 de noviembre de 2007 en las instalaciones de la sede central del Servicio de Meteorología e Hidrología de Perú (SENAMHI) en Lima - Perú. En el taller participaron 14 personas de los SMHNs de Bolivia, Chile, Colombia, Ecuador y Perú. Los contenidos teóricos, ejercicios, metodologías y sesiones de prácticas fueron conducidos por el Lic. Ángel G. Muñoz Solórzano, profesor de la Universidad del Zulia (Venezuela).

El taller proporcionó a los participantes el marco teórico y práctico básico con el cual se preparó un plan de implementación en cada país para el desarrollo de los modelos CMM-5 y CWRF.



Participantes del Taller Regional en Modelación Numérica I (Lima, 19 al 24 de noviembre de 2007)



Entrenamiento en el uso del CMM5 y CWRF, por parte de los técnicos de los SMNs

## 6.3 TALLER REGIONAL DE ENTRENAMIENTO PARA LA ELABORACIÓN DE MAPAS DE RIESGO AGROCLIMÁTICO

El Taller Internacional "Metodología para la Elaboración de Mapas de Riesgo Agroclimático", se llevó a cabo los días 14 -19 de Enero del 2008 en las instalaciones de la Universidad Católica Santiago de Guayaquil en Guayaquil, Ecuador. En el taller participaron 6 personas de los Servicios Meteorológicos Nacionales de Bolivia, Chile, Colombia, Ecuador, Perú y Venezuela; 11 personas representantes de organismos gubernamentales y centros privados del Ecuador (INAMHI, INOCAR, SENPLADES, UCSG, MAGAP, MAA, CEDEGÉ). El Taller contó con la participación de los instructores, el Ing. Ángel Llerena, Ing. Harold Troya e Ing. Nadia Manobanda quienes combinaron la fase teórica y práctica del curso que se fundamentó en la explicación de la metodología y elaboración de mapas de riesgo para el sector agrícola. El Taller tuvo dos componentes: la instruccional y la aplicativa. Además se contó con la participación del Oc. Juan José Nieto en el manejo de la herramienta Surfer para la elaboración de mapas de pronóstico climá-

tico. Los resultados del Taller fueron: la elaboración de un mapa de riesgo agroclimático, con datos reales preparado por grupos de 4 participantes y la preparación de una presentación por grupo de participantes sobre los principios metodológicos y aplicación aprendidos además de recomendaciones para la extensión, difusión e implementación de la metodología a nivel local y regional.



Foto de los participantes del Taller Regional de Modelación Numérica de Tiempo y Clima II 26 -31 de Mayo del 2008

## 6.4 TALLER REGIONAL DE MODELACIÓN NUMÉRICA DE TIEMPO Y CLIMA II

El Taller Regional "Modelación Numérica de Tiempo y Clima", se llevó a cabo los días 26 -31 de Mayo del 2008 en las instalaciones de la Escuela Politécnica del Litoral (ESPOL) en Guayaquil, Ecuador. En el taller participaron 5 personas de los Servicios Meteorológicos Nacionales de Bolivia, Chile, Ecuador, Perú y Venezuela, así como 18 personas representantes de organismos gubernamentales de Ecuador (INAMHI, INOCAR, ESPOL, Instituto de Pesca). El Taller contó con la participación del Lic. Ángel G. Muñoz S. (Centro de Modelado Científico, CMC, de La Universidad del Zulia - Venezuela) como instructor, quien presentó el contenido en sesiones teóricas, y prácticas; las primeras versaron sobre fenómenos atmosféricos-oceanográficos y su intervención en el pronóstico de tiempo y clima, así como los fundamentos físico matemáticos relacionados, modelos globales y regionales, downscaling, y validación. En las sesiones prácticas, los asistentes pudieron comparar detalladamente las diferencias entre modelos y observaciones, y llevar a cabo sus propias ejecuciones en modo tiempo y clima de los modelos CMM5 y CWRF, alimentados con data del NNRP, GFS y del modelo CAM, que CMC tiene en modo operativo para efectuar los pronósticos regionales. Finalmente, vale resaltar que el Taller permitió crear oficialmente el Grupo Regional de Modelación (GRM), conformado por los presentes y con el apoyo de los Servicios Meteorológicos Nacionales.



## 6.5 TALLER INTERNACIONAL DE ENTRENAMIENTO EN PROCESAMIENTO DE DATOS CLIMATOLÓGICOS

El Taller fue organizado por CIIFEN y el Servicio de Meteorología de la Aviación Militar Bolivariana (SEMETFV), Los días 6 y 7 de Octubre de 2008. Los instructores del taller fueron la Dra. Pilar Cornejo y el Dr. Affonso Mascarenhas, Director del CIIFEN. Se impartieron técnicas de procesamiento, filtrado, control de calidad y homogeneización de series de tiempo así como la metodología para realizar análisis objetivo. Se revisaron tanto los conceptos teóricos como algunas herramientas (códigos en matlab) para tales fines. Los participantes tuvieron la oportunidad de trabajar sobre datos reales de sus países y efectuar los análisis al final del curso.



# CAPÍTULO VII

## Indicadores de impacto del proyecto



# CAPÍTULO VII

## BOLIVIA

En el Departamento de La Paz-altiplano Norte, Oruro-Altiplano Central y Potosí-Altiplano Sur, Bolivia, se realizaron las encuestas a Sindicatos Agrarios, Gobiernos Municipales Locales, pequeños Agricultores, ONGs locales, Entidades Crediticias, Ministerio de Agricultura (SIBTA), Ministerio de Tierras, Ministerio de Planificación, como línea base las cuales dieron como resultado que tan solo el **2%** tiene acceso a la información climática, mientras que el **98%** restante no tiene acceso a esta información.. Ésta fue la línea base establecida por el equipo del proyecto y SENAMHI. Los productos generados se difundieron mediante periódicos y radio principalmente. Una vez terminada toda la gestión del proyecto y finalizados los talleres nacionales en el Departamento de La Paz, se realizó una nueva encuesta enfocada a la población que no recibía información. Los resultados mostraron que del **98%** de población que inicialmente no tenía acceso a la información climática, el **5%** tiene ahora acceso a la misma. Además, del total de los encuestados, el **74%** utiliza los productos climáticos para la gestión agrícola de sus cultivos con diferente grado de aplicación.

## CHILE

En la V Región, Chile, las encuestas iniciales dieron como resultado, que el **62%** tiene acceso a la información climática, mientras que el **38%** restante no. Esta fue la línea base para el equipo del proyecto y DMC. Los productos climáticos se difundieron mediante periódicos, radio e internet principalmente. Una vez finalizado el trabajo y cumplidos los talleres nacionales en la V Región, se realizó una nueva encuesta. Los resultados mostraron que del **38%** de la muestra inicial, el **4%** ya lo tiene. Además, del total de los encuestados, el **67%** encuentra una aplicabilidad muy alta de los productos climáticos para la actividad agrícola. También se consultó sobre las principales fuentes de información climática siendo el periódico la mayor fuente con el **25%**, seguida por correo electrónico con el **21%**, celular con el **20%**, radio con el **18%** e internet con el **16%**.

## COLOMBIA

En el Departamento de Tolima y Sabana de Bogotá, Colombia, se realizaron las encuestas como línea base para 26 empresas productoras de flores en la Sabana de Bogotá y arroz en la zona central de Tolima, número que constituye el **10%** del total de empresas (260) establecidas en la región. Los resultados mostraron que el **60%** tiene acceso a la misma, mientras que un **40%** no tiene acceso a la información climática. Esta información fue tomada como línea base por el equipo de proyecto e IDEAM. Al final del proyecto y una vez finalizados los talleres nacionales, se realizó una nueva encuesta enfocada a la población, los resultados mostraron que del **40%** que al inicio del proyecto no tenían acceso a la información climática, el **33%** ahora lo tiene. Además, del total de los encuestados, el **70%** encuentra los productos climáticos muy útiles y aplicables para la actividad agrícola. También se consultó sobre las principales fuentes de información climática siendo IDEAM la mayor

fuentes con el **47%**, seguida de FEDEARROZ con el **38%**, Internet el **10%** y la radio el **5%**.

## ECUADOR

En las provincias de Manabí, Los Ríos y Guayas, Ecuador, se realizaron las encuestas iniciales las cuales dieron como resultado, que tan solo el **4%** tiene acceso a la información climática, mientras que el **96%** no tiene acceso a la misma. Esta información fue tomada como línea base por el equipo del proyecto e INAMHI. Los productos fueron difundidos mediante periódicos, radio, internet, telefonía móvil, correo electrónico y revistas especializadas del sector privado. Una vez terminada la gestión del equipo del proyecto y finalizados los talleres nacionales en las 3 provincias mencionadas anteriormente, se realizó una nueva encuesta. Los resultados mostraron que del **96%** que al inicio del proyecto no tenían acceso a la información climática, el **94%** tiene ahora acceso a la misma. Además, del total de los encuestados, el **87%** encuentra una aplicabilidad muy alta de los productos climáticos para la actividad agrícola. También se consultó sobre las principales fuentes de información climática siendo el periódico la mayor fuente con el **41%**, seguida por la radio con el **32%**, revistas especializadas con el **18%** y celular con el **9%**.

## PERÚ

En las ciudades de Jauja y Huancayo en el Valle del Mantaro, Departamento de Junín, Perú, se realizaron las encuestas iniciales. Se determinó que tan solo el **6%** tiene acceso a la información climática, mientras que el **94%** restante no la tiene. Esta información fue tomada como línea base por el equipo del proyecto y SENAMHI. Los productos fueron difundidos mediante periódicos, radio, internet y correo electrónico. Una vez terminada la gestión del equipo del proyecto y finalizados los talleres nacionales en las dos ciudades mencionadas anteriormente, se realizó una nueva encuesta. Los resultados mostraron que del **94%** que al inicio del proyecto no tenían acceso a la información climática, el **16%** tiene ahora acceso a la misma. Además, del total de los encuestados, el **83%** encuentra una aplicabilidad muy alta de los productos climáticos para la actividad agrícola.

## VENEZUELA

En las ciudades de Turén, Acarigua y Guanare del Estado Portuguesa, Venezuela, las encuestas realizadas como línea base por el equipo del proyecto dieron como resultado, que el **43%** tiene acceso a la información climática, mientras que el **56,8%** no tiene acceso a la misma. Esta información fue tomada como línea base por el equipo del proyecto y SEMETAVIA. Los productos fueron difundidos mediante internet, correo electrónico y periódicos de asociaciones agrícolas. Una vez terminada la gestión del equipo del proyecto y finalizados los talleres nacionales en las 3 ciudades mencionadas anteriormente, se realizó una nueva encuesta. Los resultados mostraron que del **56,8%** que al inicio del proyecto no tenían acceso a la información climática, el **45,55%** tiene ahora acceso a la misma. Ade-

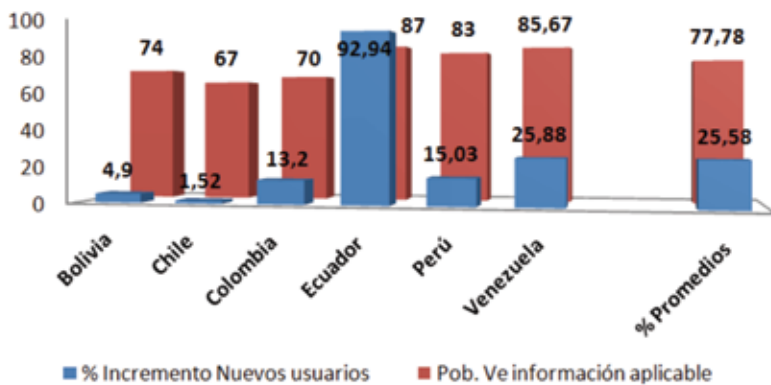
más, del total de los encuestados, el **85,67%** encuentra una aplicabilidad muy alta de los productos climáticos para la actividad agrícola de sus cultivos.

### INDICADORES DEL PROYECTO REGIONAL EN LAS ÁREAS DE INTERVENCIÓN

Las encuestas de línea base elaboradas durante la primera etapa del proyecto, indican que el porcentaje de población con información era en Bolivia el **2%**, Chile **62%**, Colombia el **60%**, Ecuador el **4%**, Perú el **6%** y Venezuela el **43,2%**. Al término del proyecto, las encuestas realizadas indican que la población con información era en Bolivia el **6,9%**, en Chile el **63,52%**, en Colombia el **73,2%**, en Ecuador el **96,24%**, en Perú con el **21,03%** y en Venezuela el **69,08%**.



Esto representa un incremento de nuevos usuarios en Bolivia del **4,9%**, en Chile el **1,52%**, en Colombia el **13,2%**, en Ecuador el **92,94%**, en Perú el **15,03%** y en Venezuela el **25,88%**. El incremento de usuarios a nivel de la región es del **25,58%** y la población que ve la información climática aplicable es del **77,78%** en la región Andina.







# CAPÍTULO VIII

## Lecciones aprendidas



# CAPÍTULO VIII

## IMPLEMENTACIÓN DEL NÚCLEO VIRTUAL DE APLICACIONES CLIMÁTICAS (NVAC)

- El desarrollo del NVAC, constituyó un trabajo en equipo, y aunque coordinado a distancia, tuvo resultados positivos. El unir a los países andinos y generar un banco de datos integrado, demuestra que es posible la creación de productos regionales y disponerlos para el público en general, pese a la distancia y las diferencias metodológicas.
- La creación de aplicaciones informáticas de alta calidad y disponibilidad son factibles realizarlas sobre herramientas Open Source, sin desmerecer en lo más mínimo su funcionalidad. Estas son una alternativa altamente confiable y que garantiza la permanencia de la aplicación en el tiempo.
- El acercamiento entre las herramientas informáticas basadas en WEB y el usuario final en general es posible, ofreciendo productos de fácil manejo y que provea información útil para las actividades de estos usuarios.
- La Base Regional de Datos Climáticos se convirtió en un elemento integrador como Bien Público Regional cuyas aplicaciones apenas comienzan. Esto fortalecerá el trabajo conjunto y coordinado de los Servicios Meteorológicos Nacionales y el CIIFEN así como el desarrollo de otras aplicaciones y la investigación científica.

## IMPLEMENTACIÓN DE MODELOS ESTADÍSTICOS PARA PREDICCIÓN CLIMÁTICA

- El no tener una metodología estandarizada, dificultó que las diferentes contribuciones nacionales a la predicción regional puedan ser integradas, demostrando en algunos casos inconsistencia. Esto se hizo evidente en resultados contradictorios entre países vecinos. El promover a través del proyecto la estandarización metodológica mejoró ostensiblemente esta situación, mejorando el pronóstico climático regional.
- El fundamento estadístico sobre la metodología de los terciles, correlaciones y combinaciones lineales no era un tema familiar en los usuarios del programa, por lo que sus perspectivas climáticas se basaban en ocasiones en evaluaciones subjetivas. El entrenamiento impartido permitió mejorar la comprensión estadística, matemática y física de la herramienta y la interpretación de sus resultados lo que contribuyó en el mejoramiento de este producto climático en los países.
- La modelación estadística motivó además que se deriven varios procesos de investigación dentro de los SMNs que permitirán a futuro mejorar la comprensión del sistema climático y consecuentemente la predicción a escala regional y nacional.
- Uno de los más grandes desafíos fue la uniformización de conocimientos relacionados al manejo de programas computacionales para predicción estadística usados en cada uno de los países, esta actividad fue un proceso progresivo en el campo de la modelación estadística que se realizó

mediante la visita a cada uno de los SMNs, los talleres de entrenamiento y las discusiones dentro de los dentro de los Foros Climáticos del Oeste de Sudamérica, apoyados por la Organización Meteorológica Mundial y coordinado por el CIIFEN.

## IMPLEMENTACIÓN DE MODELOS NUMÉRICOS PARA PREDICCIÓN CLIMÁTICA

- Esta actividad dentro del proyecto fue una de las que concitó el mayor interés por parte de los SMNs.
- Pese a que, en el alcance del proyecto se contemplaba sólo el inicio de experimentos en downscaling de modo retrospectivo y con un solo modelo regional, fue posible, trabajando coordinadamente, instalar y configurar en la gran mayoría de los países dos modelos regionales (CMM5 y CWRP) e inclusive, de modo adicional, iniciar la integración de los modelos en modo de pronóstico experimental.
- Si bien los experimentos programados se cumplieron a cabalidad, una asignación adicional de trabajo en cada SMN fue la obtención de la climatología con cada modelo. Efectivamente se trató de una tarea, si bien no complicada, pero que involucra un largo período de tiempo de cómputo hasta llegar a su fin, y que está relacionada con la disponibilidad de tiempo y capacidades computacionales existentes en cada Servicio Meteorológico y asociadas al Proyecto. Este trabajo se lo ha culminado en algunos países y en otros continúa en progreso.
- El haber articulado talleres de entrenamiento, con tareas concretas en casa SMN y el acompañamiento técnico correspondiente contribuyó al desarrollo de capacidades en modelación numérica en los SMNs de los 6 países.
- Para una implementación de esta naturaleza, un taller de entrenamiento no era suficiente. Los dos talleres realizados más las visitas itinerantes de acompañamiento permitieron lograr el avance obtenido.
- El proceso de implementación de los modelos numéricos en los SMNs tuvo dos elementos adicionales de apoyo: la constitución del Grupo Regional de Modelación Numérica que se constituyó en una instancia de intercambio y soporte mutuo durante el proceso y la implementación de un "Wiki" de ayuda con todos los insumos de apoyo y recursos de información en línea.

## IMPLEMENTACIÓN DE MAPAS DE RIESGO AGROCLIMÁTICO

- El desarrollo de los mapas de riesgo agroclimático implica un desarrollo interdisciplinario que junta a climatólogos, geógrafos, ingenieros agrónomos, sociólogos y programadores informáticos en una discusión común, no puede hacerse unilateralmente.
- Uno de los pasos fundamentales fue el desarrollo del modelo conceptual del riesgo agrícola que se iba a desarrollar. Más allá de la rigurosidad de las definiciones, debe tomar

se en cuenta la factibilidad de obtención de la escala y la fidelidad de la información. En este sentido, la calidad de la información final no está en función de la complejidad y número de variables involucradas sino en la solidez y disponibilidad de las variables que se van a utilizar.

- Este desarrollo implicó experimentación y validación mayormente basada en la experiencia de los expertos y los usuarios.
- Para este tipo de implementación, lo deseable hubiera sido tener dos talleres, uno para la discusión y validación del modelo conceptual y otro para entrenamiento en el diseño del SIG.
- El acompañamiento del equipo de proyecto a través de misiones itinerantes en cada país, fue decisivo para su implementación.
- Este tipo de herramientas requieren una unidad especializada de contraparte en los SMNs, especialmente para su sostenibilidad y mejoramiento continuo.

### IMPLEMENTACIÓN DE SISTEMAS LOCALES DE DISEMINACIÓN DE INFORMACIÓN CLIMÁTICA

- El lenguaje técnico de la información climática es difícil de ser convertido. El lenguaje nativo como el Aymara requiere un trabajo adicional. Debe ser vinculado con elementos culturales del conocimiento ancestral del clima.
- Trabajar con los SMNs de manera sostenida durante todo el proceso contribuyó a ver la necesidad de realizar esfuerzos adicionales para establecer protocolos de diseminación de los productos y servicios en consenso con los involucrados.
- El tiempo dedicado a la implementación de los sistemas de información en cada país fue subestimado. Se requirió más tiempo para consolidar las alianzas y contactos.
- La elaboración de encuestas de línea base y encuestas de medición final del proyecto debieron ser realizadas por un mismo grupo de técnicos para facilitar la medición e interpretación de los resultados.
- El trabajo de generar alianzas para conformar la red de distribución requirió más tiempo, fondos y personal en cada país. De hecho esta solo componente hubiera justificado un proyecto independiente por su complejidad y especialmente porque la articulación de personas, instituciones y otras organizaciones demanda tiempo, generación de confianza, contacto cara a cara y mucha paciencia.
- La época ideal para dar talleres de prevención y preparación en temas Hidrometeorológicos es antes de la época de lluvias en cada país cuando la expectativa por la información climática alcanza su mayor nivel.
- Durante el desarrollo del contenido del material de capacitación, la opinión de representantes de cada grupo de usuarios mapeados es importante para fortalecer la estructura de los contenidos.
- Luego de tener un mapeo de actores es adecuado iden-

tificar algunas características importantes de los actores, como son la influencia que posea sobre el grupo, afinidad con los temas que se tratan, grado de cooperación que posea o si se mantiene activo en el campo donde labora, por mencionar algunas. Con esto se podría configurar las relaciones interinstitucional o con la comunidad.

- Toma tiempo aceptar cambios en prácticas y comportamiento de los usuarios debido al uso de nuevas tecnologías.
- La confiabilidad de algunos sectores de desarrollo en los pronósticos climáticos es muy limitado aún, por lo que la generación de confianza a través del diálogo y la interacción son claves.





# CAPÍTULO IX

## Acciones futuras



## IMPLEMENTACIÓN DEL NÚCLEO VIRTUAL DE APLICACIONES CLIMÁTICAS (NVAC)

### Base de Datos Climática Regional

- Actualización de la información, mediante la adición de nuevos registros, según el Protocolo firmado por los SMNs.
- Aplicación de técnicas de análisis estadístico para el control y mejoramiento de la calidad de los datos.
- Adición de datos mensuales de Precipitación, Temperatura Máxima y Temperatura Mínima.

### Servidor de Mapas

- Actualización de la información por país, incluyendo información climática pronosticada y tipos de cultivos.
- Fomentar el uso de herramientas Open Source para la generación de productos SIG.

### Visualizador de Productos de Modelación Climática

- Publicación de productos de pronósticos para diferentes áreas y con diferentes modelos climáticos.

### Biblioteca Virtual

- Adición de nuevas publicaciones para consulta general, y presentaciones.

## IMPLEMENTACIÓN DE MODELOS ESTADÍSTICOS PARA PREDICCIÓN CLIMÁTICA

- Estandarización de criterios de validación y verificación de las predicciones estacionales.
- Mantenimiento de conferencias virtuales en forma mensual entre los participantes, y coordinados a través del CIIFEN o dentro de los temas de discusión en los Foros climáticos regionales.
- Compartir y expandir este proceso hacia otras regiones de Latinoamérica y el Caribe.

## IMPLEMENTACIÓN DE MODELOS NUMÉRICOS PARA PREDICCIÓN CLIMÁTICA

- Fortalecer el Grupo Regional de Modelación Numérica, gestionando recursos para que se pueda reunir con cierta frecuencia. Coordinar acciones con los SMNs, para asegurar el personal y las capacidades computacionales para continuar el proceso de implementación de los modelos hacia su fase operacional.
- Continuar preparando a técnicos de los SMNs en Modelación Climática.

## IMPLEMENTACIÓN DE MAPAS DE RIESGO AGROCLIMÁTICO

- Continuar con el mejoramiento de la metodología para la estimación del riesgo agrícola.
- Incorporar, información proveniente de sensores remotos en lo relacionado a capacidad de retención de agua de suelo, índice de vegetación y otras variables.
- Migrar el sistema actual completamente a Open sources.
- Incorporar al SIG nuevas herramientas de análisis espacial.
- Difundir la metodología internacionalmente.

## IMPLEMENTACIÓN DE SISTEMAS LOCALES DE DISEMINACIÓN DE INFORMACIÓN CLIMÁTICA.

- Replicar las experiencias con la compañía celular y la empresa repetidora en Ecuador en otros países.
- Extender el espacio en las revistas especializadas con las que se tiene convenios de cooperación, para brindar ahora un espacio con información dirigida exclusivamente a la comunidad rural.
- Incrementar el número de socios de la empresa privada para diseminar información.
- Realizar y difundir spots de alerta y mensajes cortos en prevención por radio y en ciertos espacios de televisión.
- Replicar las experiencias más destacadas de la región para proyectos piloto en otras áreas.
- Mantener el contacto con el mapeo de actores establecido a través de visitas, correo electrónico, talleres locales, videoconferencias, entre otros.
- Publicar la metodología utilizada y diseminarla a otras regiones.

# CAPÍTULO X

## Elementos de sostenibilidad







## IMPLEMENTACIÓN DEL NÚCLEO VIRTUAL DE APLICACIONES CLIMÁTICAS (NVAC)

- El NVAC, desde su concepción, fue planteado como un sistema sostenible en el tiempo, en las fases de desarrollo, mantenimiento y actualización.
- Arquitectura de software OpenSource: Con el fin de garantizar la sostenibilidad del NVAC, desde la etapa de planificación fue determinado el uso de software bajo licencia Open Source. Bajo esta filosofía, se evita en un futuro la renovación de licencias mediante pagos adicionales y se garantiza la permanencia y actualización de las aplicaciones en el tiempo.
- Acceso gratuito: El acceso a las aplicaciones del NVAC, es totalmente gratuito, cualquier usuario con conexión a internet puede acceder, visualizar y obtener información.
- Actualización de la información: Los usuarios autorizados de cada SMN, están en la capacidad de actualizar la información climática a medida que esta se genere, con esto se garantizan productos con la última información regional recopilada por los SMNs.
- La base regional de datos, implica costos de mantenimiento mínimos y el CIIFEN la seguirá administrando en coordinación con los SMNs.

## IMPLEMENTACIÓN DE MODELOS ESTADÍSTICOS PARA PREDICCIÓN CLIMÁTICA

- El proyecto regional permitió consolidar la formación de un grupo importante de técnicas de los 6 países de la región con capacidad para expandir la masa crítica de personas que manejen, entiendan y apliquen el CPT con éxito.
- El CIIFEN, como organismo internacional, con fuertes nexos a los SMNs, continuará promoviendo el mejoramiento del pronóstico estacional y las oportunidades de entrenamiento y asistencia técnica.

## IMPLEMENTACIÓN DE MODELOS NUMÉRICOS PARA PREDICCIÓN CLIMÁTICA

- Durante la ejecución del proyecto, el CIIFEN firmó un acuerdo de cooperación con el Centro de Modelación Científica de la Universidad de Zulia, actualmente también está trabajando con el CPTEC, COPPE de tal forma que los esfuerzos de modelación numérica se mantengan en la región.
- El Grupo Regional de Modelación Numérica y los recursos de información generados se ha convertido en recursos de apoyo para sostener técnicamente los esfuerzos de modelación numérica en cada país.

## IMPLEMENTACIÓN DE MAPAS DE RIESGO AGROCLIMÁTICO

- El CIIFEN mantiene una línea de asistencia técnica a todos los SMNs en cuanto a los Mapas de Riesgo para garantizar su sostenibilidad.
- Los Manuales generados y distribuidos a los SMNs, permiten trabajar en el SIG y efectuar cualquier modificación posterior.

## IMPLEMENTACIÓN DE SISTEMAS LOCALES DE DISEMINACIÓN DE INFORMACIÓN CLIMÁTICA

- Se ha obtenido un alto nivel de compromiso obtenido en los SMNs. Los mecanismos implementados para diseminar información a través de la empresa privada y medios de comunicación fueron entregados a los SMNs para que los integren en las actividades obligatorias del Servicio. Esta nueva ventana para los SMNs es una oportunidad para posicionar al Servicio como una buena fuente de productos y servicios desarrollados específicamente para el usuario final.
- El sector privado contribuye a sostener la iniciativa más allá de los vaivenes políticos o institucionales.



# ANEXOS



## PROYECTO ATN/OC 10064-RG

### “INFORMACIÓN CLIMÁTICA APLICADA A LA GESTIÓN DE RIESGOS EN PAISES ANDINOS”

#### PROTOCOLO DE ACCESO A LA BASE DE DATOS CLIMÁTICA REGIONAL

##### A. Antecedentes

Como parte del proyecto ATN/OC-10064-RG “Información Climática Aplicada a la Gestión de Riesgo en el Sector Agrícola de los Países Andinos”, financiado por el Banco Interamericano de Desarrollo, se desarrolló una Base de Datos Climáticos Regional, para la cual los Servicios Meteorológicos de los países participantes en el mencionado proyecto, Colombia, Venezuela, Perú, Bolivia, Chile y Ecuador, suministraron registros diarios y mensuales de precipitación, temperatura máxima y temperatura mínima, de un total de 173 estaciones meteorológicas, cuyas series de tiempo fluctúan entre los 30 y 50 años en promedio. La Base de Datos Climática se encuentra como una aplicación web en la dirección <http://vac.ciifen-int.org>.

##### B. Objetivos del protocolo

El objetivo del presente Protocolo es establecer un PROCEDIMIENTO acordado entre todos los Servicios Meteorológicos Nacionales de los países que intervienen en el proyecto ATN/OC-10064-RG para el manejo, publicación y actualización de la Base de Datos Climática Regional.

##### C. Protocolo

###### Visualización de Datos

1. La Base de Datos Climática Regional estará disponible vía web en la dirección <http://vac.ciifen-int.org>; podrá ser accesada libremente por el público en general, mostrándose los productos detallados en los ítems 2 al 5. En ningún caso se permitirá ver ni obtener desde la Base de Datos los datos diarios de los parámetros. En el caso que el usuario seleccione la opción de datos diarios, se mostrará la leyenda “Para obtener datos diarios, por favor contáctese con el Servicio Meteorológico Nacional correspondiente”.

2. La Base de Datos Climática contará con los parámetros de precipitación, temperatura máxima y temperatura mínima.

3. Los datos podrán ser visualizados por el público en general en los siguientes formatos:

- a. Gráficos espaciales: isoyetas e isolíneas georreferenciadas, gráficos sobre los bordes nacionales de los países o sobre un Modelo Digital del Terreno.
- b. Histogramas.
- c. Series de Tiempo.
- d. Texto plano.
- e. Formato CPT.

4. Los parámetros derivados a mostrar serán:

- |   |  |
|---|--|
| a. Gráficos espaciales:   | vii. Temperatura Máxima Promedio Anual.      |
| i. Anomalía de Precipitación Acumulada Anual.   | viii. Temperatura Máxima Promedio Periódica. |
| ii. Anomalía de Precipitación Acumulada Periódica.  | ix. Temperatura Media Anual.                 |
| iii. Anomalía de Temperatura Media Anual.   | x. Temperatura Media Periódica.              |
| iv. Anomalía de Temperatura Media Periódica.  | xi. Temperatura Mínima Promedio Anual.       |
| v. Precipitación Acumulada Anual.   | xii. Temperatura Mínima Promedio Periódica.  |
| vi. Precipitación Acumulada Periódica.  |  |
| b. Histogramas, Series de Tiempo, Texto plano y Formato CPT:  | vi. Máximo Anual.                            |
| i. Acumulado anual.   | vii. Máximo Bimestral.                       |
| ii. Acumulado Bimestral.  | viii. Máximo Mensual.                        |
| iii. Acumulado Mensual.   | ix. Máximo Trimestral.                       |
| iv. Acumulado Trimestral.   | x. Mínimo Anual.                             |
| v. Diario, en que aparecerá un mensaje con la leyenda “Para acceder a los datos diarios, por favor, consultar con los Servicios Meteorológicos Nacionales”. | xi. Mínimo Bimestral.                        |
|   | xii. Mínimo Mensual.                         |
|   | xiii. Mínimo Trimestral.                     |

5. Será posible visualizar la metadata de Estaciones Climatológicas, específicamente información de: País proveniente, Código local, Código WMO, Latitud y longitud de ubicación, Altitud, Fecha de instalación, y Rango de fechas para los cuales la estación cuenta con datos.

6. En cada uno de los gráficos se mostrará una leyenda que indique la fuente de los Servicios Meteorológicos que originan dicha información.

**Actualización y Modificación de Datos**

7. Cada Servicio Meteorológico Nacional enviará al CIIFEN la identificación del funcionario encargado de la actualización de la base de datos, y de un suplente (en caso de que fuera imposible comunicarse con el primero). La información de los funcionarios sería: Nombre, Cargo y el E-mail correspondiente.

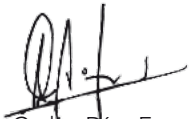
8. Basado en la información que envíe cada Servicio Meteorológico Nacional, CIIFEN creará los usuarios y passwords correspondientes y serán enviados a los funcionarios designados vía e-mail.

9. Se han establecido dos niveles de usuarios:

i. Usuario Administrador de la Base de Datos.

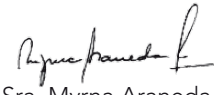
ii. Usuario por Países: Usuarios asignados para cada Servicio Meteorológico Nacional, que permita administrar todos los datos inherentes al Servicio Meteorológico correspondiente.

10. La actualización de la base de datos (adición, borrado, modificación de datos), estará a cargo de cada Servicio Meteorológico Nacional, mediante el registro de un usuario y una clave preasignada por el Administrador de la Base de datos, la cual será única por cada Servicio Meteorológico Nacional.



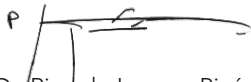
Ing. Carlos Díaz Escobar  
DIRECTOR NACIONAL  
Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología  
(SENAMHI)

Bolivia



Sra. Myrna Araneda  
DIRECTOR  
Dirección Meteorológica de Chile

Chile



Dr. Ricardo Lozano Picón  
DIRECTOR  
Instituto de Hidrología, Meteorología  
y Estudios Ambientales (IDEAM)

Colombia



Ing. Ms. Carlos Lugo  
DIRECTOR EJECUTIVO  
Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI)

Ecuador



Mayor General FAP (r) Wilmar Gamarra Molina  
DIRECTOR GENERAL  
Servicio Nacional de Meteorología e Hidrografía del Perú  
(SENAMHI)

Perú



Señor General de Brig. Av. Ramón de Jesús Viñas García  
PRESIDENTE III ZONA REGIONAL  
SERVICIO METEOROLÓGICO DE VENEZUELA  
(SEMETFV)

Venezuela



Dr. Affonso Mascarenhas Da Silveira  
DIRECTOR INTERNACIONAL

Centro Internacional para la Investigación del Fenómeno  
del Niño (CIIFEN)

## TÉRMINOS DE REFERENCIA DEL GRUPO REGIONAL DE MODELACIÓN NUMÉRICA

- 1) El grupo tiene por finalidad el intercambio libre de experiencias en investigación básica y diseño de aplicaciones, en la instalación, con los modelos numéricos para tiempo y clima en Latinoamérica.
- 2) El grupo implementará un programa divulgativo de los resultados de investigación básica y el desarrollo de aplicaciones y productos con modelos numéricos del tiempo y el clima por web y a través de un Boletín electrónico cuya frecuencia se determinará posteriormente.
- 3) Los miembros del Grupo tendrán como tareas básicas el competir sus experiencias operativas, desarrollos, eventos, tecnologías y demás información de interés para los propósitos del grupo.
- 4) El grupo contribuirá en la difusión de conocimiento, metodologías, aplicaciones y productos a través de la web y otros medios de difusión.
- 5) El Grupo será integrado por expertos de la región con conocimientos en modelación numérica y cuyo interés sea aplicarlos en la generación de pronósticos y/o investigación científica.
- 6) El Grupo promoverá el uso de los productos de los modelos en los sectores socio-económicos y ambientales.
- 7) Inicialmente el Grupo estará conformado por expertos de los países del Oeste de Sudamérica sin perjuicio que se adhieran a futuro más miembros de toda Sudamérica o América Central.
- 8) El Centro de Modelación Científica de la Universidad del Zulia, ejercerá la coordinación Técnica del Grupo y coordinará con los miembros, los horarios, modalidad y demás aspectos relativos al funcionamiento del grupo, así como la página web con el WIKI de modelación.
- 9) El CIIFEN, promoverá el grupo internacionalmente y buscará los recursos para que eventualmente pueda tener reuniones presenciales y/o pueda representar a la región en Foros internacionales así como el entrenamiento gradual de sus miembros.
- 10) La coordinación del Grupo podrá ser rotativa y su gobernanza revisada periódicamente conforme sea verificado su funcionamiento.

## INVENTARIO ALIANZAS ESTRATÉGICAS EN LA REGIÓN ANDINA

### PERÚ

- Ministerio del Ambiente
- Radio Programas Perú RPP
- Municipalidad Distrital de Acolla
- Semanario Enfocando La Semana
- Sin Pelos en la Pluma
- Tierra Fecunda
- Municipalidad Distrital de Tunan Marca
- Universidad Nacional de Huancavilca
- Municipalidad Provincial de Jauja
- Dirección Regional de Agricultura de Junín

### CHILE

- Radio Emisora Nexo Am y Libra FM
- Asociación de Agricultores de Quilotoa
- Comité de Paltas
- El Mercurio de Valparaíso
- Municipalidad de Quilotoa
- Empresa Periodística El Observador
- Secretaría Ministerial de Agricultura de la Región de Valparaíso
- Facultad de Agronomía de la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso
- Fundación de Comunicaciones, Capacitación y Cultura El Agro (FUDCA)

### BOLIVIA

- Prefectura del Departamento de La Paz
- El Diario S. A.

### VENEZUELA

- Empresa Agroisleña
- Asociación de Productores de Semilla Certificada de los Llanos Occidentales (APROSELLO)
- Asociación de Productores del Estado de Portuguesa (ASOPORTUGUESA)

### ECUADOR

- Editorial UMINASA
- Coordinadora de Radio Popular y Educativa del Ecuador (CORAPE)
- Cooperación de Desarrollo Regional de El Oro (CODELORO)
- Grupo Corporativo Agroindustrial (AGRIPAC)
- Corporación Nacional de Agricultores y Sectores Afines (CONASA)
- MOVISTAR, MESSAGE PLUS
- Municipalidad de Babahoyo
- Diario La Hora de Quevedo
- Radio Naval-INOCAR y 32 radiodifusoras
- Consejo de Desarrollo del Pueblo Montubio de la Costa (CODEPMOC)



## SISTEMATIZACIÓN DE CONOCIMIENTO TRADICIONAL REGIÓN ANDINA

### BOLIVIA<sup>1</sup>

#### La planta de Waycha



Observable desde septiembre hasta diciembre.

- Primera floración atacada por heladas.- no se recomienda la siembra
- Segunda Floración atacada por

heladas.- no se recomienda siembras intermedias.

- Tercera floración.- si ha terminado bien y forma pequeños frutos, se recomienda las siembras atrasadas o QHIPA SATAS.



#### La Thola

Si el lugar donde crece da mucho fruto, es buen lugar para la siembra.

#### La Sewenca

Planta que vive en las orillas de los ríos. Utilizada para pronosticar las épocas de siembra de papa y ayuda a tomar previsiones en la planificación de producción.

La floración en los meses de enero y febrero indica inicio de lluvias. La flori-

ción en los meses de abril y mayo indica fin de la temporada de lluvia.



#### Flor de Lirio

Observable desde septiembre hasta diciembre.

- Primera floración.- si dura solo un día, la siembra no será buena.

• Segunda floración.- si permanece alrededor de tres días, la segunda siembra será mejor que la anterior.

• Tercera Floración.- si permanece alrededor de una semana, la tercera siembra será mucho mejor que las dos anteriores.

#### El Huevo de LIQI LIQI

- Huevos de color verde oscuro.- habrá lluvias
- Huevos de color plomo.- año seco con pocas lluvias.

• Plumas del ave color verde brillante y canta ronco.- lluvia al día siguiente.

• Nido contruido con ch'iji y totora.- suficiente lluvia durante el año.

• Nido con piedras.- habría granizo.

• Nido con objeto de metal.- habría heladas.



#### Nubes

Observadas desde el 24 de junio hasta fines de septiembre.

• Nubes en cada feriado.- buen año

• Nubes en pequeños montones y dispersa.- no va a ser un buen año. Nevada.

• Nevada en mes de julio.- buen año.

• Nevada el 1er día de agosto.- muy buen año y las siembras tempranas serían mejores, o hay que adelantar las siembras.

• Nevada en mes de noviembre.- año con posible sequía.



#### Lluvia

• Lluvia antes de noviembre.- (desde la fiesta de San Andrés, 30 de noviembre) buen año

• No llueve en fiesta de San Andrés.- cae helada y mata las flores

#### Arco Iris (Kurmi)

• Kurmi arriba.- lluvias se calmarán

• Kurmi abajo.- seguirá lloviendo

#### Viento

• Viento el 13 de junio.- (San Antonio) muchas lluvias en febrero y marzo.

• Viento después del 13 de junio.- llovería retrasado, lluvias en marzo y abril.

• Viento fuerte.- mucha lluvia.

• Viento suave.- poca lluvia.

• Viento antes del 13 de junio.- lluvias se adelantarían.

#### Piedras (al levantar una)

• El 24 de junio (San Juan) hay escarcha o está bien escarchado.- habrá granizadas, heladas y nevadas.

• El 24 de junio (San Juan) solamente está mojado.- lloverá y será un año normal con lluvias normales.

• El 24 de junio (San Juan) está seco.- habrá sequía

1. Información proveniente del equipo del proyecto ATN/OC 10064-RG

**Mensaje de los Astros**

**Luna**

- Luna mirando al norte.- habrá llluvias
- Luna mirando al sur.- No habrá llluvias, pero si posibles heladas.
- Luna color medio amarillo.- habrá ventarrones.
- Luna saliendo con vista al norte y con puntas afiladas.- muchas llluvias
- Luna con arco iris a su alrededor.- llluvia al día siguiente.

**Sol**

- Al amanecer.- Arco iris a su alrededor, granizará en la tarde o habrá mucha llluvia.

**Lenguaje de las flores**



**La Qhut'a**

Florece en el mes de septiembre. Floración normal.- comienzo de siembra  
 Florece el 21 de septiembre hasta octubre.- indica siembre  
 Flores marchitadas por helada.- afectará los cultivos, no hay que sembrar papa.



**El Sank Áyu**

Floración desde agosto hasta 21 de septiembre.  
 Flor crece totalmente.- Habrá que sembrar papa y otros productos.  
 Flor marchita por helada.- no hay que sembrar.



**Qhala Qhawa**

Aparece en piedras o rocas.  
 Buen tamaño.- producción va a madurar.  
 Mas grande que las piedras en diciembre.- las heladas no afectarán en las chacras.



**Muña**

Florece en el mes de septiembre.- tiempo de siembra  
 "La muña también sirve para guarda la papa en el qáyru. Se pone en vez de la paja, como tiene un olor fuerte, no deja que entre los gusanos. Sobre

la muña todavía se puede echar ceniza mas, para que mas efectivo todavía....."

**Cacto**

Florece en el mes de septiembre hasta el mes de octubre sin que le queme la helada quiere decir buena siembra y buena cosecha

**Orco Orco**

Es una flor blanca o amarillo o rosadito, parecida a la cebolla, sin hojas, comienza a florecer en el mes de agosto lo que quiere decir que hay que sembrar antes. Si florece en el mes de septiembre, las siembras deben ser Qipa satas" (siembras tardes).

**Laqo**

Es una planta que vive en el agua, parecido a la lana. Cuando esta bien maduro (color mostaza) en el mes de octubre indica buena siembra. Si esta planta está de color café indica que va haber helada.

**El lenguaje de los Jamach'ís (Pájaros)**

**El Leqe Leqe**

- Es un pájaro que pone huevos y así nos puede indicar los tiempos.
- Si pone 6 a 8 huevos.- buen año.
- Si solo pone hasta 4 huevos.- no va ser buen año.
- Si hay en su nido piedras chiquitas.- habrá chijchis "granizada".
- Cuando hace su nido en las bajuras.- mucha llluvia.
- Cuando pone su nido en las alturas.- año seco.
- Cuando huevea en pampa pelado.- un año llluvioso.
- Para que sea un buen año, esta ave, incluso tapa con muchas cosas su nido. Si el año va a ser con mucho frío, el leqe leqe pone sus huevos en huecos para que sus huevos no tengan mucho frío.

**La Yaka Yaka**

Es un pájaro parecido al tucán, si grita fuerte y harto en la dirección del norte significa que va a llover.

Si grita mirando al sur.- puede que venga el netarrón del sur, también indica que no va llover, va a haber sequía, puede venir helada que puede "Kasurar" (quemar por el frío) los cultivos.

**El Ch'icta Jamach'**

Este pájaro para que sea un buen año, pone hasta 3 huevos en la punta de las pajas y las siembras deberán ser "nayra satas". Si pone los tres huevos a las mitas de las pajas quiere decir que las "taipi satas" serán buenas y el año tambien será bueno. Si va a ser un mal año solo pone 2 huevos en el suelo. KIWLA Es un pájaro parecido a la gallina y hasta de su tamaño. En grupos siempre están, empiezan a bailar y gritar rodeando las pajas y las tholas. Bailan hasta cansarse, si bailan en dirección al norte, significa que puede llover fuerte, si bailan en dirección del sur, no habrá llluvias hasta la nueva luna.





### El Kunujamachí

Para anunciar que a caer nevada, este pájaro forma grupos grandes y empiezan a tener un color medio amarillo.

Este pájaro aparece por agosto/septiembre, significa que va a caer nevada a

la papa del siguiente y puede causar la Janq'a y perjudicar las cosechas.



### El Hilacata Jamachí

Es un pájaro, que si aparece el día de la siembra y se posa en los alrededores, decimos que está paseando la parcela, indica que ya es tiempo de siembra. Cuando no viene este pájaro quiere decir que ya ha pasado la siembra. Si su

cabeza está de color medio café, indica que puede haber heladas.

### El Zorro

- El zorro es un indicador para saber la producción:
- Cuando aúlla bien claro.- no va a haber buena producción o la papa va a ser menuda.
- Cuando en pleno aullido se atora.- la cosecha de papa va ser bien.
- Cuando llora de la punta del cerro.- indica "nayra sata" (primera siembra o siembra adelantada).
- Si aúlla al medio de la ladera.- siembra taipí (siembra intermedia),
- Si aúlla en las pampas.- las siembras serán "qipa satas" (siembras atrasadas).
- Cuando ya es época de siembra, se vuelven como borrachos, están en busca de pareja para aparearse. Cuando llora para San Miguel (20 de septiembre) quiere decir que las siembras deben ser "nayra satas", siembras adelantadas.

### La Hormiga Sequimira

- Cuando se forma con alas y sale en grupos, significa que va haber heladas o sequías.

### El Qapurita o Tábano

- Cuando tiene alas malogradas, indica que la papa será atacado por las yajas, Si la qapurita está bien pintón, con el pecho amarillo, significa que el año será un buen año.

### COLOMBIA<sup>2</sup>

- **Las cabañuelas.** Creencia popular o costumbre de los agricultores de varias regiones del país, incluyendo los de la Sabana de Bogotá y del Tolima, utilizada para pronosticar las condiciones meteorológicas que se presentarían durante el año. Los campesinos observan con cuidado el

estado del tiempo durante los 12 primeros días de año (enero 1 a 12) y consideran que en enero predominará el tiempo que prevaleció el día 1, en febrero el que prevaleció el día 2 y así sucesivamente.

- **Las recabañuelas.** Similar al caso anterior, pero en este caso se asocia el estado del tiempo que se presenta entre los días 13 y 24 de enero, con las condiciones que se presentarían entre diciembre y enero (en orden inverso). De este modo, se vinculan las características atmosféricas del día 13 con las condiciones climáticas de diciembre, las del día 14 con noviembre y así hasta el día 24, cuyas condiciones las asocian con enero.

Al final hacen un recuento de las cabañuelas y las recabañuelas y se sacan conclusiones según la persistencia de las observaciones de los dos grupos de datos.

### • Refrán utilizado como guía de las fechas para realizar las siembras:

- "En marzo, hasta el zarzo, en abril, hasta el pretil, en mayo ni pa'l gallo".
- "Si diciembre es lluvioso y tormentoso, el año siguiente será más bien poco lluvioso".
- "Si caen heladas bravas en febrero, en el resto del año habrán buenas lluvias y las cosechas serán bonitas". Sabana de Bogotá.
- "Los días después de las heladas, vienen las lluvias". Sabana de Bogotá.
- "Si en el invierno las lluvias escasean, es porque esas lluvias caerán en el verano".
- "Cuando hay movimiento de luna, es casi seguro que llueve al otro día".
- "Los meses de julio, agosto y septiembre son de canícula, con el cielo enrojecido y los vientos y el calor encendidos".
- "Los viernes santos el cielo llora".
- "Los palos pa' madera se cortan en menguante".
- "Las matas pa' que crezcan mucho se siembran en creciente".
- "Trueno lejano, invierno cercano"
- "Trueno temprano no hace pantano".
- "Año de verano, año de poco grano".
- "Arreboles al atardecer, agua al amanecer".
- "Abril lluvioso, mayo hermoso".

### ECUADOR<sup>3</sup>

- Presencia de "días blancos" en la época lluviosa (cuando la luz solar presenta un color blanquecino).- habrá lluvia
- Cuando los días soleados (aumento de temperatura y la humedad) presentan picazón en la piel.- aguacero.
- Nubes en el mes de diciembre estaban muy abajo, densas y extendidas y hacia vientos.- sería un buen año o año cosechero.
- Si en el mes de octubre había presencia de lluvias aunque sea leve y se caía la flor del mango.- mal invierno por falta de lluvias.
- Arco iris arriba.- se van a calmar las lluvias,
- Arco iris abajo.- va a seguir lloviendo.
- Luna mira hacia arriba (el norte).- va a llover
- Luna mira hacia abajo (sur).- las lluvias serán escasas
- Luna de una coloración amarillenta.- fuertes vientos.
- Luna presenta un anillo que parece un arco iris a su alre-

2. Información proveniente del equipo del proyecto ATN/OC 10064-RG

3. Información proveniente del equipo del proyecto ATN/OC 10064-RG



dedor.- fuerte aguacero al día siguiente.

- Invierno comienza en cuarto creciente.- invierno será bravo, con exceso de lluvias, pudiendo llegar hasta el mes de junio, en la época seca.
- Días de creciente tales como las Candelarias o canduchas (febrero 2), Carnaval (marzo), San José (marzo 18), Domingo de ramos, Semana santa, Día de Dolores (abril 6), y para las Cruces (mayo 3).- caen aguaceros fuertes.

A continuación, un cuadro donde se describe la fraseología autóctona de los cultivos:

ETAPA FENOLÓGICA/ARROZ	FRASEOLOGÍA AUTOCTONA
SEMILLERO	Mancha
SIEMBRA	Siembra
GERMINACIÓN	Puyar
CRECIMIENTO	Paja/Pajoso
MACOLLAMIENTO	Hijear
ANTES DE FLORACIÓN	Preñado
FLORACIÓN	Florecido
LLENADO DE GRANO	Grano en leche/malecho
MADURACIÓN	Grano jecho
COSECHA	Coger
ETAPA FENOLÓGICA/ MAÍZ	FRASEOLOGÍA AUTOCTONA
SIEMBRA	plantar
GERMINACIÓN	reventar
CRECIMIENTO	canillero
ANTES DE FLORACIÓN	punta de lanza
FLORACIÓN	espigar
FORMACIÓN DE MAZORCA	señorita
LLENADO DE GRANO	diente de perro
MADURACIÓN	maízón
COSECHA	cogida
ETAPA FENOLOGICA/SOYA	FRASEOLOGIA AUTOCTONA
SIEMBRA	Siembra
GERMINACIÓN	Reventar
CRECIMIENTO	Crece-verdear
FLORACIÓN	Florear
FORMACIÓN DE VAINA	Envainado
LLENADO DE GRANO	Engranar
MADURACIÓN	Madurar
COSECHA	Cogida

Cuadro: Fraseología Autóctona de Cultivos.

## PERÚ<sup>4</sup>

### Plantas silvestres como indicadores

Existen numerosas plantas indicadoras de clima como la pulla pulla, el sancayo (Cactáceas), el chiji, el sipi sipi, (Geraniácea) y la carigua (leguminosa). Por ejemplo, el sancayo, es una planta silvestre en la que observan la floración. La primera floración ocurre entre los meses de junio y julio; la segunda, en agosto y la tercera en noviembre. Una señal de buen año es cuando la floración de esta planta es abundante en el mes de agosto. La floración abundante de otras plantas silvestres como el "chiji" indica un año de sequía. La "carigua" es otra planta silvestre muy importante para predecir el clima: lluvias, sequía y heladas. La floración anual de esta planta es un indicador de buen o mal año, así como también si la siembra debe ser temprana, intermedia

4. Información proveniente del equipo del proyecto ATN/OC 10064-RG

o tardía (Antúnez de Mayolo, Erik. 1976 y 1983). Pero también determinados campesinos experimentan con plantas silvestres y cultivadas para predecir el clima en el futuro (Enríquez, Porfirio y Prins, Cornelis. 1987).

### Rituales, redes sociales, diálogo comunal, intercomunal y regional

Es importante el análisis de la cultura ancestral y las redes sociales que hacen uso los productores andinos en el Valle del Mantaro para predecir los cambios climáticos, así como para determinar sus estrategias productivas con la finalidad de atenuar los efectos negativos de la variabilidad climática. Se trata de acentuar el proceso epistemológico de los productores para llegar a producir conocimientos predictivos.

### Conocimiento convencional sobre predictores climáticos

Desde muchos meses antes de la siembra, los agricultores mediante la observación y el diálogo con los demás miembros de la comunidad y el conocimiento de las plantas silvestres, van prediciendo cómo será el tiempo climático en el período de los cultivos. La profundidad del conocimiento de los indicadores climáticos y su capacidad de diálogo está relacionada con la capacidad de producir la diversidad de semillas en mayor cantidad y calidad. Relación que se establece también con la capacidad de predecir o utilizar prácticas e insumos de acuerdo a los tipos de plagas y enfermedades que afectarán a las plantas cultivadas.

Por ejemplo, si en cualquier año afectará a la papa en menor o mayor proporción el gorgojo de los andes u otra plaga. Estos conocimientos son intercambiados en redes sociales de cooperación compuestas por vínculos entre los expertos locales (miembros principales y secundarios) y los demás productores (hombres y mujeres). Vínculos que pueden ser desde muy densos a muy discretos, de flujos de ida y vuelta entre los miembros principales, secundarios y los demás miembros que conforman las redes de información e interpretación (Light y otros, 1992). Redes que tienen una amplitud que va desde los miembros de una familia hasta las relaciones (que pueden ser parentales, políticas, unilaterales y multilaterales) comunitarias, intercomunales, regionales y nacionales.

Una de las fuentes principales de los conocimientos para predecir el tiempo, para tomar decisiones de qué especies y variedades de semillas sembrar, etc. Es la observación de bioindicadores (plantas y animales) y los astros. Por ejemplo, en las zonas altas, a la planta silvestre "sancayo" (cactácea) observan su primera floración que se realiza entre los meses de junio y julio. La segunda en agosto y la tercera en noviembre. Una señal de buen año es cuando la floración de esta planta es abundante en el mes de agosto. Los campesinos asocian a esta planta mayormente como indicadora del futuro crecimiento de los tubérculos, principalmente de la papa. Cuando las flores de esa planta están destruidas en determinadas fechas en la estación de invierno, es señal de una mala producción de papa en el verano. Cuando la floración del sancayo es densa, indica que la cosecha de papa será abundante. Muy parecida es la indicación de la "pulla pulla", que es otra cactácea. La floración de esta planta indica la mejor fecha en que se deberá sembrar la papa amarga. Contrario a la señal del

sancayo es la floración de otras plantas silvestres como el "chiji", cuya floración abundante es indicación de un año de sequía en la época de cultivos. Otro ejemplo, cuando la floración de la "carigua" (planta silvestre) se inicia en agosto es indicador de que la siembra de cultivos agrícolas debe ser adelantada. Cuando la floración de esta planta es en setiembre la siembra debe ser intermedia; es decir, será un año normal. En un año de sequía la floración es a fines de octubre.

En las zonas intermedias y bajas: El conocimiento ancestral sobre la observación de los ríos y su comportamiento de los bioindicadores como las algas "mata mata", cuando existe está en buena cantidad y de color verde amarillento, quiere decir que el año va ser normal para la agricultura.

### Los animales silvestres como bio indicadores

En la zona agroecológica alta, la presencia de animales silvestres entre herbívoros y aves, da lugar a algo muy importante, el cual nos invita conocer el estado actual del clima, por ejemplo el ave "accallo", predice muy bien el tiempo diario, cuando canta alegre es por que va solear, mientras que cuando canta triste va llover intensamente.

En la zona agroecológica intermedia y baja: Los agricultores cuando perciben la presencia de la ave "Yulla", blanca parecido a la paloma, coincide con la lluvia del entorno y muchas veces con granizada y tormenta.

La presencia del "Taruca" o venado en las sub cuencas es un indicador para la buena producción agrícola de la campaña.

### Observación de las constelaciones y el ambiente en general

Los agricultores son muy observadores de las constelaciones en el cielo, ellos indican que la temporada de heladas comienza con la baja de la temperatura en las noches y la alineación de 7 estrellas llamadas "7 cabritos", entonces se preparan a procesar papa deshidratada "Chuño".

Por otro lado, los productores al observar el cielo en las tardes "cielo rojo" (crepúsculo), ellos lo equiparan como señal de sequías cortas o prolongadas. Cuando perciben un halo alrededor de la luna, también es un indicador de sequía.

Es importante indicar que, cuando los productores sienten amenaza de granizadas, comienzan a reventar cohetes aéreos, y en sus casas encienden sus "tullpas" (cocinas de barro) y echan sal para que explote. Mientras que en las zonas de llanura los pobladores, hacen sonar la campana, se organizan bailes "herranza" con los animales, se hace bulla, con el fin de disipar la granizada que amenaza.

## VENEZUELA<sup>5</sup>

### Las cabañuelas

El 31 de diciembre, a la 12 de la noche, se colocan a la intemperie, 12 granos de sal. Al día siguiente en la mañana, se revisan y se cuentan de izquierda a derecha, el número

de granos que se han disuelto al absorber la humedad del aire. Si por ejemplo se han humedecido los primeros 4 granos, significa que las lluvias comenzaran en abril, si son 5 en mayo, 6 en junio. Así sacan conclusiones sobre cuando se iniciará la temporada de lluvias y si el año se será lluvioso o seco.

### Aparición de insectos

Muchos agricultores sostienen que las lluvias están por iniciarse cuando comienzan a aparecer ciertos insectos, que generalmente lo hacen después de las primeras lluvias. Entre estas especies: El Bachaco Culón (*Atta* sp), Comejen (*Captotermes* spp), cucaracha, hormigas.

### El canto de las Aves

Cuando el Carrao, pequeña ave de la región llanera, canta, es porque el inicio de la temporada de lluvias está por comenzar.

### Conejos

También es indicio del inicio de lluvias, si al correr los conejos, levantan sus patas.

### Los árboles

Después de las primeras lluvias algunas especies florecen profundamente, entre ellas: Manirito, Apamate, Araguañey. En otros casos, enredaderas como el "Rasca mano", alargan sus raíces nuevas hasta casi tocar el suelo.

### La luna

La presencia de un halo blanquecino alrededor de la luna es síntoma de mucha humedad en la atmósfera y por tanto muchas probabilidades de que llueva. Igualmente muchos creen que cuando ocurre el paso de luna (a menguante) pueden ocurrir periodos de lluvias. Existe un almanaque (Rojas Hermanos), que se publica desde hace muchos años, que pronostica los periodos de lluvias, tomando en cuenta las fases lunares.

### Fechas religiosas

Existe la creencia que después del 3 de mayo, día de la cruz se inicia la temporada lluviosa. El 24 de junio, día de San Juan Bautista, seguro que llueve, según opinan muchos agricultores.

### La experiencia local

Los agricultores, que viven por muchos años en una localidad tienen una idea del inicio de lluvias, basándose en ciertas apreciaciones o cambios en el ambiente. El cambio de la dirección del viento del noreste hacia el sur, la presencia de nubes en ciertos sitios específicos de su entorno. La existencia de una red local de radio de las Asociaciones de productores, les ha permitido a algunos agricultores determinar si va a llover en su predio, cuando en ciertas fincas ubicadas en otros municipios está lloviendo.

### Fraseología autóctona del lugar

1. Vaina. Parte de la hoja que se abraza al tallo
2. Afrecho. Cáscara del grano de maíz o de otros cereales

5. Información proveniente del equipo del proyecto ATN/OC 10064-RG

3. Arepa. Especie de pan preparado con maíz (cocido, precocido o pelado), agua y sal.
4. Aguacero. Precipitación fuerte.
5. Acame de plantas: Volcamiento de plantas por acción del viento o por el peso de los granos.
6. Aguachinadas: Sectores del campo, donde el agua permanece mucho tiempo, provocando déficit de oxígeno que limita el crecimiento de las plantas.
7. Arquitectura de planta. Forma y tamaño de plantas.
8. Arrozal. Terreno sembrado de arroz
9. Apilar la vegetación: Reunir las plantas cortadas, en sectores, formando trincheras para luego quemarlas.
10. Barbas. Estilos de la inflorescencia femenina
11. Bachaquero. Lugar donde viven los bachacos.
12. Bicho: Término normalmente aplicado a insectos plagas.
13. Conuco. Siembras en asociaciones de varias especies vegetales, por lo general de poca extensión, cultivadas en forma manual.
14. Coñal: Campo enmalezado con predominio de malezas con espinas.
15. Costra: Capa superficial del terreno, endurecida por acción de las gotas de lluvia, que dificulta la germinación de las semillas.
16. Campesino. Pequeño agricultor, normalmente analfabeta.
17. Chancros. Manchas causadas por hongos en plántulas.
18. Charcos de agua. Sectores del campo donde el agua permanece estancada.
19. Chirivital: Campo de cultivo con mucha maleza.
20. Control aplicado. Medidas que el hombre adopta para disminuir o eliminar las malezas, plagas y enfermedades.
21. Día de Sombreo. Día con muy poca luminosidad.
22. Desyerbado: Acción de eliminar las malezas del campo.
23. Destronconado: Eliminar los troncos de árboles que quedan en el terreno, después de realizada la deforestación.
24. Fertilización en bandas: Aplicación del fertilizante al lado de la hilera de plantas, por debajo del sitio de colocación de las semillas.
25. Granos vanos: Granos vacíos.
26. Hijos: Tallos subterráneos cuya yema terminal crece al principio vertical y luego vertical, dando origen a un nuevo tallo.
27. Hoja bandera: Hoja que cubre la panícula del sorgo.
28. Mata. Planta
29. Malezas. Planta que crece donde no es deseada o planta fuera de lugar
30. Maizal. Terreno sembrado de maíz.
31. Malezas pegadas. Después del deshierbe, si existe humedad las malezas pueden seguir creciendo.
32. Mazorca: Inflorescencia femenina del maíz.
33. Melao. Líquido azucarado que excretan los áfidos.
34. Panoja. Terminación del tallo principal, donde se asientan las flores masculinas.
35. Plantas rastreras. Plantas que crecen horizontalmente sobre la superficie del suelo.
36. Plantas trepadoras o volubles. Plantas con tallos oblicuos capaces de trepar sobre otras plantas.
37. Plaga: Cualquier organismo que perturbe o afecte el desarrollo y el crecimiento de un cultivo.
38. Plaga casual: Cuando la plaga se halla en estado de emigración o migración
39. Plaga crónica: Cuando la plaga está presente todo el año en el cultivo.
40. Paja: Monte, malezas donde predominan las gramíneas.
41. Plantas marchitas. Plantas que muestran síntomas de falta de agua.
42. Pie de rastra: Horizonte compactado originado al preparar el terreno a la misma profundidad.
43. Ralo: Con baja población de plantas
44. Rastrojo: Restos de cosecha del cultivo anterior.
45. Resurgencia: Situación en que la población de una plaga aumenta después de haber recibido aplicaciones de algún plaguicida.
46. Riego por moje: Aplicación rápida del agua, sin permanecer estancada en los paños de riego.
47. Siembra a mano al voleo: Siembra realizada por personas, que esparcen la semilla sobre el terreno con las manos.
48. Siembra al voleo con maquina: La siembra se realiza con un implemento, que esparce la semilla en forma de abanico.
49. Siembra a chorro corrido: Colocación de las semillas, en hileras, juntas unas al lado de otras.
50. Siembra directa: Establecimiento del cultivo sin disturbar el terreno, realizado con sembradoras apropiadas para realizar esta labor.
51. Siembra en agua: Establecimiento de la semilla de arroz en suelo que ha sido previamente inundado.
52. Siembra de seco: Establecimiento del cultivo solo en el periodo de lluvias.
53. Plaga casual: Cuando la plaga se halla en estado de emigración o migración
54. Plaga crónica: Cuando la plaga está presente todo el año en el cultivo.
55. Paja: Monte, malezas donde predominan gramíneas.
56. Tumbiar la vegetación: Cortar las plantas, para su posterior eliminación.
57. Plantas marchitas. Plantas que muestran síntomas de falta de agua.
58. Veneno: Término aplicado a los agroquímicos.
59. Malezas pegadas. Después del deshierbe, si existe humedad las malezas pueden seguir creciendo.
60. Rastrojo: Restos de cosecha del cultivo anterior.
61. Resurgencia: Situación en que la población de una plaga aumenta después de haber recibido aplicaciones de algún plaguicida.
62. Ralo: Con baja población de plantas.
63. Vaina: fruto de leguminosas
64. Semilla almidonada: Semilla establecida en sectores del campo, con exceso de humedad, afectada por hongos del suelo, que le dan una apariencia blanquecina.
65. Semilla pregerminada: Semilla que ha sido sumergida en agua por 12 horas, y luego se encuba por 48 horas para promover la emergencia de la raíz.
66. Soca: Restos de la cosecha de aquellos cereales, que al ser cortados, emiten tallos secundarios en la base del tallo.
67. Suelo fangueado o batido: Terreno que ha sido preparado bajo condiciones de inundación, con implementos adecuados para tal fin (rastras en V, ruedas de hierro con paletas, azadón rotativo).
68. Suelo pulverizado: Terreno con excesivos pases de rastra, quedando una granulometría muy fina.
69. Siembras de "norte": A salidas del período de lluvias.
70. Semilla hinchada: Semilla que ha absorbido humedad del suelo.
71. Surcos con salida de cola: Surcos largos para riego de superficie, sin tapas de tierra que limiten el libre flujo del agua.
72. Tablón. Franja de tierra sembrada de sorgo, maíz, etc.
73. Tusa. Eje central de la mazorca.

- 74. Tumar la vegetación: Cortar las plantas, para su posterior eliminación.
- 75. Veneno. Término aplicado a los agroquímicos.
- 76. Vaina: Fruto de las leguminosas.
- 77. Viviparidad: Germinación de las semillas en la panícula, por acción de lluvias extemporáneas.



- Aldrian, E., 2009.** Regional Climate Information for Risk Management (needs). World Climate Conference 3, white paper N°12.
- Andrade, A. (ed), 2007.** Aplicación del Enfoque Ecosistémico en Latinoamérica. CEM-UICN. Bogotá, Colombia. 1-89.
- Anthes, R.A. and T.T. Warner, 1978.** Development of hydrodynamic models suitable for air pollution and other mesometeorological studies. Mon. Wea. Rev., 106, 1045-1078.
- Brown, C. and Hansen, J.W., 2008.** Agricultural Water Management and Climate Risk. Report to the Bill and Melinda Gates Foundation. IRI Tech. Rep. No. 08-01. International Research Institute for Climate and Society, Palisades, New York, USA. 19 pp.
- Cardona, O., 2005.** Indicadores de Riesgo de Desastres y de Gestión de Riesgos. Banco Interamericano de Desarrollo, Departamento de Desarrollo Sostenible, División de Medio Ambiente. 1-53.
- Colle, B. A., and C. F. Mass, 2000.** The 5-9 February 1996 flooding event over the Pacific Northwest: sensitivity studies and evaluation of the MM5 precipitation forecasts. Mon. Wea. Rev, 128, 593-617.
- Colle, B. A., C. F. Mass, and D. Ovens, 2001.** Evaluation of the timing and strength of MM5 and Eta surface trough passages over the Eastern Pacific. Weather and Forecasting, Boston, MA, 16(5): 553-572.
- ESPOL, 2009.** Aplicación de Técnicas SIG, Sensoramiento Remoto y análisis multitemporal para la detección de Impactos Antropogénicos en la cobertura de suelos y su proyección para el 2010. Caso de Estudio: Estuario de Santos (Brasil). Revista Tecnológica ESPOL. 1-7.
- Fernández, M., 1996.** Ciudades en Riesgo, Declaración Ambiental, Riesgos Urbanos y Desastres. LA RED.
- Ferradas, P., 2006.** Metodologías y Herramientas para la Capacitación en Gestión de Riesgo de Desastres. INDECI-Instituto Nacional de Defensa Civil, Soluciones Prácticas-ITDG.
- Geraldo, M., 2003.** Hacia una Cultura de Prevención de Desastres, desde la Educación. Memoria del Seminario Taller Internacional sobre Prevención y Atención de Desastres en la Educación, Lima, Perú.
- Kaipi, K., et al. 2005.** Gestión de Riesgo de Amenazas Naturales en Proyectos de Desarrollo. Serie de Informes de Buenas Prácticas del Departamento de Desarrollo Sostenible, Banco Interamericano de Desarrollo. 1-55.
- Marti Ezpeleta, A., 1993.** Cálculo del Riesgo de Adversidades Climáticas para los Cultivos: Los Cereales de Verano en Montenegros. Dpto. de Geografía y Ordenación del Territorio, Universidad Zaragoza.
- Martínez, R., 2008.** Users Liaison in RCOF Position Paper. International Expert Review Meeting on Regional Climate Outlook Forums, Arusha, United Republic of Tanzania.
- Martínez, R., 2009.** Regional Climate Information for Risk Management (capacities). World Climate Conference 3.
- Maskrey, A. (ed). 1998.** Navegando Entre Brumas, La aplicación de los Sistemas de Información Geográfica al Análisis de Riesgo en América Latina. LA RED. 1-11.
- Martínez, Rodney, 2006.** Gestión de la información y servicios de predicción climática para la reducción de impactos en el sector agrícola en Sudamérica. Campañas, 8-15.
- Miao, J.-F., D. Chen, and K. Wyser, 2006.** Modelling Subgrid Scale Dry Deposition Velocity of O<sub>3</sub> over the Swedish West Coast with MM5-PX Model. Atmospheric Environment 40 (3): 415-429.
- Oficina de los Estados Unidos de Asistencia para Desastres en el Exterior, USAID, 2007.** Evaluación de Daños y Análisis de Necesidades Nivel Toma de Decisiones.
- Michalakes, J.; Dudhia, J et al. 2004.** The weather Research and forecast model: Software architecture and performance. 11th ECMWF workshop on the Use of High Performance Computing in Meteorology, Reading U.K.
- Pereira Fo., Augusto J. Crawford, Kenneth C. Stensrud, David J., 1999.** Mesoscale precipitation fields. Part II: Hydrometeorologic modeling. Journal of Applied Meteorology, Boston, MA, 38(1): 102-125.

**Power, Scott, Plummer, N., Alford, P. 2007.** Making Climate Model Forecast more useful. Australian Journal of agricultural Research. 58: 945-951.

**Power, Scott, Sadler, Brian, and Nicholls, Neville. 2005.** The Influence of Climate Science on Water Management in Western Australia Lessons for Climate Scientists. BAMS-86-6-839.

**Santillán, G., 2005.** Manual para la Prevención de Desastres y Respuesta a Emergencias. La experiencia de Apurímac y Ayacucho. ITDG.

**Randall E et al.** A beginner's guide to structural equation modeling pg. 38.

**Suárez-Mayorga A.M. (ed.). 2007.** Guía del administrador de información sobre biodiversidad. Sistema de Información sobre Biodiversidad de Colombia -SiB-, Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Bogotá D.C., Colombia, 74 pp.

**Sutherland, W., et al. 2009.** One Hundred Questions of Importance to the Conservation of Global Biology Diversity. Society for Conservation Biology. 1523-1739.

**Tarbell, T.C., T.T. Warner and R.A. Anthes, 1981.** The initialization of the divergent component of the horizontal wind in mesoscale numerical weather prediction models and its effect on initial precipitation rates. Mon. Wea. Rev., 109, 77-95.  
UNIDR, 2009. Terminología sobre Riesgo de Desastres.

**United Nations Organization, 2001.** Tools to Support Participatory Urban Decision Making Process: Stakeholder Analysis. Urban Governance Toolkit of HABITAT program.

**United Nations, UNEP, 2007.** Biodiversity and Climate Change. International day for Biological Diversity. 1-48.

**Villagrán De León, J., 2006.** Vulnerability. A conceptual and Methodological Review. United Nations University Institute for Environment and Human Security. Series UNU – EHS No. 4.

**UNISDR, 2009.** Terminología sobre Reducción de Riesgo de Desastres 2009 para los conceptos de Amenaza, vulnerabilidad y riesgo.

**Wilches-Chaux, G., 2007.** Conceptos Básicos sobre Gestión de Riesgo y Seguridad Territorial.

**Wilches-Chaux, G.** Brújula, Bastón y Lámpara para trasegar los caminos de la Educación Ambiental. Ministerio del Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, República de Colombia.

**Xiao, Q., W. Guo, and X. Zhou, 1996.** Preliminary results from numerical experiments of a heavy rain process with PENN STATE/NCAR MM5, Advance in Atmospheric Sciences, 13(4), 539-547.

**William H. Press.** Numerical recipes: the art of scientific computing pg. 349.

**Yucel, I., W. J. Shuttleworth, X. Gao, and S. Sorooshian, 2003.** Short-Term Performance of MM5 with Cloud-Cover Assimilation from Satellite Observations, Monthly Weather Review, 131, 1797-1810.

