

CAPITULO 13

EL PRONOSTICO METEOROLOGICO

1. METODOS DE PRONOSTICO:

Actualmente existen diferentes métodos para realizar un pronóstico. El método que un pronosticador utilice depende básicamente de su experiencia, la cantidad de información disponible, del nivel de dificultad que presenta la situación y del grado de exactitud o confianza necesaria en el pronóstico.

El Método de la persistencia (Hoy es igual a mañana)

Es la manera más simple de hacer un pronóstico, este método asume que las condiciones atmosféricas no cambiarán en el tiempo. Por ejemplo si hoy es un día soleado con 20° C, por éste método se asume que mañana será soleado y con 20° C, también. Si 2 mm de precipitación cayeron hoy, se asume que 2 mm. caerán mañana.

Este método trabaja bien cuando los patrones atmosféricos cambian poco y los sistemas en los mapas del tiempo se mueven muy lentamente. Este método trabaja bien para pronósticos de temperatura en Lima, donde este parámetro varía muy poco. Por lo tanto, si las condiciones cambian significativamente de un día a otro, el método de la persistencia falla y no es el mejor método para pronosticar.

El Método de la tendencia (Usando matemáticas)

Este método involucra el cálculo de la velocidad de centros de altas y bajas presiones, frentes y áreas de nubes y precipitación. Usando esta información el pronosticador puede predecir donde se espera estas características en un tiempo futuro. Por ejemplo si se observa un sistema de tormentas a 1000 Km, moviéndose a una velocidad de 250 Km por día, usando el método de tendencia se puede predecir que este sistema llegara en 4 días.

El uso de este método para predecir dentro de un lapo de tiempo corto es conocido como “**Nowcasting**” y es frecuentemente usado para predecir precipitación. Por ejemplo si hay un línea de tormentas a 60 km. al oeste de nuestra posición y moviéndose con dirección sureste a 30 km. por hora, podríamos predecir que esta llegará en 2 horas. El método de la tendencia trabaja bien con sistemas que se mueven en la misma dirección y a la misma velocidad por un largo periodo. Si los sistemas aceleran, desaceleran, cambian de intensidad o dirección, este método no trabajará bien.

El Método climatológico

El método climatológico es otra forma simple de realizar un pronóstico. Este método involucra el uso de promedios estadísticos de las variables atmosféricas, acumulados de muchos años. Por ejemplo si se quiere predecir como estará el tiempo para un 28 de julio en Lima , se podrían usar los datos promediados de los

registros de todos los 28 de julio de varios años, conocidos como "Normales" (diarias), y usar esta información para pronosticar este día.

Si esos promedios computaron 19° C y 0,0 mm de lluvia en Lima, entonces por este método se pronosticaría 19° C y 0,0 mm de lluvia para ese día.

El método climatológico trabajará bien mientras que los patrones climatológicos sean similares para la fecha escogida, pero si los patrones son diferentes (se tiene un comportamiento anómalo en la fecha escogida) este método fallará.

El Método análogo

El Método Análogo es un método algo complicado. Supone examinar el escenario del pronóstico actual y recordar un día en el pasado en el cual el escenario meteorológico fue muy similar (un análogo). El pronosticador podría predecir que el tiempo en este pronóstico será muy similar al ocurrido en el pasado.

Por ejemplo, si observamos que hoy es un día caluroso y un frente frío se esta aproximando. Ud. recuerda que la semana anterior tuvo un día caluroso y un frente frío aproximándose, arrojó unas fuertes tormentas que se desarrollaron en la tarde. Por lo tanto Ud. podría predecir que el actual frente arrojará unas fuertes tormentas en la tarde de hoy.

Este método es muy difícil debido a que es virtualmente imposible encontrar un análogo perfecto, varias características del tiempo raramente se repiten en el mismo lugar, donde ellos fueron anteriormente observados, aún más, pequeñas diferencias entre el tiempo actual y el análogo, pueden conducir a resultados muy diferentes al esperado. Aunque, si se archivan muchas condiciones meteorológicas, existen mejores posibilidades de encontrar un análogo, por lo que las condiciones de pronosticar con este método mejoraría.

2. PREDICCIÓN NUMÉRICA DEL TIEMPO (Numerical Weather Prediction -NWP)

La predicción numérica del tiempo, usa complejos programas de cómputo, conocidos como modelos numéricos de pronóstico, que procesan ("corren") datos en supercomputadoras y proporcionan predicciones de las variables meteorológicas, tales como la temperatura, presión atmosférica, viento, humedad y precipitación.

Un modelo numérico es un conjunto de ecuaciones matemáticas cuya solución requiere de métodos numéricos. Las ecuaciones básicas de un modelo numérico del tiempo son aquellas que rigen el movimiento del aire (horizontal y vertical), conservación de la masa y la energía, las transformaciones termodinámicas, los procesos de formación y desarrollo de las nubes, etc. Los métodos numéricos más comunes usados para resolver el sistema de ecuaciones diferenciales en derivadas parciales (modelo numérico del tiempo) son: diferencias finitas, métodos espectrales y elementos finitos.

Asimismo debemos tener en cuenta que tenemos dos clases de modelos, el barotrópico y el modelo baroclínico.

El Modelo Barotrópico

Una atmósfera es barotrópica si no existen vientos térmicos; en este modelo no se tiene en cuenta el tipo de desarrollo de ciclones o anticiclones y tiene otras restricciones como:

Después del tiempo $t = 0$, el movimiento del aire viene gobernado tan sólo por la inercia que posee en el instante $t = 0$, lo que equivale a decir que no se tiene en cuenta cualquier aportación de nueva energía.

El movimiento se supone que es totalmente horizontal y no divergente, de modo que cada partícula conserva su vorticidad absoluta inicial durante su movimiento; la vorticidad viene medida a través de los vientos geostroficados.

El Modelo Baroclínico

Los modelos posteriores se encaminaron a eliminar las múltiples restricciones que tenía el modelo barotrópico y en particular, han sido utilizados diversos modelos baroclínicos, en los que se tienen en cuenta las condiciones existentes a dos o tres niveles; de esta forma se toman en consideración los desarrollos sinópticos asociados a los vientos térmicos. En la actualidad se han hecho esfuerzos en el sentido de incluir en el modelo influencias tales como la topografía, calentamiento superficial, rozamiento, e intercambios de calor latente.

3. ECUACIONES QUE GOBIERNAN LOS MODELOS NUMÉRICOS:

El Movimiento horizontal

La segunda ley de Newton dice que la aceleración de una partícula es igual al vector suma de las fuerzas que actúan sobre el cuerpo. Esto es el principio de la conservación del Momentun.

Las principales fuerzas en la atmósfera son: la fuerza que actúa en el aire debido a la Presión y la Fuerza de Coriolis. La Fuerza de Coriolis (aceleración) es una aceleración aparente que el aire posee por la rotación de la tierra. Si una parcela de aire se mueve entre 2 puntos entonces su desplazamiento relativo a la superficie de la tierra se curvaría y tendería hacia la izquierda en el hemisferio sur.

La Ecuación hidrostática

La aceleración hidrostática es una expresión relacionada a la variación de la presión con la altura. La componente vertical de la Fuerza de Coriolis en las ecuaciones verticales del movimiento es muy pequeña comparada con las fuerzas de gran escala como el gradiente de presión y la gravedad que actúan en esta dirección. En muchos de los modelos se asume el equilibrio hidrostático.

La Ecuación Termodinámica

La 1ra. Ley de la Termodinámica puede ser enunciado como la cantidad de calor adicionado al sistema es exactamente balanceado, por el trabajo realizado en incrementar su volumen y el cambio de su energía interna. Esta es una expresión del principio de la conservación de energía, con la cual el cambio en la energía dentro de un sistema es igual a la transferencia neta de la energía a través de las capas del sistema.

La Ecuación de Continuidad

Esto es el principio básico de la Conservación de la Masa con lo cual el estado de la materia no se crea ni se destruye.

La Ecuación del Estado

La ecuación del estado relaciona 3 principales variables termodinámicas, presión, densidad y temperatura para un gas perfecto. Sin embargo, un perfecto gas no existe pero los gases reales como la atmósfera podemos asumir que obedecen estas ecuaciones.

La Ecuación de Vapor de H₂O

Esta ecuación describe el camino en el cual la cantidad de vapor de agua en una particular parcela de aire cambia como un resultado de la advección, de condensación o evaporación.

4. PARAMETRIZACIONES FISICAS DE LOS MODELOS:

Hay muchos procesos que ocurren en la atmósfera tales como evaporación de la humedad de la superficie terrestre, formación de nubosidad y precipitaciones, o por ejemplo el recorrido del flujo del aire a través de las montañas. La representación de aquellos procesos en la atmósfera es conocido como parametrizaciones físicas, algunas de las cuales se realizan en los modelos numéricos.

La Radiación

La atmósfera está manejada por la radiación solar, entonces una representación exacta de los procesos radiativos es esencial para el modelo de pronóstico de tiempo. La radiación en la atmósfera está dividido en onda corta y onda larga.

La onda corta es la radiación solar que ingresa a la atmósfera y puede ser absorbido por nubes, gases atmosféricos y superficie terrestre o reflejado de nuevo al espacio. El flujo de onda corta depende del ángulo zenital (varía de acuerdo a la latitud, estación y tiempo del día), nubosidad y el albedo de la superficie.

La radiación en onda larga es aquella emitida por nubes, y otras superficies la que depende de la cantidad y temperatura del objeto y su emisividad.

Los efectos de cada componente de la atmósfera en la radiación (vapor H₂O, Co₂ y Ozono) son diferentes, en cuanto a la absorción del flujo en onda larga. En muchos modelos la radiación de onda larga está considerada en 6 bandas y la onda corta en 4 bandas.

La Nubosidad y precipitación a gran escala

Los modelos sostienen valores fraccionales de cobertura nubosa conjuntamente con valores separados de vapor de agua en las nubes y hielo, esto es kilos de agua/ hielo en las nubes por kilos de aire húmedo dentro de la nube.

La evaporación y la condensación del vapor de agua desde las capas más bajas permitirán, el enfriamiento o calentamiento del medio ambiente a través del intercambio de calor latente. A temperatura de -9° C y por debajo de esta, todo el contenido de las nubes es hielo, con una mezcla de agua y hielo entre -9° y 0° C, la proporción de hielo disminuye con temperatura más altas. El ascenso dinámico es el proceso más importante que conduce a la formación de nubes en el modelo, pero las nubes pueden asimismo formarse a través del enfriamiento radiativo y el transporte turbulento. En la figura 2 se presenta el diagrama de las nubes y precipitación a gran escala.

La Convección y precipitación convectiva

Un modelo de nubosidad es utilizado para representar la convección de cúmulus y cumulonimbus, en el cual se considera corrientes ascendentes y una precipitación inducida por corrientes descendentes.

Se realiza una prueba para la inestabilidad convectiva: si la temperatura potencial de cualquier nivel es más alta que el nivel superior la convección se inicia. La convección continuará mientras el aire dentro de la nube continúe siendo caliente. Antes que la nube se deforme completamente en el nivel donde parte del aire cesa de ser caliente, la masa restante, calor, vapor de agua y nube con agua/ hielo se mezclan completamente dentro del ambiente en la parte superior de la nube. Se utiliza un simple modelo de nubes para representar plumas convectivas dentro del cuadrado de la cuadrícula, y se diagnostica precipitación dentro de ese cuadrado si:

- (i) El líquido de la nube y el contenido del hielo excede una cantidad importante
- (ii) La profundidad de la nube excede un valor crítico.
- (iii) Todo este esquema varía dependiendo del tipo de modelo.

Este valor está determinado en 1.5 Km. sobre el mar y 4 Km. sobre la tierra. Sin embargo, si la temperatura en el tope de la nube es menor que -10° C la profundidad crítica se reduce a 1 Km. sobre la tierra o el mar. Así como la precipitación a gran escala, el esquema de convección permite la evaporación y la conversión a líquido de la precipitación.

5. CONFIABILIDAD DE UN PRONÓSTICO NUMÉRICO DEL TIEMPO:

Las ecuaciones matemáticas de un modelo numérico del tiempo pueden ser resueltas en una región limitada o en el globo entero. Cuando es en una región limitada se llama MODELO REGIONAL, cuando es en el globo entero se le llama MODELO GLOBAL.

La capacidad del hombre para predecir el tiempo con anticipación de 24, 48, 72 horas o más, es muy limitada. Se podría decir que es casi imposible de predecir el tiempo con varios días de anticipación. Sin embargo a través de un MODELO GLOBAL se puede tener pronósticos confiables hasta con una semana de anticipación. La confiabilidad es mayor para periodos de tiempo menor que 5 días, y en regiones de latitudes medias, tales como Estados Unidos, Argentina, Sur de Brasil, Europa, Rusia, etc.

La habilidad (skill) de un Modelo Global para hacer buenas predicciones del tiempo depende de varios factores. Por ejemplo: las condiciones iniciales; condiciones de superficie; tipos de parametrizaciones de los procesos de superficie, radiación y la convección; la resolución del modelo; el tipo de método numérico usado; etc. En general un modelo Global complejo que incluye todos los procesos físicos solamente puede ser corrido en una supercomputadora como la CRAY, IBM, SX-3 o SX-4. De esta forma, en las latitudes medias podemos tener pronósticos confiables hasta con una semana de anticipación. En las regiones tropicales como Perú, Colombia, parte Norte y Central de Brasil, Cuba, India, etc, la confiabilidad de estos modelos disminuye.

Un modelo numérico regional es muy útil para el pronóstico del tiempo con alta resolución (desde 500-600 m hasta 60-100 Km.) y con antecendencia de 48 horas. Estos modelos son más confiables que los modelos globales, y no necesariamente requieren de un supercomputador.

La confiabilidad de un modelo numérico depende también de la cantidad y calidad de datos que son proporcionados al modelo como condición inicial. Esto implica que para el Perú existe la necesidad de tener la mayor cantidad de estaciones meteorológicas de superficie y de altura.

6. LOS MODELOS NUMERICOS:

El Modelo MRF (Medium Range forecasting) y de Aviación (AVN)

El MRF como el AVN son modelos espectrales, los modelos tienen una parametrización física completa, que incluye el calentamiento convectivo, precipitaciones a gran escala así como la evaporación y caídas de gota de lluvias. El MRF produce diariamente un análisis global para las 4 horas sinópticas principales y un pronóstico global válido para 240 horas basadas en la información de la 00UTC.

El AVN produce diariamente un análisis global para las 00:00 y 12:00 UTC y un pronóstico global para 72 horas. Ambos modelos son utilizados en el Senamhi, el primero es obtenido través del WAFS.

El Modelo del Centro Europeo (ECMWF)

El sistema de asimilación de datos consta en un análisis de interpolación óptima multivariable y es un modelo normal no lineal de inicialización. El modelo de pronóstico es una formulación espectral en la horizontal, con una truncación angular de 213 ondas y con 31 niveles en la vertical.

Los esquemas de parametrización física comprenden la inicialización de la convección profunda y llana, asimismo un esquema de radiación. El ECMWF produce diariamente un análisis global para las 4 horas sinópticas y un pronóstico global válido para 240 horas basadas en la información de las 12 UTC.

El Modelo UKMET

Es un modelo global, prácticamente es poco utilizado en el país, tiene una resolución de 1.25° longitud con 0.833° en latitud, con 19 niveles y con humedad calculada en los 16 primeros niveles. Se corre dos veces al día y tiene validez para 6 días.

7. LA PREDICCIÓN NUMÉRICA HIDROMETEOROLÓGICA EN EL SENAMHI:

El SENAMHI cuenta desde fines del año 2000, con el Centro de Predicción Numérica - CPN, oficina encargada de desarrollar modelos numéricos para el pronóstico del tiempo, el clima y la hidrología de nuestro país, colocándose al nivel de los servicios meteorológicos más modernos del mundo. Este centro nace en el marco del proyecto "Mejoramiento de la Capacidad de pronóstico y Evaluación del Fenómeno El Niño y Mitigación de desastres en el Perú" financiado por el Banco Mundial. Con ello se pretende contar con herramientas objetivas y útiles al momento de realizar el análisis para el pronóstico y consecuentemente prevenirnos de eventos extremos tales como el fenómeno El Niño.

El mejoramiento tecnológico brindado por dicho proyecto, ha permitido al SENAMHI incrementar su número de estaciones de trabajo con plataformas UNIX, en las cuales se ejecutan el procesamiento de datos y la generación de información realizada por los modelos numéricos usados en el CPN.

3 workstations Compaq Alpha DS20E (Banco Mundial)
1 Procesador 21264 ALPHA 667 MHZ
1 Disco de 9.1 GB SCSI HOT SWAP 10K rpm
1 RAID SCSI
1 GB de Memoria RAM
6 Slots PCI



2 workstations Compaq Alpha ES40 (Banco Mundial)
4 Procesadores 21264 ALPHA 667 Mhz.
1 Disco de 18.2 GB SCSI HOT SWAP SBB 7200 rpm.
1 RAID Ultra SCSI 02 GB de Memoria RAM



1 workstations Compaq Alpha XP1000 (Recurso Propio)
1 Procesador Alpha 500 Mhz
1 GB de Memoria Ram
1 HD de 9 GB
5 slots PCI



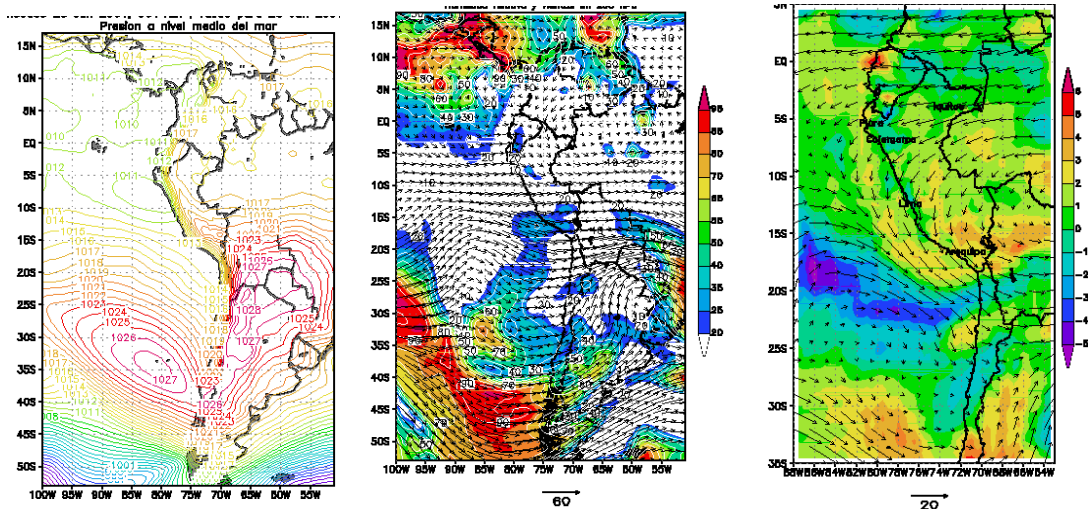
El CPN agrupa los modelos en tres áreas básicas: Modelos de tiempo, modelos climáticos y modelos hidrológicos. Todos ellos con el objetivo común de detectar en corto, mediano y largo plazo condiciones atmosféricas que evidencien la presencia de un evento como el fenómeno El Niño en nuestro país, permitiendo pronosticar donde y con qué intensidad se presentarían las lluvias más fuertes, o detectando zonas potencialmente inundables ante el incremento de los caudales de los principales ríos peruanos, etc. Los productos de los modelos numéricos tienen además una amplia variedad de aplicación de gran confiabilidad y utilidad en la planificación en las áreas de agricultura, transporte comercio, etc.

El Modelo ETA-SENAMHI

La implementación del modelo regional ETA en el SENAMHI, se da en marzo de 1999, actualmente este modelo esta corriendo operacionalmente una vez al día desde julio del 2000 para dos resoluciones horizontales: 25 Km. en el dominio Perú y 48 Km. en el dominio Sudamérica, utilizando las salidas de los modelos americanos de aviación (AVN) y WAFS como condiciones iniciales y de frontera.

La obtención y descarga de las condiciones iniciales vía FTP dura aproximadamente cinco horas y media, mientras que el tiempo de procesamiento es de una hora. Se tiene proyectado que a fines del año 2001, se podrá correr en cuatro procesadores en paralelo, permitiendo reducir este tiempo en una cuarta parte.

Asimismo, la adaptación del modelo ETA a la elevada topografía de los Andes, representaba un problema significativo en el cálculo de la precipitación convectiva pronosticada, con la asesoría del Dr. Mesinger (NCEP) se mejoró el pronostico de lluvias acumuladas con valores más cercanos a lo real y las salidas son generadas en GRADS y publicadas en la web del SENAMHI diariamente.



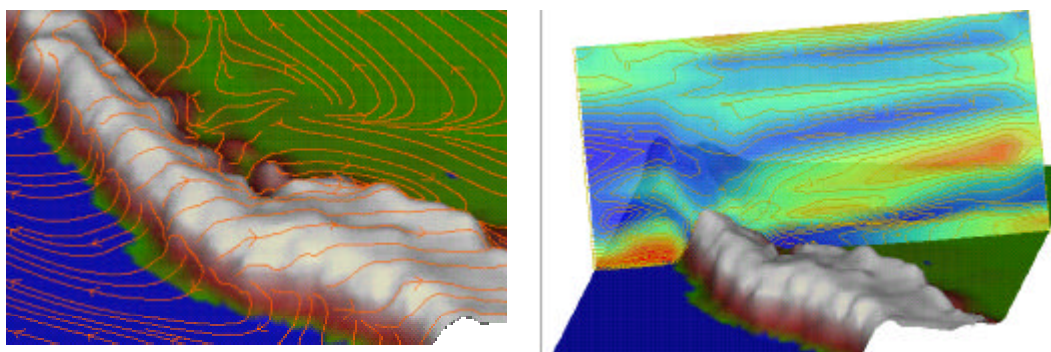
El Modelo RAMS

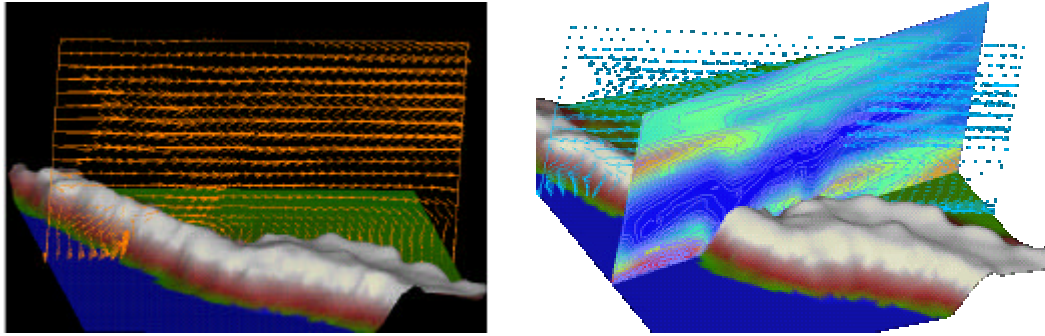
El Regional Atmospheric Modeling System (RAMS), es un modelo muy versátil, que permite bajar la resolución a menos de un kilómetro, pudiendo ser aplicado en la simulación de la dinámica de la atmósfera en áreas muy reducidas, desde ciudades hasta plantas industriales o estadios de fútbol.

En la actualidad, el modelo está en prueba de operación, habiéndose ya hecho uso de él para estudios específicos a solicitud, en áreas pequeñas y con muy buenos resultados pues permite alcanzar altas resoluciones.

Las condiciones iniciales y de frontera son tomadas del modelo AVN, asimismo el esquema de asimilación numérica que posee nos permite incorporar información de la nueva red de estaciones automáticas de radio y de sondaje con las que cuenta hoy en día el SENAMHI.

Para las salidas generadas además del visualizador GRADS, hemos incorporado el uso del programa VIS5D, el cual nos permite generar campos en tres dimensiones, siendo esto de gran utilidad en las tareas de evaluación de la circulación atmosférica real.

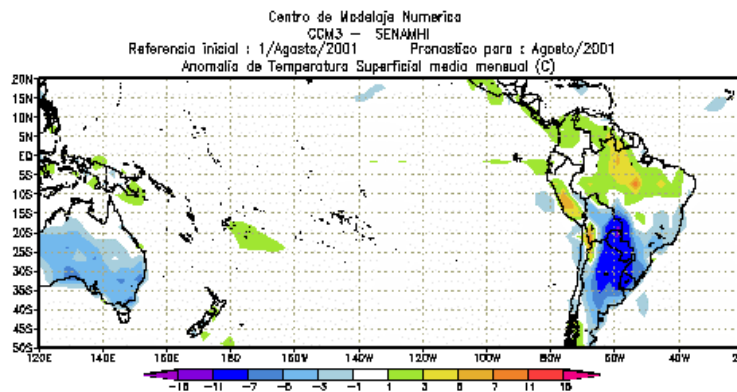


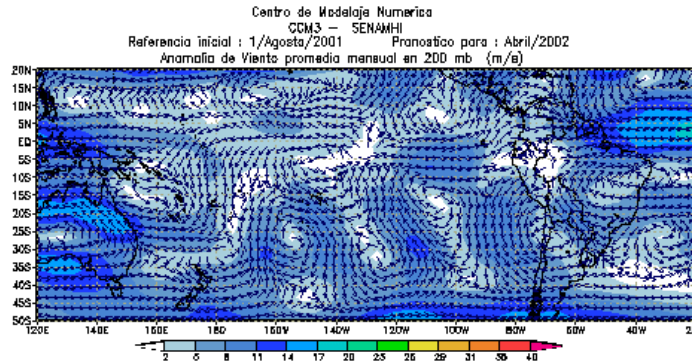
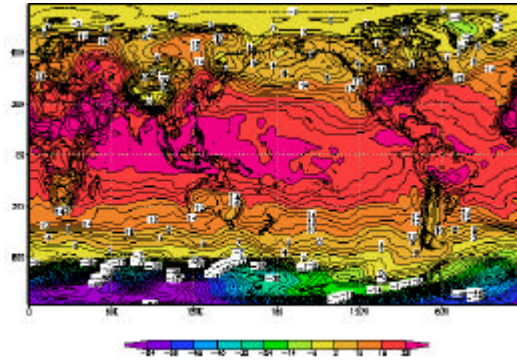


El Modelo Climático CCM3

El centro ha implementado el modelo CCM3, el cual es un modelo climático global acoplado océano-atmosférico-tierra, es decir, consta de dos modelos integrados en uno sólo, al cual se le inicializa con temperaturas de agua de mar. La importancia de este modelo es que permite pronosticar con meses y hasta años de anticipación la eventual presencia de un evento extremo de escala global como son el fenómeno El Niño o La Niña, eventos que van desde fuertes sequías a tormentas, permitiendo la planificación de las principales actividades económicas del país.

Actualmente, se encuentra en fase de prueba, posee una resolución de 2.8° en latitud y longitud y es inicializado con temperatura de agua de mar pronosticada de REYNOLDS. Se han realizado pruebas de validez para años con eventos El Niño. Sin embargo aun queda mucho trabajo por realizar, aplicando técnicas necesarias para mejorar la resolución espacial de este modelo utilizando el “downscaling” con el modelo RAMS y reducir la incertidumbre con el uso de múltiples corridas ensambladas.





Modelos Hidrológicos:

El Modelo Sacramento-HFS:

Es un sistema de pronóstico hidrológico, adaptado del “Hydrological Forecasting System” (HFS) utilizado en EEUU por la National Weather Service. Este modelo está operando y genera caudal diario y máximos instantáneos pronosticados con una anticipación de hasta 5 días para la cuenca del río Rímac, uno de los más importantes ríos en Lima ciudad capital. Este modelo hidrológico utiliza pronósticos de lluvias del modelo ETA senamhi.

El Modelo Sacramento-EHF:

Modelo ensamblado EFS, proporciona pronósticos a largo plazo hasta para cuatro meses del caudal del río Rímac.

El Modelo HEC RAS:

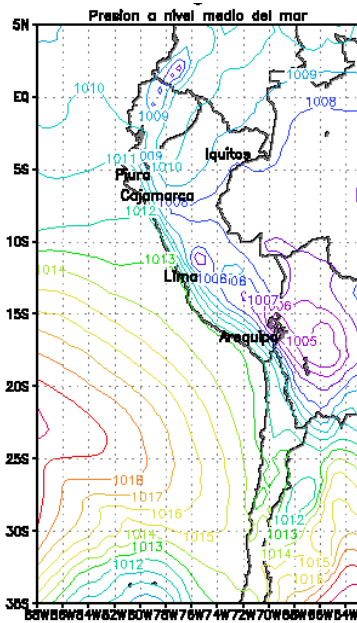
Realiza simulaciones de áreas inundables, detección de zonas de desborde, etc. Esta información permite una efectiva administración de recursos hídricos así como para mitigar los efectos de desastres naturales en zonas vulnerables.

8. DESCRIPCIÓN DE ALGUNOS RESULTADOS GRÁFICOS DE LOS MODELOS:

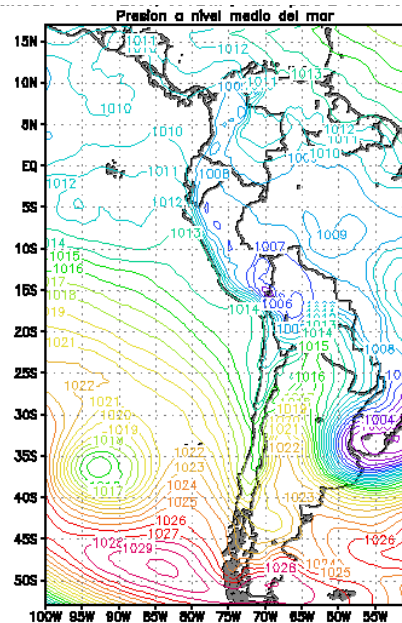
Presión atmosférica en superficie / espesor entre 1000 – 500 hPa

Este producto puede ser obtenido través de los modelos regionales como globales. Permite observar los sistemas de presiones (altas y bajas presiones), que por lo general las altas presiones están asociadas a buen tiempo y las bajas a mal tiempo.

Un fuerte gradiente de presión, indica mal tiempo y grandes velocidades de viento; una zona de isobaras distendido indican un flujo homogéneo de viento asociada a buen tiempo. Asimismo las cuñas están asociadas a buen tiempo y las vaguadas asociadas a mal tiempo.



MODELO ETA – SENAMHI
PRESIÓN AL NIVEL DEL MAR – PERU

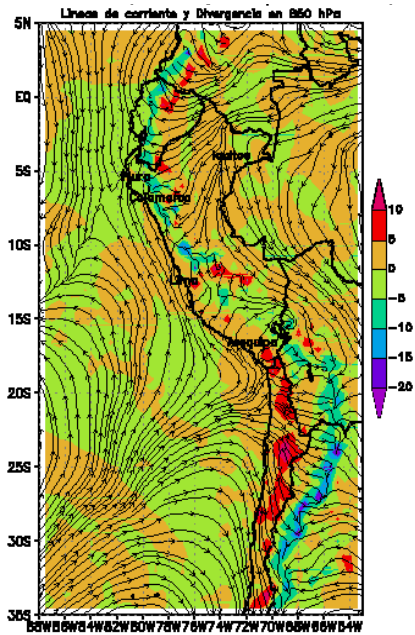


MODELO ETA – SENAMHI
PRESIÓN AL NIVEL DEL MAR - SUDAMERICA

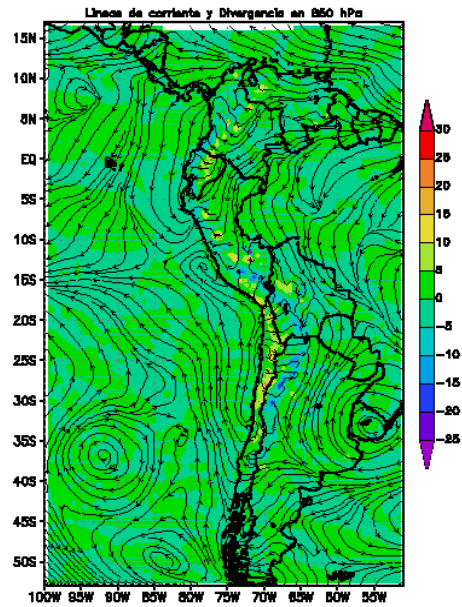
Viento Horizontal en Niveles Bajos (850 hPa)

Este modelo muestra convergencia y divergencia de vientos. En áreas de convergencia observamos zonas nubosas y tiempo lluvioso, mientras en áreas de divergencia observamos actividad anticiclónica y relativamente buen tiempo.

La coloración de los vientos está relacionada a su velocidad la cual puede ser observada en la escala correspondiente.



MODELO ETA – SENAMHI
VIENTO HORIZONTAL EN 850 hPa – PERU

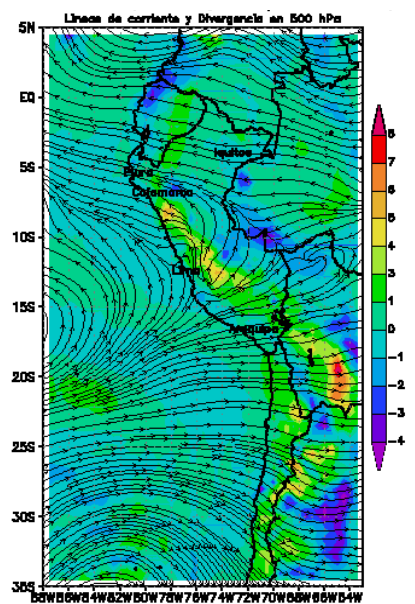


MODELO ETA – SENAMHI
VIENTO HORIZONTAL EN 850 hPa - SUDAMERICA

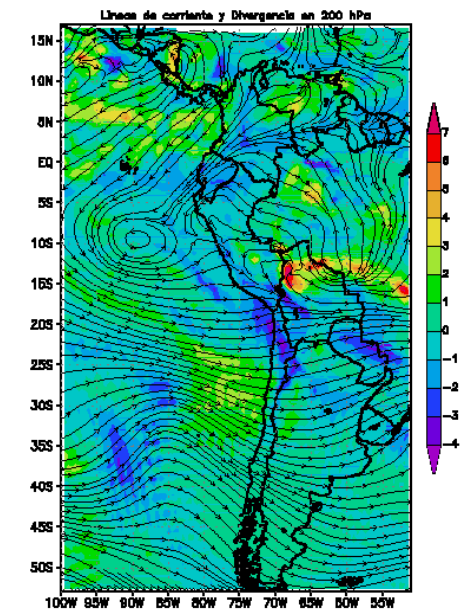
Viento Horizontal en Niveles Altos (200, 500 hPa)

Este modelo muestra convergencia y divergencia de vientos en los niveles altos de la atmósfera. La convergencia generalmente se asocia al aire en descenso que impediría la formación de nubosidad generadora de precipitación mientras la divergencia generalmente se asocia a aire en ascenso que ayudaría a la formación de nubosidad generadora de precipitación.

La coloración de los vientos está relacionada a su velocidad la cual puede ser observada en la escala correspondiente.



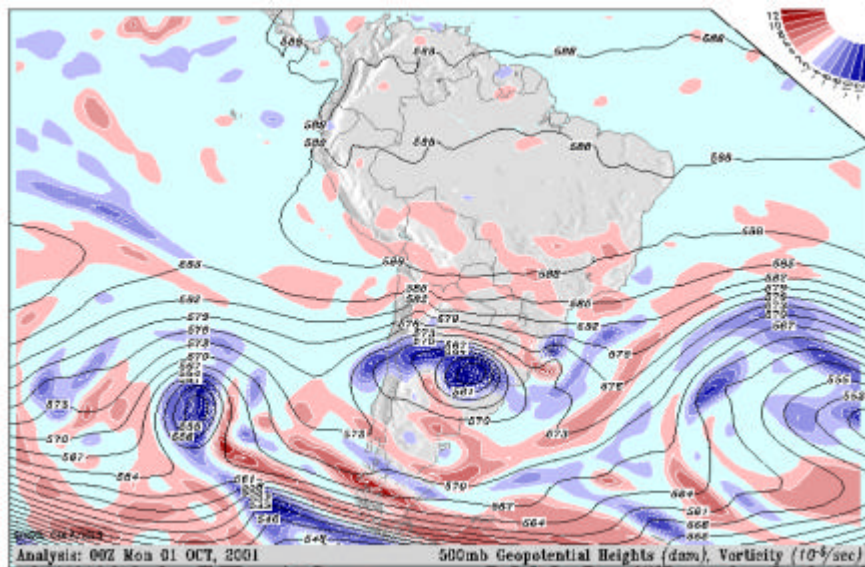
MODELO ETA – SENAMHI
VIENTO HORIZONTAL EN 500 hPa – PERU



MODELO ETA – SENAMHI
VIENTO HORIZONTAL EN 200 hPa - SUDAMERICA

Alturas geopotenciales y vorticidad (500 hPa)

Las bajas alturas geopotenciales comparadas con otras localidades de la misma latitud indican la presencia de una tormenta o vaguada en niveles medios. Alturas geopotenciales más elevadas indican cuñas. En las cartas pronosticadas el decrecimiento de la altura geopotencial indica un acercamiento o intensificación de una tormenta.



La vorticidad negativa indica rotación en sentido de las agujas del reloj y está asociada a bajas presiones o tormentas en niveles altos así como los vientos cortantes a la izquierda de la dirección del flujo.

La vorticidad positiva es asociada con tiempo en calma y tiende a coincidir con cuñas en las alturas geopotenciales; así como los vientos cortantes a la derecha de la dirección del flujo.

9. ELABORACIÓN DEL PRONÓSTICO METEOROLÓGICO:

El pronóstico meteorológico de acuerdo a su periodo de validez se clasifica en escala sinóptica y mesoescala.

El de escala sinóptica es un pronóstico muy general debido a la cantidad de información que utiliza, cuya resolución es de 200 Km.; pero es importante porque los pronósticos regionales y mesoescales se basan en toda la información de los grandes modelos globales. Con este tipo de pronóstico se puede hablar a nivel muy general de la ocurrencia de fenómenos meteorológicos sobre todo el territorio.

El de Mesoescala es un pronóstico más minucioso y detallado por la mayor cantidad de información utilizada, por la regularidad y por la menor escala utilizada (datos de escala de departamento, menor a 1 hora, por lo general de estaciones automáticas y complementados con información de radar). Con este tipo de

pronóstico es posible predecir la ocurrencia de fenómenos a nivel de región o departamento.

Información utilizada

Datos Observacionales

INFORMACIÓN ALFANUMÉRICA

INFORMACIÓN	COBERTURA	MEDIO DE RECEPCIÓN
MENSAJE METAR	NACIONAL	IAT AUTOMATIZADO
MENSAJE SINOP	SUDAMERICA	
MENSAJE TEMP	LIMA- IQUITOS- PTO. MALDONADO - PIURA	- IAT AUTOMATIZADO - CORREO ELECTRÓNICO
DESBORDES, AVENIDAS, HELADAS	NACIONAL	LOS DISPONIBLES

INFORMACIÓN GRÁFICA

INFORMACIÓN	COBERTURA	MEDIO DE RECEPCIÓN
PRODUCTOS DEL WAFS	GLOBAL	- MODELO ETA - SENAMHI - MODELOS INTERNACIONALES POR INTERNET
LINEAS DE CORRIENTE A DIFERENTES NIVELES	SUDAMERICA	
TEMPERATURA Y HUMEDAD A DIFERENTES NIVELES	SUDAMERICA	
CORRIENTE EN CHORRO	GLOBAL	GVAR – QFAX – INTERNET
IMÁGENES DE SATELITE	GLOBAL Y PERU	

Datos Climáticos

Información climática de Años análogos como Años Niño o Niña y de algún evento significativo.

Datos normales de parámetros meteorológicos como presión, temperatura, precipitación, etc, para el territorio peruano. Asimismo posición de los sistemas de presiones y circulación promedio en superficie y en altura para Sudamérica.

Datos de predicción

Información gráfica de los resultados de los modelos de Predicción numérica a escala global como el CPTEC, MRF, aviación, etc y a escala regional como el ETA del Brasil. Toda esta información es obtenida a través de internet.

10. PROCEDIMIENTOS RECOMENDADOS PARA ELABORAR UN PRONÓSTICO

- Recepción de información meteorológica de superficie y altura de Perú y Sudamérica (mensajes SYNOP, METAR, SPECI Y TEMP).
- Elaboración y análisis de las carta sinópticas de superficie de las 00:00 y 12:00Z.
- Recopilación de información de los modelos numéricos a través de internet (ETA- SENAMHI, CPTEC -Brasil, MRF-USA y otros).
- Análisis de toda la información de superficie, altura, imágenes de satélite y modelos numéricos disponibles.
- Elaboración y edición del pronóstico, con emisiones diurno, con validez de 06:00 horas hasta las 18:00 horas del día siguiente y nocturno con validez de 18:00 horas del mismo día hasta las 06:00 horas del día siguiente.
- Elaboración y edición del pronóstico extendido con validez para 36 horas, considerando a Lima Metropolitana como área principal así como por zonas de COSTA, SIERRA y SELVA, subdivididos en Norte Centro y Sur.