

MODELACIÓN DE CONTAMINANTES EN TIEMPO REAL: DESAFÍOS Y COMPONENTES CLAVES

ADRIÁN GONZÁLEZ

INGENIERO DE MODELACIÓN - ENVIROMETRIKA

NOVIEMBRE 2019

MODELACIÓN EN TIEMPO REAL: LA NECESIDAD DE UNA HERRAMIENTA DE GESTIÓN

ACTIVIDADES GENERADORAS DE EMISIONES AL AMBIENTE

- SECTORES INDUSTRIALES SUSCEPTIBLES DE EMITIR OLOR, GASES Y PARTÍCULAS AL AMBIENTE.
- IDENTIFICACIÓN DE 5 SECTORES PRIORITARIOS POTENCIALES DE EMISIÓN DE OLOR (MMA)



EXPANSIÓN URBANA: DESAFÍOS DE LA INDUSTRIA

- REDUCCIÓN DE LA DISTANCIA ENTRE LA INDUSTRIA Y LA COMUNIDAD.
- INCREMENTO DEL RIESGO DE



HERRAMIENTAS GESTIÓN: OPERACIÓN VERSUS RIESGO

- ¿CUÁL ES EL ÁREA DE PERCEPCIÓN DE OLOR DE MI OPERACIÓN?
- ¿QUÉ CONDICIONES METEOROLÓGICAS INCREMENTAN EL RIESGO DE RECLAMOS?
- ¿

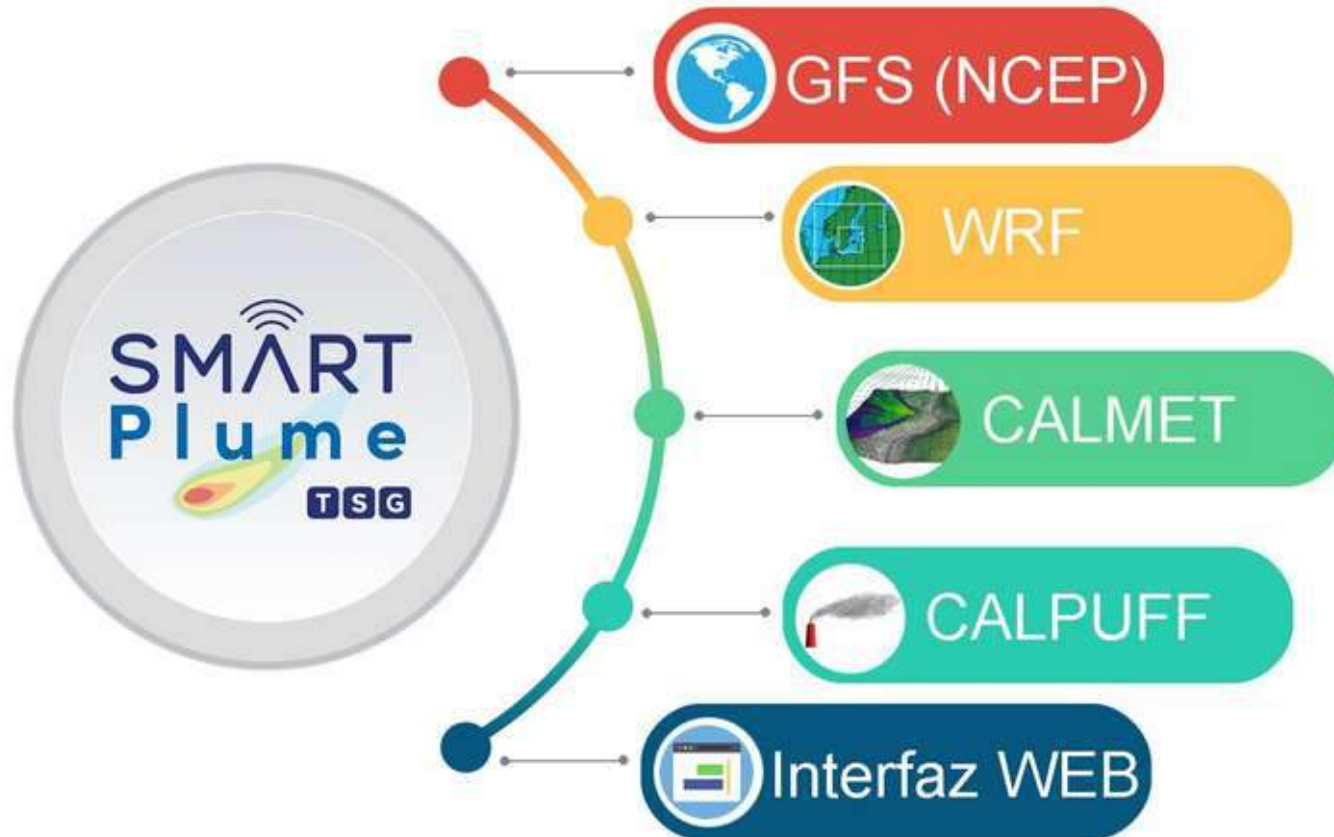


SISTEMA DE MODELACIÓN EN TIEMPO REAL: SMARTPLUME

- SISTEMA DE MODELACIÓN EN TIEMPO REAL DE OLORES, GASES Y MP.
- BASADO EN MODELOS RECOMENDADOS E INDICADOS POR SEA Y EPA.



ESTRUCTURA DEL SISTEMA MODELACIÓN EN TIEMPO REAL



ESTRUCTURA DEL SISTEMA MODELACIÓN EN TIEMPO REAL



- MODELO GLOBAL METEOROLÓGICO QUE PROPORCIONA DATOS EN TIEMPO REAL CADA 6 HORAS.



- MODELO METEOROLÓGICO DE PRONÓSTICO, ALIMENTADO CON DATOS GFS.
- CONFIGURACIÓN SEGÚN LINEAMIENTOS SEA Y EPA.

ESTRUCTURA DEL SISTEMA MODELACIÓN EN TIEMPO REAL



CALMET

- MODELO METEOROLÓGICO 3D, ALIMENTADO POR DATOS DE ENTRADA DE:
 - METEOROLOGÍA WRF.
 - ESTACIONES METEOROLÓGICAS SUPERFICIALES.
 - ELEVACIONES DE TERRENO Y USO DE SUELO.



CALPUFF

- MODELO DE DISPERSIÓN TIPO PUFF (GAUSSIANO-LAGRANGIANO).
- SIMULA LOS PROCESOS DE DISPERSION EN UNA BASE METEOROLÓGICA CREADA POR CALMET.

ESTRUCTURA DEL SISTEMA MODELACIÓN EN TIEMPO REAL



■ VISUALIZACIÓN DE RESULTADOS



**Pluma en
Tiempo
Real**



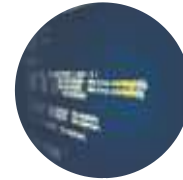
**Sistema
de Alertas
en
Receptor
es**



**Contribuc
ión de
Fuentes**



**Registro
Histórico**

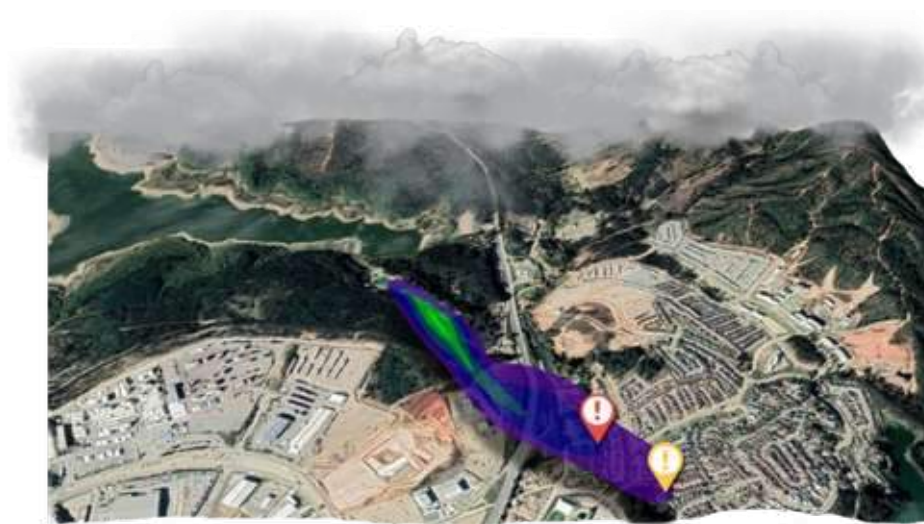


**Descarga
de Datos**



METEOROLOGÍA Y SU CALIDAD EN EL SISTEMA

- EL SISTEMA DEPENDE DE LA CALIDAD DE LOS DATOS METEOROLÓGICOS DE ENTRADA.
- LA CALIDAD DE LOS DATOS PUEDE SER MEDIDA MEDIANTE UNA ETAPA DE DIAGNÓSTICO.
- ENTREGAR RESULTADOS CONFIABLES Y EVITAR FALSAS ALERTAS, ES EL DESAFÍO.



ETAPA DE DIAGNÓSTICO: PRE-INGENIERÍA

ORIENTADA A EVALUAR EL DESEMPEÑO DE LA BASE METEOROLÓGICA, PREVIO A LA MARCHA DEL SISTEMA.

CONSIDERA:

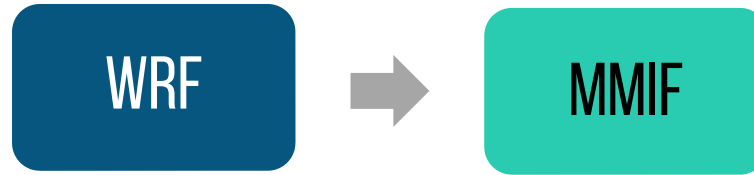
- ESTACIONES METEOROLÓGICAS OBSERVADAS DISPONIBLES
- REPRESENTATIVIDAD, RANGO DE INCERTIDUMBRE, ENTRE OTROS
- DIAGNÓSTICO DE LOS REGISTROS HORARIOS
- VALIDACIÓN DE DATOS



PRE-INGENIERÍA: CASO DE ESTUDIO

COMPARACIÓN DE 2 METODOLOGÍAS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA BASE METEOROLÓGICA DEL SISTEMA DE MODELACIÓN:

- MÉTODO NO OBSERVADO (NOBS)



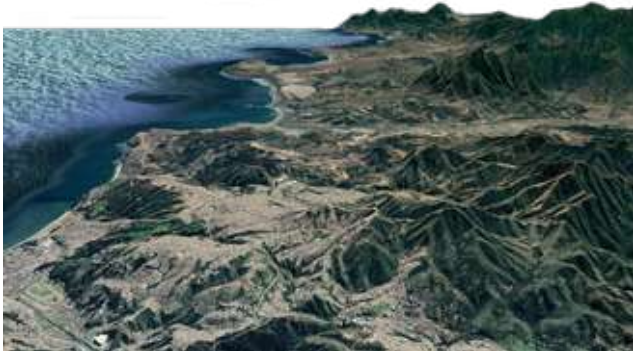
- MÉTODO HÍBRIDO (HIB)



CASO DE ESTUDIO

LAS METODOLOGÍAS NOBS E HIB FUERON APLICADAS A 2 DOMINIOS CARACTERIZADOS POR:

TERRENO COMPLEJO



NO COMPLEJO

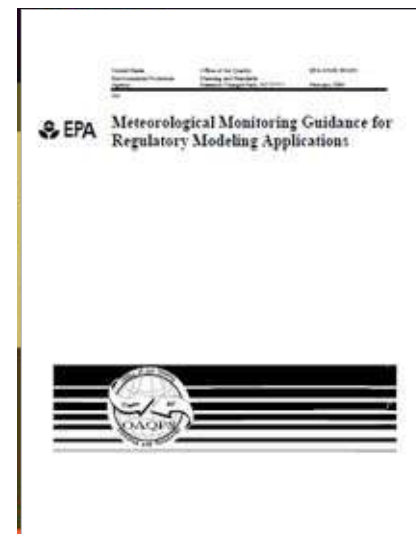


CASO DE ESTUDIO: CRITERIOS UTILIZADOS

- CONFIGURACIÓN Y EJECUCIÓN DE LOS MODELOS (SEA, 2012).
- VALIDACIÓN DE DATOS METEOROLÓGICOS SUPERFICIALES (EPA, 2000).

Configuración de modelos meteorológicos

<i>Modelos</i>	<i>WRF-MMIF (NOBS)</i>	<i>CALMET (HIB)</i>
<i>Versión</i>	3.8 y 3.3	6.5
<i>Tamaño y resolución</i>	75 x 75 [km] , 1[km]	75 x 75 [km] , 1[km]
<i>Año de simulación</i>	2017	2017
<i>Configuración</i>	FNL - SEA, (2012)	Barclay et al. (2011).
<i>Datos geográficos y resolución</i>	MODIS, GMTED 2010, 1[km]	GLCC, GMTED 2010, 1[km]



CASO DE ESTUDIO: CRITERIOS UTILIZADOS

- 10 ESTACIONES METEOROLÓGICAS SUPERFICIALES INCORPORADAS EN CALMET (MÉTODO HIB).
- 1 ESTACIÓN DE CONTROL PARA EVALUACIÓN (NO ASIMILADA EN CALMET).
- VARIABLES METEOROLÓGICAS DE DIRECCIÓN Y VELOCIDAD DEL VIENTO A 10 [M] DE ALTURA.
- DATOS DE ESTACIONES PROVENIENTES DESDE:



SINCA
Sistema de Información
Nacional de Calidad del Aire

IOWA STATE UNIVERSITY
Iowa Environmental Mesonet

TSG
environmental

EVALUACIÓN DE METODOLOGÍAS NOBS E HIB

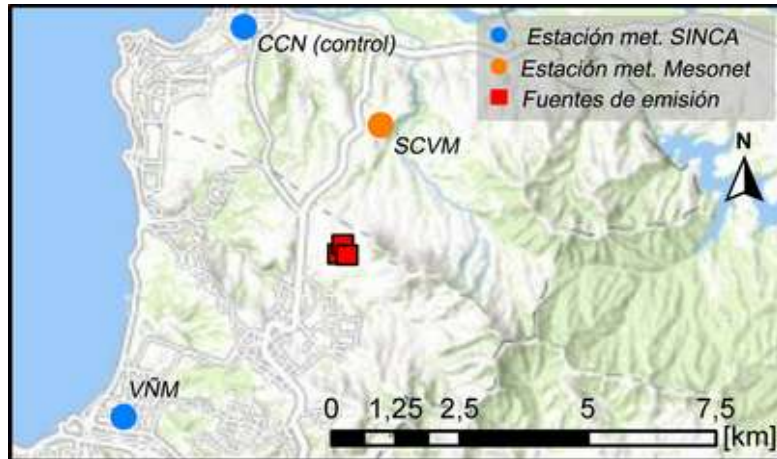
- COMPARACIÓN DE BASES METEOROLÓGICAS MEDIANTE ÍNDICES DE DESEMPEÑO.
- CONTRASTE DE ISOLÍNEAS DE CONCENTRACIÓN DE OLOR 3 [OU_E/M³], PERCENTIL 99,5-1H.

Índices de desempeño de las bases meteorológicas		Fuentes de emisión de olor en dominios a) y b)			
Estadístico	Fórmula	ID	Tipo de fuente	EO [ou _E /m ² s]	TEO
RMSE	$RMSE = \sqrt{\sum_{i=1}^N \frac{(\phi_i - \phi_{iobs})^2}{N}}$	1	Puntual	190,64	372.350
BIAS	$BIAS = \sum_{i=1}^N \frac{(\phi_i - \phi_{iobs})}{N}$	2	Puntual	139,05	273.917
Coefficiente de correlación de Pearson	$r = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x}) \cdot (y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 \cdot \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}}$	3	Difusa	3,27	9,15

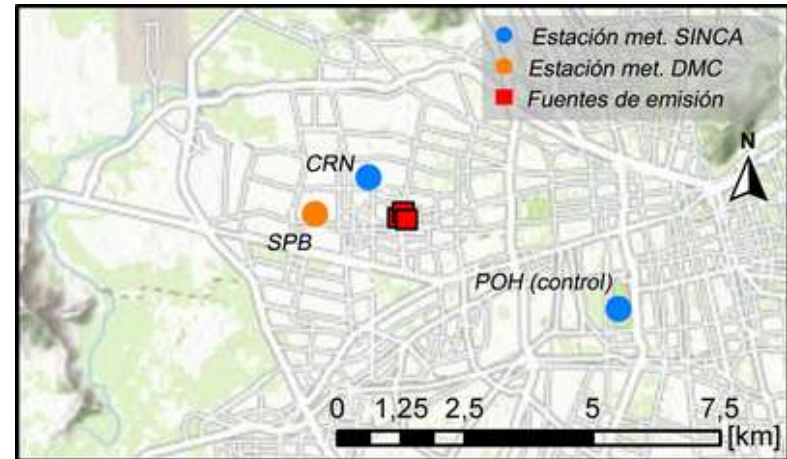
EVALUACIÓN DE METODOLOGÍAS NOBS E HIB

- EXTRACCIÓN DE SERIES DE DATOS EN GEORREFERENCIA DE CADA ESTACIÓN.
- ANÁLISIS EN ESTACIONES CERCANAS A LAS FUENTES DE EMISIÓN.

TERRENO COMPLEJO



TERRENO NO COMPLEJO



RESULTADOS – ÍNDICES DE DESEMPEÑO

TERRENO COMPLEJO - MODELO HIB:

- MEJORÓ EL DESEMPEÑO DE LA BASE METEOROLÓGICA.
- LOGRÓ REPRODUCIR LA VARIABILIDAD METEOROLÓGICA DE LA ESTACIÓN CONTROL.

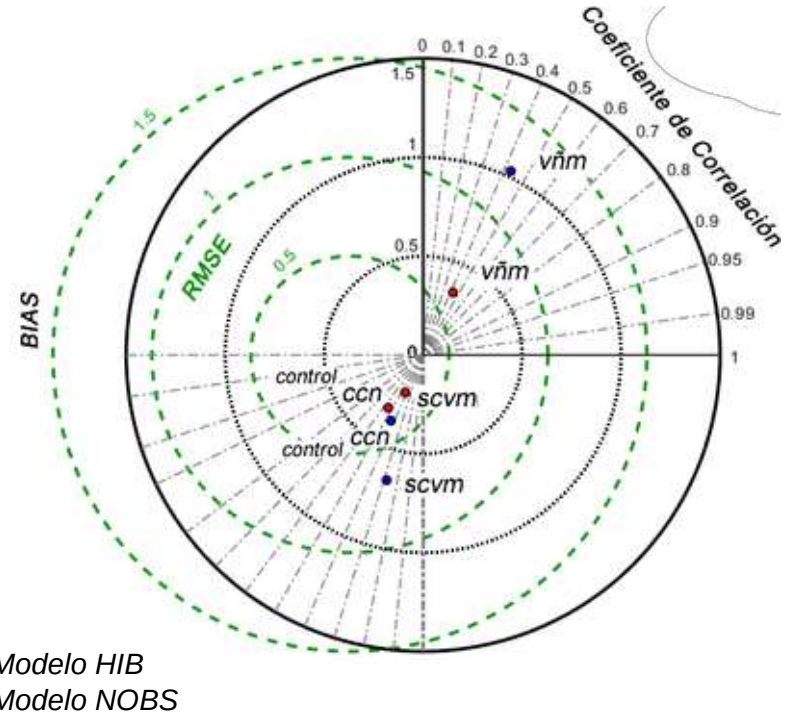


Gráfico de Taylor modificado
Variable velocidad del viento en dominio complejo

RESULTADOS – ÍNDICES DE DESEMPEÑO

TERRENO NO COMPLEJO - MODELO HIB:

- AUMENTÓ EL SESGO EN LAS ESTACIONES.
- AUMENTÓ ERROR EN LA COMPONENTE ZONAL DEL VIENTO (VIENTOS OESTE-ESTE).

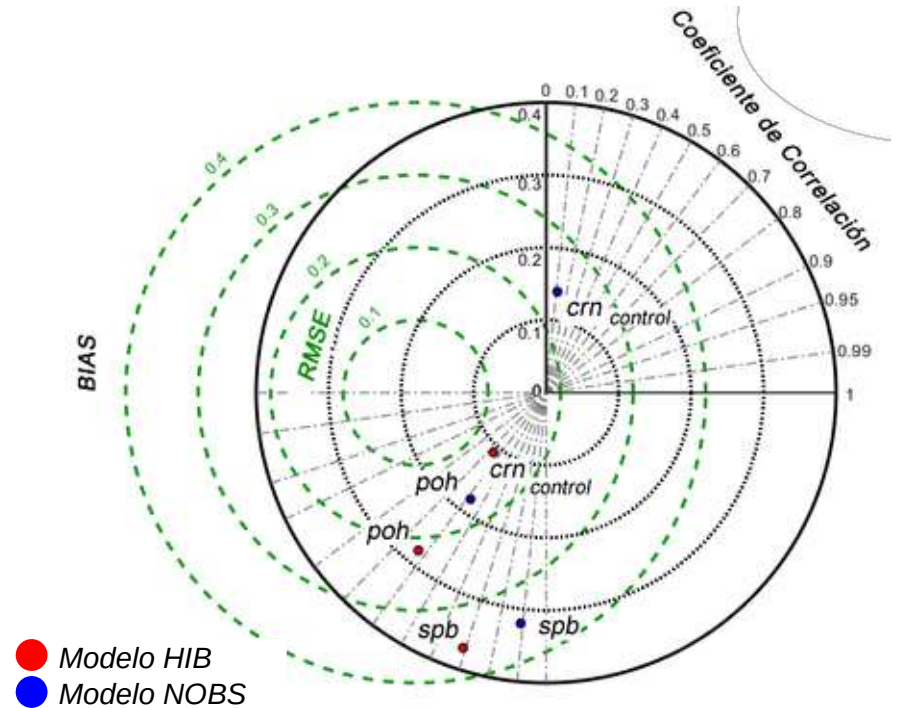
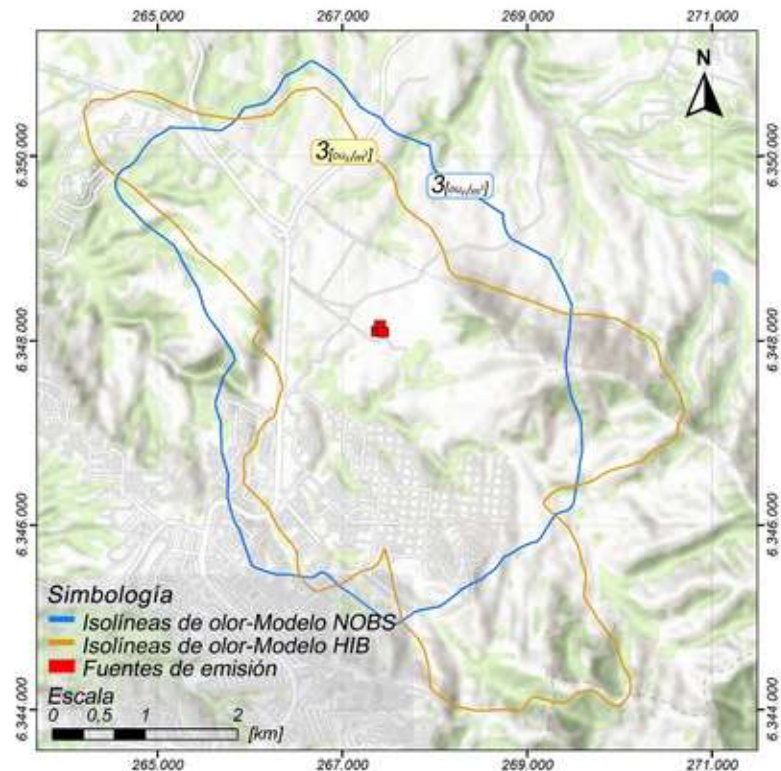


Gráfico de Taylor modificado
Variable dirección del viento componente u en dominio no complejo

RESULTADOS – ISOLÍNEAS 3 [OU_E/M³] PERCENTIL 99,5-1H

TERRENO COMPLEJO - MODELO HIB:

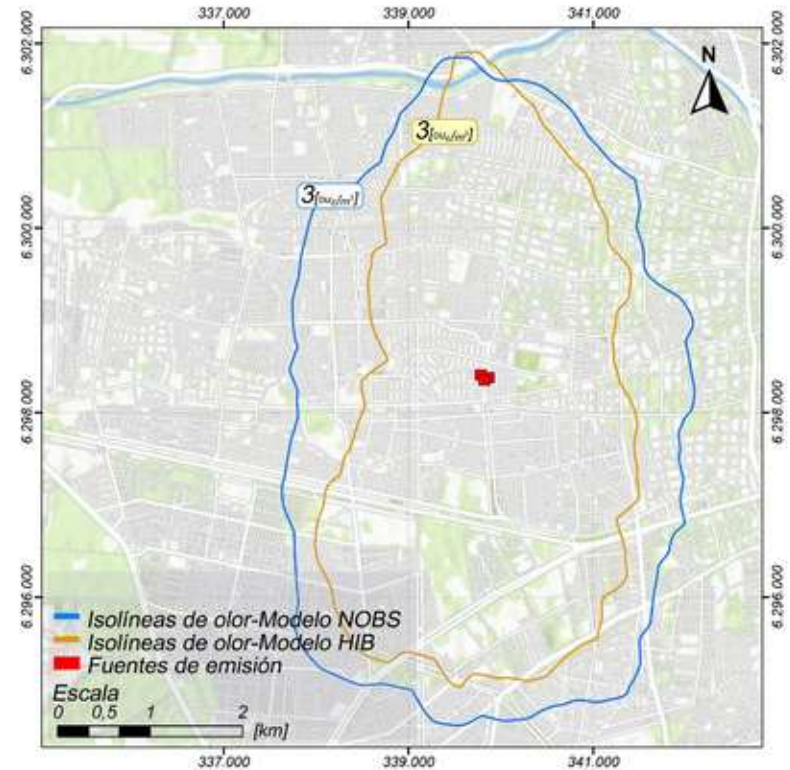
- SOBREESTIMÓ EL ÁREA DE LA ISOLÍNEA DE 3 [OU_E/M³].
- LA TRAYECTORIA DE LA PLUMA SE AJUSTÓ AL TERRENO COMPLEJO.



RESULTADOS – ISOLÍNEAS 3 [OU_E/M³] PERCENTIL 99,5-1H

TERRENO NO COMPLEJO - MODELO HIB:

- SUBESTIMÓ EL ÁREA DE LA ISOLÍNEA DE 3 [OU_E/M³].
- LA TRAYECTORIA DE LA PLUMA SE AJUSTÓ AL TERRENO NO COMPLEJO.

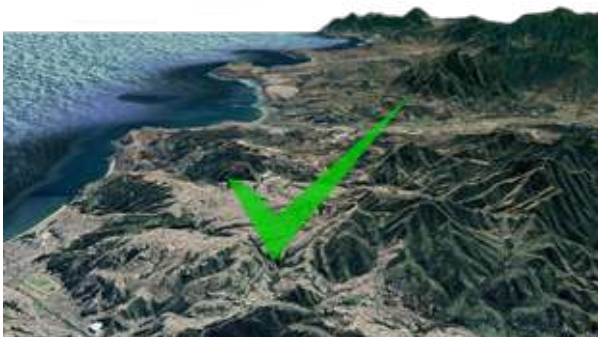


DISCUSIÓN DE RESULTADOS

EL MODELO HIB LOGRÓ UN MAYOR AJUSTE RESPECTO DEL MODELO NOBS, CON MAYOR ÉNFASIS EN EL DOMINIO DE MAYOR COMPLEJIDAD (METEOROLOGÍA HETEROGÉNEA).

LA ASIMILACIÓN DE DATOS SUPERFICIALES ES CLAVE PARA ESTA CONDICIÓN METEOROLÓGICA.

MODELO HIB



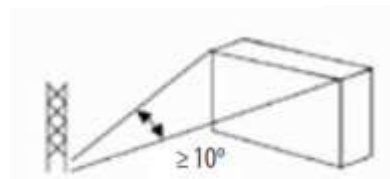
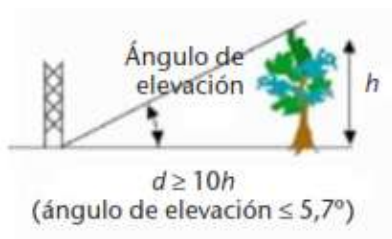
ESTACIONES METEOROLÓGICAS



DISCUSIÓN DE RESULTADOS

EN TERRENOS NO COMPLEJOS EXISTE UN MAYOR APROVECHAMIENTO DEL USO DE SUELO, QUE LIMITA LA UBICACIÓN DE ESTACIONES PARA ALCANZAR MEDICIONES CON MENOR INCERTIDUMBRE. EL REALIZAR UNA ETAPA DE PRE-INGENIERÍA PREVIO A LA PUESTA EN MARCHA ES CLAVE.

Clase 2 incertidumbre adicional estimada: hasta 30%



CONCLUSIÓN

EL DESEMPEÑO DE LA BASE METEOROLÓGICA ESTÁ RELACIONADO CON LA CALIDAD DE LOS DATOS DE LAS ESTACIONES OBSERVADAS SUPERFICIALES.

ESTO PODRÍA AFECTAR A SISTEMAS DE ALTA SENSIBILIDAD, COMO LOS DE MODELACIÓN EN TIEMPO REAL MAYORMENTE EN LA VARIABLE DIRECCIÓN DEL VIENTO, EN SUS COMPONENTES ZONAL Y MERIDIONAL.

CONCLUSIÓN

SE SUGIERE EL DESARROLLO DE UNA ETAPA DE PRE-INGENIERÍA QUE ABORDE:

- 01 VALIDACIÓN DE VARIABLES METEOROLÓGICAS (GUÍA EPA).
- 02 ESTÁNDAR DE INSTALACIÓN (WMO, 2010).
- 03 VERIFICAR MANTENCIONES REALIZADAS A LA ESTACIÓN.
- 04 CARACTERIZACIÓN DEL ENTORNO.



CONCLUSIÓN

- 05 COMPARAR CICLOS DIARIOS Y MENSUALES SEGÚN REPRESENTATIVIDAD DE ESTACIÓN.
- 06 EVALUAR DESEMPEÑO MEDIANTE INDICES ESTADÍSTICOS, TALES COMO: RMSE, BIAS Y COEFICIENTE DE CORRELACIÓN, UTILIZANDO ESTACIONES DE CONTROL.
- 07 CHEQUEAR PERIODICAMENTE EL DESEMPEÑO DEL MODELO.



GRACIAS
POR SU ATENCIÓN

WWW.TSGENVIRO.COM

AGONZALEZ@TSGENVIRO.COM

INFO@TSGENVIRO.COM