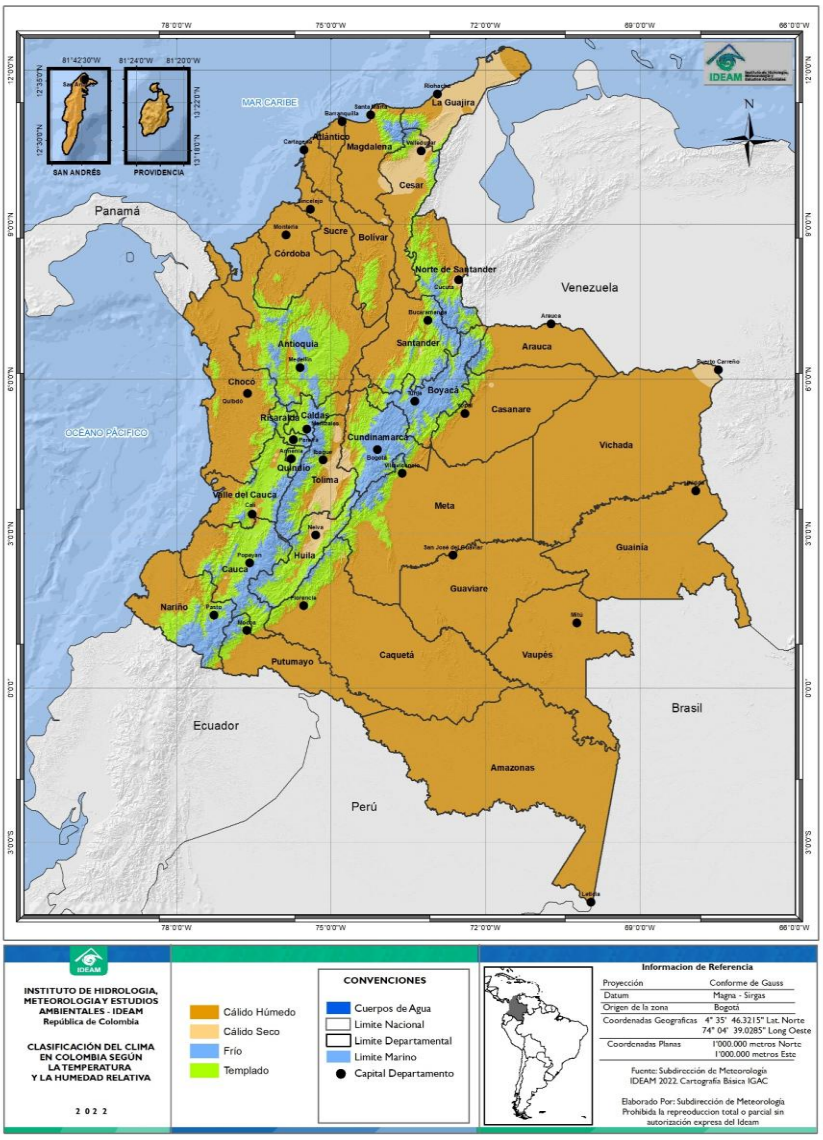
Análisis preliminar modelos de interpolación ARCGIS 10.8.1



9 NOVIEMBRE

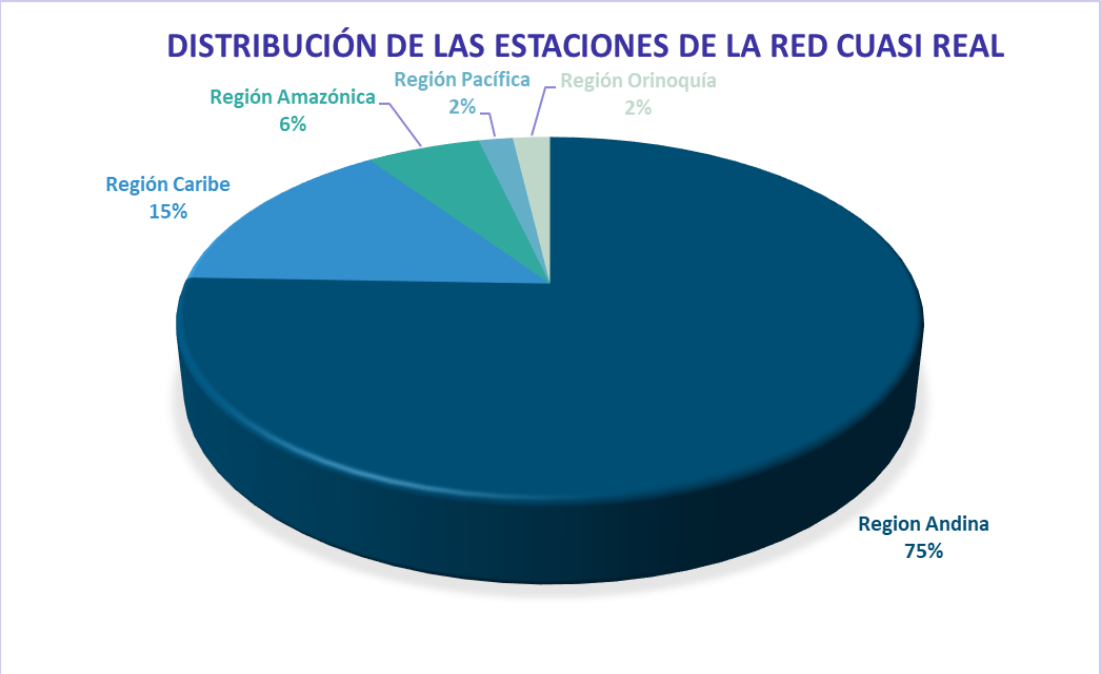
INSTITUTO DE HIDROLOGÍA, METEOROLOGÍA Y ESTUDIOS AMBIENTALES - IDEAM.
Creado por: Sandra Milena Herrera Aponte
Profesional Especializado 2028 -17
Grupo de modelamiento numérico del tiempo y clima

INTRODUCCIÓN

Con el manejo de los Sistemas de Información Geográfica se busca al máximo la mejor representación real del territorio. Llegar a esta aproximación es algo que aún se continúa buscando y analizando para que los datos que contienen la información espacial lleguen a demostrar a cabalidad las características que tiene la geografía, y en el caso específico de la subdirección de meteorología las variables meteorológicas que determinan el clima que tiene el país.

Sin embargo, es importante tener en cuenta que por la misma geografía y las características socioeconómicas presentes en Colombia no se tiene la misma cantidad de información para la cobertura completa del territorio en lo relacionado con la medición de las diferentes variables meteorológicas.

Para el caso específico de la precipitación en la región Andina se encuentra concentrada el 75 % de las estaciones meteorológicas de la red cuasi real que mide esta variable, en la región Caribe el 15%, en la región Pacífica el 2%, en la región de la Amazonía el 6% y en la región de la Orinoquia tan solo se cuenta con el 2% de las estaciones activas que miden esta variable.



1. **Distribución de la red cuasi real en Colombia - septiembre de 2022**

Esto nos lleva a tener la necesidad de interpolar los datos con características parecidas del territorio a las demás secciones del mismo en donde se tiene menor cantidad de información o nula en algunos casos y así poder completar las características climáticas del país.
Actualmente para conocer gráficamente la variable de precipitación se ha venido manejando el método de IDW (Ponderación de distancia inversa) el cual estima valores de las celdas calculadas promedios de los valores de los puntos de datos de muestra en la vecindad de cada celda de

procesamiento, pero se ha observado la generación de ojos de buey por eso se van a mirar otros métodos de interpolación y se analizaran los pros y contra en la utilización de los mismo para el país.

Con este documento se busca proporcionar argumentos para la definición del mejor método de interpolación para el análisis de las variables meteorológicas de precipitación y temperaturas, mostrando las ventajas y desventajas de cada método para cada variable.

"El método perfecto de interpolación no existe, pero con la utilización de las herramientas de los Sistemas de Información Geográfica - SIG nos podemos acercar bastante a la realidad climática del territorio colombiano".

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN **2**
ANÁLISIS VARIABLE PRECIPITACIÓN **5**
MÉTODOS DE INTERPOLACIÓN **5**
ACERCA DE LOS METODOS DE INTERPOLACIÓN PRESENTES EN ARCGIS. **5**
IDW (ponderación de distancia inversa) **5**
NATURAL NEIGHBOR (Vecino natural) **7**
KRIGING **11**

ANÁLISIS VARIABLE PRECIPITACIÓN

MÉTODOS DE INTERPOLACIÓN

La interpolación es un proceso para estimar valores que quedan entre puntos de datos conocidos.
La interpolación implica construir una función *f* cuyo valor sea el de unos valores de datos proporcionados y_i, en unos sitios de datos proporcionados x_i de forma que $f(x_i)= y_i$ para todo *i.*

La interpolación *f* se construye normalmente como una función única de la forma

$$f(x) = \sum_j f_j(x) a_j$$

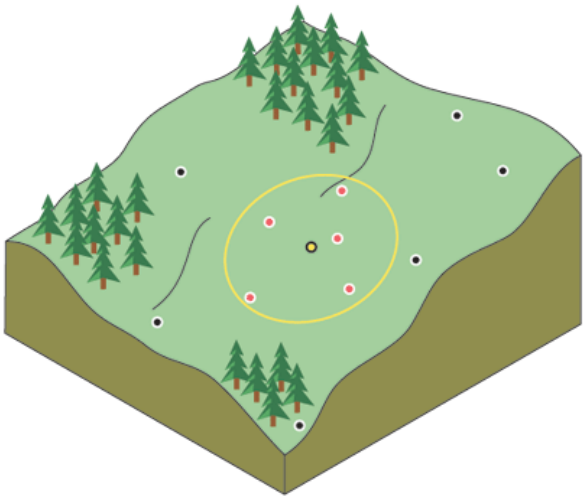
Cuyos valores coinciden con los datos proporcionados, eligiendo las funciones f_j de forma "adecuada". (The MathWorks, Inc, 2022)

ACERCA DE LOS METODOS DE INTERPOLACIÓN PRESENTES EN ARCGIS.

A continuación, se presentan los diferentes métodos de interpolación presentes en el procesamiento de datos del software ArcGis 10.8.1.

IDW (ponderación de distancia inversa)

Determina los valores de las celdas utilizando una combinación ponderada linealmente de un conjunto de puntos de muestra. El peso es una función de la distancia inversa. La superficie que se interpola debe ser la de una variable dependiente de la ubicación.



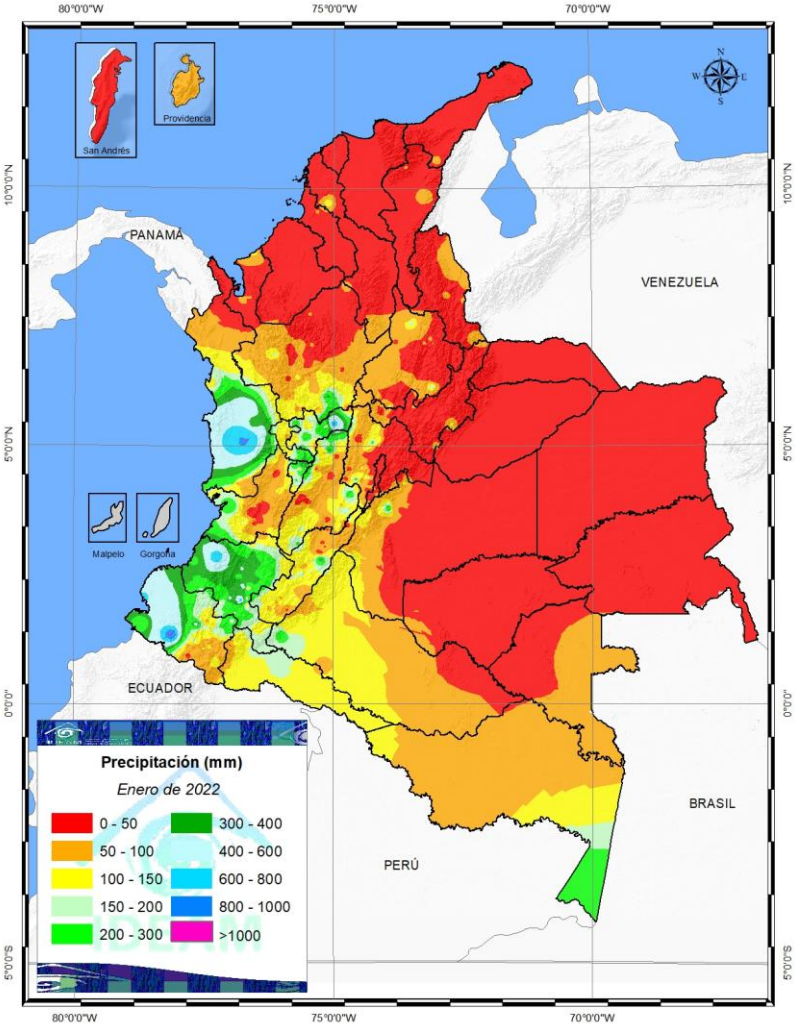
2. Método de interpolación IDW

Este método asume que la variable que se mapea disminuye en influencia con la distancia desde su ubicación muestreada. Por ejemplo, cuando se interpola una superficie del poder adquisitivo del consumidor para un análisis de un sitio minorista, el poder adquisitivo de una ubicación más distante tendrá menos influencia porque es más probable que las personas compren más cerca de casa.

Controlar la influencia del parámetro Power IDW se basa principalmente en el inverso de la distancia elevada a una potencia matemática. El parámetro Power permite controlar la importancia de los puntos conocidos en los valores interpolados en función de su distancia desde el punto de salida.

Al definir un valor de potencia más alto, se puede poner más énfasis en los puntos más cercanos. Por lo tanto, los datos cercanos tendrán la mayor influencia y la superficie tendrá más detalles (será menos uniforme). A medida que aumenta la potencia, los valores interpolados comienzan a acercarse al valor del punto de muestra más cercano. Especificar un valor más bajo para la potencia dará más influencia a los puntos circundantes que están más alejados, lo que dará como resultado una superficie más suave. (Philip, 2022)

Actualmente este es el método de interpolación manejado en el IDEAM para la realización de mapas tanto de las variables de precipitación como de temperaturas. El mayor inconveniente presentado en este momento es la aparición de los ojos de buey que se presentan en las salidas gráficas y que muestran en algunos casos las diferencias notorias de los datos provenientes de las estaciones sin suavizar y mostrando los cambios bruscos de manera concéntrica de la información.

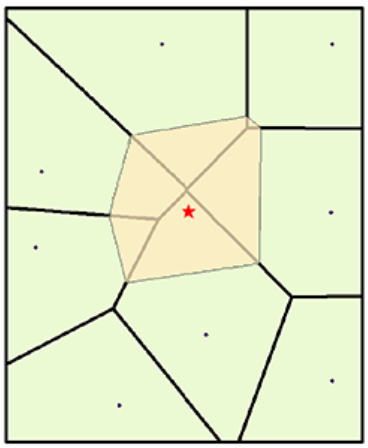


3 Mapa de precipitación del mes de enero de 2022 con el método de interpolación IDW

NATURAL NEIGHBOR (Vecino natural)

El algoritmo utilizado por la herramienta de interpolación de Vecino natural halla el subconjunto de muestras de entrada más cercano a un punto de consulta y aplica ponderaciones sobre éstas basándose en áreas proporcionales para interpolar un valor (Sibson, 1981). También se conoce como interpolación de Sibson o de "robo de área". Sus propiedades básicas son que es local, utiliza sólo un subconjunto de muestras que circundan a un punto de consulta y asegura que las alturas interpoladas estarán dentro del rango de las muestras utilizadas. No infiere tendencias ni produce picos, depresiones, crestas o valles que no estén ya representados por las muestras de entrada. La superficie pasa por las muestras de entrada y es suave en todas partes, excepto en las ubicaciones de las muestras de entrada.

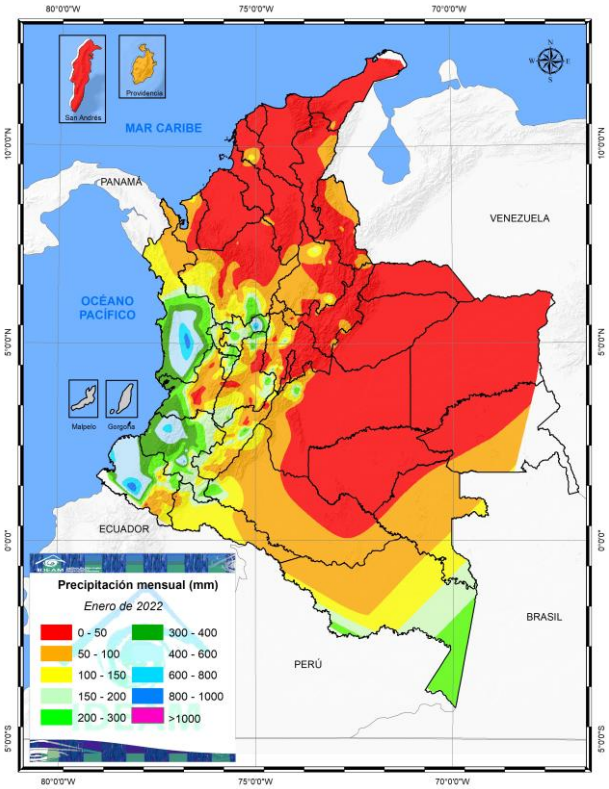
Los vecinos naturales de un punto son aquellos que están asociados con los polígonos de Voronoi (Thiessen) adyacentes. Al principio, se construye un diagrama de Voronoi de todos los puntos dados, representados por los polígonos de color verde oliva. Después se crea un nuevo polígono de Voronoi, en color beige, alrededor del punto de interpolación (estrella roja). La proporción de superposición entre este polígono nuevo y los polígonos iniciales se utiliza como ponderaciones.



Ejemplo de polígono de Voronoi creado alrededor del punto de interpolación

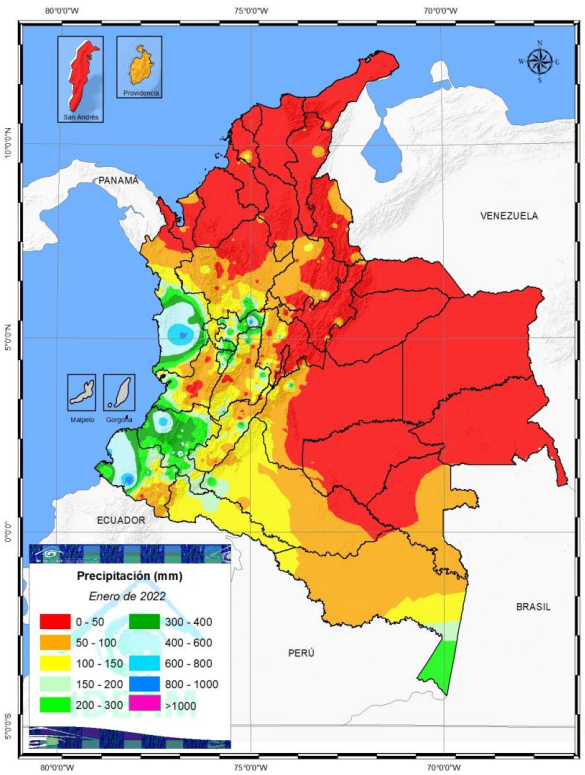
4 Ejemplo de polígono de Voronoi

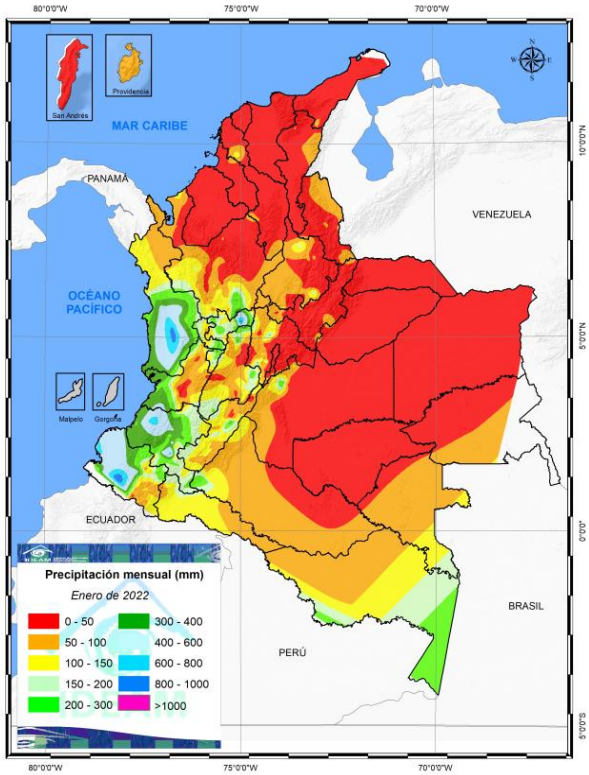
Por comparación, una herramienta de interpolación basada en la distancia como IDW (Distancia inversa ponderada) asignaría ponderaciones similares al punto que se encuentra más al norte y al que se encuentra más al noreste, basándose en su distancia similar desde el punto de interpolación. La interpolación de vecino natural, no obstante, asigna ponderaciones de 19,12% y 0,38%, respectivamente, que están basadas en el porcentaje de superposición.
A continuación, se mostrará el resultado de la precipitación para el mes de enero de 2022 con este método de interpolación.



5 **Mapa de precipitación del mes de enero de 2022 con la ponderación del vecino natural**

Este mapa se realizó con los mismos datos con los que se trabajó el método de interpolación de IDW, como se puede observar se suavizan las superficies, dando como resultado diferencias en la salida gráfica.

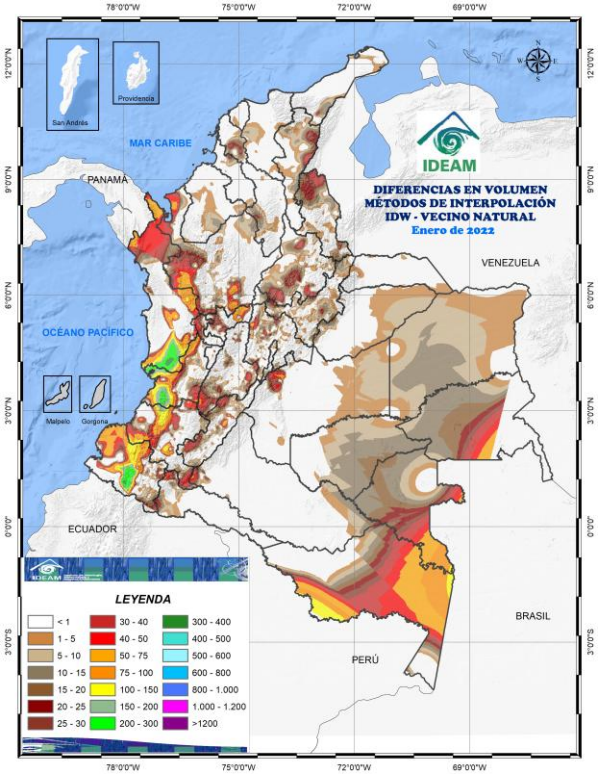




6. Mapa de precipitación por el método IDW

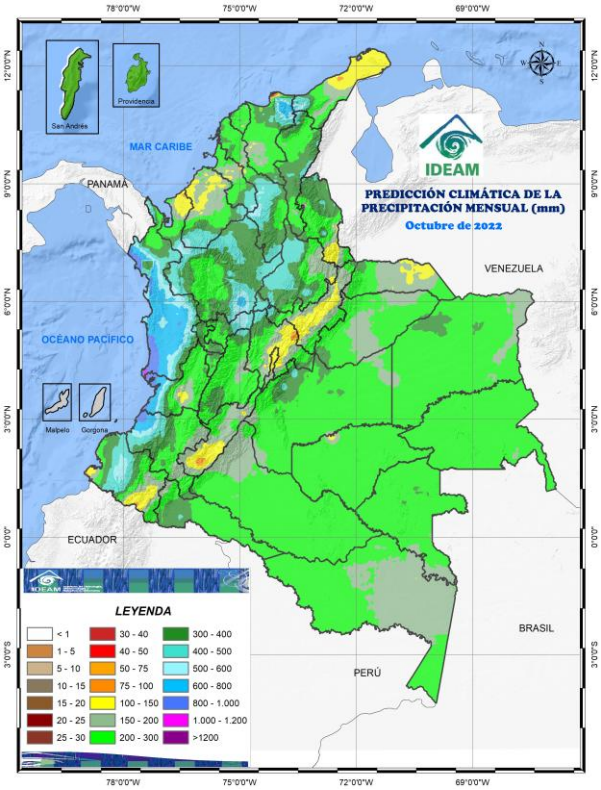
7. Mapa de precipitación por el método de vecino natural

Las diferencias que se dan entre estos dos mapas se muestran a continuación en volumen (mm) como se muestra a continuación.

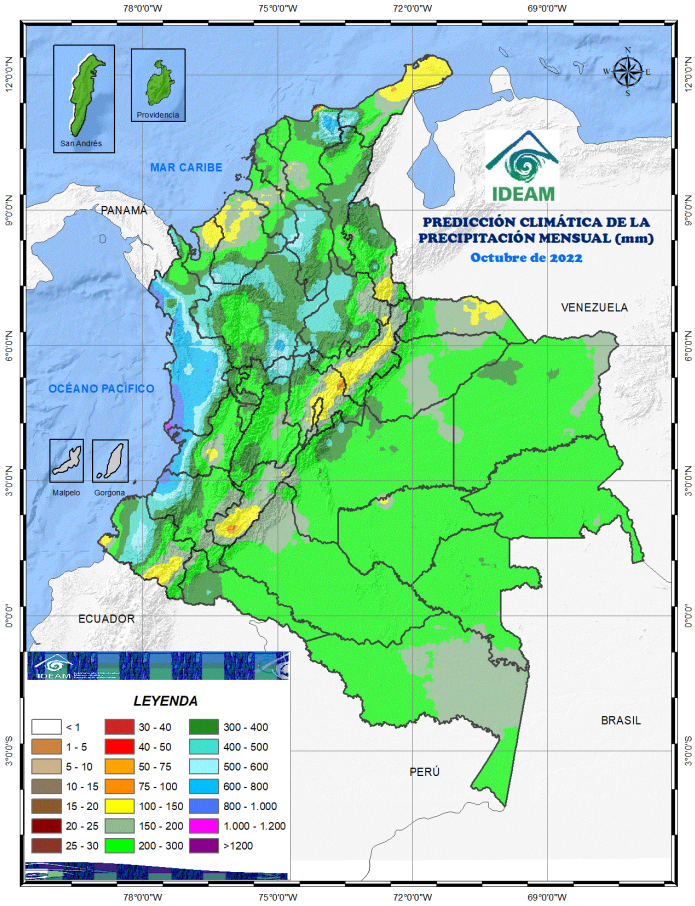


6. Mapa de diferencias en volumen (mm) entre el método de interpolación IDW y Vecino natural

En el caso de los mapas de predicción de la precipitación que se realizan por parte del grupo de modelamiento número de tiempo y clima los resultados resultan ser muy similares. Esto debido a que se maneja una grilla que tiene distancias iguales tanto en longitud como en latitud.

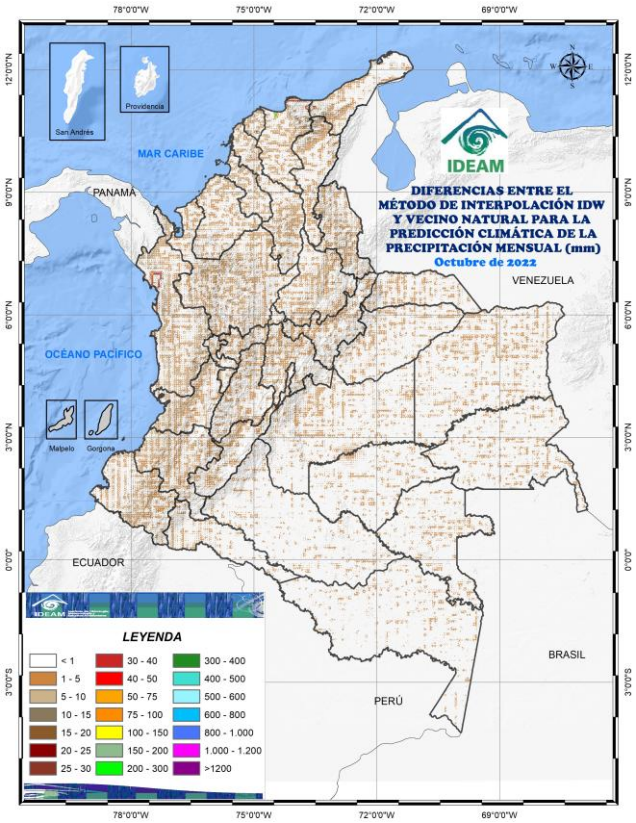


8**. Mapa de la predicción climática con el método de interpolación del vecino cercano**



9. **Mapa de predicción climática con el método IDW**

La diferencia de estos dos métodos se muestra a continuación.



10. **Diferencias entre los métodos de interpolación de IDW y vecino natural para el caso de la predicción**

En resumen, aunque este método de interpolación es utilizado en otros países para trabajar la variable de precipitación; en el caso de Colombia, sería aconsejable poder revisar la idea de hacerlo combinado para las estaciones cuasi reales con el método de interpolación IDW para poder contar con un modelo más preciso de la variable de precipitación y poder suministrar datos más allá del límite geográfico en donde se encuentran presentes las estaciones.

En el caso de la predicción climática de la precipitación sería un tema de discusión pues los cambios son muy leves y como se enuncia en este documento el hecho de tener una grilla definida con la información permiten manejar de manera más fácil el método de vecino natural.

Es importante, indicar que este método de interpolación es recomendable en temas hidrológicos ya que estudia la naturaleza de las variables y su comportamiento con el entorno.

KRIGING

Kriging es un procedimiento geo estadístico avanzado que genera una superficie estimada a partir de un conjunto disperso de puntos con valores z. A diferencia de otros métodos de interpolación en el conjunto de herramientas Interpolación, el uso efectivo de la herramienta Kriging implica una investigación interactiva del comportamiento espacial del fenómeno representado por los valores z antes de seleccionar el mejor método de estimación para generar la superficie de salida.

¿Qué es kriging?

Las herramientas de interpolación IDW (distancia inversa ponderada) y Spline se conocen como métodos de interpolación determinista porque se basan directamente en los valores medidos circundantes o en fórmulas matemáticas específicas que determinan la suavidad de la superficie resultante. Una segunda familia de métodos de interpolación consta de métodos geoestadísticos, como kriging, que se basan en modelos estadísticos que incluyen autocorrelación, es decir, las relaciones estadísticas entre los puntos medidos. Debido a esto, las técnicas geoestadísticas no solo tienen la capacidad de producir una superficie de predicción, sino que también brindan alguna medida de la certeza o precisión de las predicciones.

Kriging asume que la distancia o la dirección entre los puntos de muestra refleja una correlación espacial que puede usarse para explicar la variación en la superficie. La herramienta Kriging ajusta una función matemática a un número específico de puntos, o todos los puntos dentro de un radio específico, para determinar el valor de salida para cada ubicación. Kriging es un proceso de varios pasos; incluye análisis estadístico exploratorio de los datos, modelado de variogramas, creación de la superficie y (opcionalmente) exploración de una superficie de varianza. Kriging es más apropiado cuando sabe que hay una distancia correlacionada espacialmente o un sesgo direccional en los datos. A menudo se utiliza en la ciencia del suelo y la geología.

La fórmula del Kriging

Kriging es similar a IDW en que pondera los valores medidos circundantes para derivar una predicción para una ubicación no medida. La fórmula general para ambos interpoladores se forma como una suma ponderada de los datos:

Fórmula de suma ponderada

$$\hat{Z}(s_0) = \sum_{i=1}^{N} \lambda_i Z(s_i)$$

Dónde:

Z(si) = el valor medido en la i-ésima ubicación

λi = un peso desconocido para el valor medido en la i-ésima ubicación

s0 = la ubicación de predicción

N = el número de valores medidos

En IDW, el peso, λi, depende únicamente de la distancia a la ubicación de predicción. Sin embargo, con el método kriging, los pesos se basan no solo en la distancia entre los puntos medidos y la ubicación de predicción, sino también en la disposición espacial general de los puntos medidos. Para utilizar el arreglo espacial en los pesos, se debe cuantificar la autocorrelación espacial. Por lo tanto, en kriging ordinario, el peso, λi, depende de un modelo ajustado a los puntos medidos, la distancia a la ubicación de predicción y las relaciones espaciales entre los valores medidos alrededor de la ubicación de predicción. Las siguientes secciones analizan cómo se usa la fórmula general de kriging para crear un mapa de la superficie de predicción y un mapa de la precisión de las predicciones.