

CURSO HIDROLOGÍA · TELEDETECCIÓN · CLIMA

# MODELAMIENTO HIDROLÓGICO, RECURSOS HÍDRICOS Y CAMBIO CLIMÁTICO

Con **geeSWAT** + **QSWAT** + **Google Earth Engine**

Aprende a modelar cuencas hidrográficas, analizar recursos hídricos y evaluar escenarios de cambio climático mediante herramientas geoespaciales.

## CUENCA EN 3D

- Divisoria de aguas
- Red de drenaje
- Elevación alta
- Elevación baja
- Punto de salida



## Precipitación – Caudal



## ¿Qué aprenderás?



Delimitar y analizar cuencas hidrográficas.



Procesar información satelital y climática.



Desarrollar simulaciones de modelamiento hidrológico.



Evaluar escenarios de cambio climático y recursos hídricos.

**¡PRECIO  
PROMOCIONAL!**

PRECIO CON DESCUENTO

**S/  
200** SOLES  
**USD 65**

Precio normal:

~~S/ 300 soles~~ ~~USD 100~~**¡INSCRÍBETE Y ESPECIALÍZATE EN  
MODELAMIENTO HIDROLÓGICO!**

+51 995 664 488  
[info@geomatica.pe](mailto:info@geomatica.pe)



## Prepara los datos de SWAT con Google Earth Engine, sin salir de QGIS

geeSWAT es un complemento para QGIS desarrollado por Geomática Ambiental. Se conecta con Google Earth Engine para descargar y preprocesar la información espacial que necesitas para delimitar cuencas y configurar el modelo SWAT.

Versión 1.5.0

QGIS 3.16 – 4.x

Repositorio oficial de QGIS

Licencia GPL-2.0

### Flujo de trabajo: GEE + geeSWAT + QSWAT



### Lo que harás con cada pestaña



#### Pestaña 1 • Config GEE

Autenticación con tu cuenta de Google y el ID de proyecto de Google Cloud, verificación de la conexión, proyección de salida (EPSG) y carpeta del proyecto.



#### Pestaña 2 • Seleccionar AOI

Carga del área de interés desde una capa vectorial o dibujo de un polígono en el lienzo. Calcula área, perímetro, centroide, zona UTM y extensión.



#### Pestaña 3 • MDE

9 fuentes globales: SRTM 30 m, Copernicus GLO-30, NASADEM, ALOS AW3D30, MERIT DEM, SRTM 90 m, HydroSHEDS, ASTER GDEM v3 y 3DEP 1 m.



#### Pestaña 4 • SOIL

Suelos FAO u OpenLandMap Soil (250 m). Genera automáticamente la tabla Soil\_lookup.csv para SWAT.



#### Pestaña 5 • LANDUSE

Copernicus 2019 (100 m) o ESA GlobCover 2009 (300 m). Genera Landuse\_lookup.csv con clases SWAT (WATR, URMD, FRSD, AGRL...).

### Ventajas de usar geeSWAT

- ✓ **Reproyección automática**  
Cada raster se proyecta al sistema del proyecto (p. ej. UTM).
- ✓ **Trabajo en segundo plano**  
Procesa sin bloquear QGIS, con registro y barra de avance.
- ✓ **Áreas grandes o pequeñas**  
Descarga directa o vía Google Drive para áreas extensas.
- ✓ **QGIS 3 y QGIS 4**  
Compatible con QGIS 3.16 a 4.x (Qt5 y Qt6).



Página oficial  
del plugin

Instálalo en QGIS desde **Complementos > Administrar e instalar complementos** y busca «geeSWAT».  
[plugins.qgis.org/plugins/geeSWAT](http://plugins.qgis.org/plugins/geeSWAT)

## 01 Preparación de información geoespacial

- Modelos digitales de elevación y delimitación de cuencas.
- Procesamiento de información satelital.
- Preparación de mapas de suelos y cobertura terrestre.
- Uso de Google Earth Engine y geeSWAT.

## 02 Información climática e hidrometeorológica

- Datos de precipitación CHIRPS, PISCO, RAIN4PE y GPM IMERG.
- Variables meteorológicas de ERA5 y otras fuentes disponibles.
- Preparación de series climáticas para el modelamiento hidrológico.

## 03 Modelamiento hidrológico con QSWAT

- Delimitación de cuencas y subcuencas.
- Generación de Unidades de Respuesta Hidrológica (HRU).
- Configuración y ejecución del modelo SWAT.
- Calibración, validación y evaluación de resultados hidrológicos.

## 04 Cobertura y uso del suelo

- Procesamiento de datos satelitales.
- Uso de productos como ESA WorldCover y MapBiomas.
- Análisis de cambios en la cobertura terrestre.

## 05 Cambio climático

- Introducción a escenarios climáticos CMIP6.
- Escenarios SSP2-4.5 y SSP5-8.5.
- Análisis de cambios en precipitación y temperatura.
- Evaluación de posibles impactos sobre los recursos hídricos.

## 06 Aplicaciones hidrológicas

- Análisis de caudales y disponibilidad hídrica.
- Evaluación de posibles impactos de sequías e inundaciones.
- Interpretación de resultados para la gestión sostenible de cuencas.

Contenido académico resumido, sujeto a verificación con el programa oficial del curso.

### DOCENTE



## Ing. Nino Frank Bravo Morales

### Especialista en Geomática

- ✓ +15 años de experiencia
- ✓ Consultor en procesamiento satelital + SIG
- ✓ Experiencia en proyectos reales
- ✓ Python, R, QGIS, ArcGIS Pro, GEE

## ¡INSCRÍBETE Y ESPECIALÍZATE EN MODELAMIENTO HIDROLÓGICO!

Aprende a integrar herramientas geoespaciales para el análisis de cuencas, recursos hídricos y cambio climático.

### GEOMÁTICA AMBIENTAL

[www.geomatica.pe](http://www.geomatica.pe) ☎ +51 995 664 488 ✉ [info@geomatica.pe](mailto:info@geomatica.pe)

Página oficial del curso: <https://www.geomatica.pe/cursos/modelamiento-hidrologico-recursos-hidricos-y-cambio-climatico-con-geeswat-qswat>



Escanea y visita  
la página del curso

# Del dato satelital al modelo SWAT: módulos 1, 2 y 3

40 horas lectivas, modalidad virtual. Cada módulo termina con una práctica guiada sobre una cuenca real y un entregable que se acumula hacia el proyecto integrador.

1

## Preparación de datos geospaciales con geeSWAT

- Cuenta de Google Earth Engine, proyecto de Google Cloud y autenticación desde QGIS (pestaña **Config GEE**).
- Instalación de geeSWAT y de la dependencia `earthengine-api`.
- Sistema de coordenadas del proyecto (EPSG UTM 17S, 18S o 19S) y carpeta de trabajo.
- Área de interés: capa vectorial o polígono dibujado; área, perímetro, centroide, zona UTM y extensión.
- Descarga de **MDE, suelos y uso del suelo** recortados y reproyectados.
- Descarga directa o vía Google Drive según el tamaño del área.
- Procesamiento en segundo plano, registro de actividad y cancelación.
- Descarga de **Curva Número** (GCN250, 250 m).

**Práctica:** dejar listo el paquete de insumos (MDE, suelo, uso, lookups) de una cuenca elegida.

2

## Información climática e hidrometeorológica

- Precipitación satelital y grillada: CHIRPS, PISCO (v1 y v3), RAIN4PE, GPM IMERG V07, GSMaP v8 y PERSIANN-CDR.
- Variables meteorológicas: temperatura, humedad relativa, viento y radiación solar (ERA5-Land, NOAA CFSR).
- Criterios para elegir el producto: periodo, resolución y sesgo en zonas andinas y amazónicas.
- Estaciones virtuales: grilla de puntos sobre la cuenca o capa propia de estaciones.
- Exportación al formato SWAT: archivos TXT por estación, listas de estaciones y matrices.
- Comparación con estaciones SENAMHI, detección de vacíos y control de calidad básico.

**Práctica:** generar series diarias de precipitación y temperatura de 1990–2020 listas para importar en QSWAT.

3

## Modelamiento hidrológico con QSWAT

- Instalación y configuración de QSWAT, SWAT y la base de datos del modelo.
- Delimitación de cuenca y subcuencas: MDE, umbral de drenaje, red de ríos y puntos de salida.
- Interpretación hidrológica con geeSWAT: geometría, forma, relieve, tiempo de concentración, curva hipsométrica e informe HTML por subcuenca.
- Definición de **HUR** con uso, suelo y pendiente (ver hojas 8 y 9).
- Importación del clima, escritura de tablas de entrada y ejecución de SWAT.
- Caudal observado: control de calidad y relleno de vacíos de la serie.
- Análisis de sensibilidad, calibración y validación (SWAT-CUP o manual).
- Validación con 22 métricas (NSE, KGE,  $R^2$ , PBIAS y más), hidrograma, dispersión 1:1 y curva de duración.
- Corrección de baseflow en archivos `.gw` cuando el caudal de estiaje sale en cero.

**Práctica:** modelo base calibrado y validado, con informe de bondad de ajuste.

# Cobertura, clima futuro y decisiones: módulos 4, 5 y 6

La segunda mitad del curso lleva el modelo calibrado a escenarios de cambio de cobertura y de clima, y termina en una presentación técnica de resultados.

4

## Cobertura y uso del suelo multifuente

- Fuentes: GLC\_FCS30D (30 m, 1985–2022), MapBiomas Perú (30 m, 1985–2024) y ESA WorldCover.
- Comparación entre productos sobre la misma cuenca y elección según la leyenda y el año.
- Reclasificación a códigos SWAT: WATR, URMD, FRSD, AGRL y otros.
- Generación y edición de `Landuse_lookup.csv`.
- Análisis de cambio de cobertura entre años y su efecto en la escorrentía y en la Curva Número.
- Construcción de un escenario de uso del suelo para el modelo.

**Práctica:** comparar dos mapas de cobertura, reclasificarlos y evaluar la diferencia en caudal simulado.

5

## Cambio climático con CMIP6

- Qué son los modelos CMIP6, los escenarios SSP y sus límites de interpretación.
- Colección NASA GDDP-CMIP6: 34 modelos, periodo histórico y escenarios **SSP2-4.5** y **SSP5-8.5**.
- Descarga de precipitación, temperatura máxima y mínima, humedad, viento y radiación por estación virtual.
- Conversión de unidades y escritura de archivos en formato SWAT.
- Comparación de línea base y futuro (2040–2080): cambio en precipitación y temperatura.
- Simulación de SWAT con clima futuro y uso de varios modelos para mostrar el rango de incertidumbre.

**Práctica:** correr tres modelos y dos escenarios y comparar caudales mensuales contra la línea base.

6

## Análisis de impacto y toma de decisiones

- Disponibilidad hídrica: caudal medio, curva de duración y caudales de estiaje.
- Sequías: caudales mínimos, duración y frecuencia de déficit.
- Inundaciones: caudales máximos y cambios en su magnitud.
- Componentes del balance hídrico: evapotranspiración, percolación, flujo base.
- Gestión adaptativa de cuencas y ordenamiento territorial con base en los resultados.
- Proyecto integrador sobre una cuenca completa y presentación final.

## Modalidad y certificación

- 40 horas lectivas en modalidad virtual.
- Acceso inmediato al contenido y acceso de por vida.
- Herramientas: QGIS, geeSWAT, QSWAT y Google Earth Engine.
- Certificado de especialización.
- Docente: Ing. Nino Frank Bravo Morales.
- Consultas: WhatsApp +51 995 664 488 · info@geomatica.pe

Contenido sujeto a ajustes menores según el programa oficial del curso y la versión vigente del plugin.

# Cómo obtener diferentes MDE para tu cuenca

El MDE define la red de drenaje, las subcuencas y la pendiente. Un MDE distinto cambia el área y el número de HRU, por eso en el curso se comparan varias fuentes sobre la misma cuenca.

| Fuente en geeSWAT                   | Pixel | Cuándo conviene                                                                                       |
|-------------------------------------|-------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Copernicus GLO-30</b> (TanDEM-X) | 30 m  | Alta precisión global. Primera opción general. Es un modelo de superficie: incluye copas y edificios. |
| <b>FABDEM</b>                       | 30 m  | Copernicus sin edificios ni bosques. Muy útil en selva y ceja de selva.                               |
| <b>MERIT DEM</b>                    | 90 m  | SRTM corregido por vegetación y ruido. Buena opción para cuencas grandes.                             |
| <b>HydroSHEDS</b> (void-filled)     | 90 m  | Acondicionado hidrológicamente. Rápido para cuencas extensas.                                         |
| <b>SRTM GL1</b>                     | 30 m  | Clásico y bien documentado. Cobertura 56°S a 60°N, datum EGM96.                                       |
| <b>NASADEM</b>                      | 30 m  | SRTM reprocesado con ASTER e ICESat. Menos vacíos.                                                    |
| <b>ALOS AW3D30</b>                  | 30 m  | Modelo de superficie de JAXA. Buen detalle en relieve fuerte.                                         |
| <b>SRTM 90 m</b> (CGIAR v4)         | 90 m  | Vacíos rellenados. Para pruebas rápidas.                                                              |
| <b>ASTER GDEM v3</b>                | 30 m  | Cobertura 83°N a 83°S. Tiene más ruido que las anteriores.                                            |
| <b>3DEP 1 m</b>                     | 1 m   | Solo Estados Unidos.                                                                                  |
| <b>IGN RGE Alti</b>                 | 5 m   | Solo Francia.                                                                                         |

## Descarga paso a paso en geeSWAT

- 1 En **Config GEE** autentica tu cuenta y define el EPSG (por ejemplo 32718).
- 2 En **Seleccionar AOI** carga tu polígono de cuenca.
- 3 En **MDE** elige la fuente. Deja la escala en 0 para usar la resolución nativa.
- 4 Pulsa **Descargar**. Corre en segundo plano con barra de avance.
- 5 El archivo queda en DEM/proyecto\_dem\_fecha.tif ya reproyectado.

**Directo** áreas pequeñas, baja en tu disco.

**Drive** áreas grandes (más de 10 MP), se exporta a la carpeta GEE\_geeSWAT.

## Otras vías fuera de GEE

- **OpenTopography**: Copernicus, ALOS, SRTM y NASADEM por recorte de área.
- **NASA Earthdata / ASF**: ALOS PALSAR RTC de 12,5 m.
- **USGS EarthExplorer**: SRTM y ASTER por escenas.
- **MDE propio**: dron, LiDAR o curvas de nivel convertidas a ráster (TIN).

### Zonas UTM de Perú

17S: 32717 · 18S: 32718 · 19S: 32719

**Criterio de selección.** En zonas con bosque denso, un modelo de superficie (Copernicus, ALOS, SRTM) mide la copa y no el suelo, y eso sesga las pendientes. Antes de delimitar, compara al menos dos MDE: área de cuenca, longitud del cauce principal y pendiente media. Si difieren más de pocos puntos porcentuales, define cuál usar con puntos de cota o un tramo de campo.

# Descarga de datos climáticos en formato SWAT

La pestaña **CLIMÁTICOS** extrae series diarias de GEE en puntos dentro de tu cuenca y las escribe como archivos de estación de SWAT.

| Producto                  | Variables                   | Periodo           | Resolución | Comentario                                        |
|---------------------------|-----------------------------|-------------------|------------|---------------------------------------------------|
| <b>CHIRPS Daily</b>       | Prec                        | 1981 – actualidad | 5 km       | Serie larga y al día.                             |
| <b>PISCOp v3.0</b> (Perú) | Prec                        | 1981 – 2025       | 10 km      | Producto de SENAMHI para Perú.                    |
| <b>PISCO v1</b> (pm)      | Prec                        | 1981 – 2016       | 1 km       | Mayor detalle, periodo más corto.                 |
| <b>RAIN4PE</b>            | Prec                        | 1981 – 2015       | 10 km      | Perú y Ecuador.                                   |
| <b>GPM IMERG V07</b>      | Prec                        | 1998 – actualidad | 11 km      | Satelital, buena para eventos.                    |
| <b>GSMaP v8</b>           | Prec                        | 1998 – actualidad | 10 km      | Satelital JAXA.                                   |
| <b>PERSIANN-CDR</b>       | Prec                        | 1983 – 2025       | 28 km      | Baja resolución, serie larga.                     |
| <b>ERA5-Land</b>          | Prec, Temp                  | 1950 – actualidad | 11 km      | Reanálisis. Temperatura media.                    |
| <b>NOAA CFSR (CFR)</b>    | Temp, HR, viento, radiación | 2018 – actualidad | 38 km      | Completa el resto de variables que SWAT necesita. |

## Descarga paso a paso

- 1 Verifica la conexión en **Config GEE** y carga el AOI.
- 2 En **CLIMÁTICOS** elige el producto y el rango de fechas.
- 3 Define los puntos: una **grilla** con espaciado que tú indicas o tu capa de **estaciones**.
- 4 Indica la carpeta de salida y pulsa **Descargar**.
- 5 Repite para cada variable: precipitación de un producto, temperatura y demás de otro.
- 6 Importa los archivos en QSWAT al configurar el clima.

## Qué obtienes

- Carpetas por variable: `Prec_SWAT`, `Temp_SWAT`, `HR_SWAT`, `Wind_SWAT`, `Solar_SWAT`.
- Un TXT por estación: `Prec_NOMBRE.txt`, con una fecha de inicio y un valor diario por línea.
- Una lista de estaciones por variable: `Lista_estac_Prec.txt`, con nombre, latitud, longitud y elevación.
- Carpeta `Matriz` con las series de todas las estaciones en tablas.
- Capa de puntos de las estaciones generadas.

## Cómo elegir y validar

- Para periodos de calibración largos usa CHIRPS o PISCO.
- Compara el acumulado anual y mensual con 2 o 3 estaciones SENAMHI cercanas antes de modelar.
- Si el sesgo es grande, corrige con factores mensuales o descarta el producto.

**Ojo con la grilla.** Más puntos no significan más información: los productos tienen 5 a 38 km de resolución. Un espaciado menor que el pixel repite el mismo dato y solo agrega tiempo de descarga y estaciones redundantes en SWAT.

# Mapa de uso de suelo y mapa de tipo de suelo para las HRU

Cada HRU nace del cruce de tres capas. Las pestañas **LANDUSE** y **SOIL** entregan el ráster y la tabla de equivalencias que QSWAT necesita.

## Uso del suelo (LANDUSE)

### Fuentes en la versión 1.5.0

- **GLC\_FCS30D**, 30 m, 1985–2022.
- **MapBiomias** 30 m, 1985–2024: Perú, Brasil, Bolivia, Colombia, Ecuador, Venezuela, Paraguay, Chile y Uruguay.

### Pasos

- 1 Abre **LANDUSE** con el AOI cargado.
- 2 Elige la fuente y el **año** del mapa.
- 3 Pulsa **Descargar**: se recorta, se reproyecta y se guarda.
- 4 Se crea `Landuse_lookup.csv` con `LANDUSE_ID` y `SWAT_CODE`.

Códigos SWAT: `AGRL` agrícola, `FRSD` bosque, `WATR` agua, `URMD` urbano medio, entre otros.

## Tipo de suelo (SOIL)

### Fuentes

- **DSMW FAO/UNESCO**: mapa mundial 1:5 000 000.
- **DSOLMap / OpenLandMap**, 250 m, por aprendizaje automático.
- **HWSD v2.0**: siete capas de suelo, sistema FAO y WRB.
- **HWSD v1.21**: 1 km, capas 0–30 y 30–100 cm.

### Pasos

- 1 Abre **SOIL** y elige la fuente.
- 2 Pulsa **Descargar**: ráster de tipo de suelo en el EPSG del proyecto.
- 3 Se crea `Soil_lookup.csv` con `SNUM` y `SNAM`, enlazado a tablas de equivalencia con propiedades de suelo.

## Cómo se usan en QSWAT

### 1. Cargar rásteres

Mapa de uso y mapa de suelo, ambos del mismo EPSG que el MDE.

### 2. Cargar lookups

`Landuse_lookup.csv` y `Soil_lookup.csv`.

### 3. Leer y verificar

QSWAT lista las clases encontradas y avisa de códigos sin correspondencia.

### 4. Crear HRU

Con los umbrales de la hoja siguiente.

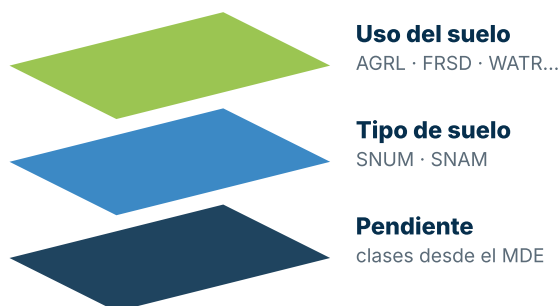
## Revisión antes de modelar

- Reclassifica las clases mixtas, como mosaicos agrícolas, hacia el código SWAT que mejor represente el manejo.
- Une clases que ocupan menos del 1–2 % del área: solo generan HRU diminutas.
- Si el nombre de la columna de suelo no coincide con lo que pide tu versión de QSWAT (por ejemplo `SOIL_ID`), renómbrala en el CSV.
- Usa el año del mapa más cercano al periodo que calibras.

**Límite del suelo FAO.** El DSMW está a escala 1:5 000 000. En una cuenca pequeña puede traer una o dos unidades de suelo y la capa no aportará variabilidad a las HRU. Para cuencas menores a unos pocos miles de km<sup>2</sup>, prueba HWSD v2.0 o DSOLMap, o reemplaza por un mapa local, como los estudios de suelos de la ZEE regional.

# Pendiente y definición de HRU en QSWAT

La pendiente no se descarga aparte: QSWAT la calcula desde el MDE que bajaste con geeSWAT. Lo que decides tú son las clases y los umbrales.



**Uso ∩ Suelo ∩ Pendiente = HRU**

Cada combinación dentro de una subcuenca es una HRU.

## Clases de pendiente

- Se definen en QSWAT como **Slope bands**, con los límites en %.
- Ejemplo para cuenca andina: 0–5, 5–15, 15–30 y más de 30 %.
- Más clases suben el número de HRU y el tiempo de corrida.
- Una cuenca de selva baja plana puede necesitar solo 2 clases.

## Revisa el MDE

- Un MDE de superficie sobreestima la pendiente en el borde del bosque.
- Comprueba que el MDE tenga el mismo EPSG proyectado que los otros rásteres.

## Crear las HRU en QSWAT, paso a paso

- 1 Termina la delimitación de subcuencas con el MDE de geeSWAT.
- 2 En **Create HRUs**, carga el mapa de uso y su lookup.
- 3 Carga el mapa de suelo y su lookup.
- 4 Pulsa **Read**: se leen las clases y se revisa que todas tengan código.
- 5 Inserta los límites de **Slope bands**.
- 6 Elige el método: **Dominant HRU**, **Dominant landuse**, **soil**, **slope** o **Filter** por umbral (porcentaje o área).
- 7 Define los umbrales y pulsa **Create HRUs**.
- 8 Revisa el número de HRU por subcuenca y el área que quedó sin asignar.
- 9 Continúa con el clima, la escritura de tablas y la corrida.

## Umbrales de partida

| Capa          | Umbral    |
|---------------|-----------|
| Uso del suelo | 5 – 10 %  |
| Tipo de suelo | 10 – 20 % |
| Pendiente     | 10 – 20 % |

Valores usados con frecuencia como punto de inicio. Justifica el que elijas y repite la simulación con otro umbral para ver cuánto cambia el caudal.

**Errores frecuentes.** Rásteres con EPSG distinto; códigos de uso que no están en el lookup (quedan sin HRU); suelo de 250 m cruzado con un MDE de 30 m sin revisar el remuestreo; y umbrales tan bajos que se generan cientos de HRU con áreas menores a un píxel de la fuente de suelo.

# Modelamiento futuro con escenarios CMIP6

La pestaña **Cambio climático** descarga series diarias de la colección NASA GDDP-CMIP6 y las escribe en formato SWAT. Con ellas se corre el modelo ya calibrado bajo clima futuro.

## 1 · Línea base

Modelo calibrado y validado con clima observado.

## 2 · Descarga CMIP6

Modelo, escenario y fechas.

## 3 · Reemplazo de clima

Mismos parámetros calibrados.

## 4 · Simulación

Histórico y futuro.

## 5 · Comparación

Caudales y balance.

### Descarga en geeSWAT

- 1 Abre **Cambio climático** con AOI y GEE configurados.
- 2 Elige uno de los **34 modelos**.
- 3 Elige el escenario: `historical`, `ssp245` o `ssp585`.
- 4 Define el rango de fechas y las estaciones (grilla o tu capa).
- 5 Selecciona las variables y pulsa **Descargar**.
- 6 Repite por cada modelo y escenario.

Resolución de la colección: 0,25° (unos 25 km). El histórico llega hasta 2014 y los escenarios cubren 2015–2100.

| Variable          | Origen                  | Salida SWAT                       |
|-------------------|-------------------------|-----------------------------------|
| Precipitación     | pr kg/m <sup>2</sup> /s | × 86 400 = mm/día                 |
| Temp. máx. y mín. | tasmax, tasmin en K     | – 273,15 = °C                     |
| Humedad relativa  | hurs                    | %                                 |
| Viento            | sfcWind                 | m/s                               |
| Radiación solar   | rsds W/m <sup>2</sup>   | × 0,0864 = MJ/m <sup>2</sup> /día |

### Cómo plantear la comparación

- **Línea base:** el periodo calibrado, por ejemplo 1985–2014 con el modelo histórico.
- **Futuro cercano:** 2040–2060.
- **Futuro lejano:** 2060–2080.
- **Escenarios:** SSP2-4.5 (intermedio) y SSP5-8.5 (emisiones altas).
- **Indicadores:** caudal medio mensual, Q95 y caudal mínimo de 7 días, caudales máximos, evapotranspiración y percolación.
- **Multi-modelo:** usa varios modelos y presenta el rango, no un único valor.
- **Parámetros:** no recalibres con clima futuro; los parámetros se mantienen fijos.

**Qué no te dice un escenario.** Los SSP no son pronósticos ni tienen probabilidad asociada; un solo modelo puede ubicarse en un extremo del rango. GDDP-CMIP6 ya viene corregido por sesgo a escala global, pero conviene contrastar su histórico con tus estaciones locales antes de usarlo. Además, el efecto del CO<sub>2</sub> sobre la vegetación y el cambio de uso del suelo futuro se deben decidir en el modelo, no vienen en los datos del clima.

### Modelos disponibles

ACCESS-CM2 ACCESS-ESM1-5 BCC-CSM2-MR CESM2 CESM2-WACCM CMCC-CM2-SR5 CMCC-ESM2 CNRM-CM6-1  
 CNRM-ESM2-1 CanESM5 EC-Earth3 EC-Earth3-Veg-LR FGOALS-g3 GFDL-CM4 GFDL-ESM4 GISS-E2-1-G HadGEM3-GC31-LL  
 HadGEM3-GC31-MM IITM-ESM INM-CM4-8 INM-CM5-0 IPSL-CM6A-LR KACE-1-0-G KIOST-ESM MIROC-ES2L MIROC6  
 MPI-ESM1-2-HR MPI-ESM1-2-LR MRI-ESM2-0 NESM3 NorESM2-LM NorESM2-MM TaiESM1 UKESM1-0-LL

# Cómo realizar el pago y activar tu acceso

S/ 200

Precio promocional (USD 65)

S/ 300

Precio normal (USD 100)

40 h

Virtual · acceso de por vida

## Pasos para inscribirte

- 1 Entra a **www.geomatica.pe** y abre la página del curso.
- 2 Pulsa **Cómpralo ahora**. Si la web lo pide, inicia sesión o crea tu cuenta.
- 3 Elige el método de pago: **depósito o transferencia**, o **PayPal**. Se genera tu número de orden.
- 4 Realiza el pago y guarda el voucher o la captura.
- 5 Envía el comprobante con tu **número de orden** en [geomatica.pe/pagos/deposito](http://geomatica.pe/pagos/deposito).
- 6 Recibes un correo de bienvenida con el acceso al aula virtual: [geomatica.pe/aulavirtual](http://geomatica.pe/aulavirtual).

## Otras formas de pago

**PayPal (tarjeta de crédito)**

[paypal.me/geomaticape](http://paypal.me/geomaticape)

**Ayuda con tu inscripción**

- WhatsApp: +51 995 664 488
- Correo: [info@geomatica.pe](mailto:info@geomatica.pe)



Escanea para enviar tu comprobante  
[geomatica.pe/pagos/deposito](http://geomatica.pe/pagos/deposito)

## Cuentas para depósito o transferencia (cuentas de ahorros)

| # | N.º de cuenta           | CCI                     | Titular                  |
|---|-------------------------|-------------------------|--------------------------|
| 1 | 04-519-149473           | 018-519-004519149473-96 | Nino Frank Bravo Morales |
| 2 | 0011-0318-0200580124    | 011-318-000200580124-32 | Nino Frank Bravo Morales |
| 3 | 0011-0876-00-0200179963 | 011-876-000200179963-00 | Geomática Ambiental SRL  |
| 4 | 00-490-023631           | 018-490-000490023631-38 | Geomática Ambiental SRL  |
| 5 | 193-95796895-0-37       | 002-19319579689503718   | Nino Frank Bravo Morales |
| 6 | 324-170060830           | 04332432417006083037    | Nino Frank Bravo Morales |
| 7 | 107020211001541282      | 80802021100154128223    | Nino Frank Bravo Morales |
| 8 | 3523125020306           | 003-352-013125020306-27 | Nino Frank Bravo Morales |

**Antes de pagar.** Confirma por WhatsApp o correo el titular y la cuenta que vas a usar, y envía siempre el voucher con tu número de orden: sin ese paso el acceso no se activa.

**¡Inscríbete y especialízate en modelamiento hidrológico!**

[www.geomatica.pe](http://www.geomatica.pe) · +51 995 664 488 · [info@geomatica.pe](mailto:info@geomatica.pe)

