

# Método RAS

para determinar la Recarga de Agua Subterránea

Por: Ing. Hidrogeólogo  
Martín Junker



## FORGAES UNIÓN EUROPEA

Col. San Francisco, Pje. Bugambilias,  
Casa #11, San Salvador, El Salvador. C.A.  
Tel.: (503)22672200,  
e-mail: forgaes@forgaes.org.sv



# Índice General

Resumen	3
Metodología RAS	4
Cálculo del "RAS" paso a paso	5
Justificaciones del coeficiente Kv	8
Las zonas urbanas	8
Información adicional	9
Cálculo y mapeo de la recarga acuífera	9
Ejemplos del cálculo de la recarga	10
Zonificaciones	10
Recomendaciones	10
Tabla de anexos	11
Literatura	11
Tablas con las zonificaciones	12
Anexos	29

# Método RAS para determinar la Recarga de Agua Subterránea

## Resumen:

El presente informe presenta dos productos:

**I- La metodología RAS** para determinar la recarga del agua subterránea, aplicada en el ámbito del El Salvador.

**El método RAS** es un método científico, teórico para elaborar el mapa de la recarga de agua subterránea, que puede servir como **una herramienta para apoyar a tomar decisiones en la protección y el manejo sostenible del recurso hídrico, como también en el ordenamiento territorial.**

Con base en datos y mapas básicos se llega a determinar con pocos cálculos un mapa de la recarga de agua subterránea (acuífero), con valores cuantitativos, de ésta en mm/año: Para estimar el volumen de agua que infiltra y que llegará a recargar a los acuíferos. Distinguir las zonas de la recarga acuífera ayuda a identificar las zonas mas vulnerables a la contaminación hídrica y/o áreas críticas de la recarga para protegerlas.

**II - Segundo producto es el mapa de la recarga de agua subterránea del El Salvador,** que sirve para adoptar medidas para un mejor aprovechamiento del recurso hídrico, planificaciones futuras (desarrollo industrial y urbanístico) y zonas de recuperación de los recursos hídricos subterráneos.

Según este método en El Salvador se ha determinado la mayor recarga en la zona de lava reciente del Volcán ("Playón") de San Salvador, con un valor de 720 mm/año, donde **infiltra sobre 9.3 km<sup>2</sup> 6.1 Millones m<sup>3</sup> por año.** Otras zonas de alta infiltración son: hacia el sur de Santa Ana, el sur de "los Volcanes", en la cuenca del Río Grande de Sonsonate, el valle al sur de Santa Ana, en el borde Norte del Cerrón Grande y en la zona sur del "puente viejo", con valores desde 550 hasta 650 mm/año. La zona con la menor recarga acuífera (50-200 mm/año) se encuentra a un costado de la costa – por la cercanía del acuífero no entra mas agua en el subsuelo y en el Oriente - en las zonas de La Unión, al Norte del departamento San Miguel, hacia el Norte de Santa Ana y a la Frontera con Guatemala en la zona de Tacuba.

Con base en el mapa nacional de la recarga acuífera se llegó a un volumen total de la **infiltración** sobre la superficie del El Salvador ( $21,078 \text{ km}^2$ ) de cantidad de **6.250 Mio m<sup>3</sup> por año**, aproximadamente, con un **promedio de 295 mm por año**, en todo la superficie del país.

## Metodología RAS:

### Criterios básicos:

Se entiende la recarga acuífera como la infiltración del agua superficial que pasa la zona no-saturada del subsuelo y llega a la zona saturada de agua subterránea y forma parte del agua del acuífero.

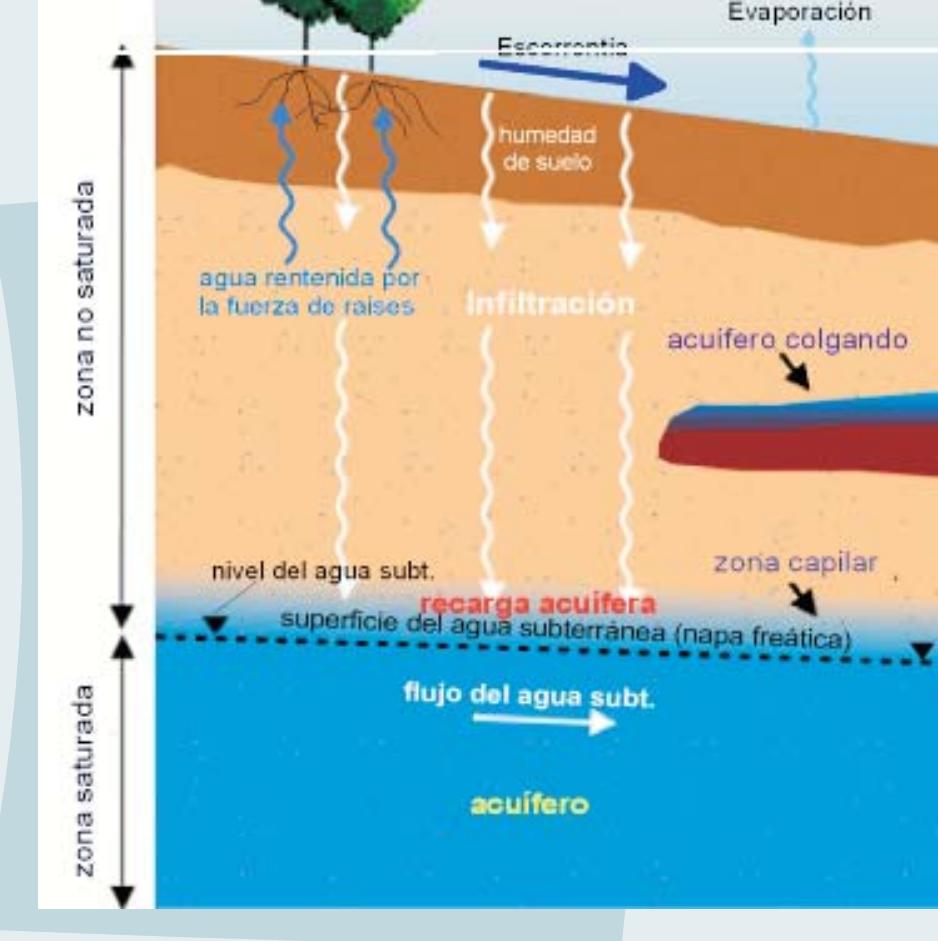
La recarga de agua subterránea, calculado con **este método simplificado**, da un valor teórico y aproximado, sin tomar en consideración procesos complejos como por ejemplo de flujos laterales y circulantes en la zona no-saturada. Tampoco se tomó en cuenta actividades antropogénicas como extracciones por pozos, bombeos o drenajes superficiales, diques y presas artificiales, etcétera.

Generalmente la recarga de agua subterránea (acuífera) depende de varios criterios, los más importantes son los siguientes:

- Precipitación
- Evaporación/Transpiración
- Geología, Sistema de Fallas
- Subsuelo, Textura del substrato
- Vegetación
- Uso de Suelo
- Topografía, Pendientes/Escorrentía
- Profundidad hacia el acuífero

Un acuífero es un sistema abierto donde el agua subterránea fluye en la dirección del potencial más bajo, que en la mayoría de casos es el mar.

**La teoría de la sostenibilidad del manejo de un acuífero dice, no se debe extraer mas agua subterránea que lo que se recupera, a través de la recarga acuífera.** Por eso, el conocimiento cuantitativo sobre la recarga acuífera es un requisito muy importante para gestionar los recursos hídricos subterráneos de una manera integral y sostenible! Además de los criterios científicos, para un cálculo de la recarga, existe en el:



**Reglamento General de la Ley del Medio Ambiente** en el artículo 71 directrices sobre la zonificación ambiental que se ha tomado en consideración para el presente estudio:

- a. La naturaleza y las características de cada ecosistema;
- b. La vocación de cada zona o región en función de sus recursos naturales, distribución de la población y actividades económicas predominantes;
- c. El equilibrio entre los asentamientos humanos y sus condiciones ambientales; y
- d. El impacto ambiental de las actividades humanas y de los fenómenos naturales

## Calculo del “RAS” paso por paso:

El método RAS se entiende como una **primera aproximación** a la realidad y es una metodología que no necesita muchos datos detallados. Se desarrolló este método con base en los datos existentes y accesibles.

La geología es un dato indispensable que especialmente en los países con suelos de origen volcánico influye mucho sobre la recarga acuífera, donde el agua superficial además de la infiltración entra a través de las fracturas y fallas tectónicas en el subsuelo. No existe un mapeo geológico actual y se tomó como base el último mapeo realizado en el año de 1972.

**1) El primer paso** es la determinación de la **distribución de las precipitaciones (P)**, que se realiza a través de un mapa de isolíneas de las precipitaciones promedios de los últimos 30 años (fuente, SNET). Se encuentra el mapa de las Isolineas de las Precipitaciones en el anexo I y II.

**2) El segundo paso** es hacer un mapa de la **distribución de la Evapotranspiración (ETreal) real** con base en los cálculos realizados por el SNET que toma en cuenta los datos en 15 estaciones meteorológicas en el país. La ETreal es el factor más grande que influye a los cálculos de la recarga. Por eso se tomó mucha atención a este tema revisando la humedad disponible en los diferentes suelos con sus diferentes capacidades de campos y sus diferentes usos.

En el anexo II se encuentra el mapa de la distribución de la ETreal.

**3) El tercer paso** es elaborar un mapa con rangos de pendientes en porcentaje, con los datos topográficos disponibles del SNET. Este mapa clasifica al país en 6 diferentes zonas con rangos de pendientes (**tabla I**) en porcentajes. Para cada zona se definió un **coeficiente de la escorrentía superficial (kp)**.

Además se determinaron zonas con una escorrentía superficial tomando en cuenta la profundidad hacia el agua subterránea. Especialmente en las zonas costeras, donde la superficie es plana, pero el acuífero está demasiado cerca (< 1m) que permitirá una recarga efectiva, se asignaron a estas zonas el mismo valor como el de una pendiente topográfica > 70%.

El mapa de pendientes de encuentra en el anexo III.

En las siguientes tablas (I-III) se encuentran los valores (en base de Schosinsky y Losilla, 2000) para los diferentes coeficientes, modificado y adaptado a la zona de país de estudio, para El Salvador.

**Tabla I**

<b>Por pendiente</b>	<b>kp</b>	<b>Profundidad hacia agua subterránea</b>
Muy plano (transparente)	0.40	
< 15% (transparente)	0.15	2-1 m
15-30% (blanco)	0.10	
30-50% (amarillo)	0.07	< 1m
50-70% (rojo)	0.05	Tejido urbano cerrado, zonas comerciales, etc.
>70% (azul)	0.01	

4) **El cuarto paso** es elaborar e interpretar un mapa de uso del suelos. En el caso de El Salvador existe un mapa del uso de suelos, hecho por una consultoría del proyecto s SHERPA (2002) clasificando mas de 70 diferentes usos de suelos.

Con base en este mapa el Servicio de Estudios Territoriales (SNET) clasificó la **transpiración vegetal**, con coeficientes (**kv**) para cada uso de suelo en relación a la transpiración “1”, que es un suelo con el uso “pastura”.

De esta clasificación el autor determinó 7 grupos de **coeficiente del Uso de Suelo (kv)** (tabla II) y elaboró un mapa nuevo del coeficiente kv, en base del mapa de uso de suelos del proyecto SHERPA.

**Tabla II**

<b>Por cobertura vegetal (ejemplos)</b>	<b>kv</b>
Cuerpos de agua	0.00
Salinera	0.05
Playa, Dunas y Arena	0.07
Pasto natural, zonas urbanas discontinuas, Caña, grano básico, etcétera	0.10
Confieras, Palmeras. Zona urbanas verdes, etcétera	0.15
Vegetación arbustiva, Platanales y bananeras, Tejido urbano, Zonas comerciales, aeropuertos, etcétera	0.18
Bosque de café	0.19
Bosques, Lava reciente, etcétera	0.20
Vegetación Esclerofila o espinoso cultiva de piña	0.30

Se encuentra el Mapa de distribución de Coeficiente kv en anexo IV.

5) Con base en el mapa de los tipos de suelos (SNET) se determinaron 3 grupos de diferente tipos de suelos (tabla III), respecto de su textura, origen y estado consolidación. A cada grupo se asignaron un coeficiente de la textura de suelo (kfc).

El mapa de tipos de suelos se encuentra en el anexo V.

6) Para saber la disponibilidad hídrica se realizó un mapeo del “**Balance Climático**” (BC). Este mapa se hizo a mano y esta con base en los mapas de las isolíneas de precipitaciones (1) y de la evaporación

(2). Con la simple formula  **$BC = P - ET_{real}$**  se determinaron en las diferentes zonas del país la disponibilidad hídrica, que a pesar de ser un valor teórico, es muy importante.

El **balance climático** sirve para proporcionar la disponibilidad hídrica geográficamente y da información por áreas del régimen de agua disponible.

**Tabla III**

**Por textura de suelo**

Suelos arcillos, Latosote de altura, Zonas urbana, suelos compacta impermeable	0.10
Suelos de combinación de limo y arcilla, Litosole y Regosolo de valles	0.15
Suelo arenoso, recientes, suelos de causes de ríos, suelos no muy compactos	0.20

Este mapa forma la base para todos los cálculos para el mapa de la recarga del agua subterránea.

El mapa de la distribución de las zonas del "Balance Climático" se encuentra en el anexo VI.

7) El calculo de la recarga acuífera:

$$R=C \cdot BC \quad (1)$$

Donde,

**R** : Recarga acuífera (mm/año)

**C** : Coeficiente de infiltración (adimensional)

**BC** : Balance Climático (mm/año)

El "**Coeficiente de la infiltración**" (**C**) es un valor relativo sin dimensión, que expresa - para una zona definida (polígono con base en el mapa de uso de suelo, 2002, SHERPA) - la infiltración potencial en esta zona. Se modificó un modelo analítico propuesto por Schosinsky y Losilla (2000). Con esta propuesta se pueden delimitar las áreas potenciales de recarga de los acuíferos a nivel regional.

Según de los autores el Coeficiente de Infiltración se define como siguiente:

$$C=(kp+kv+kfc) \quad (2)$$

Donde,

**C** : coeficiente de infiltración

**kp** : fracción que infiltra por efecto de la pendiente

**kv** : fracción que infiltra por efecto de la cobertura vegetal

**kfc** : fracción que infiltra por efecto de textura del suelo

El **Coeficiente de Infiltración (C)** en su suma puede llegar a un máximo de "0.9", en el caso que se encuentra por ejemplo una plantación de piña en un suelo con una textura arenosa en una pendiente plana. En este caso la recarga acuífera teórica será 90% del "**BC**" (Precipitación en esta zona menos la ETreal).

No se ha asignado un 100% del Coeficiente de Infiltración ("1") para dar cuenta a todos los factores no calculadas (como por ejemplo precipitaciones in-efectivas e influencias antropogénicas), que se tributa con este 10 %.

## **Justificaciones del Coeficiente kv:**

La asignación del valor "kv", el coeficiente de la transpiración vegetal, se hizo con de estudios de la FAO y del SNET (LIT?). Durante el presente mapeo de la recarga acuífera se llegaron a nuevas conclusiones científicas, respecto de la transpiración vegetal. Así, se llegará a la necesidad de cambiar las asignaciones del kv y los resultados calculados de la recarga acuífera. Para realizar estos cambios en el banco de datos de ArcView (que contiene mas de 13.000 filas de datos) se desarrollaron un formulario en Access que facilita asignar un otro valor de kv y realizar los cambios respectos al valor de la recarga acuífera en mm/año.

Por ejemplo se cambió el kv para el uso de suelo "Grano básico" - que tenía un valor de kv = 0.18 a un kv = 0.10; que significa que ahora transpira mucho mas agua y con este se bajaran los valores de la recarga en todas las zonas de uso de suelo con grano básico. Lo mismo se hicieron con los usos de suelo "Caña" y de "Mosaico de Cultivo", que tenían una asignación no correcta. El coeficiente para las zonas de "Café" subió de un kv 0.18 a 0.19, que está ahora entre un bosque conífero y un bosque siempre verde.

Nuevos datos de la Evapotranspiración Real:

El SNET realizó en el octubre 2005 un nuevo calculos respecto de la Evapotranspiración Real con nuevas distribuciones de las iso-lineas de ETReal. Según de este calculo actualizado se bajo la ETReal a un promedio de 1,000 mm/año. Este estudio y el presente mapa no refleja este nuevos conclusiones. En un futuro se tiene que elaborar un nuevo mapa de Balance Climático y recalcular la recarga acuífera.

## **Las zonas urbanas:**

Un papel especial juegan las áreas urbanizadas con tejidos continuadas y las zonas asfaltados. Para reflexionar, que estas zonas antropogénicas no infiltra mucho agua, del principio de este estudio se asignó un valor kv muy pequeño (0.07 –que es igual a una transpiración muy alta!).

Después de una reflexión mas profunda se llegó a la conclusión que este no es correcto! Las zonas urbanas no transpiran mucho, por que no tienen raíces que llevan agua del subsuelo, ni un régimen hídrico como hojas, para pasar agua a la atmósfera, como hacen las plantas.

La verdad es, que un asfalto transpira muy poco. Por eso se cambió el coeficiente kv de las zonas urbanas de 0.07 a 0.18. Para compensar este cambio del coeficiente kv, que llegaría en teoría a una recarga más alta en las zonas urbanas, se justificó el coeficiente kp, de la escorrentía. Por que las zonas urbanas son selladas se toman estas como un pendiente muy fuerte con escorrentía muy alta. Además se justificó el coeficiente de tipo de suelos para estas zonas a un kfc = 0.1 – que son zonas con los peores suelos, compactos y arcillos.

Ahora todas las zonas urbanas (tejido continuado) tienen los siguientes coeficientes:

**Kfc** (tipo de suelo) = 0.1, **kp** (pendiente) = 0.05-0.00, **Kv** (transpiración) = 0.18

que llega a un **Coeficiente de infiltración de C = 0.28 - 0.33** (multiplicado por el valor del Balance Climático llega al valor de la recarga en mm(año).

## Información adicional:

Se tomó en cuenta el mapa de “**Aguas Subterráneas de El Salvador**”, elaborado por el Cuerpo de Ingenieros de los EEUU (1998) y publicado por el SNET, como también la información, los mapas y descripciones científicas del “Diagnóstico del Plan Nacional de Ordenamiento y Desarrollo Territorial”, especialmente el tomo (3) “**Geología y Geomorfología**” y el tomo (4) “**Suelos**”.

Además se elaboró un **mapa del nivel freático del agua subterránea** (anexo VIII) a escala nacional con datos de 750 pozos (SNET). Este mapa seguramente falla en muchos detalles, porque las mediciones de los pozos son de varios años, no son pozos de observación, con filtros en varios acuíferos y las cotas de los pozos no están geo-referenciados con la precisión necesaria.

Sin embargo se llega a una interpolación de los niveles potenciales de agua subterránea (mapa del nivel freático) a una clara tendencia y con la proyección en 3-dimensiones (anexo VIIIB) se puede identificar zonas con potenciales altos, que indica zonas de recarga acuífera.

Este mapa correlaciona perfectamente con una imagen satelital de reflexión de la vegetación, que evidencia la existencia de suelos húmedos y la presencia de agua en la tierra.

## Calculo y Mapeo de la Recarga acuífera:

El mapa de la recarga de agua subterránea se realizó utilizando el programa ArcView (3.3).

La base del trabajo fue el mapa (shape) de Uso de Suelos (2002, SHERPA). Algunos polígonos en este mapa de usos de suelo formaron áreas demasiado grandes, como por ejemplo “café”. Estos polígonos se re-definieron manualmente en ArcView – respectando las zonificaciones (vease abajo).

A cada polígono (más de 13,000) se asignaron en ArcView el valor de la “recarga” en mm/año con el cálculo del Coeficiente de Infiltración y de la recarga (1,2), revisando para cada reasignación toda la información adicional disponible.

El resultado es el **mapa de la recarga acuífera**, como producto de este estudio y se encuentra en el anexo IX.

Para visualizar las distintas zonas de la recarga acuífera en este mapa se decidió un escalonamiento de la leyenda de 25, 50 y 100 mm tipo «semáforo», según la información disponible y la resolución querida en zonas de interés. La escala de la recarga está dividido en 14 estratos (con diferentes colores) y el rango está entre 0 a 800 mm/año.

Especialmente se desarrollaron juntos con los geólogos del SNET una análisis respecto del mapa hidrogeológico del SNET y de la geología con las fallas determinados, para mejorar el mapa y ajustar los cálculos en zonas especiales.

## Ejemplos del cálculo de la Recarga:

Para entender mejor el cálculo de la recarga acuífera y el método RAS se presenta el siguiente ejemplo:

En la zona de Costa de Sol, se determinó un Balance Climático de 750 mm/ año. La zona consiste en la mayoría de suelos recientes, arenosos, fluviales con un coeficiente de la textura de suelos Kfc = 0.2. La topografía es plana (<15 %) que llegaría a un coeficiente del pendiente Kp = 0.4. Pero, debido a que el agua subterránea está cerca, se tiene que ajustar a un Kp = 0.15. En el mapa hay que revisar cada caso (polígono), respecto de su profundidad hacia el agua subterránea (ver la tabla I).

Las coberturas vegetales (uso de suelo) varían y se definió el coeficiente de uso de suelo (kv) para cada polígono individualmente. Por ejemplo un polígono en la Costa de Sol con cobertura de bosque (kv = 0.2) llega a un Coeficiente C = 0.55, cuando la profundidad hacia el agua subterránea está dentro del rango de 1 a 2 metros, debajo del suelo.

El cálculo de la recarga acuífera es:  $R = BC * C \Rightarrow Rp = 750\text{mm/año} * 0.55 \Rightarrow \underline{\textbf{412 mm/año}}$ .

Con la misma cobertura vegetal (bosques), pero en una zona con una profundidad hacia el agua subterránea menor que 1 m al acuífero (con un Kp= 0.07), el Coeficiente de infiltración se reduce a C = 0.47 y se asignaron un recarga de máximo 350 mm/año en esta zona.

Cuando la profundidad hacia del acuífero es mayor de 2 metros, tiene un Coeficiente de Infiltración de C = 0.8 y una recarga acuífera de 600 mm/año.

## Zonificaciones:

Trabajar con "Zonificación" es una método muy efectivo para facilitar el trabajo de mapeo de la recarga al gran escala. Una "zona" se define como el área donde se encuentra:

- el mismo Balance Hídrico Climático,
- el mismo Tipo de suelo, y
- el mismo rango de la pendiente en %.

El único valor en estas zonas que debe variar es el "kv", la cobertura vegetal o mejor dicho, **el uso de suelos**. Este valor es cambiante sobre los años e influye bastante sobre la infiltración al subsuelo.

Para hacer el mapa de la recarga del agua subterránea de El Salvador (Anexo IX) se dividió el país en 96 zonas. Se encuentra un «mapa de Zonificaciones» en el Anexo X.

## Recomendaciones:

- a) se recomienda hacer una validación de los cálculos de la recarga a través de este método con estudios en el campo, especialmente con la aplicación de Lisímetros y sondas para medir la infiltración, como también con estudios de trazadores como por ejemplo con isótopos.
- b) Se recomienda un taller con expertos inter-institucionales en el sector hídrico para definir los «Áreas críticas de la recarga» que se refiere a la alta recarga en las zonas urbanas; para determinar zonas de alta vulnerabilidad a la contaminación subterránea como también zonas potenciales para formar áreas de protección y recuperación de los recursos hídricos subterráneos.

- c)** Se recomienda actualizar este mapeo por lo menos cada 5 años. Lo que se refiere a esta actualización es especialmente el mapa del uso de suelo que es mas cambiante y tiene mas influencia sobre los cambios a la recarga acuífera. No se espera tantos cambios bruscos en el clima pero es necesario actualizar los mapas de ETreal y del Balance Climático que va a llegar llegar a otras Zonificaciones y valores de la recarga acuífera.

En el siguiente se encuentra la tabla (IV) con todos los valores calculados en cada zona para determinar la recarga acuífera.

## **Tabla de Anexos:**

**Anexo I:** Mapa de las Precipitaciones Promedias

**Anexo IB:** Mapa de Iso-Areas de las Precipitaciones

**Anexo II:** Mapa Isolineas de la Evapotranspiración Real

**Anexo III:** Mapa de las pendientes

**Anexo IV:** Mapa de distribución de Coeficiente "Kv"

**Anexo V:** El Mapa de tipos de suelos

**Anexo VI:** Mapa de Balance Climático

**Anexo VII:** Tabla de los coeficientes de Transpiración Vegetal "Kv"

**Anexo VIII:** Mapa del nivel freático del agua subterránea

**Anexo VIIIIB:** Proyección 3 Dimensionales de superficie de nivel freático

**Anexo IX:** Mapa de la recarga acuífera

**Anexo X:** Mapa de las Zonificaciones del cálculo de la recarga

## **Literatura:**

•EVALUACIÓN BIOFÍSICA DEL SERVICIO AMBIENTAL HIDRICO

BALANCE HÍDRICO O PRESUPUESTO DE AGUAS – MAG, Guatemala

•Schosinsky, G. y M. Losilla. 2000. Modelo analítico para determinar la infiltración con base en la lluvia mensual. En la Revista Geológica de América Central. Escuela Centroamericana de Geología. Número 23, diciembre, 2000. Universidad de Costa Rica. Editorial de la Universidad de Costa Rica.

## TABLA DE COEFICIENTES

### **Por textura de suelo**

### **kfc**

Suelos arcillos, Latosote de altura, Zonas urbana, suelos compacta impermeable	0.10
Suelos de combinación de limo y arcilla, Litosole y Regosolo de valles	0.15
Suelo arenoso, recientes, suelos de causes de ríos, suelos no muy compactos	0.20

### **Por pendiente**

### **kp**

### **Profundidad hacia agua subterránea**

Muy plano (transparente)	0.40	
< 15% (transparente)	0.15	2-1 m
15-30% (blanco)	0.10	
30-50% (amarillo)	0.07	< 1m
50-70% (rojo)	0.05	Tejido urbano cerrado, zonas comerciales, etc.
>70% (azul)	0.01	

### **Por cobertura vegetal (ejemplos)**

### **kv**

Cuerpos de agua	0.00
Salinera	0.05
Playa, Dunas y Arena	0.07
Pasto natural, zonas urbanas discontinuas, Caña, grano básico, etcétera	0.10
Confieras, Palmeras. Zona urbanas verdes, etcétera	0.15
Vegetación arbustiva, Platanales y bananeras, Tejido urbano, Zonas comerciales, aeropuertos, etcétera	0.18
Bosque de café	0.19
Bosques, Lava reciente, etcétera	0.20
Vegetación Esclerofila o espinoso cultiva de piña	0.30

## TABLA DE ZONAS

<b>Zona I con BB=750mm y Kv:</b>	<b>Kfc=0.20</b>	<b>Kp=0.40</b>
0.05 = 480 mm 0.10 = 525 mm 0.15 = 560 mm 0.18 = 585 mm 0.20 = 600 mm		
<b>Zona I con BB=750mm y Kv:</b>	<b>Kfc=0.20</b>	<b>Kp=0.15(1-2m)</b>
0.05 = 300 mm 0.10 = 335 mm 0.15 = 350 mm 0.20 = 400 mm 0.30 = 480 mm		
<b>Zona I con BB=750mm y Kv:</b>	<b>Kfc=0.20</b>	<b>Kp=0.07(&lt;1m)</b>
0.05 = 50-199 0.10 = 230 mm 0.15 = 250 mm 0.20 = 300 mm		
<b>Zona Ib con BB=900mm y Kv:</b>	<b>Kfc=0.15</b>	<b>Kp=0.15</b>
0.10 = 350 mm 0.15 = 400 mm 0.18 = 430 mm 0.20 = 450 mm		
<b>Zona II con BB=600mm y Kv:</b>	<b>Kfc=0.20</b>	<b>Kp=0.40</b>
0.05 = 390 mm 0.10 = 420 mm 0.15 = 450 mm 0.18 = 470 mm 0.20 = 480 mm		
<b>Zona II con BB=600mm y Kv:</b>	<b>Kfc=0.20</b>	<b>Kp=0.15(1-2m)</b>
0.05 = 240 mm 0.10 = 270 mm 0.15 = 300 mm 0.20 = 330 mm		
<b>Zona II con BB=600mm y Kv:</b>	<b>Kfc=0.20</b>	<b>Kp=0.07(&lt;1m)</b>
0.05 = 50-150 0.10 = 180 mm 0.15 = 210 mm 0.20 = 245 mm		
<b>Zona III con BB=600mm y Kv:</b>	<b>Kfc=0.15</b>	<b>Kp=0.15</b>
0.10 = 240 mm 0.15 = 250 mm 0.18 = 280 mm 0.20 = 300 mm		
<b>Zona III con BB=600mm y Kv:</b>	<b>Kfc=0.15</b>	<b>Kp=0.07(&lt;1m)</b>
0.05 = 150		
<b>Zona III con BB=600mm y Kv:</b>	<b>Kfc=0.20</b>	<b>Kp=0.07(&lt;1m)</b>
0.07 = 205 mm 0.10 = 225 mm 0.15 = 250 mm 0.18 = 270 mm 0.20 = 280 mm		
<b>Zona IV con BB=600mm y Kv:</b>	<b>Kfc=0.2</b>	<b>Kp=0.4-0.15</b>
0.07 = 400 mm 0.10 = 420 mm 0.15 = 450 mm 0.18 = 460 mm 0.20 = 480 mm		

<b>Zona IVb con BB=500mm y Kv:</b>	<b>Kfc=0.15</b>	<b>Kp=0.4</b>
0.10 = 325 mm 0.15 = 350 mm 0.18 = 365 mm 0.20 = 375 mm		
<b>Zona V con BB=500mm y Kv:</b>	<b>Kfc=0.20</b>	<b>Kp=0.07</b>
0.10 = 160 mm 0.15 = 185 mm 0.18 = 200 mm 0.20 = 210 mm		
<b>Zona Vb con BB=500mm y Kv:</b>	<b>Kfc=0.15</b>	<b>Kp=0.20</b>
0.10 = 225 mm 0.15 = 250 mm 0.18 = 265 mm 0.20 = 275 mm		
<b>Zona Vb con BB=500mm y Kv:</b>	<b>Kfc=0.15</b>	<b>Kp=0.07(&lt;1m)</b>
0.10 = 160 mm 0.15 = 185 mm 0.18 = 200 mm 0.20 = 210 mm		
<b>Zona VI con BB=500mm y Kv:</b>	<b>Kfc=0.15</b>	<b>Kp=0.15</b>
0.07 = 185 mm 0.10 = 200 mm 0.15 = 225 mm 0.18 = 240 mm 0.20 = 250 mm 0.30 = 300 mm		
<b>Zona VIb con BB=400mm y Kv:</b>	<b>Kfc=0.15</b>	<b>Kp=0.07(&lt;1m)</b>
0.15 = 120 mm 0.20 = 140 mm		
<b>Zona VIb con BB=400mm y Kv:</b>	<b>Kfc=0.15</b>	<b>Kp=0.40</b>
0.05 = 240 mm 0.10 = 260 mm 0.15 = 280 mm 0.18 = 290 mm 0.20 = 300 mm 0.30 = 340 mm		
<b>Zona VII con BB=500mm y Kv:</b>	<b>Kfc=0.15</b>	<b>Kp=0.07(&lt;1m)</b>
0.15 = 150		
<b>Zona VIII con BB = 350 mm y Kv:</b>	<b>Kfc= 0.20</b>	<b>Kp = 0.40</b>
0.07 = 230 mm 0.10 = 245 mm 0.15 = 260 mm 0.18 = 270 mm 0.20 = 280 mm		
<b>Zona IX con BB = 350 mm y Kv:Kfc= 0.20</b>		<b>Kp = 0.40</b>
0.07 = 230 mm 0.10 = 245 mm 0.15 = 260 mm 0.18 = 270 mm 0.20 = 280 mm		
<b>Zona IXb con BB = 350 mm y Kv: Kfc= 0.15</b>		<b>Kp = 0.10</b>
0.07 = 130 mm 0.10 = 140 mm 0.15 = 150 mm 0.18 = 170 – 130 mm 0.20 = 180 mm		

<b>Zona X con BB = 350 mm y Kv:</b>	<b>Kfc= 0.20</b>	<b>Kp = 0.10</b>
0.07 = 130 mm 0.10 = 140 mm 0.15 = 160 mm 0.18 = 170 mm 0.20 = 180 mm		
<b>Zona XI con BB = 400 mm y Kv:</b>	<b>Kfc= 0.15</b>	<b>Kp = 0.07</b>
0.05 = 50 mm 0.10 = 125 mm 0.15 = 148 mm 0.18 = 160 mm 0.20 = 170 mm		
<b>Zona XII con BB = 300 mm y Kv:</b>	<b>Kfc= 0.10</b>	
Manglares 0.05 = 30 mm 0.10 = 50 mm 0.15 = 80 mm 0.18 = 90 mm 0.20 = 100 mm		
<b>Zona XII con BB = 300 mm y Kv:</b>	<b>Kfc= 0.10</b>	<b>Kp = 0.07 (&lt;1m)</b>
0.05 = 50 mm 0.10 = 80 mm 0.15 = 110 mm 0.18 = 120 mm 0.20 = 125 mm		
<b>Zona XII con BB = 300 mm y Kv:</b>	<b>Kfc= 0.10</b>	<b>Kp = 0.40</b>
0.10 = 180 mm 0.15 = 195 mm 0.18 = 205 mm 0.20 = 210 mm		
<b>Zona XIII con BB = 500 mm y Kv:</b>	<b>Kfc= 0.20</b>	<b>Kp = 0.40</b>
0.10 = 350 mm 0.15 = 375 mm 0.18 = 390 mm 0.20 = 400 mm		
<b>Zona XIV con BB = 700 mm y Kv:</b>	<b>Kfc= 0.15</b>	<b>Kp = 0.001</b>
0.10 = 180 mm 0.15 = 220 mm 0.18 = 240 mm 0.20 = 250 mm		
<b>Zona XV con BB = 1050 mm y Kv:</b>	<b>Kfc=0.15</b>	<b>Kp = 0.07</b>
0.10 = 335 mm 0.15 = 390 mm 0.18 = 420 mm 0.20 = 440 mm		
<b>Zona XVI con BB = 750 mm y Kv:</b>	<b>Kfc=0.15</b>	<b>Kp = 0.10</b>
0.07 = 240 mm 0.10 = 260 mm 0.15 = 300 mm 0.18 = 320 mm 0.20 = 340 mm		
<b>Zona XVII con BB = 600 mm y Kv:</b>	<b>Kfc=0.15</b>	<b>Kp = 0.10</b>
0.10 = 210 mm 0.15 = 240 mm 0.18 = 260 mm 0.20 = 260 mm		
<b>Zona XVIII con BB = 450 mm y Kv:</b>	<b>Kfc=0.15</b>	<b>Kp = 0.40</b>
0.10 = 290 mm 0.15 = 315 mm 0.18 = 330 mm 0.20 = 340 mm		

**Zona IXX con BB = 750 mm y Kv:** Kfc=0.15 Kp = 0.40

0.07 = 465 mm  
0.10 = 485 mm  
0.15 = 525 mm  
0.18 = 545 mm  
0.20 = 560 mm

**Zona IXX con BB = 750 mm y Kv:** Kfc=0.15 Kp = 0.10

0.07 = 240 mm  
0.10 = 260 mm  
0.15 = 300 mm  
0.18 = 320 mm  
0.20 = 340 mm

**Zona XX/XXI, BB = 750 mm y Kv:** Kfc=0.10 Kp = 0.07

0.10 = 200 mm  
0.15 = 240 mm  
0.18 = 260 mm  
0.20 = 280 mm

**Zona XXII con BB = 750 mm y Kv:** Kfc=0.10 Kp = 0.05

0.10 = 190 mm  
0.15 = 225 mm  
0.18 = 250 mm  
0.20 = 260 mm  
0.30 = 340 mm

**Zona XXIII con BB = 800 mm y Kv:** Kfc=0.10 Kp = 0.10

0.07 = 216 mm  
0.10 = 240 mm  
0.15 = 280 mm  
0.18 = 300 mm  
0.19 = 312 mm  
0.20 = 320 mm  
0.30 = 400 mm

**Zona XXIV con BB = 1000 mm y Kv:** Kfc=0.10 Kp = 0.01

0.07 = 180 mm  
0.10 = 210 mm  
0.15 = 260 mm  
0.18 = 290 mm  
0.20 = 300 mm

**Zona XXV con BB = 600 mm y Kv:** Kfc=0.10 Kp = 0.40

0.07 = 342 mm  
0.10 = 360 mm  
0.15 = 390 mm  
0.18 = 408 mm  
0.20 = 420 mm

**Zona XXV con BB = 600 mm y Kv:** Kfc=0.10 Kp = 0.15

0.07 = 192 mm  
0.10 = 210 mm  
0.15 = 240 mm  
0.18 = 258 mm  
0.20 = 270 mm

**Zona XXV con BB = 600 mm y Kv:Kfc=0.10** Kp = 0.40

0.07 = 342 mm  
0.10 = 360 mm  
0.15 = 380 mm  
0.18 = 390 mm  
0.20 = 400 mm

**Zona XXVI con BB = 450 mm y Kv:Kfc=0.10** Kp = 0.10

0.07 = 144 mm  
0.10 = 157 mm  
0.15 = 180 mm  
0.18 = 193 mm  
0.20 = 202 mm

**Zona XXVII con BB = 700 mm y Kv:Kfc=0.15 Kp = 0.40**

0.10 = 455 mm  
0.15 = 490 mm  
0.18 = 510 mm  
0.20 = 525 mm

**Zona XXVII con BB = 700 mm y Kv:Kfc=0.10 Kp = 0.10**

0.07 = 189 mm  
0.10 = 210 mm  
0.15 = 245 mm  
0.18 = 266 mm  
0.20 = 280 mm

**Zona XXVII con BB = 700 mm y Kv: Kfc=0.10 Kp = 0.07**

0.07 = 168 mm  
0.10 = 189 mm  
0.15 = 225 mm  
0.18 = 245 mm  
0.20 = 260 mm  
0.30 = 329 mm

**Zona XXVIII con BB = 650 mm Kv: Kfc=0.10 Kp = 0.40**

0.07 = 370 mm  
0.10 = 390 mm  
0.15 = 422 mm  
0.18 = 442 mm  
0.20 = 455 mm

**Zona XXVIII con BB = 650 mm Kv: Kfc=0.10 Kp = 0.15 / 2-1 m**

0.07 = 208 mm  
0.10 = 225 mm  
0.15 = 260 mm  
0.18 = 280 mm  
0.20 = 300 mm

**Zona XXVIII con BB = 650 mm Kv: Kfc=0.10 Kp = 0.01 / <1 m**

Pranderas = 50-100 mm  
0.10 = 100 mm  
0.15 = 150 mm  
0.18 = 200 mm

**Zona XXIX con BB = 650 mm y Kv: Kfc=0.10 Kp = 0.10**

0.07 = 208 mm  
0.10 = 225 mm  
0.15 = 260 mm  
0.18 = 280 mm  
0.20 = 300 mm

**Zona XXX con BB = 750 mm y Kv: Kfc=0.10 Kp = 0.10**

0.07 = 202 mm  
0.10 = 225 mm  
0.15 = 262 mm  
0.18 = 285 mm  
0.20 = 300 mm  
0.30 = 375 mm

**Zona XXX con BB = 750 mm y Kv: Kfc=0.10 Kp = 0.15**

0.07 = 240 mm  
0.10 = 262 mm  
0.15 = 300 mm  
0.18 = 322 mm  
0.20 = 337 mm

**Zona XXXI con BB = 1000 mm y Kv:Kfc=0.10Kp = 0.01**

0.07 = 180 mm  
0.10 = 210 mm  
0.15 = 260 mm  
0.18 = 290 mm  
0.20 = 310 mm

**Zona XXXI con BB = 1000 mm y Kv:** Kfc=0.10

Kp = 0.07

0.07 = 240 mm  
0.10 = 270 mm  
0.15 = 320 mm  
0.18 = 350 mm  
0.20 = 370 mm

**Zona XXXI con BB = 1000 mm y Kv:** Kfc=0.10

Kp = 0.10

0.10 = 300 mm  
0.15 = 350 mm  
0.18 = 380 mm  
0.20 = 400 mm

**Zona XXXI con BB = 1000 mm y Kv:** Kfc=0.10

Kp = 0.10

0.07 = 243 mm  
0.10 = 270 mm  
0.15 = 315 mm  
0.18 = 340 mm  
0.20 = 360 mm

**Zona XXXI con BB = 1000 mm y Kv:** Kfc=0.10

Kp = 0.05

0.07 = 190 mm  
0.10 = 225 mm  
0.15 = 270 mm  
0.18 = 290 mm  
0.20 = 315 mm

**Zona XXXII con BB = 900 mm y Kv:** Kfc=0.10

Kp = 0.10

0.07 = 243 mm  
0.10 = 270 mm  
0.15 = 315 mm  
0.18 = 342 mm  
0.20 = 360 mm

**Zona XXXII con BB = 900 mm y Kv:** Kfc=0.10

Kp = 0.05

0.07 = 198 mm  
0.10 = 225 mm  
0.15 = 270 mm  
0.18 = 297 mm  
0.20 = 315 mm

**Zona XXXIII con BB = 750 mm Kv:** Kfc=0.15

Kp = 0.10

0.07 = 240 mm  
0.10 = 260 mm  
0.15 = 300 mm  
0.18 = 322 mm  
0.20 = 337 mm

**Zona XXXIV con BB = 750 mm Kv:** Kfc=0.10

Kp = 0.30

0.07 = 250 mm  
0.10 = 300 mm  
0.15 = 325 mm  
0.18 = 350 mm  
0.20 = 400 mm  
0.30 = 500 mm

**Zona XXXIV con BB = 750 mm Kv:** Kfc=0.10

Kp = 0.10

0.07 = 200 mm  
0.10 = 225 mm  
0.15 = 262 mm  
0.18 = 285 mm  
0.20 = 300 mm  
0.30 = 375 mm

**Zona XXXIV con BB = 750 mm Kv:** Kfc=0.10

Kp = 0.07

0.10 = 200 mm  
0.15 = 240 mm  
0.18 = 262 mm  
0.20 = 275 mm  
0.30 = 352 mm

**Zona XXXIV con BB = 750 mm Kv:** Kfc=0.10 Kp = 0.05

0.10 = 190 mm  
0.15 = 225 mm  
0.18 = 245 mm  
0.20 = 260 mm

**Zona XXXV con BB = 750 mm Kv:** Kfc=0.10 Kp = 0.05

Vegetación acuática = 100 mm  
Praderas Pantanosas = 50 mm  
0.10 = 190 mm  
0.15 = 225 mm  
0.18 = 245 mm  
0.20 = 265 mm

**Zona XXXV con BB = 750 mm Kv:** Kfc=0.10 Kp = 0.10

0.07 = 190 mm  
0.10 = 225 mm  
0.15 = 262 mm  
0.18 = 285 mm  
0.20 = 300 mm  
0.30 = 375 mm

**Zona XXXV con BB = 650 mm Kv:** Kfc=0.10 Kp = 0.15

0.07 = 240 mm  
0.10 = 260 mm  
0.15 = 300 mm  
0.18 = 322 mm  
0.20 = 340 mm

**Zona XXXVI con BB = 650 mm Kv:** Kfc=0.10 Kp = 0.40

0.10 = 390 mm  
0.15 = 422 mm  
0.18 = 442 mm  
0.20 = 455 mm  
0.30 = 520 mm

**Zona XXXVI con BB = 650 mm Kv:** Kfc=0.10 Kp = 0.15

0.07 = 210 mm  
0.10 = 230 mm  
0.15 = 260 mm  
0.18 = 280 mm  
0.20 = 300 mm

**Zona XXXVI con BB = 650 mm Kv:** Kfc=0.10 Kp = 0.10

0.07 = 175 mm  
0.10 = 195 mm  
0.15 = 230 mm  
0.18 = 250 mm  
0.20 = 260 mm

**Zona XXXVI con BB = 650 mm Kv:** Kfc=0.10 Kp = 0.07

0.10 = 175 mm  
0.15 = 210 mm  
0.18 = 230 mm  
0.20 = 240 mm

**Zona XXXVII con BB = 650 mm Kv:** Kfc=0.15 Kp = 0.40

0.07 = 403 mm  
0.10 = 422 mm  
0.15 = 455 mm  
0.18 = 475 mm  
0.20 = 490 mm

**Zona XXXVII con BB = 650 mm Kv:** Kfc=0.15 Kp = 0.10

0.07 = 210 mm  
0.10 = 230 mm  
0.15 = 260 mm  
0.18 = 280 mm  
0.20 = 300 mm

**Zona XXXVII con BB = 650 mm Kv: Kfc=0.15 Kp = 0.07**

0.10 = 210 mm  
0.15 = 240 mm  
0.18 = 260 mm  
0.20 = 275 mm

**Zona XXXVIII**  
**Ciudad de San Salvador (cordil.)**  
**con BB = 800 mm Kv:**

**Tejido urbano**  
**Kfc= 0.10 kp=0.00**  
**aspahltado y**  
**ecorriente**

**normal**  
**kfc= 0.15**  
**Kp = 0.070.**

18 (tejido urbano) =225 mm

0.10 = 255 mm  
0.15 = 295 mm  
0.18 = 320 mm  
0.19 (Café) = 328 mm  
0.20 = 335 mm

**Zona XXXVIII**  
**Ciudad de San Salvador (valle)**  
**con BB = 800 mm Kv:**

**Tejido urbano**  
**Kfc= 0.10 kp=0.05**  
**por ser asfaltado**

**normal**  
**kfc= 0.15**  
**Kp = 0.10.**

0.18 (tejido urbano) =230 mm

0.10 = 280 mm  
0.15 = 320 mm  
Urbanas Verdes= 320 mm  
Café = 350 mm

**Zona XXXIX con BB = 800 mm Kv: Kfc=0.15**

**Kp = 0.05**

0.07 = 215 mm  
0.10 = 240 mm  
0.15 = 228 mm  
0.18 = 300 mm  
Café = 305 mm

**Zona XXXIX con BB = 800 mm Kv:Kfc=0.15Kp = 0.10**

0.15 = 320 mm  
0.20 = 360 mm

**Zona XL con BB = 800 mm Kv:Kfc=0.20Kp = 0.07**

0.07 = 270 mm  
0.10 = 295 mm  
0.15 = 335 mm  
0.18 = 360 mm  
0.20 = 375 mm

**Zona XL con BB = 800 mm Kv:Kfc=0.20Kp = 0.10**

0.10 = 320 mm  
0.15 = 360 mm  
0.18 = 385 mm  
0.20 = 400 mm

**Zona XLI con BB = 1000 mm Kv:Kfc=0.10Kp = 0.05**

0.07 = 130 mm  
0.10 = 160 mm  
0.15 = 210 mm  
0.18 = 240 mm  
0.20 = 260 mm  
0.19 Café = 250 mm

**Zona XLI con BB = 1000 mm Kv:Kfc=0.10Kp = 0.10**

0.07 = 180 mm  
0.10 = 210 mm  
0.15 = 260 mm  
0.18 = 290 mm  
0.19 = 310 mm (Café)

**Zona XLII con BB = 800 mm Kv:Kfc=0.10Kp = 0.10**

0.05 = 130 mm  
0.10 = 170 mm  
0.15 = 210 mm  
0.18 = 230 mm  
0.20 = 250 mm  
Café = 250 mm

<b>Zona XLIII con BB = 800 mm Kv:</b>	<b>Kfc=0.20</b>	<b>Kp = 0.40</b>
0.07 = 530 mm 0.10 = 560 mm 0.15 = 600 mm		
<b>Zona XLIII con BB = 800 mm Kv:</b>	<b>Kfc=0.10</b>	<b>Kp = 0.10</b>
<b>Zona Vulcan</b>		
0.18 = 305 mm 0.15 = 300 mm 0.10 = 280 mm 0.18 = 625 mm 0.20 = 640 mm Café = 630 mm		
<b>Zona XLIII con BB = 800 mm Kv:</b>	<b>Kfc=0.10</b>	<b>Kp = 0.40</b>
0.07 = 400 mm tejido urbado 0.10 = 450 mm tejido urbado Playa = 100 mm Pantanál = 50 mm		
<b>Zona entre XLII - XLIII 800 mm Kv:</b>	<b>Kfc : 0.15</b>	<b>Kp = 0.07</b>
0.10 = 280 mm 0.15 = 300 mm 0.18 = 350 mm 0.20 = 400 mm Playa = 100 mm Pantanál = 50 mm		
<b>Zona XLIV con BB = 600 mm Kv:</b>	<b>Kfc=0.20</b>	<b>Kp = 0.20</b>
0.05 = 270 mm 0.07 = 280 mm 0.10 = 300 mm 0.15 = 330 mm 0.18 = 350 mm 0.20 = 360 mm Playa = 100 mm Pantanál = 50 mm		
<b>Zona XLIV con BB = 600 mm Kv:</b>	<b>Kfc=0.20</b>	<b>Kp = 0.007</b>
0.05 = 180 mm 0.07 = 200 mm 0.10 = 220 mm 0.15 = 250 mm 0.18 = 270 mm 0.20 = 280 mm		
<b>Zona XLV con BB = 600 mm Kv:</b>	<b>Kfc=0.20</b>	<b>Kp = 0.10</b>
0.07 = 222 mm 0.10 = 240 mm 0.15 = 270 mm 0.18 = 290 mm 0.20 = 300 mm		
<b>Zona XLVI con BB = 750 mm Kv:</b>	<b>Kfc=0.10</b>	<b>Kp = 0.10</b>
0.07 = 205 mm 0.10 = 225 mm 0.15 = 260 mm 0.18 = 285 mm 0.20 = 300 mm		
<b>Zona XLVII con BB = 1000 mm Kv:</b>	<b>Kfc=0.15</b>	<b>Kp = 0.05</b>
0.07 = 270 mm 0.10 = 300 mm 0.15 = 350 mm 0.18 = 380 mm 0.20 = 400 mm		

<b>Zona XLVIII con BB =1200 mm Kv:</b>	Kfc=0.10	Kp = 0.05
0.18 = 395 mm 0.15 = 360 mm 0.10 = 300 mm		
<b>Zona XLVIII con BB =1200 mm Kv:</b>	Kfc=0.20	Kp = 0.10
0.10 = 480 mm 0.15 = 540 mm 0.18 = 575 mm 0.20 = 600 mm		
<b>Zona XLIX con BB = 1200 mm Kv:</b>	Kfc=0.10	Kp = 0.01
0.10 = 250 mm 0.15 = 310 mm 0.18 = 350 mm 0.20 = 370 mm		
<b>Zona XLIX con BB = 1200 mm Kv:</b>	Kfc=0.10	Kp = 0.10
0.18 = 455 mm 0.10 = 360 mm 0.15 = 420 mm 0.20 = 480 mm 0.30 = 600 mm		
<b>Zona L con BB = 1200 mm Kv:</b>	Kfc=0.10	Kp = 0.10
0.18 = 455 mm 0.15 = 420 mm 0.10 = 360 mm		
<b>Zona L con BB = 1200 mm Kv:</b>	Kfc=0.10	Kp = 0.07
0.18 = 420 mm		
<b>Zona L con BB = 1200 mm Kv:</b>	Kfc=0.10	Kp = 0.05
0.07 = 260 mm 0.10 = 300 mm 0.15 = 360 mm 0.18 = 395 mm 0.20 = 420 mm Lagunas = 100 mm		
<b>Zona LI con BB = 1200 mm Kv:</b>	Kfc=0.10	Kp = 0.20
0.07 = 440 mm 0.10 = 480 mm 0.15 = 540 mm 0.18 = 575 mm		
<b>Zona LII con BB = 450 mm Kv:</b>	Kfc=0.20	Kp = 0.40
0.07 = 300 mm 0.10 = 315 mm 0.15 = 335 mm 0.18 = 350 mm 0.20 = 360 mm		
<b>Zona LII con BB = 450 mm Kv:</b>	Kfc=0.20	Kp = 0.07 (<1m)
0.10 = 165 mm 0.15 = 190 mm 0.18 = 200 mm Manglares, Playa = 100 Pantalales = 50		
<b>Zona LIII con BB = 450 mm Kv:</b>	Kfc=0.20	Kp = 0.10
0.10 = 180 mm 0.15 = 200 mm 0.18 = 215 mm 0.20 = 225 mm		
<b>Zona LIV con BB = 450 mm Kv:</b>	Kfc=0.15	Kp = 0.07
0.15 = 165 mm 0.18 = 180 mm 0.20 = 190 mm		

<b>Zona LIV con BB = 450 mm Kv:</b>	<b>Kfc=0.15</b>	<b>Kp = 0.01</b>
0.15 = 140 mm		
0.18 = 150 mm		
<b>Zona LV con BB = 750 mm Kv:</b>	<b>Kfc=0.15</b>	<b>Kp = 0.07</b>
0.07 = 215 mm		
0.10 = 240 mm		
0.15 = 275 mm		
0.18 = 300 mm		
0.20 = 315 mm		
<b>Zona LVI con BB = 450 mm Kv:</b>	<b>Kfc=0.20</b>	<b>Kp = 0.40</b>
0.07 = 288 mm		
0.10 = 315 mm		
0.15 = 335 mm		
0.18 = 350 mm		
0.20 = 360 mm		
Laguna = 50 mm		
<b>Zona LVI con BB = 450 mm Kv:</b>	<b>Kfc=0.20</b>	<b>Kp = 0.10</b>
0.10 = 180 mm		
0.15 = 200 mm		
0.18 = 215 mm		
0.20 = 225 mm		
<b>Zona LVII con BB = 500 mm Kv:</b>	<b>Kfc=0.20</b>	<b>Kp = 0.40</b>
0.10 = 420 mm		
0.15 = 450 mm		
0.18 = 460 mm		
0.20 = 480 mm		
<b>Zona LVIII con BB = 750 mm Kv:</b>	<b>Kfc=0.20</b>	<b>Kp = 0.40</b>
0.07 = 499 mm		
0.10 = 525 mm		
0.15 = 560 mm		
0.18 = 585 mm		
0.20 y Café = 600 mm		
0.30 = 675 mm		
Laguna = 50 mm		
<b>Zona LIX con BB = 500 mm Kv:</b>	<b>Kfc=0.15</b>	<b>Kp = 0.10</b>
0.07 = 160 mm		
0.10 = 175 mm		
0.15 = 200 mm		
0.18 = 215 mm		
0.20 y Café = 225 mm		
<b>Zona LX con BB = 500 mm Kv:</b>	<b>Kfc=0.15</b>	<b>Kp = 0.07</b>
0.07 = 145 mm		
0.10 = 160 mm		
0.15 = 185 mm		
0.18 = 200 mm		
0.20 y Café = 210 mm		
0.30 = 260 mm		
<b>Zona LXI con BB = 500 mm Kv:</b>	<b>Kfc=0.2</b>	<b>Kp = 0.40</b>
0.05 = 325 mm		
0.07 = 335 mm		
0.10 = 350 mm		
0.15 = 375 mm		
0.18 = 390 mm		
0.20 y Café = 400 mm		
<b>Zona LXII con BB = 650 mm Kv:</b>		
<b>Cuenca de Lago Coatepeque</b>	<b>Kfc=0.2</b>	<b>Kp = 0.40</b>
0.15 = 490 mm		
0.18 = 500 mm		
0.20 y Café = 520 mm		
<b>Zona LXII con BB = 650 mm Kv:</b>		
<b>Cuenca de Lago Coatepeque</b>	<b>Kfc=0.15</b>	<b>Kp = 0.07</b>
0.15 = 240 mm		
0.18 = 260 mm		
0.20 = 275 mm		

<b>Zona LXII con BB = 650 mm Kv: Cuenca de Lago Coatepeque</b>	<b>Kfc=0.15</b>	<b>Kp = 0.01</b>
0.18 = 220 mm 0.20 = 234 mm		
<b>Zona LXIII con BB = 750 mm Kv:</b>	<b>Kfc=0.2</b>	<b>Kp = 0.10</b>
0.07 = 275 mm 0.10 = 300 mm 0.15 = 335 mm 0.18 = 360 mm 0.20 y Café = 375 mm		
<b>Zona LXIV con BB = 650 mm Kv:</b>	<b>Kfc=0.2</b>	<b>Kp = 0.40</b>
0.07 = 435 mm 0.10 = 455 mm 0.15 = 490 mm 0.18 = 505 mm 0.20 = 520 mm		
<b>Zona LXV con BB = 650 mm Kv:</b>	<b>Kfc=0.2</b>	<b>Kp = 0.10</b>
0.07 = 240 mm 0.10 = 260 mm 0.15 = 290 mm 0.18 = 310 mm 0.20 = 325 mm		
<b>Zona LXVI con BB = 800 mm Kv: (Volcán de San Salvador) – Zona 1</b>	<b>Kfc=0.2</b>	<b>Kp = 0.40</b>
0.07 = 530 mm 0.15 = 600 mm 0.18 = 620 mm Café = 640 mm 0.3 Lava = 720 mm		
<b>Zona LXVI con BB = 800 mm Kv: (Volcán de San Salvador) – Zona 2</b>	<b>Kfc=0.1</b>	<b>Kp = 0.10</b>
0.07 = 215 mm 0.10 = 240 mm 0.15 = 260 mm 0.18 = 300 mm 0.20 = 320 mm		
<b>Zona LXVI con BB = 800 mm Kv: (Volcán de San Salvador) – Zona 3</b>	<b>Kfc=0.1</b>	<b>Kp = 0.07</b>
0.10 = 215 mm 0.18 = 280 mm		
<b>Zona LXVI con BB = 800 mm Kv: (Volcán de San Salvador) – Zona 4</b>	<b>Kfc=0.1</b>	<b>Kp = 0.01</b>
0.15 = 200 mm 0.20 = 250 mm		
<b>Zona LXVII con BB = 650 mm Kv:</b>	<b>Kfc=0.15</b>	<b>Kp = 0.07</b>
0.07 = 185 mm 0.10 = 205 mm 0.15 = 240 mm 0.18 = 260 mm 0.20 = 275 mm		
<b>Zona LXVIIb con BB = 650 mm Kv:</b>	<b>Kfc=0.15</b>	<b>Kp = 0.15</b>
0.07 = 240 mm 0.10 = 260 mm 0.15 = 290 mm 0.18 = 310 mm 0.20 = 325 mm 0.30 = 390 mm		
<b>Zona LXVIIb con BB = 650 mm Kv:</b>	<b>Kfc=0.15</b>	<b>Kp = 0.07</b>
0.07 = 185 mm 0.10 = 205 mm 0.15 = 240 mm 0.18 = 260 mm 0.20 = 275 mm		

**Zona LXVIII con BB = 500 mm Kv:** Kfc=0.15 Kp = 0.10

0.07 = 160 mm  
0.10 = 175 mm  
0.15 = 200 mm  
0.18 = 215 mm  
0.20 = 225 mm  
Cafè = 220 mm

**Zona LXVIII con BB = 500 mm Kv:** Kfc=0.15 Kp = 0.07

0.07 = 100 mm  
0.10 = 160 mm  
0.15 = 185 mm  
0.18 = 200 mm  
0.20 = 210 mm

**Zona LXIX con BB = 500 mm Kv:** Kfc=0.20 Kp = 0.40

0.07 = 320 mm  
0.10 = 350 mm  
0.15 = 375 mm  
0.18 = 390 mm  
0.20 = 400 mm

**Zona LXX con BB = 650 mm Kv:** Kfc=0.20 Kp = 0.40

0.07 = 435 mm  
0.10 = 455 mm  
0.15 = 485 mm  
0.18 = 500 mm

**Zona LXXI con BB = 550 mm Kv:** Kfc=0.15 Kp = 0.40

0.10 = 355 mm  
0.15 = 385 mm  
0.18 = 400 mm  
0.20 = 410 mm

**Zona LXXI con BB = 550 mm Kv:** Kfc=0.15 Kp = 0.20

0.10 = 245 mm  
0.15 = 275 mm  
0.18 = 290 mm  
0.20 = 300 mm

**Zona LXXII con BB = 500 mm Kv:** Kfc=0.20 Kp = 0.40

0.07 = 335 mm  
0.10 = 350 mm  
0.15 = 375 mm  
0.18 = 390 mm  
0.20 = 400 mm

**Zona LXXII con BB = 500 mm Kv:** Kfc=0.20 Kp = 0.07

0.07 = 170 mm  
0.10 = 225 mm  
0.15 = 210 mm  
0.18 = 225 mm  
0.20 = 235 mm

**Zona LXXIII con BB = 500 mm Kv:** Kfc=0.15 Kp = 0.07

0.07 = 145 mm  
0.10 = 160 mm  
0.15 = 185 mm  
0.18 = 200 mm  
0.20 = 210 mm

**Zona LXXIII con BB = 500 mm Kv:** Kfc=0.15 Kp = 0.10

0.10 = 175 mm  
0.15 = 200 mm  
0.18 = 215 mm  
0.20 = 275 mm  
0.30 = 275 mm

**Zona LXXIV con BB = 500 mm Kv:** Kfc=0.15 Kp = 0.40

0.07 = 310 mm  
0.10 = 325 mm  
0.18 = 365 mm  
0.20 = 425 mm

<b>Zona LXXIV con BB = 500 mm Kv:</b>	<b>Kfc=0.15</b>	<b>Kp = 0.15</b>
0.10 = 200 mm 0.15 = 225 mm 0.18 = 240 mm 0.20 = 250 mm		
<b>Zona LXXV con BB = 500 mm Kv:</b>	<b>Kfc=0.10</b>	<b>Kp = 0.10</b>
0.10 = 150 mm 0.15 = 175 mm 0.18 = 190 mm 0.20 = 200 mm		
<b>Zona LXXV con BB = 500 mm Kv:</b>	<b>Kfc=0.10</b>	<b>Kp = 0.07</b>
0.10 = 115 mm		
<b>Zona LXXVI con BB = 550 mm Kv:</b>	<b>Kfc=0.10</b>	<b>Kp = 0.10</b>
0.10 = 165 mm 0.15 = 190 mm 0.18 = 205 mm 0.20 = 220 mm		
<b>Zona LXXVII con BB = 550 mm Kv:</b>	<b>Kfc=0.10</b>	<b>Kp = 0.07</b>
0.10 = 150 mm 0.15 = 175 mm 0.18 = 190 mm 0.20 = 205 mm		
<b>Zona LXXVIII con BB = 650 mm Kv:</b>	<b>Kfc=0.15</b>	<b>Kp = 0.10</b>
0.07 = 205 mm 0.10 = 230 mm 0.15 = 260 mm 0.18 = 275 mm 0.20 = 290 mm		
<b>Zona LXXIX con BB = 750 mm Kv:</b>	<b>Kfc=0.10</b>	<b>Kp = 0.40</b>
0.10 = 450 mm 0.15 = 487 mm 0.18 = 400 mm 0.05 zona urbana 0.20 = 525 mm		
<b>Zona LXXIX con BB = 750 mm Kv:</b>	<b>Kfc=0.10</b>	<b>Kp = 0.15</b>
0.10 = 450 mm 0.15 = 262 mm 0.18 = 250 mm 0.05 zona urbana 0.20 = 337 mm 0.30 = 412 mm		
<b>Zona LXXIX con BB = 750 mm Kv:</b>	<b>Kfc=0.10</b>	<b>Kp = 0.07</b>
0.07 = 255 mm 0.10 = 275 mm 0.15 = 315 mm 0.20 = 350 mm		
<b>Zona LXXX con BB = 750 mm Kv:</b>	<b>Kfc=0.15</b>	<b>Kp = 0.40</b>
0.10 = 490 mm 0.15 = 525 mm 0.18 = 550 mm 0.20 = 560 mm		
<b>Zona LXXX con BB = 750 mm Kv:</b>	<b>Kfc=0.15</b>	<b>Kp = 0.07</b>
0.10 = 405 mm 0.18 = 500 mm		
<b>Zona LXXX con BB = 750 mm Kv:</b>	<b>Kfc=0.10</b>	<b>Kp = 0.05</b>
0.10 = 190 mm 0.15 = 225 mm 0.18 = 240 mm 0.20 = 260 mm 0.30 = 340 mm		
<b>Zona LXXXI con BB = 750 mm Kv:</b>	<b>Kfc=0.10</b>	<b>Kp = 0.0</b>
0.10 = 150 mm 0.15 = 185 mm 0.18 = 210 mm 0.20 = 225 mm		

**Zona LXXXII con BB = 750 mm Kv:** Kfc = 0.10 Kp = 0.40

0.07 = 420 mm  
0.10 = 450 mm  
0.15 = 485 mm  
0.18 = 510 mm  
0.20 = 525 mm

**Zona LXXXII con BB = 750 mm Kv:** Kfc = 0.10 Kp = 0.20

0.10 = 300 mm  
0.15 = 335 mm  
0.18 = 360 mm  
0.20 = 370 mm

**Zona LXXXII con BB = 750 mm Kv:** Kfc = 0.10 Kp = 0.10

0.10 = 225 mm  
0.15 = 260 mm  
0.18 = 285 mm  
0.20 = 300 mm  
0.30 = 375 mm

**Zona LXXXIII con BB = 850 mm Kv:** Kfc = 0.10 Kp = 0.0

0.10 = 170 mm  
0.15 = 210 mm  
0.18 = 235 mm  
0.20 = 255 mm

**Zona LXXXIV con BB = 850 mm Kv:** Kfc = 0.10 Kp = 0.15

0.10 = 300 mm  
0.15 = 340 mm  
0.20 = 380 mm

**Zona LXXXV con BB = 750 mm Kv:** Kfc = 0.10 Kp = 0.15

0.10 = 225 mm  
0.15 = 260 mm  
0.18 = 285 mm  
0.20 = 300 mm

**Zona LXXXVI con BB = 850 mm Kv:** Kfc = 0.10 Kp = 0.10

0.10 = 255 mm  
0.15 = 295 mm  
0.18 = 320 mm  
0.20 = 340 mm

**Zona LXXXVII con BB=850 mm Kv:** Kfc = 0.10 Kp = 0.05

0.10 = 210 mm  
0.15 = 255 mm  
0.20 = 300 mm

**Zona LXXXVIII con BB = 850 mm Kv:** Kfc = 0.10 Kp = 0.20

0.15 = 330 mm  
0.18 = 360 mm  
0.20 = 375 mm

**Zona LXXXVIII con BB = 850 mm Kv:** Kfc = 0.10 Kp = 0.07

0.10 = 200 mm  
0.15 = 240 mm  
0.18 = 260 mm  
0.20 = 275 mm

**Zona LXXXVIII con BB = 850 mm Kv:** Kfc = 0.10 Kp = 0.01

0.07 = 135 mm  
0.10 = 160 mm  
0.15 = 195 mm  
0.18 = 220 mm  
0.20 = 230 mm

**Zona LXXXIX con BB= 850 mm Kv:** Kfc = 0.10 Kp = 0.01

0.10 = 180 mm  
0.15 = 220 mm  
0.18 = 245 mm  
0.20 = 265 mm

**Zona LXC con BB = 750 mm Kv:** Kfc = 0.10 Kp = 0.07

0.10 = 200 mm  
0.15 = 240 mm

**Zona LXCI con BB = 750 mm Kv:** Kfc = 0.10 Kp = 0.40

0.10 = 450 mm

0.15 = 490 mm

0.18 = 500 mm

0.20 = 525 mm

**Zona LXCI con BB = 550 mm Kv:** Kfc = 0.15 Kp = 0.40

0.10 = 355 mm

0.15 = 385 mm

0.18 = 400 mm

**Zona LXCI con BB = 500 mm Kv:** Kfc = 0.15 Kp = 0.15

0.07 = 185 mm

0.10 = 200 mm

0.15 = 225 mm

0.18 = 240 mm

0.20 = 250 mm

**Zona LXCI con BB = 500 mm Kv:** Kfc = 0.15 Kp = 0.40

0.10 = 325 mm

0.15 = 350 mm

0.20 = 375 mm

**Zona LXCI con BB = 400 mm Kv:** Kfc = 0.20 Kp = 0.40

0.07 = 245 mm

0.10 = 260 mm

0.15 = 280 mm

0.18 = 290 mm

0.20 = 300 mm

**Zona LXCI con BB = 400 mm Kv:** Kfc = 0.15 Kp = 0.10

0.07 = 125 mm

0.10 = 140 mm

0.15 = 160 mm

0.18 = 170 mm

0.20 = 180 mm

**Zona LXCI con BB = 400 mm Kv:** Kfc = 0.20 Kp = 0.40

0.07 = 265 mm

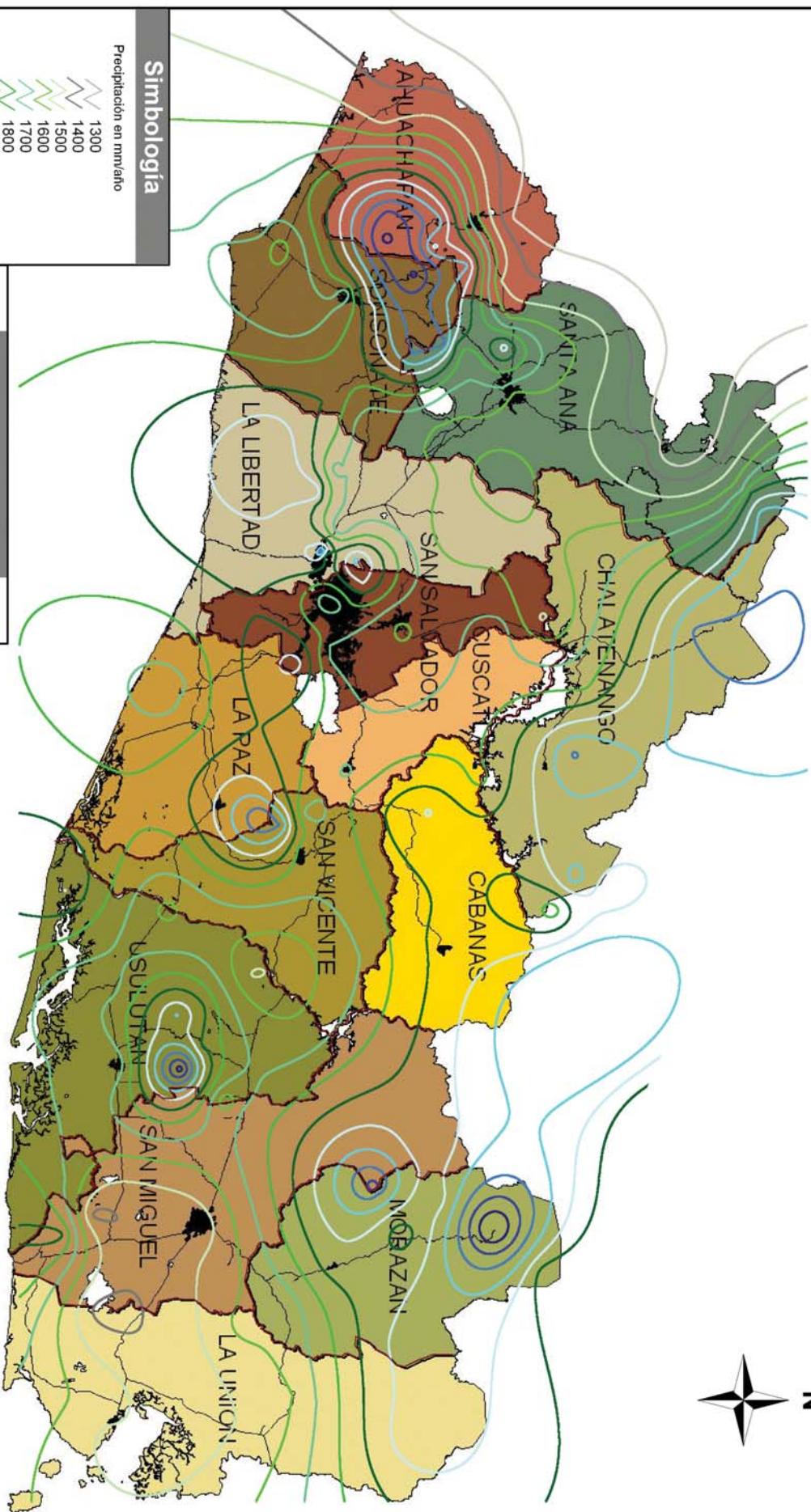
0.10 = 280 mm

0.15 = 300 mm

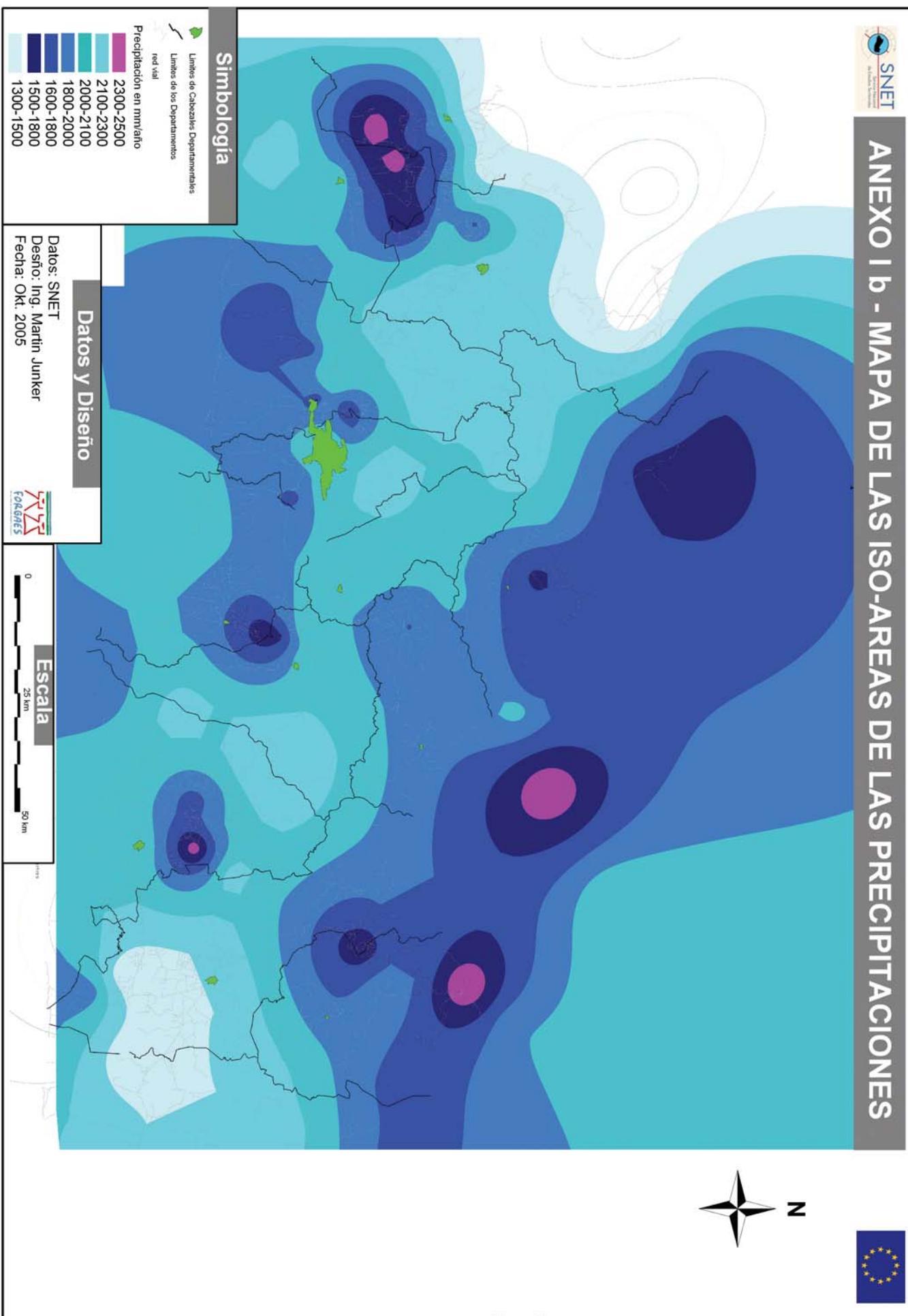
0.18 = 310 mm

0.20 = 320 mm

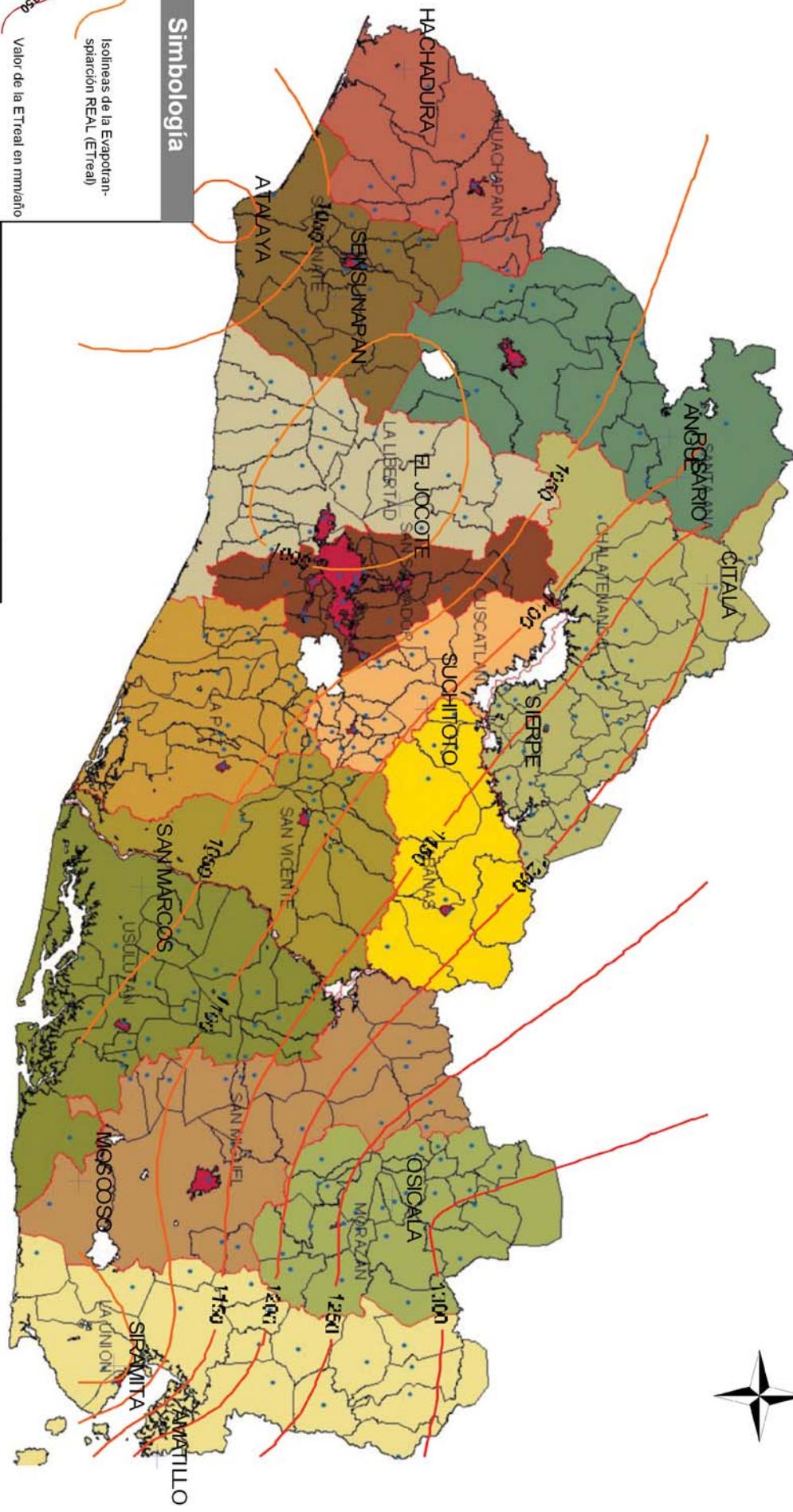
# ANEXO I - MAPA DE LAS PRECIPITACIONES PROMEDIAS (30 AÑOS)



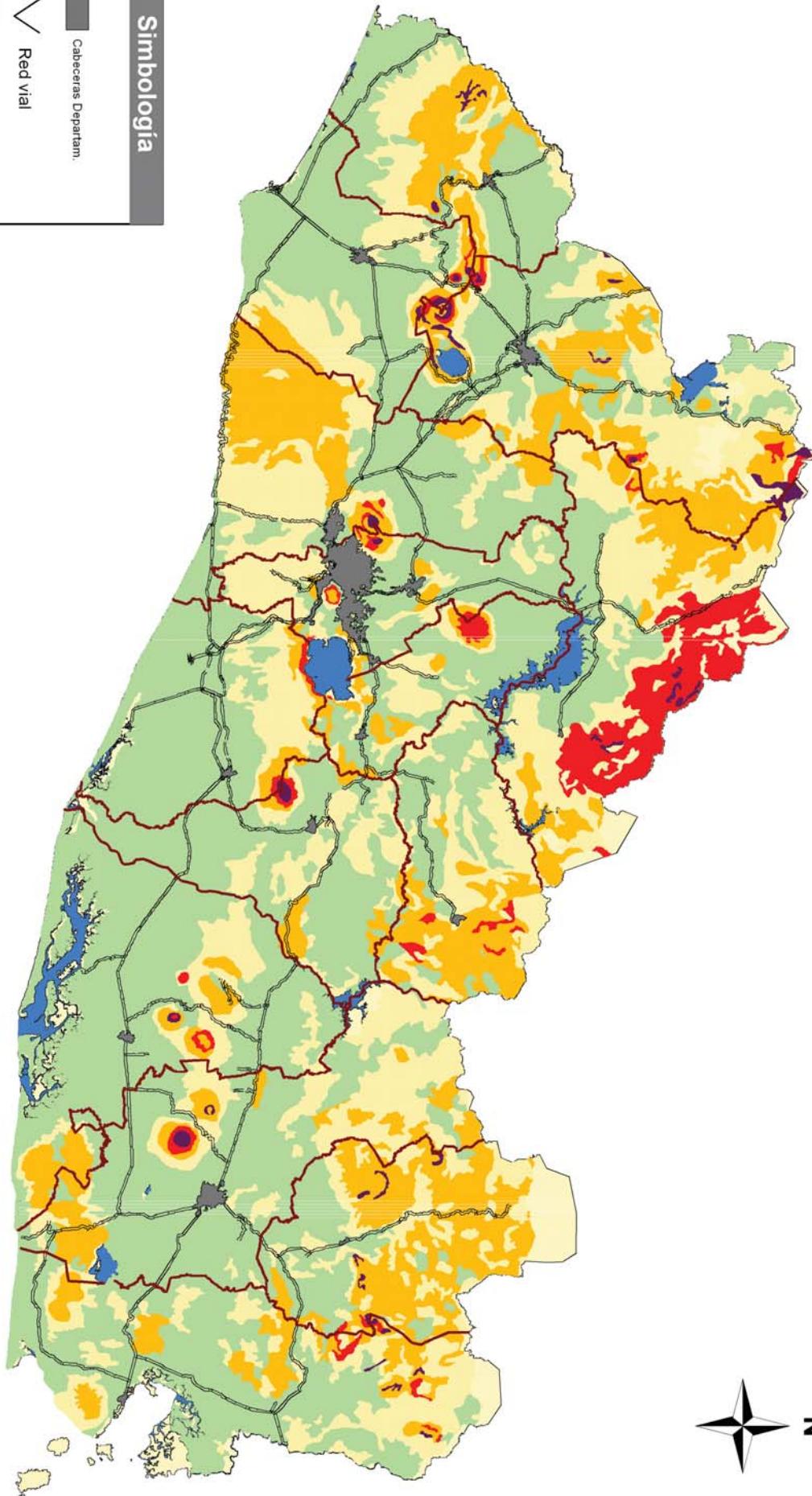
## ANEXO I b - MAPA DE LAS ISO-AREAS DE LAS PRECIPITACIONES



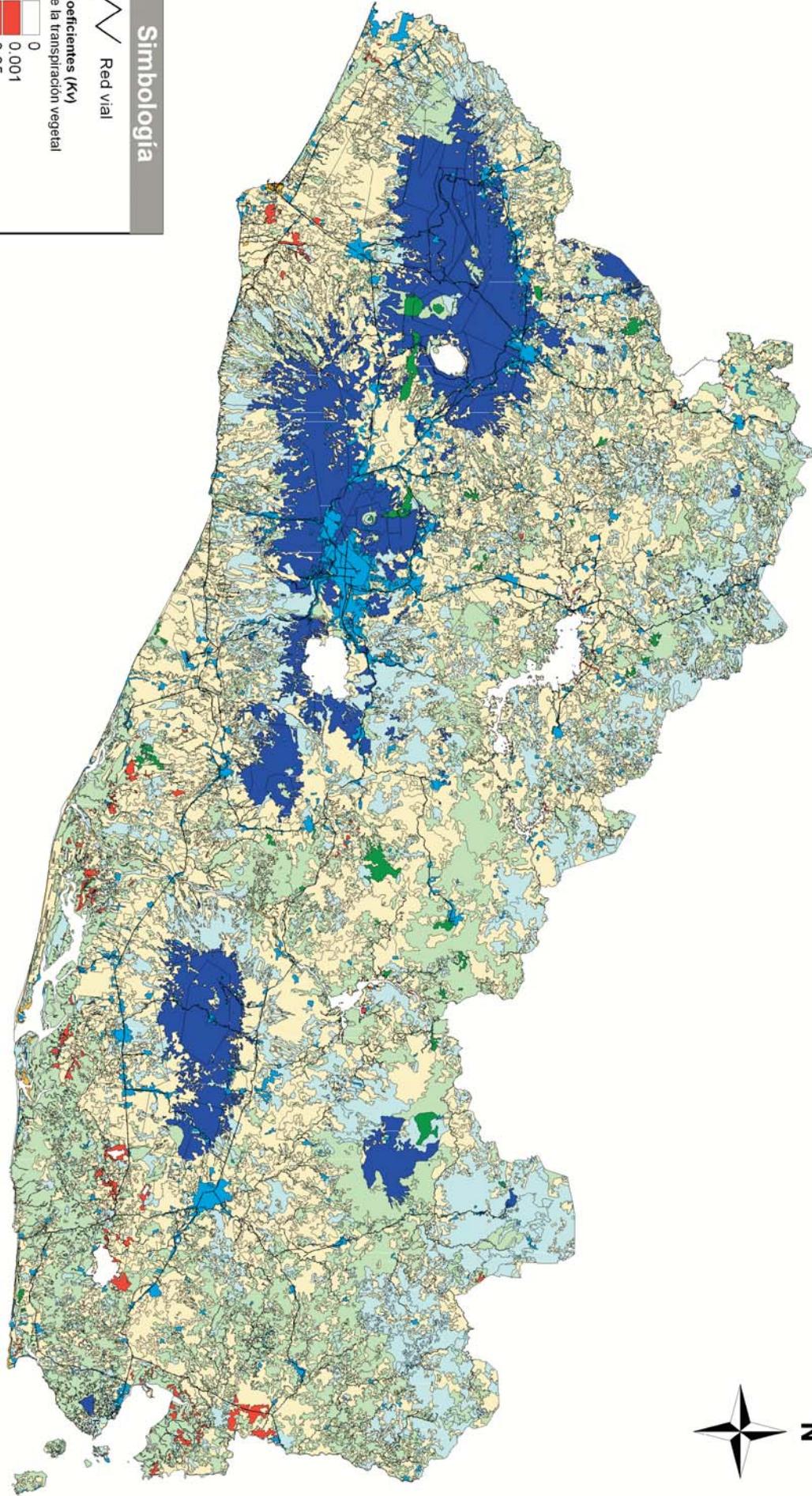
## **ANEXO II - MAPA DE ISOLINEAS DE LA EVAPOTRANSPIRACIÓN REAL**



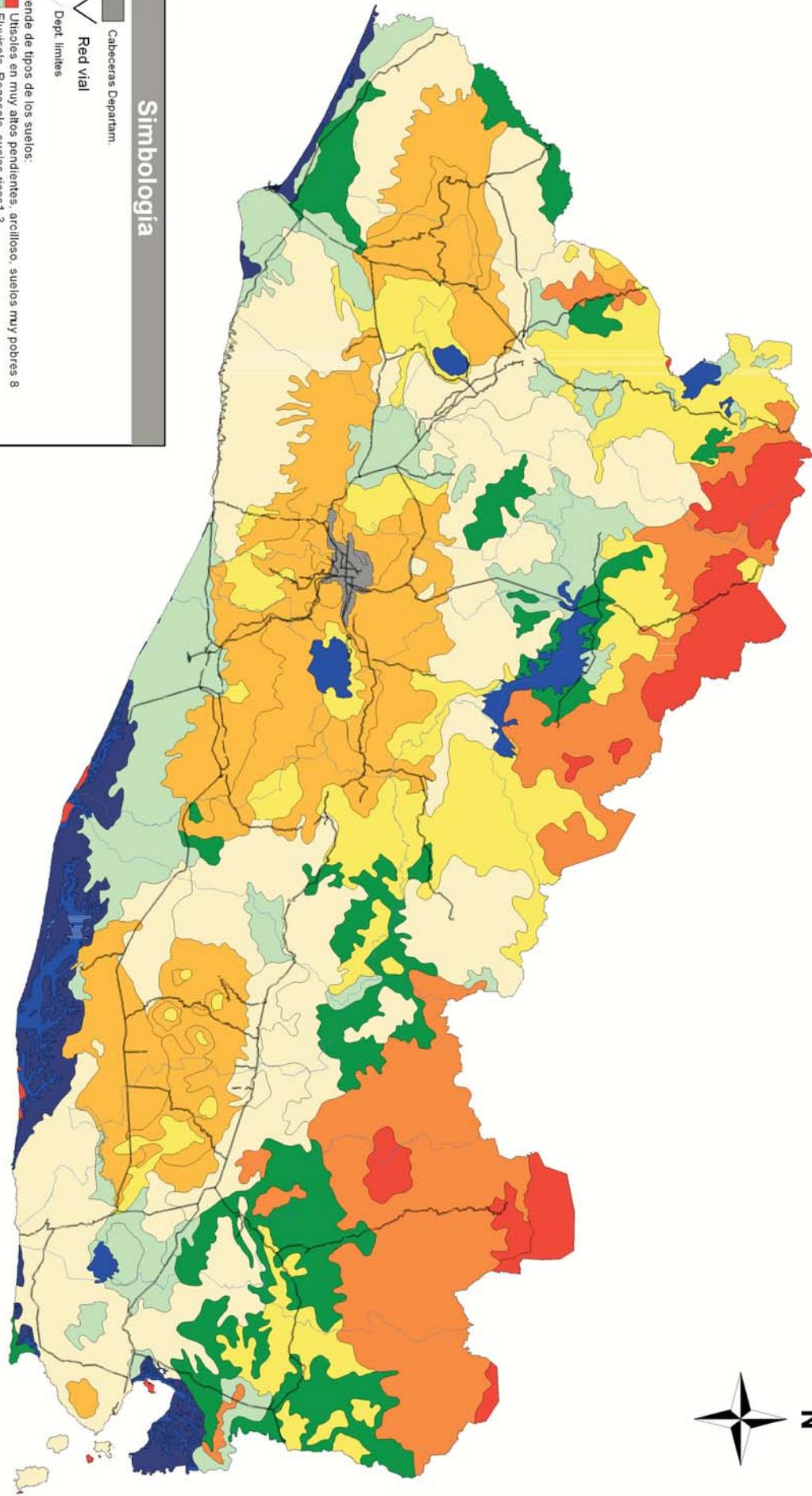
## ANEXO III - MAPA DE LAS PENDIENTES



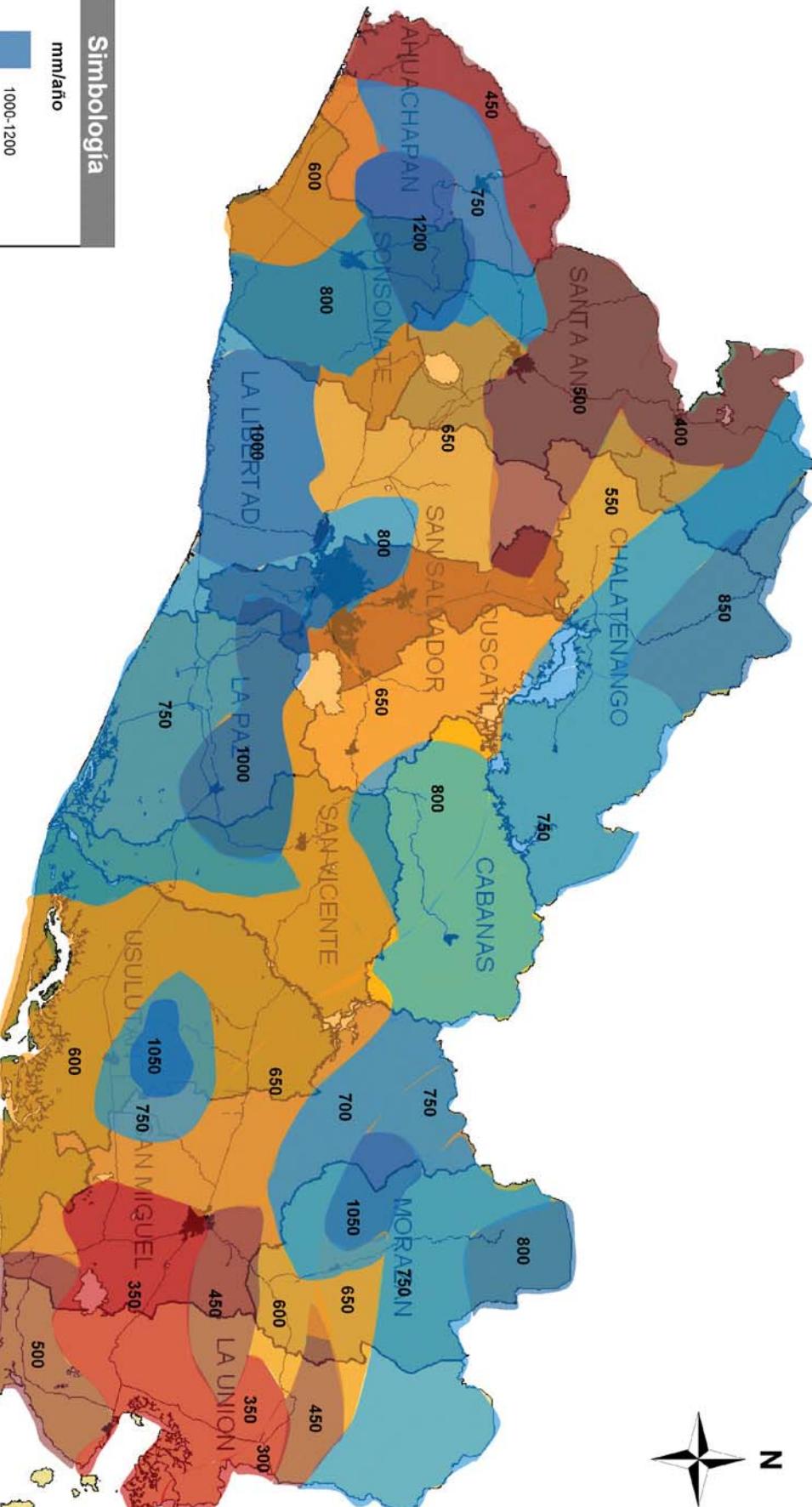
## ANEXO IV - MAPA DE LA DISTRIBUCIÓN DEL COEFICIENTE "K<sub>V</sub>"



## ANEXO V - MAPA DE LOS TIPOS DE SUELOS



## ANEXO VI - MAPA DEL BALANCE CLIMÁTICO



### Datos y Diseño

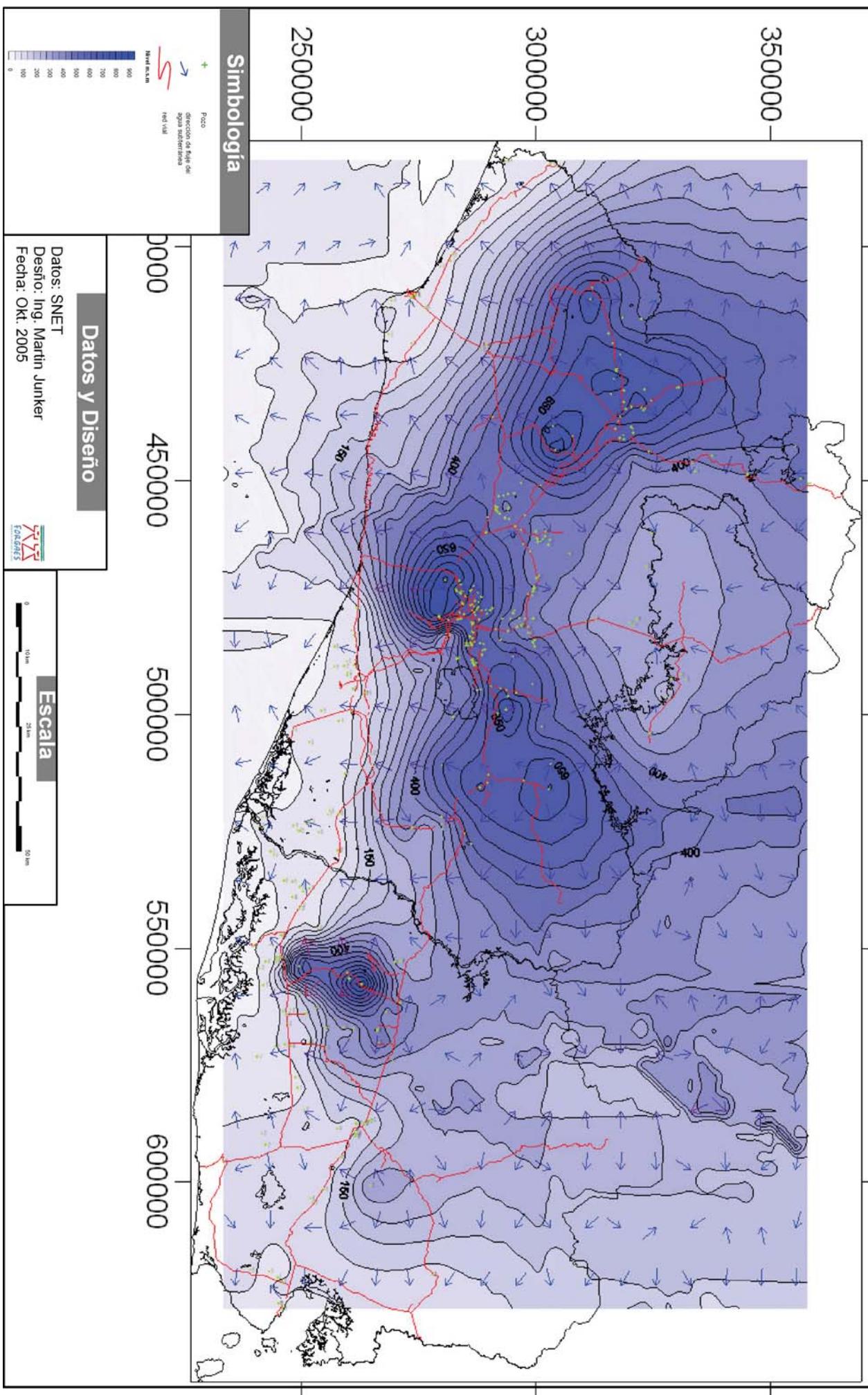
Datos: SNET  
Diseño: Ing. Martín Junker  
Fecha: Oct. 2005

Escala

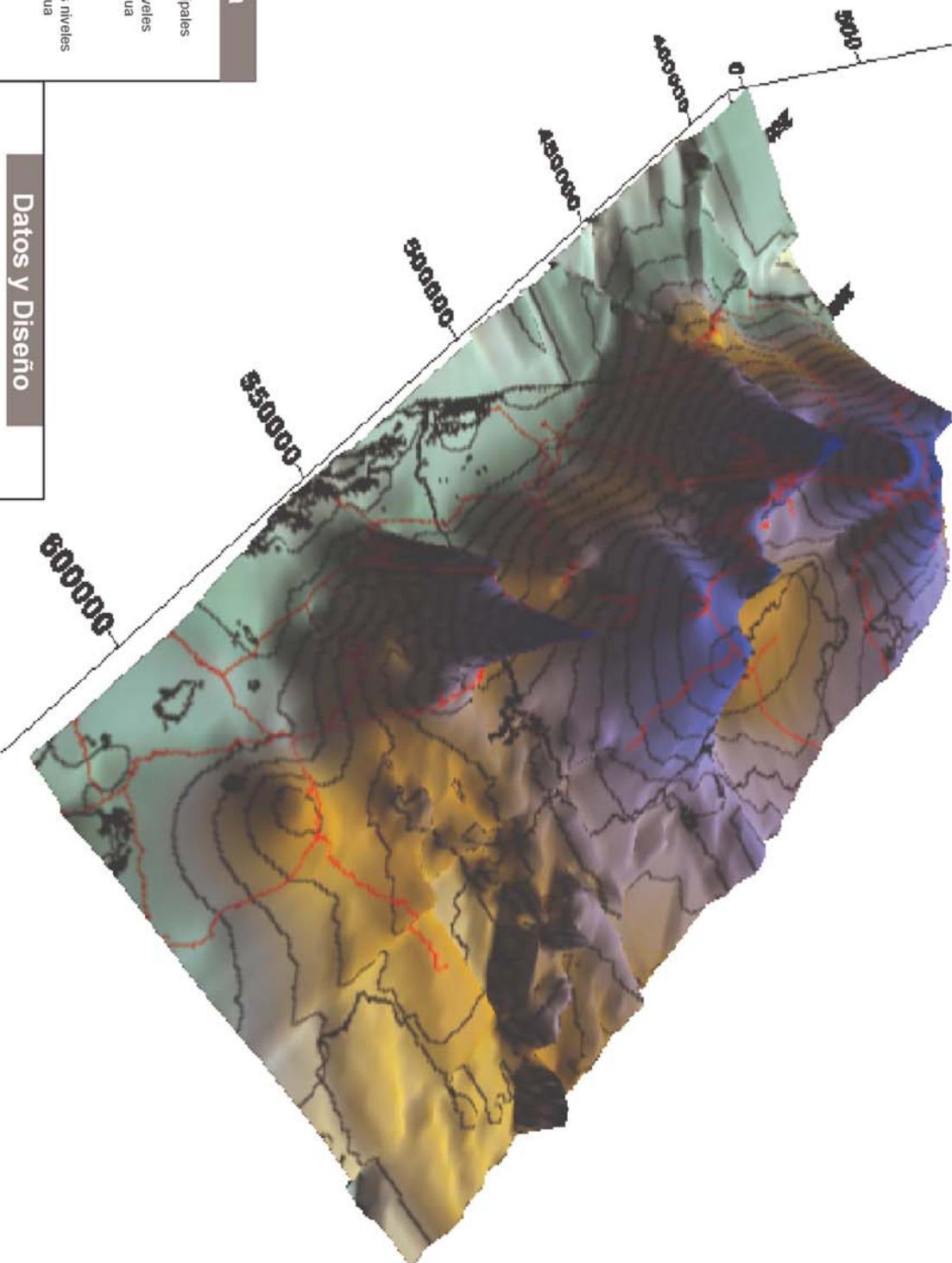


USO DE SUELO	Kv
Vegetación Esclerófila o espinoso	0.30
Tejido Urbano Continuo	0.30
Tejido Urbano Precario	0.30
Zonas Comerciales o Industriales	0.30
Zonas de Extracción Minera	0.30
Aeropuertos	0.30
Cultivo de Piña	0.30
Lava reciente	0.30
Arboles Frutales	0.20
Bosque Caducifolio	0.20
Bosque de Galería	0.20
Bosque de Mangle	0.20
Bosque latifoliado	0.20
Bosque mixto	0.20
Bosque Secundario (Arbustal)	0.20
Bosque Siempre Verdes	0.20
Bosques Mixto	0.20
Bosques mixtos semi caducifolios	0.20
Latifoliadas	0.20
Plantaciones de Bosques Monoespecífico	0.20
Humedal con cobertura boscosa	0.20
Mixto	0.20
Sistemas Agroforestales	0.20
Vegetación Arbustiva Baja	0.20
Lava	0.20
<b>Café</b>	<b>0.18</b>
Plataneras y Bananeras	0.18
Vegetación arbustiva de costera/ playa-Vegetación Arbustiva Costera	0.18
Hortalizas	0.15
Cultivos Anuales Asociados con Cultivos	0.15
Bosque de coníferas denso	0.15
Bosque de coníferas ralo	0.15
Bosques de Coníferas	0.15
Charral o Matorral	0.15
Coníferas	0.15
Espacios con Vegetación Escasa	0.15
Morales en potreros	0.15
Palmeras Oleíferas	0.15
Tierras sin bosque vacías	0.15
Viveros de Plantas Ornamentales y Otras	0.15
Zonas Verdes Urbanas	0.15
Terrenos principalmente agrícola, pero con importante espacios de vegetación natural	0.15
Agricultura limpia anual	0.15
Otros Cultivos	0.15
Pastos Cultivados	0.10
Mosaico de Cultivos y Pastos	0.10
Mosaico de Cultivos, Pastos y Vegetación	0.10
Áreas Turísticas y Arqueológicas	0.10
Caña de Azúcar	0.10
Granos Básicos	0.10
Pastos naturales	0.10
Vegetación herbácea natural	0.10
Tejido Urbano Discontinuo	0.10
Zonas Ecotónicas	0.10
Escombreras, Vertederos y Rellenos Sanitarios	0.10
Instalaciones Deportivas y Recreativas	0.10
Zonas en Construcción	0.10
Otros Cultivos Irrigados	0.10
Vegetación acuática sobre cuerpos de agua	0.10
Estuarios	0.00
Lagos, Lagunas y otros (Lúnticos)	0.00
Lagos, lagunas y lagunetas	0.00
Lagunas costeras y esteros	0.00
Perímetro acuícola	0.05
Praderas Pantanosas	0.05
Mares y océano	0.00
Marismas interiores	0.00
Otros Humedales	0.00
Ríos	0.00
Salinera	0.05
Playas, Dunas y Arena	0.07
Zonas Portuarias	0.05

### **ANEXO XIII - MAPA DEL NIVEL FREÁTICO DEL AGUA SUBTERRÁNEO**



## ANEXO VIII b - PROYECCIÓN 3-ADIMENSIONALES DEL SUPERFICIE DEL NIVEL FREÁTICO



### Simbología

- Caminos principales
- Iso-línea de niveles estático del agua subterránea
- Colores de los niveles estático del agua subterráneo

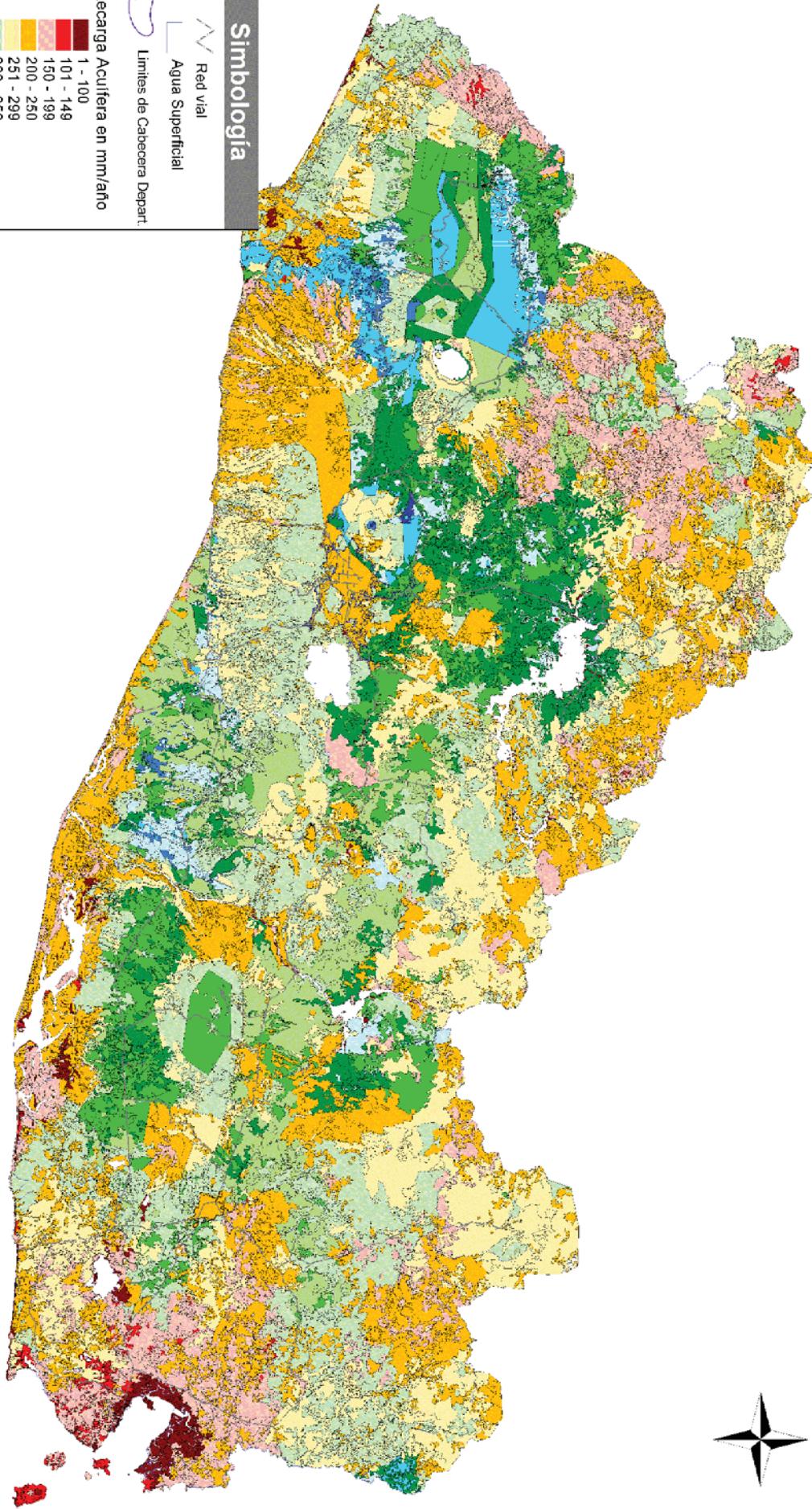
### Datos y Diseño

Datos: SNET  
Diseño: Ing. Martin Junker  
Fecha: Nov. 2005

### Escala

0  
25 km  
50 km  
Escala  
For 6065

## ANEXO IX - MAPA DE LA RECARGA ACUÍFERA



## ANEXO X - MAPA DE LAS ZONIFICACIONES DEL CÁLCULO DE LA RECARGA

