

# GeoModels:

un paquete para el análisis de datos geoestadísticos gaussianos y no-gaussianos



\* Moreno Bevilacqua

\*\* Víctor Morales-Oñate

\* Camilo Gómez-Narváez

\* Instituto de Estadística, Facultad de Ciencias, Universidad de Valparaíso, Chile.

\*\* Instituto Superior de Investigación y Postgrados, Facultad de Ciencias Económicas, Universidad Central del Ecuador, Ecuador.

[camilo.gomez@alumnos.uv.cl](mailto:camilo.gomez@alumnos.uv.cl)





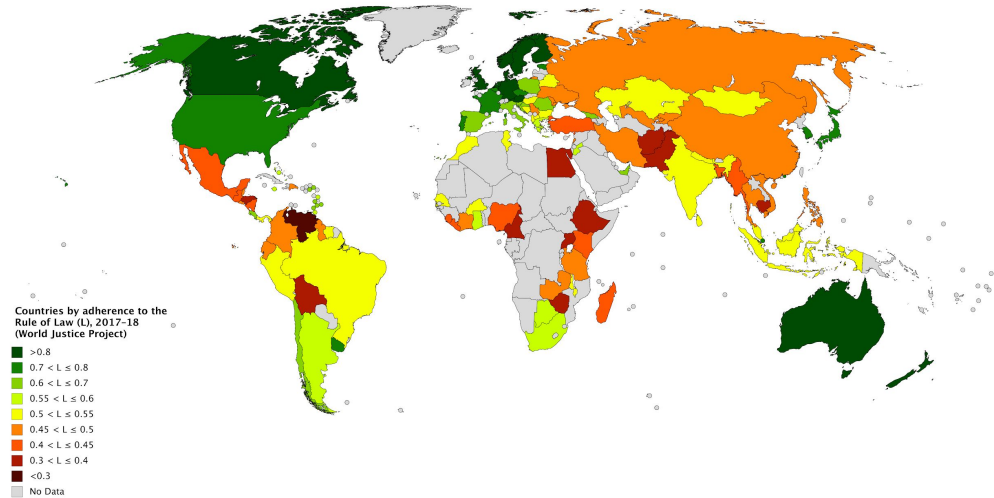
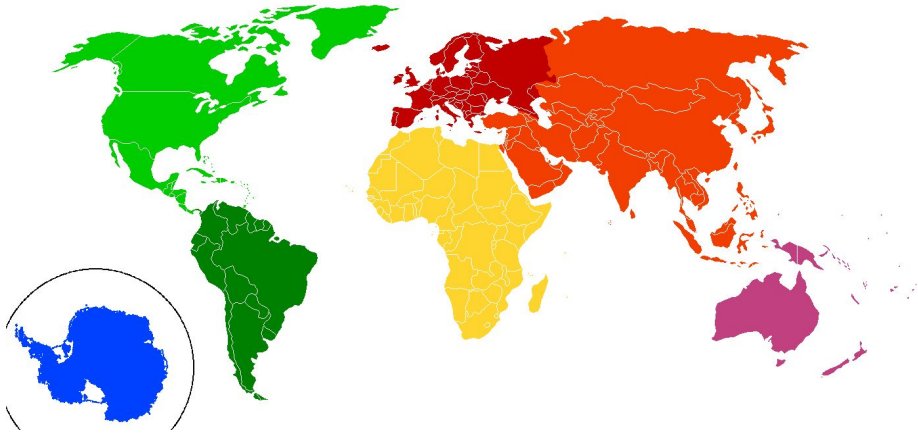
—

# ¿Qué tipos de datos espaciales **se pueden analizar?**



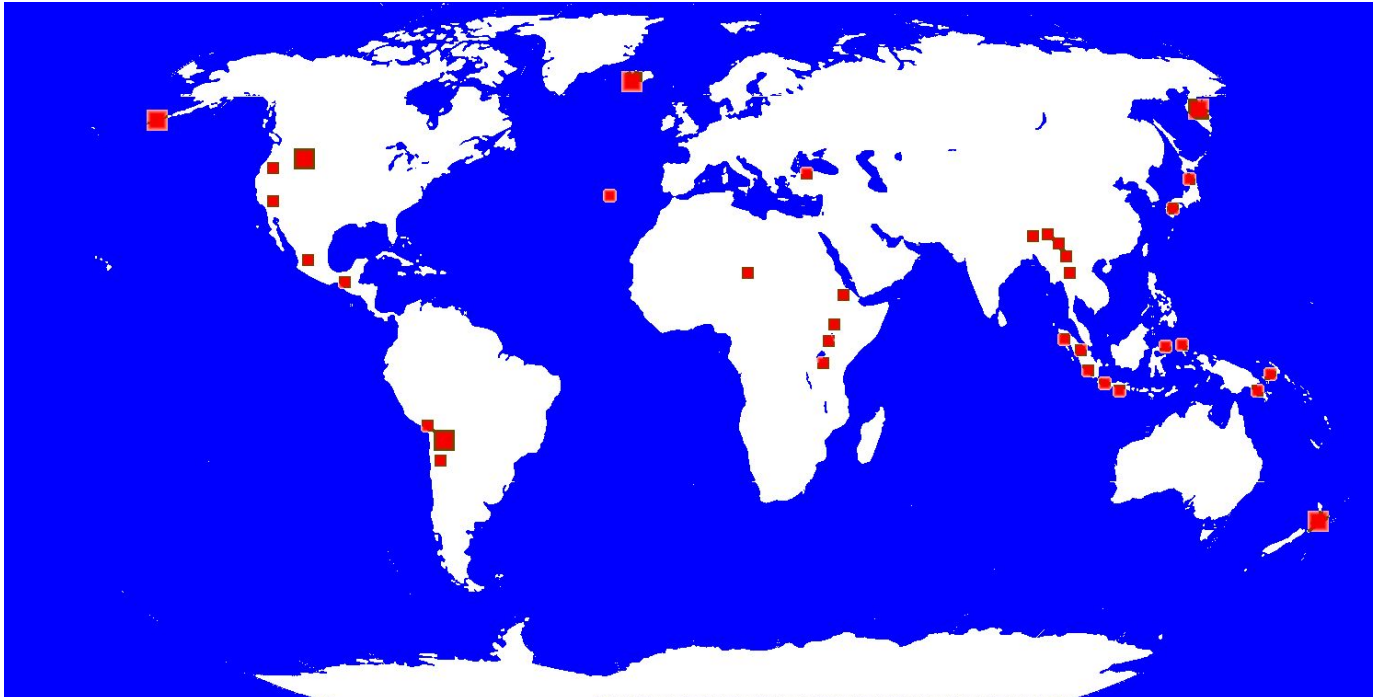
# Areales

Resúmenes que representan comunidades



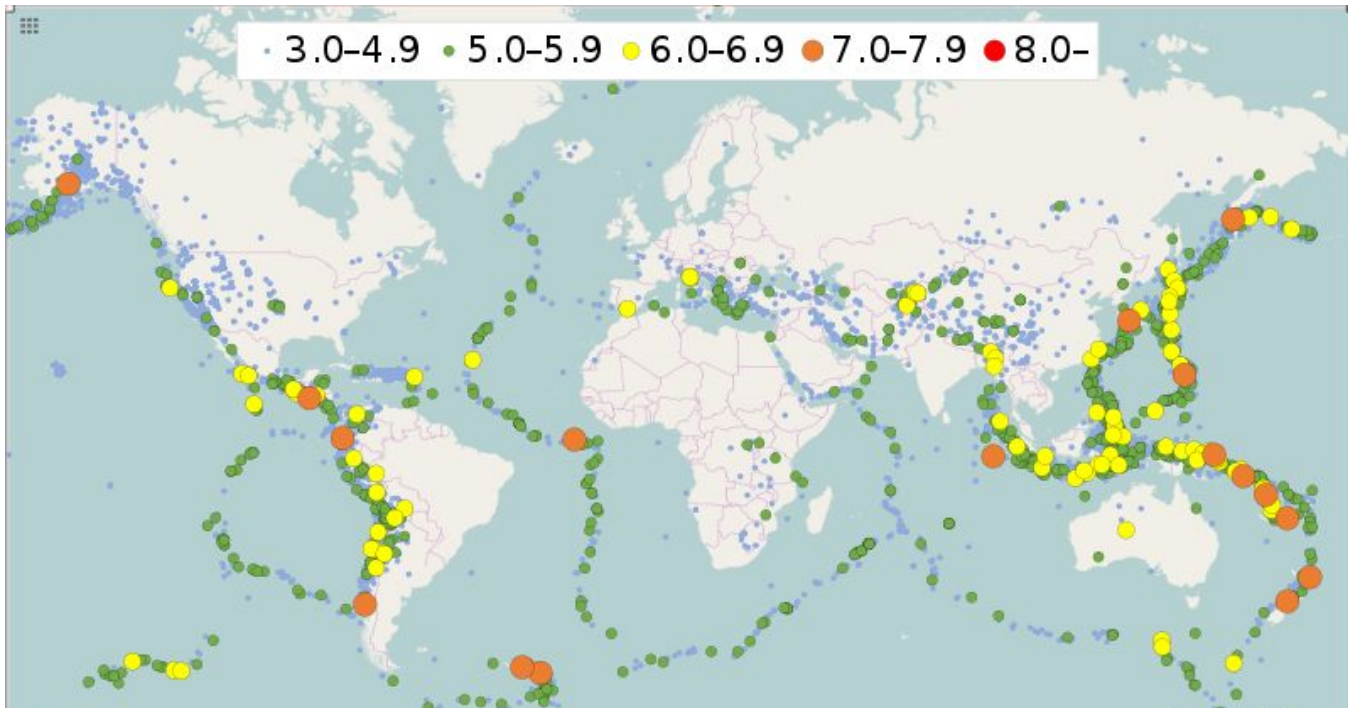
# Georreferenciados

Fenómenos aleatorios medidos en localizaciones predefinidas



# Procesos Puntuales

Tanto la localización como el fenómeno presenta características aleatorias



# El paquete ofrece:

Procedimientos para:

Simulación

Estimación

Predicción

- Datos espaciales o espacio-temporales
- Conjuntos uni o bivariados
- Espacios Euclidianos o en la esfera

# El paquete ofrece:

Procedimientos para:

Simulación

Estimación

Predicción

- Datos espaciales o espacio-temporales
- Conjuntos uni o bivariados
- Espacios Euclidianos o en la esfera

Datos  
Georreferenciados



Respecto a otros  
paquetes de 



# Métodos de Estimación

## Máximo Verosimilitud



Completa (cuando sea posible)



Ponderada Compuesta a Parejas

# Métodos de Estimación

Máximo Verosimilitud



Completa (cuando sea posible)



Ponderada Compuesta a Parejas

Opciones de cómputo en paralelo (Núcleos, GPU)

# Modelos Distribucionales

## Continuos

Gaussiano

Gaussiano Asimétrico

T de Student

Logístico

Gamma

Weibull

LogGaussiano

LogLogístico

## Discretos

Bernoulli

Binomial

Binomial Negativo

Poisson

## Circulares

Wrapped-Gaussian

# Funciones de Covarianza

## Espaciales

(Euc. Dist.)

Matern

Exponencial

Wave

Cauchy

Wendland Generalizada

Stable

(Geodes. Dist.)

Matern

Cauchy Generalizada

Multiquadratic

Sinpower

Smoke

# Funciones de Covarianza

## Espaciales

(Euc. Dist.)  
Matern  
Exponencial  
Wave  
Cauchy  
Wendland Generalizada  
Stable

(Geodes. Dist.)  
Matern  
Cauchy Generalizada  
Multiquadratic  
Sinpower  
Smoke

## Espacio-Temporales

(No Sep.)  
Gneiting  
Porcu  
Iacocesare  
Stein  
Multiquadratic  
Wendland Generalizada  
Sinpower

(Separables)  
Exponencial-Exponencial  
Matern-Matern  
Stable-Stable  
Wendland-Wendland

# Funciones de Covarianza

## Espaciales

(Euc. Dist.)  
Matern  
Exponencial  
Wave  
Cauchy  
Wendland Generalizada  
Stable

(Geodes. Dist.)  
Matern  
Cauchy Generalizada  
Multiquadratic  
Sinpower  
Smoke

## Espacio-Temporales

(No Sep.)  
Gneiting  
Porcu  
Iacocesare  
Stein  
Multiquadratic  
Wendland Generalizada  
Sinpower

(Separables)  
Exponencial-Exponencial  
Matern-Matern  
Stable-Stable  
Wendland-Wendland

## Bivariadas

Matern  
Matern (restringido)  
Matern (separable)  
Wendland  
Wendland (restringido)  
Wendland (separable)  
Smoke

# Funciones de Covarianza

## Espaciales

(Euc. Dist.)  
Matern  
Exponencial  
Wave  
Cauchy  
Wendland Generalizada  
Stable

(Geodes. Dist.)  
Matern  
Cauchy Generalizada  
Multiquadratic  
Sinpower  
Smoke

## Espacio-Temporales

(No Sep.)  
Gneiting  
Porcu  
Iacocesare  
Stein  
Multiquadratic  
Wendland Generalizada  
Sinpower

(Separables)  
Exponencial-Exponencial  
Matern-Matern  
Stable-Stable  
Wendland-Wendland

## Bivariadas

Matern  
Matern (restringido)  
Matern (separable)  
Wendland  
Wendland (restringido)  
Wendland (separable)  
Smoke

## Tapering

(Esp.)  
Bohman  
Wendland

(Esp.Temp.)  
Wendland



# Un pequeño tutorial



# Simulación de datos espaciales

```
1 require(GeoModels)
2 require(fields)
```

executed in 61ms, finished 21:50:22 2019-09-20

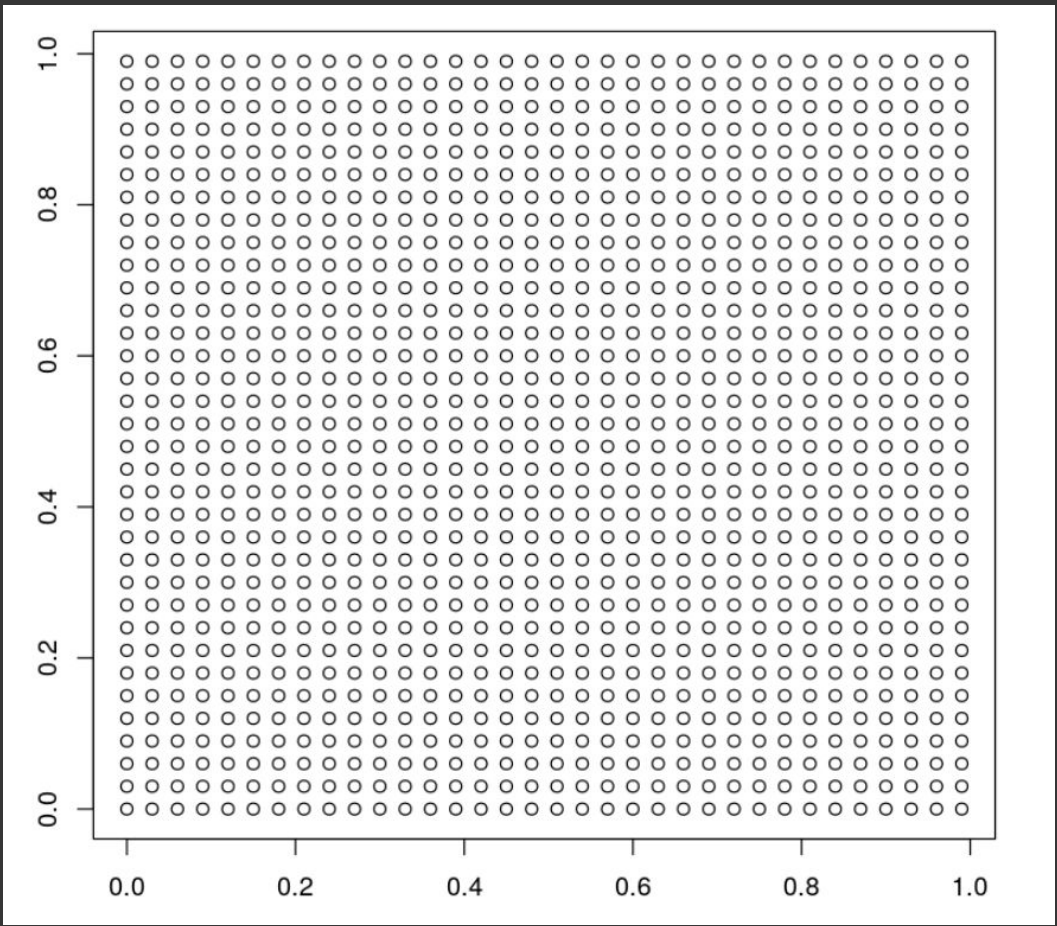
## 1. Simulación y estimación

### 1.1 Localizaciones Espaciales:

```
1 x = seq(0,1,0.03)
2 y = seq(0,1,0.03)
3
4 coords = expand.grid(x,y)
5 num_coords = length(x)^2
6 print(num_coords)
7 plot(coords,xlab = "",ylab = "")
```

executed in 257ms, finished 21:36:14 2019-09-20

[1] 1156



## 1.2 Distribución

```
1 model = "Tukeyh"  
2 NuisParam(model,bivariate = FALSE,2)
```

executed in 59ms, finished 10:33:23 2019-09-22

'mean' 'mean1' 'nugget' 'sill' 'tail'

```
1 mean = 3  
2 mean1 = 2  
3 nugget = 0  
4 sill = 1.5  
5 tail = 0.35
```

executed in 75ms, finished 10:33:24 2019-09-22

## 1.3 Modelo de Correlación

```
1 cmodel = "GenWend"  
2 CorrParam(cmodel)
```

executed in 52ms, finished 10:33:25 2019-09-22

'power2' 'scale' 'smooth'

```
1 power2 = 4  
2 scale = 0.2  
3 smooth = 1
```

executed in 52ms, finished 10:33:25 2019-09-22

## 1.4 Todos los Parámetros del Modelo

```
1 param = list(mean = mean,mean1 = mean1,nugget = nugget,sill = sill,  
2          tail = tail,power2 = power2,scale = scale,smooth = smooth);t(param)
```

executed in 77ms, finished 10:33:27 2019-09-22

mean	mean1	nugget	sill	tail	power2	scale	smooth
3	2	0	1.5	0.35	4	0.2	1

## 1.5 Matriz de Diseño

```
1 a0 = rep(1,num_coords)  
2 a1 = runif(num_coords)  
3 X = cbind(a0,a1); head(X)
```

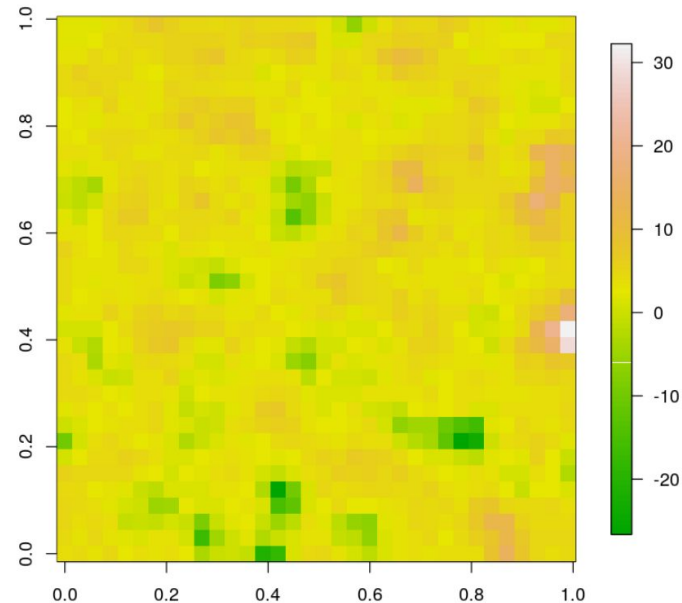
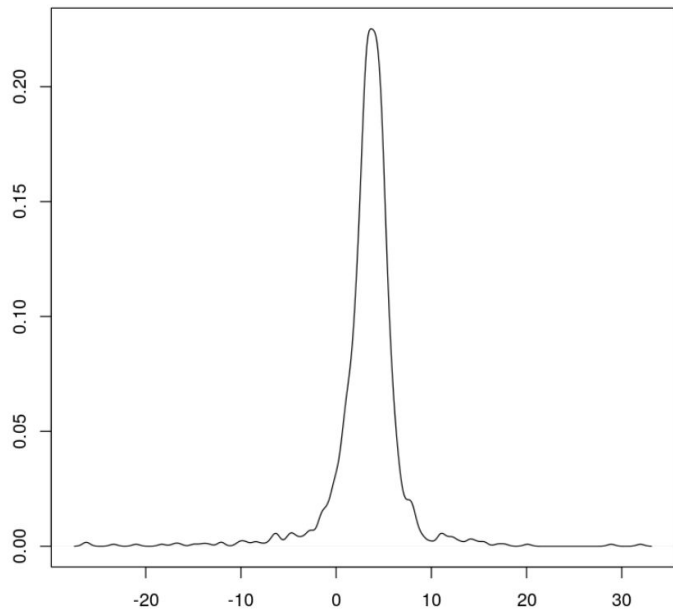
executed in 73ms, finished 10:33:28 2019-09-22

a0	a1
1	0.62916397
1	0.57995746
1	0.06689904
1	0.87266550
1	0.32127008
1	0.88867613

## 1.6 Simulación

```
1 sim = GeoSim(x,y,grid = TRUE,  
2         corrmmodel = cmodel,model = model,param = param,  
3         X = X,  
4         sparse = TRUE)  
5 data = sim$data  
6  
7 plot(density(data))  
8 image.plot(x,y,data,col=terrain.colors(100),main="Tukey-h ",xlab="",ylab="")
```

executed in 338ms, finished 10:41:03 2019-09-22



# Estimación de parámetros

## 1.7 Estimación de los Parámetros

```
1 start      = list(mean = mean,mean1 = mean1,scale = scale,sill = sill,tail = tail)
2 fixed      = list(nugget = nugget,power2 = power2,smooth = smooth)
3 maxdist    = 0.1
```

executed in 52ms, finished 10:33:37 2019-09-22

### 1.7.1 Verosimilitud completa

```
1 fit1 = GeoFit(data = data,x,y,grid = TRUE,corrmodel = cmodel,  
2           likelihood = "Full",type = "Standard",sparse = True,  
3           model = model,X = X,start = start,fixed = fixed)  
4 fit1
```

executed in 7m 25s, finished 10:50:43 2019-09-22

#####  
Maximum Likelihood Fitting of Tukeyh Random Fields

Setting: Full Likelihood

Model: Tukeyh

Type of the likelihood objects: Standard

Covariance model: GenWend

Optimizer: Nelder-Mead

Number of spatial coordinates: 1156  
Number of dependent temporal realisations: 1  
Type of the random field: univariate  
Number of estimated parameters: 5

Type of convergence: Successful  
Maximum log-Likelihood value: -1476.19  
AIC : 2962  
BIC : 2988

Estimated parameters:  
mean mean1 scale sill tail  
3.0125 2.0515 0.2182 1.9048 0.4606

#####

### 1.7.2 Verosimilitud ponderada compuesta a parejas

```
1 fit2 = GeoFit(data = data,x,y,grid = TRUE,corrmodel = cmodel,maxdist = maxdist,  
2           likelihood = "Marginal",type = "Pairwise",sparse = True,  
3           model = model,X = X,start = start,fixed = fixed)  
4 fit2
```

executed in 22.4s, finished 10:34:19 2019-09-22

#####  
Maximum Composite-Likelihood Fitting of Tukeyh Random Fields

Setting: Marginal Composite-Likelihood

Model: Tukeyh

Type of the likelihood objects: Pairwise

Covariance model: GenWend

Optimizer: Nelder-Mead

Number of spatial coordinates: 1156  
Number of dependent temporal realisations: 1  
Type of the random field: univariate  
Number of estimated parameters: 5

Type of convergence: Successful  
Maximum log-Composite-Likelihood value: -73883.99

Estimated parameters:  
mean mean1 scale sill tail  
2.9115 1.9281 0.1968 1.6109 0.2638

#####



# ¿Trabajos Futuros?

- Modelos con distribuciones asimétricas, bimodales y multimodales.
- Cómputo intenso en GPU para Linux (ya disponible en Mac).

# Muchas Gracias!!!

***GeoModels:***  
*un paquete para el análisis de datos  
geoestadísticos gaussianos y  
no-gaussianos*

