

Se indican a continuación las líneas de trabajo a desarrollar.

Cada una de ellas lleva los objetivos concretos con consideraciones sobre su novedad y relevancia.

- [L1. Datos funcionales y de alta dimensión](#)
- [L2. Datos direccionales](#)
- [L3. Procesos espaciales y espacio temporales](#)
- [L4. Estimación de conjuntos](#)
- [L5. Datos incompletos](#)
- [L6. Modelos con efectos aleatorios](#)
- [L7. Modelos estructurados](#)
- [L8. Modelos de difusión](#)
- [L9. Regresión cuantil](#)

**L1. Datos funcionales y de alta dimensión:** El grupo tiene experiencia en el desarrollo de metodología para el análisis de datos funcionales. En este proyecto, se pretende abordar el análisis de datos funcionales (a) con datos dependientes, con atención a las series de tiempo funcionales y (b) en modelos de regresión con respuesta y/o covariable funcional o de alta dimensión, considerando también modelos con efectos aleatorios.

Dentro del contexto de datos funcionales y de alta dimensión, el statistical shape analysis está cobrando un papel importante para el análisis de imágenes. De forma general, se trata de determinar, mediante técnicas estadísticas, las propiedades geométricas de un conjunto de formas a partir de muestras de formas similares o de diferentes grupos. En nuestro planteamiento, dada una “forma básica” se trata de determinar el espacio o clase de todos los conjuntos obtenidos por transformaciones isométricas o pequeñas perturbaciones de dicha forma básica. El objetivo es proponer herramientas adecuadas que permitan discriminar entre un número finito de formas básicas.

Los objetivos de esta línea son los siguientes:

- B1L1-1. Diseñar herramientas para el análisis de series de tiempo funcionales
- B1L1-2. Proponer métodos de contrastes en modelos de regresión con respuesta y/o covariable funcional o de alta dimensión.
- B1L1-3. Extender los modelos con efectos aleatorios a datos funcionales (B1L6-4).
- B1L1-4. Proponer métodos adecuados que permitan discriminar entre un número finito de formas básicas.

**L2. Datos direccionales:** Se pretende analizar la variabilidad de los estimadores no paramétricos con datos circulares (densidad y regresión) para la adecuada identificación de direcciones preferentes, derivando en la elaboración de contrastes de multimodalidad. Por otra parte, el estudio conjunto de variables direccionales y lineales (o direccionales multidimensionales) puede abordarse desde un enfoque no paramétrico a través de la construcción de estimadores no paramétricos de la densidad conjunta o de la función de regresión. El último objetivo en esta línea, la extensión de las técnicas geoestadísticas al contexto de campos direccionales, objetivo compartido con la línea L3.

Los objetivos de esta línea son los siguientes:

- B1L2-1. Analizar la variabilidad de los estimadores no paramétricos con datos circular.
- B1L2-2. Contrastar la multimodalidad en datos circulares.
- B1L2-3. Contrastar la bondad de ajuste en modelos de densidad con componentes direccionales y/o lineales.
- B1L2-4. Estimar modelos de regresión con respuesta y/o covariable direccional, utilizando estimadores no paramétricos.
- B1L2-5. Contrastar la bondad de ajuste en modelos de regresión con respuesta y/o covariable direccional.
- B1L2-6. Contrastar la independendencia entre variables direccionales y/o lineales.
- B1L2-7. Extender las técnicas geoestadísticas clásicas al contexto de campos direccionales (B1L3-2).

**L3. Procesos espaciales y espacio-temporales.** La línea de trabajo dedicada al estudio de procesos espaciales y espacio-temporales abordará problemas en dos contextos: geoestadística y procesos puntuales. También en este contexto, se pretende extender las herramientas básicas del análisis geoestadístico (variograma, técnicas kriging,...) a campos aleatorios con respuesta direccional. Si bien existen algunas referencias clásicas, este ámbito adolece de un tratamiento global y exhaustivo, y de la implementación de técnicas exploratorias adecuadas.

El otro contexto de estudio en el marco de procesos espaciales y espacio-temporales es el análisis de procesos puntuales. Los objetivos en este sentido se centrarán en la utilización de métodos no paramétricos para obtener nuevos procedimientos de inferencia sobre la función de intensidad.

Los objetivos de esta línea son los siguientes:

- B1L3-1. Desarrollar técnicas de contraste para el estudio de procesos espacio-temporales.
- B1L3-2. Extender las técnicas geoestadísticas clásicas al contexto de campos direccionales (B1L2-7).
- B1L3-3. Estimar la función de intensidad en procesos puntuales sin marcas y sus medidas asociadas.
- B1L3-4. Extender los métodos desarrollados en B1L3-3 a procesos espacio-temporales con marcas.
- B1L3-5. Contrastar la bondad de ajuste para la función de intensidad.

**L4. Estimación de conjuntos.** En el contexto de la estimación de conjuntos, campo con amplios desarrollos en proyectos anteriores, se plantean tres objetivos principales relacionados con el desarrollo de métodos automáticos para la estimación de conjuntos y la estimación del eje medio. El desarrollo de métodos automáticos (que no dependan de parámetros desconocidos) para los dos principales problemas de la estimación de conjuntos persigue la estimación del soporte y de los conjuntos de nivel de una densidad de probabilidad. En el caso del soporte se propondrá y analizará un método que permita reconstruir la forma de un conjunto a partir de la observación de un conjunto de datos uniforme tomado dentro de él. En cuanto a la estimación de conjuntos de nivel, el objetivo es proponer y estudiar las propiedades teóricas de un método que permita estimar un conjunto de nivel sin depender de la elección de uno o varios parámetros de suavizado. Por otro lado, en la estimación de la longitud de la frontera de un soporte, se analizarán las propiedades asintóticas de un estimador del perímetro de la frontera de un soporte de probabilidad, generalizando los resultados conocidos para el caso de soporte convexo.

En relación al tercer objetivo, el eje medio (medial axis) de un conjunto es un concepto geométrico relacionado con la idea intuitiva que tenemos de lo que es el “esqueleto” de un conjunto. Este concepto y otros relacionados han sido estudiados con profundidad en la literatura desde diferentes puntos de vista. El objetivo en esta línea de trabajo es demostrar que, con técnicas de estimación no paramétrica de conjuntos, se propondrán estimadores consistentes y fáciles de implementar. Además de resultados teóricos sobre los estimadores propuestos, se tratarán de desarrollar algoritmos para la aproximación práctica del eje medio e inner parallel body.

- B1L4-1. Desarrollar métodos automáticos para la estimación de conjuntos.
- B1L4-2. Estimar la longitud de la frontera de un soporte.
- B1L4-3. Estimar el medial axis.

**L5. Datos incompletos.** El estudio de técnicas no paramétricas sobre datos incompletos (censurados, truncados, sesgados o faltantes) ha sido abordado por los miembros del equipo en los últimos proyectos. Los objetivos que se presentan para el presente proyecto son extensiones de metodologías desarrolladas previamente, como la estimación de la curva ROC o las técnicas de estimación y contrastes con estimadores robustos. En este caso, se pretende

extender dichas metodologías al caso de datos faltantes. También se pretende estudiar estimadores corregidos de la distribución con truncamiento.

Esta línea comparte dos objetivos con L9.

Los objetivos de esta línea son los siguientes:

- B1L5-1. Estimar la curva ROC con observaciones faltantes.
- B1L5-2. Estimar de forma robusta la función de regresión con observaciones faltantes en las covariables.
- B1L5-3. Contrastar la bondad de ajuste en modelos de regresión con observaciones faltantes en las covariables.
- B1L5-4. Estudiar estimadores corregidos de la distribución con truncamiento.
- B1L5-5. Estimar la función de regresión cuantil con datos censurados (B1L9-4).
- B1L5-6. Contrastar la bondad de ajuste en regresión cuantil con datos censurados (B1L9-5).

**L6. Modelos con efectos aleatorios.** Esta línea de trabajo involucra a varios miembros del proyecto.

La extensión al contexto de datos funcionales contará con la colaboración de los participantes en la línea L1. Finalmente en el contraste de la bondad de ajuste los miembros del grupo tienen experiencia en el estudio de contrastes basados en la distribución empírica de los residuos.

Los objetivos de esta línea son los siguientes:

- B1L6-1. Estimar modelos con efectos aleatorios con efecto temporal.
- B1L6-2. Diseñar mecanismos de remuestreo en modelos con efectos aleatorios y datos dependientes.
- B1L6-3. Contrastar la bondad de ajuste en modelos con efectos aleatorios basado en la distribución empírica de los residuos.
- B1L6-4. Extender los modelos con efectos aleatorios a datos funcionales (B1L1-3).

**L7. Modelos estructurados.** Muchos modelos y métodos de predicción habitualmente utilizados en seguros y pensiones resultan ser de forma natural modelos no paramétricos estructurados (multiplicativos, aditivos etc.). Sin embargo, la terminología y el vocabulario utilizado en dichos contextos ha sido tradicionalmente paramétrico. Se persigue en esta línea de trabajo, describir métodos de estimación no paramétricos para densidades y funciones de azar estructuradas adecuados para la estimación en soportes difíciles y con marcados efectos frontera; estudiar las propiedades asintóticas de estimadores estructurados bajo formulación de procesos de recuento; describir el problema del parámetro de suavizado óptimo en la predicción y proponer métodos para su selección, también a través de métodos adaptativos en la estimación de densidades, funciones de azar y funciones de regresión con datos incompletos y con las correspondientes extensiones a modelos estructurados, además de extender el modelo Continuous Chain Ladder incluyendo otros efectos y ajustes.

Los objetivos de esta línea son los siguientes:

- B1L7-1. Introducir métodos no paramétricos para la estimación de densidades y funciones de azar estructuradas.

- B1L7-2. Estudiar las propiedades de los estimadores estructurados.
- B1L7-3. Proponer selectores del parámetro de suavizado.
- B1L7-4. Extender el modelo Continuous Chain Ladder.

**L8. Modelos de difusión.** Se pretende proponer métodos de estimación no paramétricos en modelos con volatilidad determinística y estocástica así como los correspondientes contrastes de bondad de ajuste.

Los objetivos de esta línea son los siguientes:

- B1L8-1. Estimar modelos con volatilidad determinística.
- B1L8-2. Contrastar la bondad de ajuste en modelos con volatilidad determinística.
- B1L8-3. Estimar modelos con volatilidad estocástica.
- B1L8-4. Contrastar la bondad de ajuste en modelos con volatilidad estocástica.

**L9. Regresión cuantil.** Las principales aportaciones se centrarán en la modelización, estimación y contrastes sobre regresión cuantil, abordando los problemas de construcción de estimadores no paramétricos, con el consiguiente selector del parámetro de suavizado; la propuesta de contrastes de bondad de ajuste en regresión cuantil y la extensión de las técnicas

anteriores al contexto de datos censurados, ligando estos últimos objetivos a la línea metodológica L5 sobre datos incompletos.

Los objetivos de esta línea son los siguientes:

- B1L9-1. Estudiar estimadores no paramétricos de la regresión cuantil.
- B1L9-2. Proponer selectores del parámetro de suavizado para la regresión cuantil.
- B1L9-3. Contrastar la bondad de ajuste en regresión cuantil.
- B1L9-4. Estimar la función de regresión cuantil con datos censurados (B1L5-5).
- B1L9-5. Contrastar la bondad de ajuste en regresión cuantil con datos censurados (B1L5-6).