

**UNIVERSIDAD DE CASTILLA-LA MANCHA**

ESCUELA SUPERIOR DE INFORMÁTICA

**ANTEPROYECTO DEL TRABAJO FIN DE GRADO**

**GRADO EN INGENIERÍA INFORMÁTICA**

**TECNOLOGÍA ESPECÍFICA / INTENSIFICACIÓN / ITINERARIO DE COMPUTACIÓN**

**Predicción de precios de instancias “spot” en la nube de Amazon**

Autor: Luis Mendoza Montero

Directora: Carmen Carrión Espinosa

Directora: Mª Blanca Caminero Herráez

Abril, 2018

1. INTRODUCCIÓN. 3

2. TECNOLOGÍA ESPECÍFICA / INTENSIFICACIÓN / ITINERARIO CURSADO POR EL ALUMNO. 5

3. OBJETIVOS 6

4. MÉTODO Y FASES DE TRABAJO 8

5.1. Medios Hardware 9

5.2. Medios Software 9

6. REFERENCIAS 10

# 1. INTRODUCCIÓN.

Amazon Web Services (AWS) es un conjunto de servicios fiables, escalables y económicos que se ofrecen en la nube pública con el fin de adquirir potencia de cómputo, almacenamiento de bases de datos, entrega de contenido y otras funcionalidades de gran ayuda para el mundo empresarial. Por tanto, ofrece un completo servicio de infraestructura en la red para las tecnologías de la información. Tener una cuenta para este tipo de servicios que Amazon ofrece es totalmente gratuito desde la página oficial de Amazon Web Services.

En concreto nos centraremos en el servicio web de Amazon Elastic Compute Cloud (Amazon EC2) el cual proporciona capacidad informática en la nube para los desarrolladores. ~~Este servicio a su vez ofrece un conjunto de instancias también llamadas~~ *~~Spot instances~~* ~~cuyo objetivo de estas trata de adjudicar estas instancias en función a una subasta entre los usuarios que pujan por ellas~~. Como pionera de la computación en la nube, EC2 utiliza tres opciones de compra diferentes para mejorar la administración del rendimiento: instancias reservadas, instancias bajo demanda e instancias puntuales.

* Con las instancias reservadas, los consumidores incurren en un costo fijo relativamente alto, pero tienen acceso garantizado al pedido, y las instancias no son anuladas una vez que son aprovisionadas.
* Con las instancias bajo demanda, los consumidores incurren en un alto costo fijo y no tienen acceso garantizado al pedido, pero las instancias no son anuladas una vez que son aprovisionadas.
* Con las instancias puntuales, Los usuarios envían solicitudes de instancia puntual especificando el precio máximo por hora que están dispuestos a pagar por los recursos requeridos

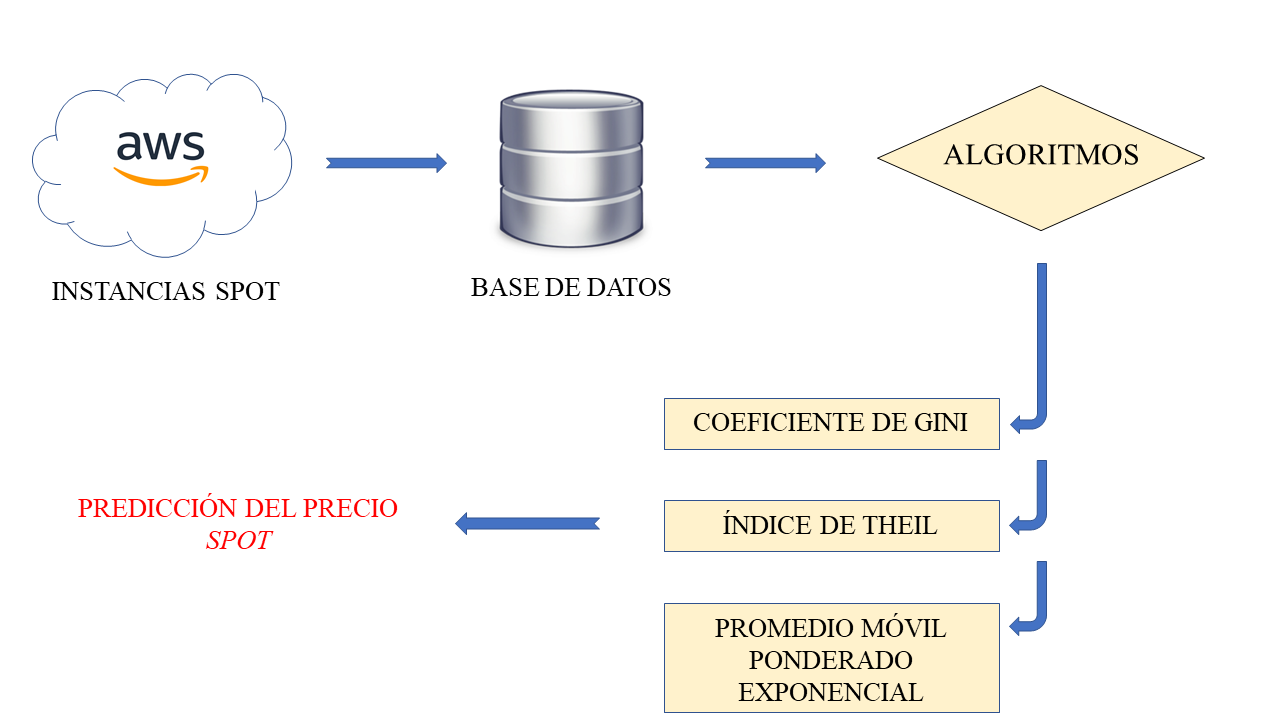
El tipo de instancias en las que se basará este proyecto serán instancias puntuales y el proceso que se lleva a cabo ~~de estas~~ durante la subasta es el siguiente:

* ~~Uno de los~~ usuario~~s~~ fija el precio máximo a pagar por la instancia o instancias (también llamado bid).
* Cada instancia puede pertenecer a una o a varias familias cuyas características computacionales pueden establecer los requisitos de la CPU, la memoria, el almacenamiento. créditos por hora de la CPU, etc. Además, puede pertenecer a una o a varias de las regiones propuestas por la AWS, dentro de cada uno podemos hallar varias zonas de disponibilidad, pero no todos los tipos de instancia tiene por qué estar en todas las regiones disponibles.
* Siempre y cuando el precio que determina el sistema para las instancias solicitadas por los usuarios sea inferior al precio especificado por el mismo, las instancias ~~entonces~~ se desplegarán.
* En cuanto el precio de las instancias supere al ofrecido por el usuario, entonces las instancias se darán de baja con un preaviso de 2 minutos.
* Estas instancias Spot
* ofrecen disponibilidad de capacidad de cálculo u almacenamiento a un precio inferior al de las instancias reservadas siempre que la aplicación que las utilice sea capaz de interrumpirlas.

Cada una de las instancias se clasifican en función de su categoría atendiendo a sus características computacionales y en diferentes zonas de disponibilidad o regiones. Los usuarios pueden elegir hasta 59 tipos de instancias y la disponibilidad de las mismas hasta en 31 zonas o regiones.

Sin embargo, analizar el historial de precios de Spot para una cantidad tan grande de mercados, entender la dinámica de precios dentro y entre ellos, y determinar el mejor tipo de instancia, zona de disponibilidad, intervalo de tiempo y precio de oferta no es sencillo. Por tanto, los postores potenciales necesitan ayuda debido a la gran cantidad de historial de precios Spot que está disponible para ellos. Pueden beneficiarse de un servicio que ~~puede~~ analizar e interpretar el historial de precios de Spot ~~y~~ cuantificar la volatilidad y variabilidad de cada mercado Spot, bien identificando patrones de precios y tendencias dentro y entre los mercados, o bien calificando el riesgo asociado con las pujas de las instancias Spot. Gracias a un enfoque de ~~estadística~~ estático basado en ~~tres~~ medidas diferentes, podremos establecer una aproximación con respecto al precio de una determinada instancia puntual ~~como beneficio para los postores de subasta.~~

Para una mejor comprensión del proyecto propuesto se adjunta también en este documento un pequeño esquema Spot con la metodología a seguir durante el proceso de trabajo:



# 2. TECNOLOGÍA ESPECÍFICA / INTENSIFICACIÓN / ITINERARIO CURSADO POR EL ALUMNO.

A continuación, se mostrarán dos tablas donde se recogerá en la primera de ellas cuál es la intensificación estudiada de cara al desarrollo del trabajo (Tabla 1).

Tabla 1. Tecnología Específica cursada por el alumno

|  |  |
| --- | --- |
|  | **Marcar la tecnología cursada** |
|  | Tecnologías de la Información |
|  | Computación |
|  | Ingeniería del Software |
|  | Ingeniería de Computadores |

En la segunda tabla se expondrán las competencias previstas en relación con dicha especialidad que se pretenden alcanzar durante la evolución del TFG (Tabla 2).

Tabla 2. Justificación de las competencias específicas abordadas en el TFG

|  |  |
| --- | --- |
| **Competencias** | **Justificación** |
| C4 | Capacidad para conocer los fundamentos, paradigmas y técnicas propias de los sistemas inteligentes y analizar, diseñar y construir sistemas, servicios y aplicaciones informáticas que utilicen dichas técnicas en cualquier ámbito de aplicación. |
| C7 | Capacidad para conocer y desarrollar técnicas de aprendizaje computacional y diseñar e implementar aplicaciones y sistemas que las utilicen, incluyendo las dedicadas a extracción automática de información y conocimiento a partir de grandes volúmenes de datos. |
|  |  |

# 3. OBJETIVOS

El objetivo principal de este trabajo consistirá ~~esencialmente~~ en obtener una predicción ~~aproximada~~ sobre el precio de una instancia Spot por medio de una serie de medidas estadísticas, con el objeto de maximizar la disponibilidad de las instancias a un coste óptimo.

~~que serán implementadas y puestas en ejecución junto a los datos que obtendremos del historial de los precios.~~

Para la ejecución de este TFG se necesitarán unas credenciales (totalmente gratuitas) que nos permitan acceder y utilizar los servicios de la AWS.

, descargar ~~el conjunto de instancias disponibles~~ atendiendo a su categoría o familia y a la región a la que pertenecen (en este trabajo nos centraremos en la instancia 2xlarge).

Es importante implementar en lenguaje de programación Python 3 un script que nos permita descargar los datos del histórico que ofrece la EC2 de forma automática para llenar nuestra base de datos de registros. Como solamente permite descargar las instancias desde los 90 últimos días anteriores desde que se ejecuta el script, podremos insertar los datos en la BBDD con un histórico mucho más amplio apilando los datos nuevos junto con los anteriores que ya teníamos para tener mayor cantidad de datos de los precios a la hora de ejecutar los algoritmos. Una vez registrados los registros en la base de datos utilizaremos una serie de algoritmos como medidas de predicción para estimar el precio de la instancia que serán: **el coeficiente de Gini, el índice de Theil y el promedio móvil ponderado exponencial**. El estudio de estos algoritmos nos permitirá obtener unos resultados en vista de los valores devueltos y analizar cuál será el precio estimado para la instancia. Los resultados experimentales muestran que nuestra estimación arrojará como promedio una estrategia de oferta que puede asegurar de forma confiable con una garantía mínima entre 50% y 95%. A continuación, pasamos a desarrollar brevemente cada uno de los algoritmos propuestos:

- **Coeficiente de Gini**: El coeficiente de Gini es una medida estadística que mide la desigualdad entre los valores de una distribución de frecuencia, como el ingreso o la riqueza. El valor que devuelve es un número entero entre el intervalo [0,1] donde un coeficiente de 0 (0%) implica la desigualdad absoluta, es decir, todos los valores de la distribución son iguales y un coeficiente de 1 (100%) implica la máxima desigualdad entre los valores. Cabe destacar que es una medida muy útil para medir las riquezas entre los distintos países del mundo. El coeficiente de Gini es un beneficio clave ya que es independiente del tamaño y de la escala. Aun así, no es descomponible, es decir, es una medida que resume la desigualdad a nivel de población, pero no puede captar la desigualdad entre los individuos o grupos de individuos.

Esta medida se puede emplear como una medida de los datos del precio Spot para cada mercado Amazon EC2 Spot de la siguiente forma:

* + Un Gini bajo (entre 0 y 0.2) indica que el mercado Spot es homogéneo, es decir, los precios Spot siguen aproximadamente una distribución normal con una desviación muy pequeña de la media.
  + Un Gini medio (entre 0.2 y 0.6) indica que hay varios picos altos (pero no extremos) del precio Spot promedio.
  + Un Gini alto (entre 0.6 y 1) indica que el mercado Spot presenta unos picos infrecuentes y altos del precio Spot promedio.

- **Índice de Theil**: el índice de Theil es una medida de desigualdad que a su vez deriva de la medida sobre la entropía de información de Shannon, donde la entropía es una medida de la aleatoriedad sobre un conjunto dado de información. Esta medida recae a diferencia del coeficiente de Gini sobre el intervalo [0, log n] donde un valor alto indica una distribución desigual. Otra diferencia es que mientras que el índice de Theil es descomponible y capta la desigualdad entre individuos o grupos de individuos. Permite explorar la desigualdad y a desagregación de la desigualdad total a lo largo de diferentes factores. Es un promedio ponderado de la desigualdad dentro de los subgrupos y la igualdad entre estos, es decir, la suma de un componente entre grupos y los componentes dentro del mismo. El componente dentro del grupo capta la desigualdad debido a la variabilidad de los valores dentro del grupo y del mismo modo el componente entre grupos capta la desigualdad debido a la variabilidad de los valores de diferentes grupos.

En nuestro caso se puede emplear para verificar si un mercado Spot determinado tiene patrones recurrentes en las variaciones del precio. Los precios al contado se pueden agrupar según los diferentes criterios como la hora del día, la ubicación física o la familia de la categoría a la que pertenecen las instancias.

- **Promedio móvil ponderado exponencial**: el promedio móvil ponderado exponencial (también llamado EWMA) es un método de promedios móviles donde cada observación en el cálculo recibe un mismo peso. Una variación, conocida como promedios móviles ponderados, consiste en seleccionar diferentes pesos para cada valor de datos y luego calcular un promedio ponderado de los k valores de datos más recientes como el pronóstico. En la mayoría de los casos la observación más reciente recibe el mayor peso, y el peso disminuye para los valores de datos más antiguos.

# 4. MÉTODO Y FASES DE TRABAJO

Los objetivos del trabajo que se pretende alcanzar constan de una serie de puntos que se especificarán detalladamente a continuación y que recogen resumidamente en forma de guión cada uno de los temas a tratar y que servirán de ayuda para un continuo seguimiento del trabajo ya que es importante cumplirlos adecuadamente para que el funcionamiento sea el esperado y así prevenir algunos errores o fallos inesperados que pudieran llegar a aparecer. Para ello podemos dividir nuestras fases de trabajo en los puntos que aparecen a continuación:

1. Primero de todo se analizará y se estudiará todo el contenido del dominio del problema que nos encontramos como familiarizarnos con el entorno de los servicios que ofrece Amazon Web Services y en concreto con el EC2, conocer el concepto de cloud computing y cómo funciona el sistema de oferta y demanda de las instancias Spot, así como preparar todo nuestro entorno de trabajo tanto a nivel de hardware como de software.

2. Lo siguiente que se deberá realizar es implementar un script en Python para recoger toda la información acerca de los precios de las instancias de forma automática y conforme los obtengamos los vamos insertando en una base de datos que utilizaremos para almacenar y organizar todo el contenido necesario para posteriormente aplicar los distintos algoritmos de predicción.

3. Una vez conseguida toda la información necesaria y preparada la base de datos, es hora de investigar acerca de los algoritmos que puedan llegar a ser de utilidad para estimar el precio de una instancia atendiendo a que los resultados obtenidos sean de utilidad y coherentes a la definición del problema. Una buena selección de algoritmos propuestos son el coeficiente de Gini, e índice de Theil o el promedio móvil ponderado ya que nos aportarán una gran fuente de información a la hora de verificar los resultados como ya se irán especificando cada uno de ellos posteriormente.

4. Ya seleccionados los algoritmos que necesitemos, llevaremos a cabo la implementación de cada uno de ellos para que una vez que se ejecuten al pasarle los datos del precio de las instancias, nos revelen cuales han sido los resultados y que sean diseñados óptimamente desde un punto de vista computacional.

5. Es muy importante que antes de someter los datos a las ejecuciones de los algoritmos sean preprocesados de una forma eficaz evitando valores nulos que puedan entorpecer los resultados tras las ejecuciones por ejemplo y evitar problemas de sobreajuste y de sesgo. En cuanto estén los datos preparados podrán ser sometidos a la ejecución de los algoritmos correspondientes.

6. Por último, tras la ejecución de los algoritmos compararemos los valores resultantes esbozando unas gráficas que ayuden visualmente a analizar cuáles han sido los resultados y si se ajustan a lo esperado pudiendo así sacar una serie de conclusiones que pondrán el broche de oro al proceso de trabajo del TFG.

**5. MEDIOS QUE SE PRETENDEN UTILIZAR**

A continuación, se especificarán tanto los medios hardware y software requeridos y recomendables para que la realización del trabajo sea llevada a cabo con éxito.

# 5.1. Medios Hardware

Todo el desarrollo del trabajo se llevará a cabo por medio de un ordenador portátil con conexión a Internet sin necesidad de ningún componente hardware especial, pero con una capacidad de almacenamiento suficiente para recoger todos los registros de las instancias Spot en la base de datos, ya que será una cantidad bastante voluminosa atendiendo al tipo de región o familia de la que se trate.

# 5.2. Medios Software

Las herramientas y aplicaciones software necesarias para descargar los datos desde la nube, insertarlos en la base de datos o la implementación de los algoritmos de predicción se llevará a cabo gracias a las:

- **Lenguaje de programación:** Python 3.6 principalmente porque incorpora las librerías necesarias para el acceso a los datos de la EC2 de Amazon como la librería *boto* u otras necesarias para esbozar gráficas entre otras.

**- Entorno de programación:** se utilizará la librería Jupyter Notebook puesto que es una forma muy cómoda de trabajar y visiblemente aceptable gracias a la opción de poder añadir comentarios entre los diferentes fragmentos del código para la mejor comprensión de todo el proceso de implementación.

**- Base de datos:** cualquier base de datos relacional puede servir para el almacenamiento de los datos, en este caso se utilizará SQLite ya que viene por defecto en una librería tras la instalación de los paquetes de Python.

# 6. REFERENCIAS

* Instancias de spot de Amazon EC2: 2018, Amazon Web Services, Inc. o sus empresas afiliadas:

<https://aws.amazon.com/es/ec2/spot/>

* [Big Data Architect, Cloud Computing Evangelist and general programmer/nerd. Currently into EMR/hadoop, go, and Objective-C. The Data Science of AWS Spot Pricing,](https://aws.amazon.com/es/ec2/spot/) Sep 14, 2015:

<https://medium.com/cloud-uprising/the-data-science-of-aws-spot-pricing-8bed655caed2>

* [Tipos de instancias de Amazon EC2, 2018, Amazon Web Services, Inc. o sus empresas afiliadas:](https://medium.com/cloud-uprising/the-data-science-of-aws-spot-pricing-8bed655caed2)

<https://aws.amazon.com/es/ec2/instance-types/>

* Regions and Availability Zones, 2018, Amazon Web Services, Inc. or its affiliates:

<https://docs.aws.amazon.com/AWSEC2/latest/UserGuide/using-regions-availability-zones.html>

* Amazon Web Services, Inc. or its affiliates., mayo 2017, Amazon Web Services - Información general acerca de los procesos de seguridad:

<https://d1.awsstatic.com/whitepapers/aws-overview.pdf>

Alicia Rey, Info-doc, Gestión de la información, Cloud computing: El servicio de almacenamiento en la nube:

<http://www.huesca.es/_archivos/ficheros/bibliotecas_2651.pdf>

* Instituto Nacional de Ciberseguridad, Cloud Computing, 2017 v.1, Una guía de aproximación para el empresario:

<https://www.incibe.es/sites/default/files/contenidos/guias/doc/guia-cloud-computing_0.pdf>

* Python, 2001-2018:

<https://www.python.org/>

* Project Jupyter – Last updated Mon, Apr 09, 2018:

<http://jupyter.org/>

* Transcripción del Coeficiente de Gini, Jimena Sastre Álvarez, Laura P. Cogua Garzón, J.Manuel Cortés Rivera**,** 28 de Mayo de 2015:

<http://www.icesi.edu.co/cienfi/images/stories/pdf/glosario/coeficiente-gini.pdf>

* Medición de la desigualdad, páginas 5-31, autores desconocidos:

<http://www.observatoriorh.org/sites/observatoriorh.org.andino/files/webfiles/fulltext/2013/semi_pol&gestion_rh/betsymoscoso.pdf>

* Capítulos 1 y 3 del libro “Desigualdad, Polarización y Pobreza en la Distribución de la renta en Galicia” de Carlos Gradín y Coral Del Río, Instituto de Estudios Económicos de Galicia - Fundación P. Barrié de la Maza, nº 11, A Coruña, 2001:

<http://decon.edu.uy/~mito/nip/desigualdad.pdf>

* D.R. Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey, México, 2006, Estimación de ingresos:

<http://www.cca.org.mx/funcionarios/biblioteca/html/finanzas_publicas/documentos/3/m3_metodos.pdf>

* Dra. Fernanda Villarreal Universidad Nacional del Sur- Departamento de Matemática septiembre 2016 - [fvillarreal@uns.edu.ar](mailto:fvillarreal@uns.edu.ar), Introducción a los modelos de pronóstico:

<http://www.matematica.uns.edu.ar/uma2016/material/Introduccion_a_los_Modelos_de_Pronosticos.pdf>

* Dirección de la Producción: Direcciones Estratégicas, Capítulo 4 : Previsión, HEIZER, Jay y Render, Barry, Prentice Hall, 6ª Edición; Dirección y Administración de la Producción de las Operaciones, Capítulo 7: Administración de la Demanda, CHASE, Richard y AQUILANO, Nicolas, Adison Wesley Iberoamericana, 6ª Edición:

<http://prof.usb.ve/nbaquero/Pronosticos.pdf>