

Tipología y ciclo de vida de los datos

Práctica 1 (25% nota final)

Título: Web Scraping – Informes de calidad del aire en Andalucía

Alumnos:

Daniel Lugo Laguna

Pablo Mora Galindo

1. Contexto

De acuerdo a la Organización Mundial de la Salud, la contaminación del aire es un importante factor de riesgo para la salud. La salud cardiovascular y respiratoria de la población, tanto a corto como a largo plazo, mejora con niveles más bajos de contaminación del aire. [1]

Además de los problemas de salud anteriormente mencionados, la contaminación atmosférica también está estrechamente relacionada con el cambio climático, ya que parte de un mismo problema inicial: el modelo energético actual y el incremento en las emisiones de CO₂. A esto se suma la emisión de otras partículas contaminantes como óxidos de nitrógeno (NO y NO₂), los óxidos de azufre (SO₂ y SO₃) o las partículas en suspensión. [2] Desde diferentes organismos internacionales, así como gobiernos nacionales se está trabajando en el control y reducción de estas emisiones por los graves afectos que acarrearán.

Un paso fundamental en este aspecto, es disponer de información amplia y veraz sobre los valores de contaminantes en distintos lugares y momentos del tiempo. Esto permite establecer líneas de actuación dentro de una estrategia unificada para la toma de acciones preventivas y correctivas. Permite además la construcción de modelos de predicción, técnicas de *data mining* y otros análisis más profundos sobre el dato. Los gobiernos cada vez son más conscientes de esta necesidad de información y ponen a disposición del ciudadano estos datos a través de recursos web. Sin embargo, en muchas ocasiones esta información no se presenta de forma amigable para el análisis, sino que se publican como datos embebidos en web, dificultando su extracción, como es el presente caso de los informes diarios de calidad del aire, proporcionados por la Junta de Andalucía. [3]

2. Título del dataset

Como nombre del dataset se ha seleccionado: *Evolución de la calidad del aire en Andalucía en el año 2020*.

3. Descripción del Dataset

El objetivo de este proyecto es, mediante técnicas de Web Scraping, obtener datos de calidad del aire para un período determinado de tiempo y para todas las provincias de Andalucía. De esta forma, esta información puede ser empleada en análisis posteriores sobre la evolución temporal y geográfica de la calidad atmosférica. Cada registro del dataset muestra por tanto la medición de una estación meteorológica situada en una ubicación específica y en un momento del tiempo (fecha y hora). Las mediciones consisten en la concentración de diversos contaminantes en el aire (CO, NO₂, O₃, PART, SO₂, SH₂), expresados en microgramos por metro cúbico ($\frac{\mu g}{m^3}$)

Se debe destacar que, con el código desarrollado, es posible obtener información de calidad del aire desde que existen registros en los informes publicados por la Junta de Andalucía (1 de enero de 1998). Sin embargo, dado que esto produciría un fichero muy extenso, para el presente proyecto se proporcionará un dataset con los registros existentes para el año 2020 y todas las provincias andaluzas. Mediante una función proporcionada en el propio código el usuario puede, si lo desea, obtener los datos históricos para un rango de tiempo personalizado.

4. Representación gráfica

En la Ilustración 1, se muestra un esquema general del proyecto desarrollado y presentado en este documento.



Ilustración 1 Representación gráfica del proyecto (fuente: elaboración propia con iconos de [4] y [5])

5. Contenido

En la tabla 1, se muestra un diccionario de los campos incluidos en el dataset

Tabla 1 Diccionario de campos del Dataset generado (fuente: elaboración propia)

Nombre del campo	Descripción
index	Índice del registro medido para una ubicación, estación y día.
Provincia	Provincia donde se ha realizado la medición.
Municipio	Municipio donde se ha realizado la medición.
Dirección	Localización donde se sitúa la estación meteorológica de medición.
Estación	Designación/nombre de la estación meteorológica de medición.
FECHA-HORA	Fecha y hora a la que se realizó la medición de calidad atmosférica. Formato: DD/MM/AA-HH:mm.
CO	Concentración de CO en el aire medida en microgramos por metro cúbico ($\frac{\mu g}{m^3}$).
NO₂	Concentración de NO₂ en el aire medida en microgramos por metro cúbico ($\frac{\mu g}{m^3}$).
O₃	Concentración de O₃ en el aire medida en microgramos por metro cúbico ($\frac{\mu g}{m^3}$).
PART	Concentración de partículas en suspensión presentes en el aire, medidas en microgramos por metro cúbico ($\frac{\mu g}{m^3}$).
SO₂	Concentración de SO₂ en el aire medida en microgramos por metro cúbico ($\frac{\mu g}{m^3}$).
SH₂	Concentración de SH₂ en el aire medida en microgramos por metro cúbico ($\frac{\mu g}{m^3}$).

A continuación, se comentan una serie de particularidades específicas del dataset generado:

- La periodicidad de las mediciones depende de la estación específica que toma los datos. De forma general, la información suministrada por la página Web de la junta de Andalucía muestra registros cada 10 minutos.
- Se da el caso frecuente de valores perdidos para una estación en determinados. Estos valores pueden deberse a errores en la medición, fallos de Hardware, etc. En el dataset estos casos se han almacenado como NULL.

- No todas las estaciones miden todos los contaminantes de este estudio. En estos casos la estación tendrá todos los valores de este contaminante no medido a NULL.

6. Agradecimientos

La Junta de Andalucía, a través de la Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio, es responsable de la información de calidad del aire Andaluza, objeto de este proyecto. Esta información se pone a disposición del ciudadano de forma abierta a través de recursos online. El desarrollo de esta herramienta Web, por parte de la Junta de Andalucía, ha sido cofinanciado por la Unión Europea. [3]

La contaminación atmosférica, así como las consecuencias que conlleva, tanto al medioambiente como a la salud de las personas, es un tema bastante relevante actualmente, con implicación de múltiples agentes gubernamentales, empresariales, políticos, científicos, etc. Por esta razón, existen informes y análisis publicados por distintas fuentes oficiales. El más relevante de ellos en el marco del proyecto actual es el informe titulado *Estrategia Andaluza de Calidad del Aire* [6], publicado por la Junta de Andalucía y aprobado en el Boletín Oficial de la Junta de Andalucía (BOJA), a fecha de 28 de septiembre de 2020. [7]

Este documento realiza en primer lugar un diagnóstico actual de la calidad del aire subdividiendo Andalucía en diferentes regiones y proporcionando la evolución histórica de determinados valores promedios de distintos contaminantes. Así mismo, se comparan estas mediciones con los valores límite establecidos por la legislación vigente, con los valores objetivo planteados en las directivas europeas y con las guías de calidad del aire de la Organización Mundial de la Salud (OMS). A partir de los resultados obtenidos, se plantean una serie de objetivos estratégicos en la reducción de niveles de calidad del aire. Estos objetivos son posteriormente traducidos en diferentes niveles de obligatoriedad para la realización de los planes. Para alcanzar los objetivos se establecen una serie de medidas concretas en función de la zona y principales contaminantes. Finalmente se elabora una propuesta de evaluación y seguimiento mediante un sistema de indicadores de desempeño.

El Gobierno de España, a través del Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, permite consultar el denominado Visor de Calidad del Aire. Esta herramienta web muestra la calidad del aire en España respecto a aquellos contaminantes con valores legislados de cara a proteger la salud de acuerdo al Real Decreto 102/2011. La información proporcionada por el visor es en su mayoría, de tipo cualitativo con un código de colores. De acuerdo a este código los verdes indican baja concentración de contaminantes, mientras que los rojos indican altas concentraciones. Existen diferentes tonos intermedios del amarillo al naranja para indicar concentraciones medias. El visor permite personalizar la vista introduciendo o eliminando diferentes contaminantes a la interfaz, modificar la agrupación temporal, entre otras funciones. En la ilustración 2, se puede observar un ejemplo de esta interfaz.

Existen otras fuentes no gubernamentales que realizan análisis críticos sobre los datos oficiales publicados por las distintas Comunidades Autónomas (entre estos, los informes diarios de Calidad del Aire de Andalucía) como es el caso de Ecologistas en Acción, en su Informe titulado: *La calidad del aire en el Estado español durante 2019* [9]. En este documento se proponen una serie de recomendaciones a criterio de la organización para la mejora de la calidad atmosférica.



Ilustración 2. Interfaz del Visor de Calidad del aire del Gobierno de España (fuente: sig.mapama.gob.es [8])

Se ha realizado una búsqueda de proyectos similares al presente, a través de diferentes repositorios de código abierto, principalmente GitHub. De los analizados, el más parecido al presente proyecto es el introducido en [10], donde, mediante lenguaje R, se propone la publicación de una librería (denominada *aire*) que contiene funciones creadas expresamente para extraer los datos publicados en los informes diarios de calidad del aire de la Junta de Andalucía, con el objetivo de representar gráficamente los valores de contaminación. La librería prepara los datos para que puedan ser utilizados directamente con la librería de R *openair*.

Otros proyectos de carácter abierto como [11] y [12] se centran en extraer datos de calidad del aire de los sitios webs oficiales de otras Comunidades Autónomas (en este caso la Comunidad de Madrid), sin embargo, la labor de extracción en estos proyectos se reduce a obtener los datos de un fichero plano de texto tipo .txt.

7. Inspiración

A pesar de que el análisis de calidad del aire es un tema relevante para el gobierno Andaluz (con diferentes informes y herramientas publicados), la disponibilidad del dato en su máxima granularidad (esto es, el acceso a los datos brutos de medición de las estaciones) no es sencillo de obtener. Los datos están publicados en la página web de la Junta de Andalucía con una estructura poco amigable. Además, los resultados se presentan segmentados por día y por provincia.

Si un usuario deseara descargar manualmente los datos de un año completo para todas las provincias, debería visitar $365 \times 8 = 2920$ páginas. Esto sin contar que cada estación aparece en una tabla diferente en la Web con un formato de tabla complejo. Como ejemplo, en la ilustración 3 se muestra un fragmento de los datos para una estación meteorológica y día concreto tal como aparecen en el recurso web original.

Provincia	SEVILLA
Municipio	SEVILLA
Estacion	RANILLA
Direccion	Avd. ANDALUCIA

FECHA.HORA	SO2	NO2	CO
04/04/21-00:10	6	15	666
04/04/21-00:20	6	12	623
04/04/21-00:30	6	10	630
04/04/21-00:40	6	9	637
04/04/21-00:50	6	14	654
04/04/21-01:00	6	15	652
04/04/21-01:10	6	11	638
04/04/21-01:20	6	9	637
04/04/21-01:30	6	8	640
04/04/21-01:40	6	8	625
04/04/21-01:50	6	8	622
04/04/21-02:00	6	8	614
04/04/21-02:10	6	7	613
04/04/21-02:20	6	8	615
04/04/21-02:30	6	7	625
04/04/21-02:40	6	7	633
04/04/21-02:50	6	6	614
04/04/21-03:00	6	4	620
04/04/21-03:10	6	5	629
04/04/21-03:20	6	7	629
04/04/21-03:30	6	6	636

Ilustración 3 Fragmento de los datos del informe diario de calidad del aire de Andalucía (fuente: Junta de Andalucía [3])

```

user-agent:*
Disallow: /icms/
Disallow: /institucional/
Disallow: /buscar.html
Disallow: /boja/buscador/search.do?
Disallow: /educacion/apl/consultabolsas/
Disallow: /empleo/www
Disallow: /GuiaFys
Disallow: /iaapinstitutodeadministracionpublica/institutodeadministracionpublica/servlet/descarga
Disallow: /iaapinstitutodeadministracionpublica/servlet/descarga
Disallow: /institutodeadministracionpublica/institutodeadministracionpublica/servlet/descarga
Disallow: /institutodeadministracionpublica/moodle/mod/forum
Disallow: /institutodeadministracionpublica/servlet/descarga
Disallow: /organismos/culturaypatrimoniohistorico/iaph/areas/formacion-difusion/programa-formacion/calendario-actividades-formativas/formulario
Disallow: /organismos/fomentoinfraestructurasordenaciondelterritorio/servicios/atencion-ciudadania/paginas/bolsa-unica-comun
Disallow: /PJA
Disallow: /rcja/sio
Disallow: /SP/
Disallow: /xwiki/bin/view/MADEJA/
Disallow: /export/drupaljda/ACTA%20PROVISIONAL%20DOCENCIA.pdf
Disallow: /export/drupaljda/ACTA%20SELEC%20DEFINITIVA%20DOCENCIA%2041-004%20.pdf
Disallow: /export/drupaljda/almeria agosto
Disallow: /export/drupaljda/ALMERIA_
Disallow: /export/drupaljda/almeria_
Disallow: /export/drupaljda/cadiz agosto
Disallow: /export/drupaljda/CADIZ_
Disallow: /export/drupaljda/cadiz_
Disallow: /export/drupaljda/cordoba agosto
Disallow: /export/drupaljda/CORDOBA_
Disallow: /export/drupaljda/cordoba_
Disallow: /export/drupaljda/granada agosto
Disallow: /export/drupaljda/GRANADA_
Disallow: /export/drupaljda/granada_
Disallow: /export/drupaljda/huelva agosto
Disallow: /export/drupaljda/HUELVA_
Disallow: /export/drupaljda/huelva_
Disallow: /export/drupaljda/jaen agosto
Disallow: /export/drupaljda/JAEN_
Disallow: /export/drupaljda/jaen_
Disallow: /export/drupaljda/malaga agosto
Disallow: /export/drupaljda/MALAGA_
Disallow: /export/drupaljda/malaga_
Disallow: /export/drupaljda/malaga-enero
Disallow: /export/drupaljda/sevilla agosto
Disallow: /export/drupaljda/SEVILLA_
Disallow: /export/drupaljda/sevilla_
Disallow: /export/videos/
Disallow: /boja/app

```

Ilustración 4 Fragmento del fichero robots.txt de la web de la Junta de Andalucía (fuente: juntadeandalucia.es)

Este proyecto pretende facilitar esta tarea de extracción de los datos brutos al usuario final, de forma que, introduciendo el período de tiempo deseado en la función proporcionada, pueda extraer de forma rápida la información, evitando estas descargas manuales. Así mismo, se proporciona ya preparado un dataset con los datos completos para el año 2020.

El repositorio contiene dos versiones del código. Una de ellas devuelve el dataset completo de 2020. La segunda versión permite modificar los parámetros de entrada respecto a la provincia y el intervalo de tiempo requerido. Esto permite al usuario descargar únicamente los datos que desee en lugar de toda la información.

La aplicación de buenas prácticas a la hora de aplicar Web Scraping, resulta muy importante para no saturar las webs desde las que se recupera la información. Para este proyecto, se ha revisado en primer lugar el fichero robots.txt de la Web de la Junta de Andalucía, situado en la ruta: <https://www.juntadeandalucia.es/robots.txt>. El fichero muestra algunas prohibiciones expresas para cierto contenido, pero ninguno relacionado con el presente proyecto. En la ilustración 4 se muestra un fragmento de este registro. Por otra parte, se ha añadido al código un retraso de unos segundos entre cada petición a la página web. Además, se incluye una comprobación sobre que la petición no recibe de respuesta un error 404, esto indica problemas en la web y se pararía el proceso.

Las aplicaciones de este dataset de histórico de mediciones en bruto pueden ser muy relevantes para diferentes tipos de usuarios finales. Puede ser un instrumento muy útil para la comunidad científica de cara a realizar análisis más profundos y detallados sobre los datos. Algunas de las preguntas que podrían responderse son las siguientes:

- *¿Existe una correlación entre la presencia de tipos concretos de contaminantes?*
- *¿Hay estacionalidad en la presencia de los contaminantes en el aire a lo largo del año?*
- *¿Cuáles son las horas pico de contaminación al día? ¿Han variado a lo largo del tiempo?*
- *¿Es comparable la evolución de la contaminación entre provincias?*
- *¿Se puede cuantificar el efecto del desarrollo urbano en la calidad del aire?*
- *¿Es posible generar un modelo predictivo de alta precisión sobre la concentración diaria de contaminación?*
- *¿Qué provincia ha empeorado más en promedio en calidad del aire en el último año?*

Estas son solo algunas de las preguntas que podrían resultar de interés en futuras investigaciones. Sin embargo, con las herramientas actuales (el visor y los informes mencionados en el apartado anterior [6-9]), la información que el usuario puede obtener de forma rápida sobre la contaminación atmosférica en Andalucía (sin recurrir al Web Scraping o a copias manuales masivas) es mayoritariamente de tipo cualitativo, con indicadores de tipo semáforo. Esto impide realizar los análisis en profundidad requeridos para responder a las preguntas planteadas.

El proyecto introducido en [10], referente a la librería `aire`, resulta de gran interés en este caso, ya que el objetivo es similar a este proyecto. Sin embargo, el repositorio de GitHub no presenta actividad desde 2016, por lo que la librería `aire`, generada en código R, ha podido quedar obsoleta. Este proyecto se ha desarrollado en Python con librerías de Web Scraping ampliamente utilizadas (Beautiful Soup y Selenium), lo que facilita una ampliación y soporte del código a corto y medio plazo.

Por otra parte, los datos de salida (principalmente fecha) de las funciones de la librería `aire` ya aparecen transformados para trabajar con `openair`. En el presente proyecto, los datos se extraen “as-is” en bruto, sin modificaciones. Se proporciona además en este proyecto un dataset de ejemplo con los datos para el año 2020, de forma que el usuario final pueda conocer la estructura de los datos de antemano.

8. Licencia

Como licencia para el código desarrollado en este proyecto, se ha seleccionado “**MIT License**”. Se ha optado por ella por la flexibilidad que proporciona. **MIT License** está clasificada como una licencia de tipo *Permissive*, lo cual implica la no obligación a publicar como “open source” el código fuente de otros desarrolladores, en el caso de que usen parte del código de este proyecto para otro proyecto diferente, lo cual ocurre con las licencias de tipo *Copyleft* (cualquier trabajo derivado se debe distribuir con la licencia original, como en la licencia GPL por ejemplo). Los usuarios de código con licencia MIT pueden modificar la fuente original y distribuirlo como un proyecto independiente.

Con la selección de esta licencia se busca no limitar ni forzar a los desarrolladores a publicar su código original. Se pretende por tanto que el código sea lo más aprovechable posible en futuros proyectos y desarrollos.

Contribuciones individuales al proyecto

Contribuciones	Firma
Investigación previa	D.L.L., P.M.G.
Redacción de las respuestas	D.L.L., P.M.G.
Desarrollo código	D.L.L., P.M.G.

Referencias

1. Calidad del aire ambiente (exterior) y salud [https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/ambient-\(outdoor\)-air-quality-and-health](https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/ambient-(outdoor)-air-quality-and-health) (último acceso: 1 de Abril, 2021).
2. Relación entre el cambio climático y la contaminación del aire <https://www.sostenibilidad.com/cambio-climatico/relacion-cambio-climatico-contaminacion-del-aire/> (último acceso: 1 de Abril, 2021).

3. Informes diarios de calidad del aire - Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio. Junta de Andalucía <http://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/site/porta/web/menuitem.7e1cf46ddf59bb227a9ebe205510e1ca/?vgnextoid=7e612e07c3dc4010VgnVCM1000000624e50aRCD&vgnnextchannel=910f230af77e4310VgnVCM1000001325e50aRCRD> (último acceso: 1 de Abril, 2021).
4. Shin, Y.; Seoul, K. [Web] BeautifulSoup와 표현식 https://yganalyst.github.io/web/crawling_4/ (último acceso: Apr 5, 2021).
5. Noun Project: Free Icons & Stock Photos for Everything <https://thenounproject.com/> (accessed Apr 5, 2021).
6. Estrategia Andaluza de Calidad del Aire - Junta de Andalucía - Consejería de Agricultura, Ganadería, Pesca y Desarrollo Sostenible Estrategia Andaluza de Calidad del Aire; 2020. Disponible en: http://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/porta_web/web/temas_ambientales/atmosfera/estrategia_andaluza_ca/eaca_definitiva.pdf
7. Estrategia Andaluza de Calidad del Aire – Instituto Nacional de Administración pública <http://laadministracionaldia.inap.es/noticia.asp?id=1202870> (último acceso: Apr 5, 2021).
8. Calidad del Aire <https://sig.mapama.gob.es/calidad-aire/> (último acceso: Apr 5, 2021).
9. La calidad del aire en el Estado español durante 2019 Ecologistas en Acción; 2020 <https://www.ecologistasenaccion.org/wp-content/uploads/2020/06/informe-calidad-aire-2019.pdf> (último acceso: Apr 5, 2021).
10. SevillaR/aire <https://github.com/SevillaR/aire> (último acceso: Apr 5, 2021).
11. chucheria/CalidadAire <https://github.com/chucheria/CalidadAire>
12. UlisesGascon/Aire-Madrid <https://github.com/UlisesGascon/Aire-Madrid>

Recursos

- Subirats, L., Calvo, M. (2018). Web Scraping. Editorial UOC.
- Masip, D. El lenguaje Python. Editorial UOC.
- Lawson, R. (2015). Web Scraping with Python. Packt Publishing Ltd. Chapter 2. Scraping the Data.
- Simon Munzert, Christian Rubba, Peter Meißner, Dominic Nyhuis. (2015). Automated Data Collection with R: A Practical Guide to Web Scraping and Text Mining. John Wiley & Sons.
- Tutorial de Github <https://guides.github.com/activities/hello-world>.