



**VNiVERSiDAD
D SALAMANCA**
CAMPUS DE EXCELENCIA INTERNACIONAL

VISUALIZACIÓN DE DATOS CON D3

Jaime Alba (jaime.alba.cepero@usal.es)

MÁSTER EN INGENIERÍA INFORMÁTICA

Paradigmas Avanzados de Interacción Persona-Ordenador I

29 de mayo de 2021

Índice

0	Objetivo del trabajo.....	3
1	Elección del conjunto de datos	3
1.1	Categorías de datos.....	3
1.2	Tratamiento previo de datos	4
2	Métodos de visualización evaluados.....	5
2.1	Sankey	5
2.2	Diagrama de cuerdas	6
2.3	Diagrama de unión jerárquica.....	7
2.4	Mapa GeoJSON con GeoMercator	8
3	Ficheros y setup.....	9
4	Desarrollo de la visualización	10
4.1	Carga del CSV y creación del mapa y las rutas	10
4.2	Tratamiento de datos	11
4.3	Filtrado de datos	12
4.3.1	Detalle de la ruta	12
4.3.2	Filtro por fecha.....	13
4.3.2.1	Recarga del gráfico.....	14
4.3.2.2	Aplicación del filtro	15
4.3.3	Filtro de desplazados.....	15
4.3.3.1	Recarga del gráfico y aplicación del filtro	15
4.3.4	Filtro de países	15
4.3.5	Zoom.....	16
4.3.6	Parametrización de los path.....	17
5	Ejemplos de filtros.....	17
5.1	Filtro por defecto	17
5.2	Representación completa.....	18
5.3	Movimientos de más de 480k personas en 2015	19

5.4	Desplazados de Siria	19
5.5	España y los refugiados	21

0 Objetivo del trabajo

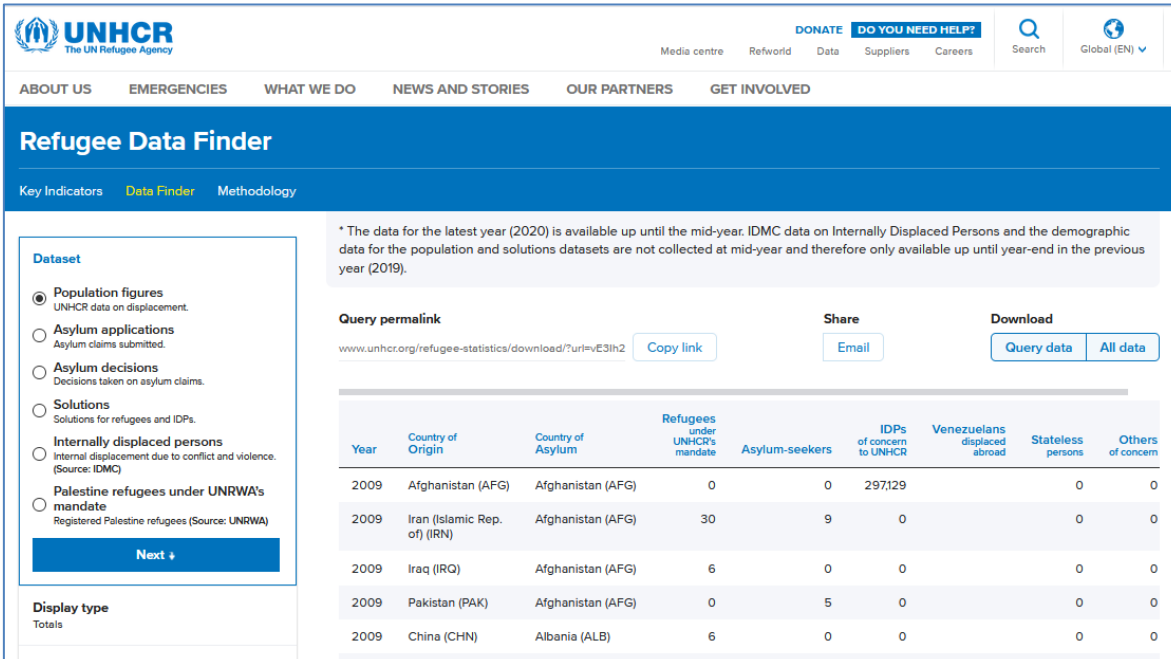
La presente práctica trata sobre la visualización interactiva de datos abiertos.

Se solicita ofrecer una experiencia de usuario a través de la presentación interactiva de información abierta al público, empleando la librería de visualización D3, reflexionando sobre la estructura y tipos de datos elegidos.

1 Elección del conjunto de datos

A partir de la web facilitada con la enumeración de datos abiertos (https://es.wikipedia.org/wiki/Datos_abiertos), y considerando la demo que se hizo en clase de <https://ourworldindata.org/>, finalmente se eligió la información que ofrece ACNUR sobre población refugiada.

En <https://www.unhcr.org/refugee-statistics/download/?url=vE3lh2> se ofrecen datos en formato CSV con los [desplazamientos forzados](#) a partir del año 2009 hasta 2020. Se ha elegido este set de datos por su relevancia social y la perspectiva que ofrece sobre los flujos de desplazados.



UNHCR
The UN Refugee Agency

Media centre | Refworld | Data | Suppliers | Careers | Search | Global (EN) ▼

ABOUT US | EMERGENCIES | WHAT WE DO | NEWS AND STORIES | OUR PARTNERS | GET INVOLVED

Refugee Data Finder

Key Indicators | **Data Finder** | Methodology

Dataset

- ☒ Population figures
UNHCR data on displacement.
- ☐ Asylum applications
Asylum claims submitted.
- ☐ Asylum decisions
Decisions taken on asylum claims.
- ☐ Solutions
Solutions for refugees and IDPs.
- ☐ Internally displaced persons
Internal displacement due to conflict and violence.
(Source: IDMC)
- ☐ Palestine refugees under UNRWA's mandate
Registered Palestine refugees (Source: UNRWA)

Next →

Display type
Totals

* The data for the latest year (2020) is available up until the mid-year. IDMC data on Internally Displaced Persons and the demographic data for the population and solutions datasets are not collected at mid-year and therefore only available up until year-end in the previous year (2019).

Query permalink
www.unhcr.org/refugee-statistics/download/?url=vE3lh2 [Copy link](#)

Share
[Email](#)

Download
[Query data](#) [All data](#)

Year	Country of Origin	Country of Asylum	Refugees under UNHCR's mandate	Asylum-seekers	IDPs of concern to UNHCR	Venezuelans displaced abroad	Stateless persons	Others of concern
2009	Afghanistan (AFG)	Afghanistan (AFG)	0	0	297,129		0	0
2009	Iran (Islamic Rep. of) (IRN)	Afghanistan (AFG)	30	9	0		0	0
2009	Iraq (IRQ)	Afghanistan (AFG)	6	0	0		0	0
2009	Pakistan (PAK)	Afghanistan (AFG)	0	5	0		0	0
2009	China (CHN)	Albania (ALB)	6	0	0		0	0

1.1 Categorías de datos

La información ofrecida por ACNUR contiene el siguiente detalle:

- Año (*).
- País de origen (*).
- País de asilo (*).
- Refugiados bajo la supervisión de la ONU (*).
- Solicitudes de asilo.
- Desplazados dentro del mismo país (IDP).
- Desplazados del régimen venezolano.
- Personas sin estado.
- Otros.

La visualización propuesta se centrará en los campos marcados con (*), lo que dará una primera perspectiva del problema de los refugiados.

Otro de los puntos considerados ha sido la distancia geográfica recorrida por algunos de ellos ya que, aunque muchos de los desplazamientos han sido por tierra a países vecinos, existen casos en los que el desplazamiento se ha hecho a otro continente de ultramar. La visualización por tanto mostrará el factor “distancia” en la representación de estos datos.

1.2 Tratamiento previo de datos

El objetivo es la representación de los desplazamientos de refugiados en un mapa, por lo que será necesario realizar una traducción de los códigos de países a coordenadas geográficas; la web de ACNUR ofrece los nombres (tanto completos como en código de 3 caracteres), pero no su correspondiente latitud y longitud.

Google ofrece bajo licencia Creative Commons una relación de las coordenadas geográficas de países en https://developers.google.com/public-data/docs/canonical/countries_csv; se recuperan de aquí las representaciones de los países (con su código en 2 caracteres).

Para relacionar los países en 3 caracteres ofrecidos por ACNUR con su equivalente ubicación geográfica se utiliza por último la conversión existente en <https://github.com/luke/ISO-3166-Countries-with-Regional-Codes/blob/master/all/all.csv> (empleada bajo licencia [Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/)).

Con la combinación de estos tres orígenes de datos se ha compuesto un fichero CSV con el total de datos ofrecidos por ACNUR y las coordenadas geográficas de origen y destino; se ofrece una captura parcial de esta información en formato tabular (aunque la visualización final trabaja con CSV):

#	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
1	Year	Country	Country	Country	Country	Refugees	Asylum-seekers	IDPs of c	Venezue	Stateless	Others of	long_oric	lat_oric	long_des	lat_des
2	2009	Afghanistan	AFG	Afghanistan	AFG	0	0	237129	0	0	0	67.703953	33.93911	67.703953	33.93911
3	2009	Iran (Islamic R)	IRN	Afghanistan	AFG	30	9	0	0	0	0	53.688046	32.427908	67.703953	33.93911
4	2009	Iraq	IRQ	Afghanistan	AFG	6	0	0	0	0	0	43.679231	33.223191	67.703953	33.93911
5	2009	Pakistan	PAK	Afghanistan	AFG	0	5	0	0	0	0	69.345116	30.375321	67.703953	33.93911
6	2009	China	CHN	Albania	ALB	6	0	0	0	0	0	104.195337	35.86166	20.168331	41.153332
7	2009	Palestinian	PSE	Albania	ALB	5	0	0	0	0	0	35.233154	31.952162	20.168331	41.153332
8	2009	Iraq	IRQ	Albania	ALB	5	0	0	0	0	0	43.679231	33.223191	20.168331	41.153332
9	2009	Serbia and Kc	SRB	Albania	ALB	48	19	0	0	0	0	21.005859	44.016521	20.168331	41.153332
10	2009	Turkey	TUR	Albania	ALB	5	0	0	0	0	0	35.243322	38.363745	20.168331	41.153332
11	2009	Angola	AGO	Algeria	DZA	5	0	0	0	0	0	17.873887	-11.202692	16.596226	28.033886
12	2009	Cameroon	CMR	Algeria	DZA	6	21	0	0	0	0	12.354722	7.369722	16.596226	28.033886
13	2009	Congo	COG	Algeria	DZA	6	5	0	0	0	0	15.827859	-0.228021	16.596226	28.033886
14	2009	Dem. Rep. of t	COD	Algeria	DZA	73	18	0	0	0	0	21.758664	-4.038333	16.596226	28.033886
15	2009	Palestinian	PSE	Algeria	DZA	4006	0	0	0	0	0	35.233154	31.952162	16.596226	28.033886
16	2009	Guinea	GIN	Algeria	DZA	0	5	0	0	0	0	-3.696645	9.945587	16.596226	28.033886
17	2009	Cote d'Ivoire	CIV	Algeria	DZA	17	13	0	0	0	0	-5.54708	7.533989	16.596226	28.033886
18	2009	Iraq	IRQ	Algeria	DZA	5	6	0	0	0	0	43.679231	33.223191	16.596226	28.033886
19	2009	Liberia	LBR	Algeria	DZA	7	42	0	0	0	0	-9.429439	6.428055	16.596226	28.033886
20	2009	Libya	LYB	Algeria	DZA	6	0	0	0	0	0	17.228331	26.3351	16.596226	28.033886
21	2009	Nigeria	NGA	Algeria	DZA	0	42	0	0	0	0	8.675277	9.081939	16.596226	28.033886
22	2009	Sierra Leone	SLE	Algeria	DZA	0	5	0	0	0	0	-11.779889	8.460555	16.596226	28.033886
23	2009	Somalia	SOM	Algeria	DZA	5	0	0	0	0	0	46.193616	5.152143	16.596226	28.033886
24	2009	Western Sah	ESH	Algeria	DZA	90000	0	0	0	0	0	-12.885834	24.215527	16.596226	28.033886
25	2009	Angola	AGO	Angola	AGO	0	0	0	0	0	14479	17.873887	-11.202692	17.873887	-11.202692
26	2009	Burundi	BDI	Angola	AGO	11	13	0	0	0	0	23.918886	-3.373056	17.873887	-11.202692
27	2009	Central Africa	CAF	Angola	AGO	5	0	0	0	0	0	20.394444	6.611111	17.873887	-11.202692
28	2009	Chad	TCD	Angola	AGO	132	77	0	0	0	0	18.732207	15.454166	17.873887	-11.202692
29	2009	Congo	COG	Angola	AGO	43	163	0	0	0	0	15.827859	-0.228021	17.873887	-11.202692
30	2009	Dem. Rep. of t	COD	Angola	AGO	13364	1524	0	0	0	0	21.758664	-4.038333	17.873887	-11.202692
31	2009	Eritrea	ERI	Angola	AGO	5	43	0	0	0	0	39.782334	15.173384	17.873887	-11.202692
32	2009	Ethiopia	ETH	Angola	AGO	0	12	0	0	0	0	40.489673	9.145	17.873887	-11.202692
33	2009	Guinea-Bissa	GNB	Angola	AGO	0	17	0	0	0	0	-15.180413	11.803749	17.873887	-11.202692

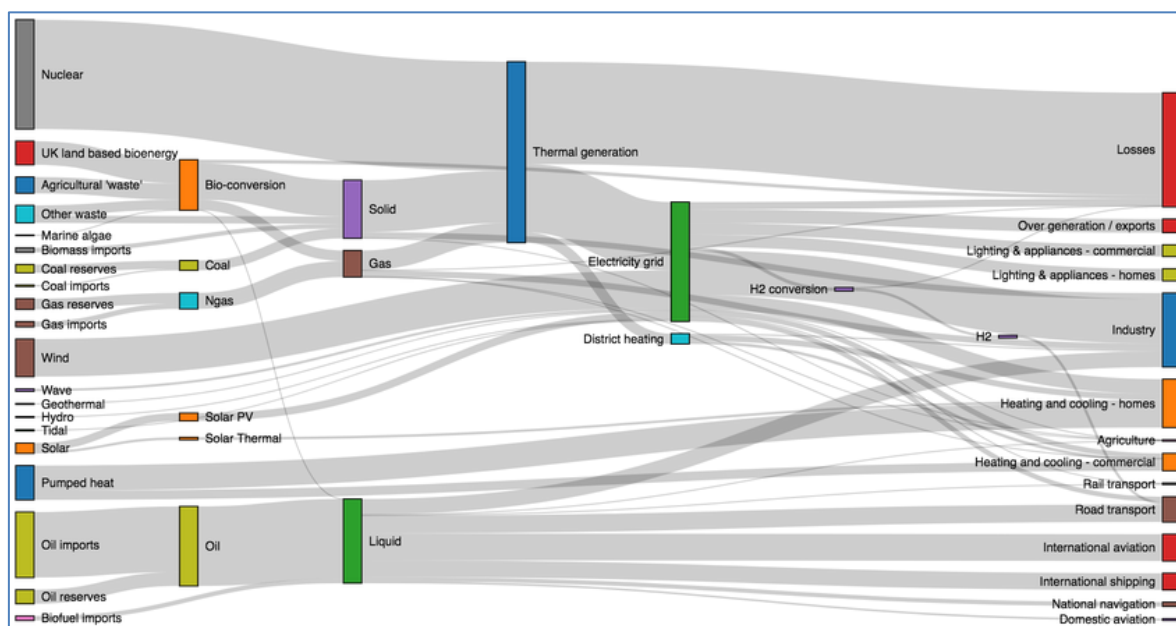
El fichero contiene un total de 57.261 entradas con 15 atributos por cada entrada (como se ha mencionado antes, no se utilizarán todos los atributos).

2 Métodos de visualización evaluados

Existen dentro del ecosistema D3 diversos métodos muy empleados recientemente por su claridad e impacto visuales. Se exponen aquí algunos de los modelos evaluados y las conclusiones de dicha evaluación.

2.1 Sankey

Los diagramas de Sankey representan flujos dirigidos en redes no cíclicas.



El ejemplo anterior es una proyección de la energía consumida por UK en 2050, estando a la izquierda el origen y a la derecha el destino.

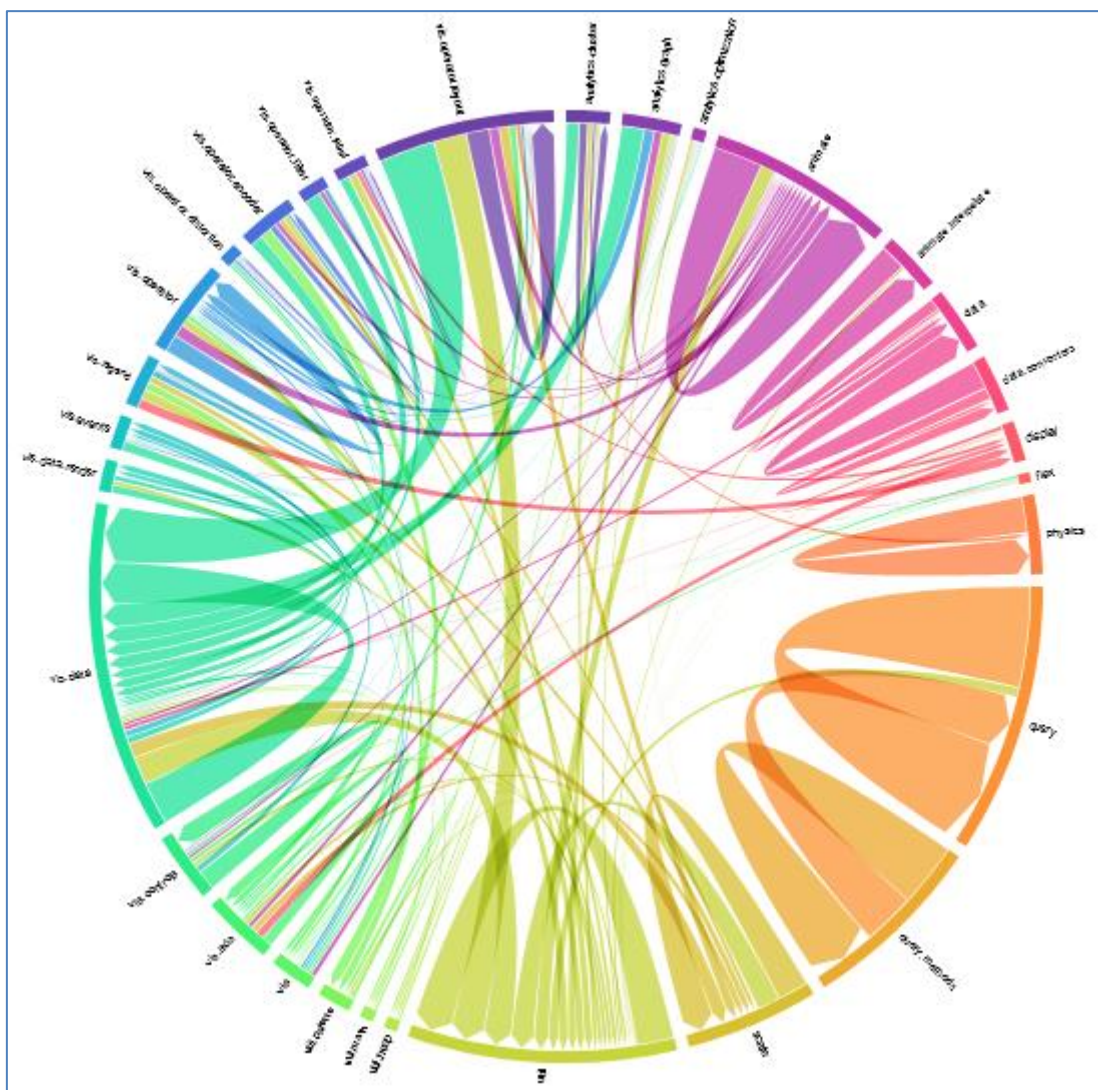
Esta visualización se ha descartado al no considerar la distancia geográfica, además de requerir mucho espacio al tener que representar más de 200 países en ambos ejes. La información quedaría presumiblemente muy poco clara.

También se ha considerado que no ofrece una perspectiva real sobre la distancia geográfica de los desplazados.

De la misma manera, se desaprovecharía una de las características de estos diagramas como son los estadios intermedios. Los datos no invitan a una compartimentalización de este tipo, salvo por la posibilidad de separar por continente al que pertenece cada país (información que además habría que añadir manualmente al CSV).

2.2 Diagrama de cuerdas

Este tipo realiza una relación de datos estando éstos distribuidos en un círculo, uniendo los distintos elementos del set con cuerdas de grosor proporcional al peso de la relación:



En este diagrama se podrían repartir los países en la circunferencia y relacionarlos según los flujos de desplazados.

Los principales problemas son de nuevo el gran volumen de datos a exponer y el nulo peso que se le da a la distancia entre países. Una posible distribución por continentes podría realizarse pero, como se ha indicado en el punto anterior, habría que añadirla manualmente al set.

2.3 Diagrama de unión jerárquica

Otra de las opciones descartadas ha sido este modelo de diagrama; la razón es que requiere de una representación jerárquica de los datos para poder ser utilizado (además de resultar sorprendentemente complejo en su uso):



PARADIGMAS AVANZADOS DE INTERACCIÓN PERSONA - ORDENADOR (I) - VISUALIZACIÓN CON D3



Esta representación vectorial permite un volcado de las coordenadas geográficas, y el trazado de arcos entre los países de origen y destino de los desplazamientos. Igualmente se ofrece la opción de zoom sobre el mapa, así como la posibilidad de recorte, desplazamiento, etc.

Pese a que no es geográficamente realista (existe una distorsión volumétrica asociada), es una de las visualizaciones más reconocidas del globo terráqueo, y permite realizar una valoración de las distancias recorridas por los refugiados.

3 Ficheros y setup

La entrega se compone de los siguientes ficheros:

- Fichero principal: **index.html**
 - En este fichero se distribuyen en la página los elementos que componen el marco de información y filtrado, y crea el recipiente principal para el mapa.
- Fichero de script D3: **carga_csv.js**
 - Script con los elementos D3 de carga de datos (considerando los posibles filtros) y representación de las rutas, así como el texto de información.
- Hoja CSS: **estilos.css**
 - Fichero con los diferentes estilos, y que contiene las referencias de posiciones de cada elemento de la página.
- Ficheros de datos: **migraciones.csv** y **lista_paises.csv**

- Archivos con los datos a cargar en formato CSV, incluyendo las adaptaciones indicadas en secciones anteriores (migraciones.csv) y un listado alfabético de los países (lista_paises.csv).
- Ficheros de imágenes: **logoUSAL_grande.png** y **logoACNUR.jpg**

Todos los ficheros se ubicarán en el mismo directorio, pero debido a las restricciones CORS no se puede hacer un acceso sin emplear un servidor de aplicaciones. En el desarrollo se ha empleado un Tomcat bajo Windows.

La instalación requiere además de acceso a internet desde el web Server para la descarga de los datos de GeoJSON y los ficheros D3.

4 Desarrollo de la visualización

En esta sección se recogen los principales desafíos de diseño encontrados y las soluciones adoptadas.

4.1 Carga del CSV y creación del mapa y las rutas

Uno de los puntos más complejos de asimilar de D3 es el proceso de carga de los elementos. El enfoque inicial había sido secuencial (primero leer CSV, luego generar el SVG con la representación y finalmente escribir los datos), pero se descubrió que de esta manera la carga del CSV finalizaba después de la creación del gráfico vectorial SVG, por lo que no se reconocían los datos.

Para evitarlo, el grueso de la operación con elementos D3 se da dentro de la función asociada a la carga del CSV (en el fichero `carga_csv.js`):

```
d3.csv("./migraciones_completo.csv", function(data) {  
    // Código  
})
```

Dentro de esa función se realizan el procesamiento de los datos recogidos del fichero (país de origen, destino, total de desplazados y año), la creación de la imagen SVG y el volcado en ésta de la proyección del mapa.

Por tanto, y aún dentro de la función asociada a la carga del CSV, es necesario llamar al siguiente método:

```
d3.json("https://raw.githubusercontent.com/holtzy/D3-graph-gallery/master/DATA/world.geojson",  
function(data) {  
    // Código  
})
```

La carga del mapa (sin rutas) tiene inicialmente este aspecto:



En esta misma sección de carga del mapa se generan los distintos “path” o rutas entre países a partir de la información procesada desde el CSV. Se considera la información geográfica de cada entrada para trazar una línea curva entre el punto de origen y el punto de destino.

Igualmente, se define la “punta de flecha” de las rutas, que indica el sentido del desplazamiento de refugiados, como una clase de objetos de tipo “marker”.

4.2 Tratamiento de datos

Una vez recogidos los datos del fichero CSV de refugiados, se recorre todo el fichero filtrando por países de origen y destino, fechas de inicio y fin y movimiento de personas (por año). Estos filtros se pasan en la URI del script cuando éste es invocado desde “index.html”.

```
// Se recorre "data" con los datos del CSV
for (i=0; i < data.length ;i++)
{
    // Si se ha pedido filtrar por país de origen y/o destino
    if ( (pais_origen == '' || pais_origen == data[i].Countryoforigin)
        && (pais_destino == '' || pais_destino == data[i].Countryofasylum))
    {
        // Si el rango de años es el que esperamos
        if ( parseInt(data[i].Year) >= anno_ini
            && parseInt(data[i].Year) <= anno_fin)
        {
            // Si los desplazamientos están en el rango
            if ( parseInt(data[i].RefugeesunderUNHCRsmandate)>=min
                && parseInt(data[i].RefugeesunderUNHCRsmandate) <= max)
            { ... }
        }
    }
}
```

Esta información se va acumulando en unas variables que se utilizan después para componer las rutas una única vez (recorrer el CSV en bruto generaría tantas posibles rutas iguales como años de filtro, por ejemplo filtrando con 5 años podrían crear 5 veces la ruta entre el país A y el B).

Esta composición de rutas incluye las coordenadas geográficas de origen y acogida, y se vuelcan como elementos “path” dentro del SVG considerando el volumen de personas que representan (a más personas en la ruta, mayor grosor, como se explica más adelante).

4.3 Filtrado de datos

La primera versión de la visualización (carga de GeoJSON y generación de d3.geoMercator), incluyendo todos los datos disponibles en el CSV para 2009, producía el siguiente resultado:



A partir de esta visualización inicial se fueron aplicando las siguientes mejoras.

4.3.1 Detalle de la ruta

Al pasar el ratón por encima de cada uno de los paths se mostrará un recuadro de información con el origen, el país de acogida y el total de personas implicadas en el movimiento.

La siguiente imagen muestra una versión inicial de esta información flotante:



La información flotante se consigue añadiendo a cada path (definido dentro del método “d3.geojson” del fichero “carga_csv.js”) sendas funciones “onmouseover” y “onmouseout”, que trabajan con una capa flotante, quitándole o poniéndole opacidad y moviéndola a la posición del evento de ratón; cada path añade en esta capa el texto con la información sobre ese flujo concreto de refugiados.

4.3.2 Filtro por fecha

El objetivo de este filtro es permitir definir un rango de fechas (entre 2009 y 2020) en el cual limitar la visualización de datos.

El primer elemento relevante es una barra creada mediante “d3-simple-slider” (en concreto un sliderBottom), y generada en el fichero “index.html” dentro del método JavaScript “barraTiempo()”. En este slider se definen entre el rango a mostrar, el número de marcas (o ticks) en la barra y la distancia entre cada elemento del rango (1 en este caso, ya que tenemos información de año en año).

```
// Los datos serán entre 0 y 4 millones (!) de desplazados, según los datos del csv.
var data = [0, 4000000];

// Range
var sliderRange = d3
  .sliderBottom()
  .min(d3.min(data))
  .max(d3.max(data))
  .width(350)
  .ticks(5) // Número de marcas en la barra.
  .default([1, 1000000]) // Rango por defecto.
  .fill('#2196f3') // Color
  .on('end', val => { // Evento que se invoca al soltar los desplazables de la barra
    minimo = val[0];
    maximo = val[1];
    borra_mapa();
  });
```



```

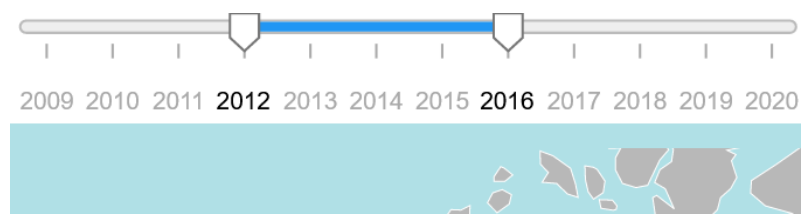
        recarga_script();
    })
;

// Se ubica en pantalla mediante un 'g'.
var gRange = d3
    .select('div#slider-range')
    .append('svg')
    .attr('width', 450)
    .attr('height', 100)
    .append('g')
    .attr('transform', 'translate(15,10)');

// Se arranca el slider.
gRange.call(sliderRange);

```

Esta barra se vuelca dentro de un elemento SVG que se muestra por pantalla en la esquina superior izquierda:



La creación de esta barra de tiempo, así como de la barra de rango de desplazados y los selects para filtrado por países (ver secciones siguientes), se invocan en el “onLoad” de la página.

4.3.2.1 Recarga del gráfico

Uno de los elementos interactivos en los que más se ha trabajado ha sido en la recarga dinámica del gráfico del mapamundi con las rutas. Esta recarga se realiza cuando se cambia el rango de fechas, así como cuando se actualiza cualquiera de los filtros que se expondrán a continuación en el documento.

La solución adoptada incluye un manejo de los elementos de DOM que ofrece SVG; cuando se invoque el evento “end” al soltar cualquiera de los límites de la barra, se realizarán dos acciones:

- Borrado de la imagen SVG que contenía el resultado la carga y procesamiento del CSV (método “borra_mapa()” que selecciona el elemento “imagen” y lo borra), y se regenerará una nuevo elemento SVG “imagen” donde se volcará el nuevo mapa.
- Nueva llamada al script “carga_csv.js” desde el método “recarga_script()”, indicándole los nuevos filtros con los que recargará el fichero CSV y actualizará los parámetros de visualización.

Los filtros que se pasarán al script en su recarga son: año de inicio y fin, máximo y mínimo de desplazamientos de personas, país de origen y país de acogida. El año de inicio y fin se recoge del slider generado en la función “barraTiempo()”. Los otros parámetros se obtienen a partir de los elementos que se describen a continuación.

4.3.2.2 Aplicación del filtro

Una vez actualizado el rango se solicitará la recarga del fichero CSV considerando las fechas de inicio y fin de dicho rango. Este procesamiento se realiza en “carga_csv.js”, que recogerá del DOM el elemento “script” al que se le han añadido los parámetros en forma de URI component (`carga_csv.js?anno_ini=<valor1>&anno_fin=<valor2> ...`).

El criterio seguido es que se acumularán todos los movimientos de personas entre esos años, y se mostrará el sumatorio para cada una de las rutas.

4.3.3 Filtro de desplazados

Al igual que con las fechas, se compone un filtro de tipo “sliderBottom” (perteneciente a “d3-simple-slider”) en fichero “index.html”. En este caso el rango estará entre 0 y 4 millones.



El valor 0 aparece en el CSV cuando hay otros atributos localizados dentro del registro, como por ejemplo desplazamientos dentro del mismo país o solicitudes de asilo; el máximo de 4 millones es un redondeo al alza sobre el máximo valor para un año único (3.622.366 desplazados hacia Turquía por el conflicto en Siria en 2018).

4.3.3.1 Recarga del gráfico y aplicación del filtro

El proceso ante cualquier evento de cambio en el valor de este filtro (“end”) es el mismo que el expuesto en el filtro para los años: se elimina el gráfico SVG y se recarga de nuevo el script que lo genera, ya con los nuevos parámetros (`carga_csv.js? ... min=<valor_minimo>&max=<valor_maximo> ...`).

En este caso la aplicación del filtro es algo más compleja, ya que éste no se refiere al total de desplazados en el rango (por ejemplo, entre 2010 y 2015), sino al total de desplazados cada año. Se ha optado por este enfoque para evitar crear un filtro demasiado extenso (en el peor de los casos, podría ir de 0 a 182 millones).

Por tanto, la lectura de estos dos primeros filtros podría interpretar por ejemplo como “muestra los movimientos de entre 0 y 10.000 personas que han tenido lugar entre 2018 y 2020”.

4.3.4 Filtro de países

Adicionalmente se han añadido dos filtros mediante sendos select, uno para el país de origen y otro para el país de destino de los refugiados:

País de origen:	País de destino:
<input type="text" value="Albania"/>	<input type="text" value="Cualquiera"/>

Estos select se componen mediante D3 en “index.html”, en el método “rellena_select()”. Los datos de los países se cargan desde la misma llamada a d3.csv:

```
// Función que rellena el select de país de origen
function rellena_select()
{
    // Añadimos textos a los div (ya definidos en el HTML)
    var txtFiltro = d3.select('body').select('div#seleccion-pais').html("País origen:");
    var txtFiltroDestino=d3.select('body').select('div#seleccion-pais-d').html("País destino:");

    // Accedemos al fichero
    d3.csv("./lista_paises.csv", function(data)
    {
        var select =
            d3.select('body')
              .select('div#seleccion-pais')
              .append('select').attr('class', 'seleccion');
        var selectdestino =
            d3.select('body')
              .select('div#seleccion-pais-d')
              .append('select').attr('class', 'seleccion');

        // Se cargan los datos en nuestro array "links".
        for (i=0; i < data.length ;i++)
        {
            select.append("option")
                .attr("value", data[i].NombrePais)
                .text(data[i].NombrePais);

            selectdestino.append("option")
                .attr("value", data[i].NombrePais)
                .text(data[i].NombrePais);
        }

        select.on("change", function(d) {
            pais_filtro = d3.select(this).property("value");
            borra_mapa();
            recarga_script();
        });

        selectdestino.on("change", function(d) {
            pais_filtro_destino = d3.select(this).property("value");
            borra_mapa();
            recarga_script();
        });
    });
}
```

En ambos select se cargará la misma información, y ambos realizan ante un evento “change” las mismas llamadas para eliminar la imagen y recargar el script que la compone (carga_csv.js? ... pais=<pais_origen>&paisdestino=<país_destino> ...).

4.3.5 Zoom

Mientras que los cuatro filtros anteriores se componían en el “index.html”, el zoom (para acercar el mapa con calidad vectorial cuando se hace doble clic o se usa la rueda del ratón) se define en el “carga_csv.js”, durante la configuración de la imagen SVG (y antes de volcar el mapa en ella):

```
svg = d3.select("svg#imagen")
```

```
.attr("width", ancho)
.attr("height", alto)
.style("border","none")
.style("background-color", "none")
.call(d3.zoom()
  .on("zoom", function () {
    svg.attr("transform", d3.event.transform)
  })
  .scaleExtent([1,4]) // Limitamos el zoom a 4x
  .translateExtent([[0, 0], [ancho, alto*1.1]]) // Limitamos el desplazamiento.
)
.append("g")
;
```

Se definen dos parámetros de zoom y desplazamiento de imagen:

- `scaleExtent`, que permite limitar el zoom entre dos valores, aquí entre 1 y 4.
- `translateExtent`, que permite mover la imagen una vez hecho zoom.

Con esta configuración, el acercamiento progresivo se hará con la rueda del ratón o con doble click sobre la imagen, mientras que el alejamiento se realizará con la rueda del ratón.

4.3.6 Parametrización de los path

Otro de los elementos añadidos para facilitar el visionado de las rutas es la modificación del grosor y el color de las rutas de refugiados en función del número que implica cada ruta.

Se han aplicado los siguientes criterios:

- Hasta 1.000 personas: color negro, grosor 0.5.
- Entre 1.000 y 10.000 personas: color negro y grosor 1.
- Entre 10.000 y 100.000 personas: color negro y grosor 1.5.
- Entre 100.000 personas y 1.000.000: color negro y grosor 2.
- Más de 1.000.000 de personas: color rojo y grosor 3.5.

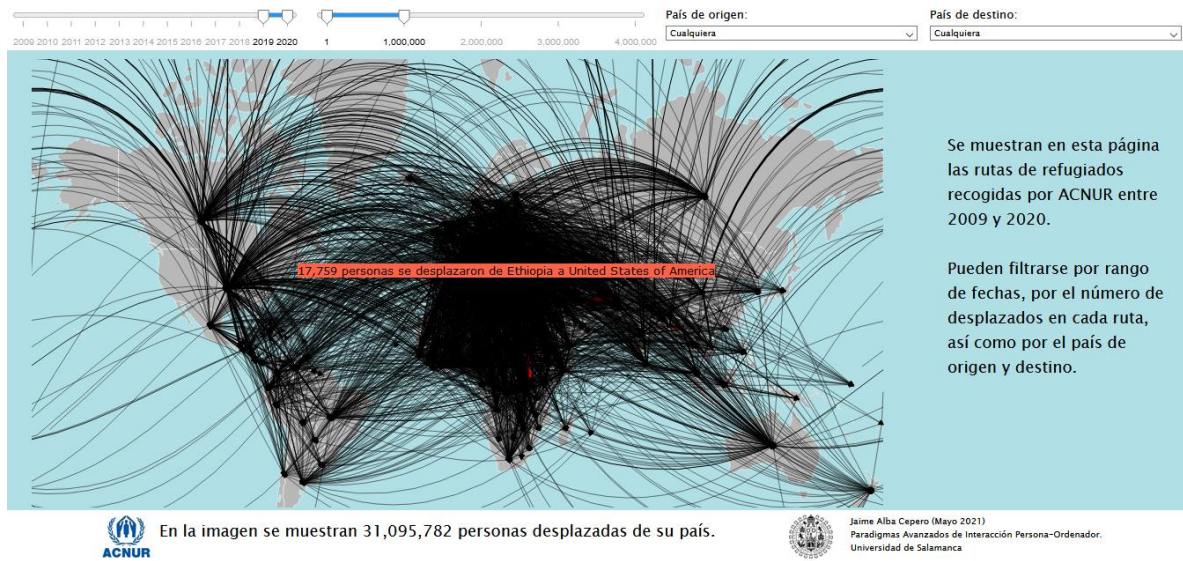
Estos atributos se configuran durante la elaboración de las rutas mediante elementos “path” al SVG del mapa. Una vez recopilados los datos de acuerdo a los filtros, se recorren los enlaces finales y para cada uno de ellos se compone esta línea empleando las coordenadas geográficas explicadas anteriormente en el documento, y considerando el total de desplazados que hay en cada una de las rutas.

5 Ejemplos de filtros

Se recoge en esta sección el resultado de aplicar algunos de los filtros explicados más arriba, y que consiguen ofrecer una experiencia interactiva al usuario.

5.1 Filtro por defecto

El valor por defecto del filtro es un rango entre 2019 y 2020, con rutas de hasta 1 millón de desplazados:

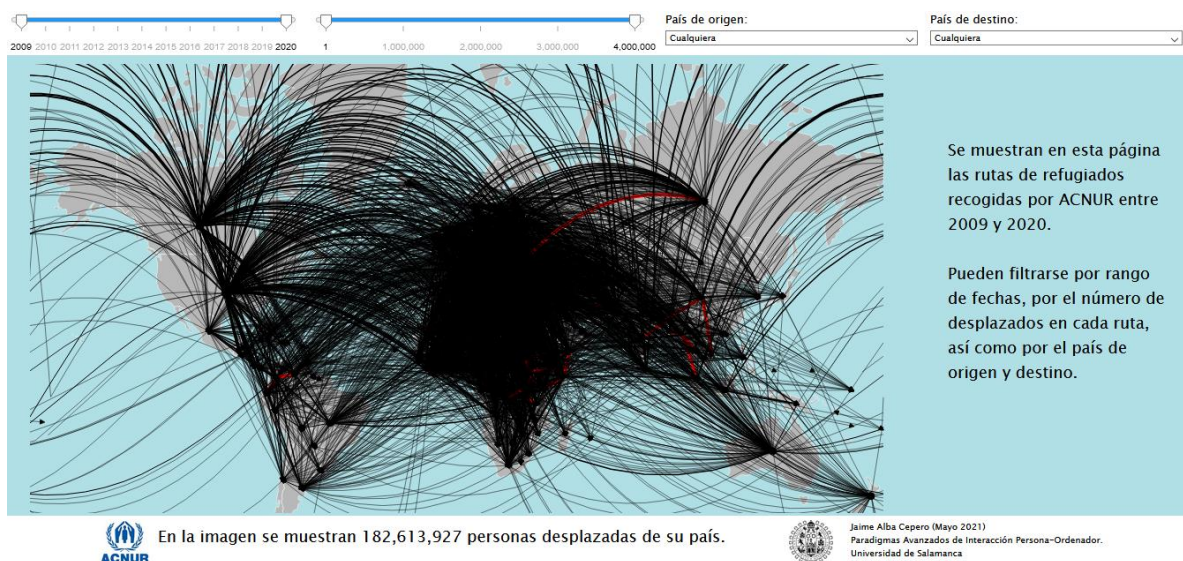


El objetivo de crear una “splash-screen” con tanta información es en cierto modo sorprender al usuario dándole un primer vistazo del impacto de los movimientos de refugiados.

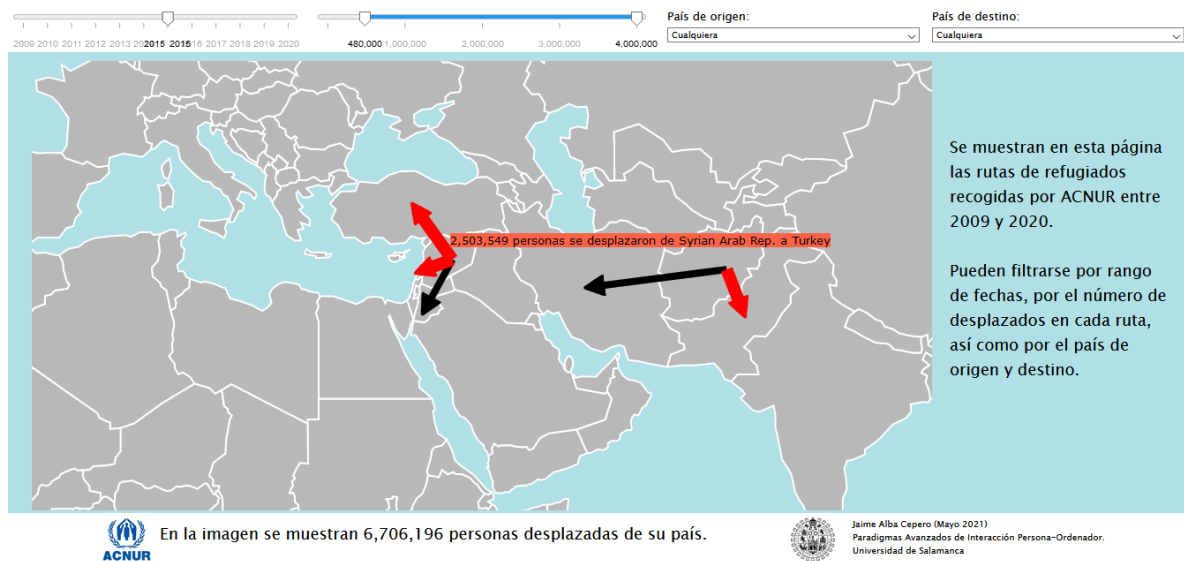
Se ha incluido también una captura del aspecto final del “onMouseOver” aplicado a la ruta entre Etiopía y los Estados Unidos. Se puede ver que los desplazamientos de hasta 1 millón de personas entre 2019 y 2020 supusieron 17.759 desplazamientos de refugiados.

5.2 Representación completa

El segundo ejemplo es la ampliación de los filtros para mostrar toda la información disponible. Aunque las rutas son muy similares a las de la representación anterior, sí que se puede ver en la parte inferior el total de personas representadas en la visualización:



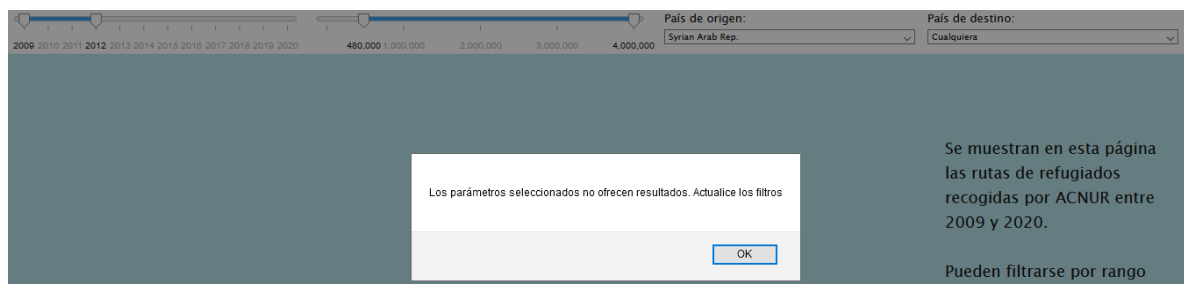
5.3 Movimientos de más de 480k personas en 2015



Este filtro muestra para un único año los desplazamientos de entre 480 mil y 4 millones de personas. Se puede ver el detalle, tras aplicar un zoom al mapa, el origen y destino de estos movimientos de refugiados (6.706.196 personas), con origen Siria y Afganistán.

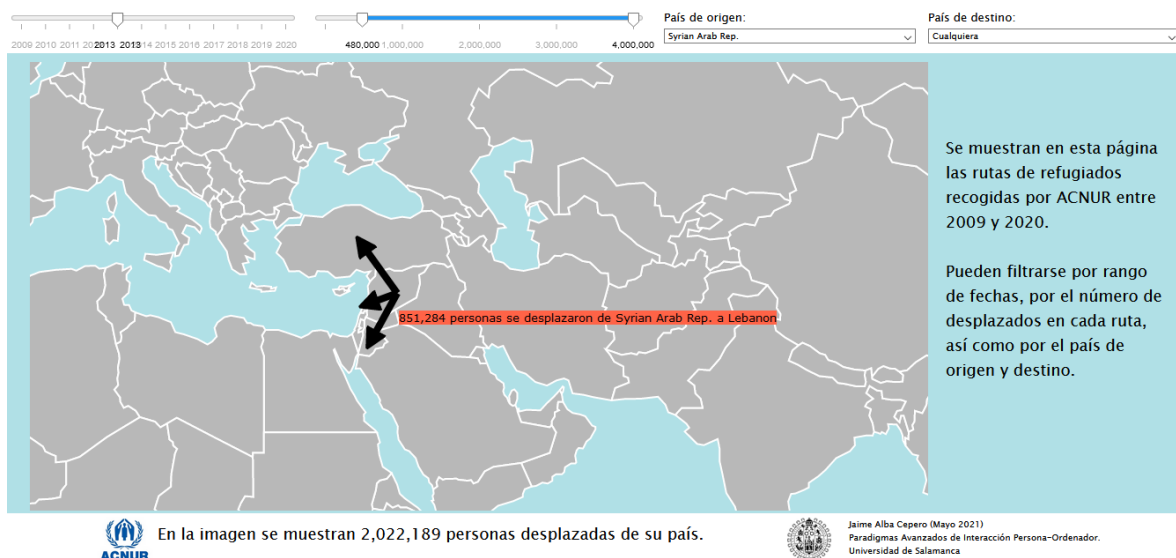
5.4 Desplazados de Siria

Para calcular este dato se han aplicado varios filtros. El primero consiste en ver cuántas personas tuvieron que huir de Siria entre 2009 y 2012:



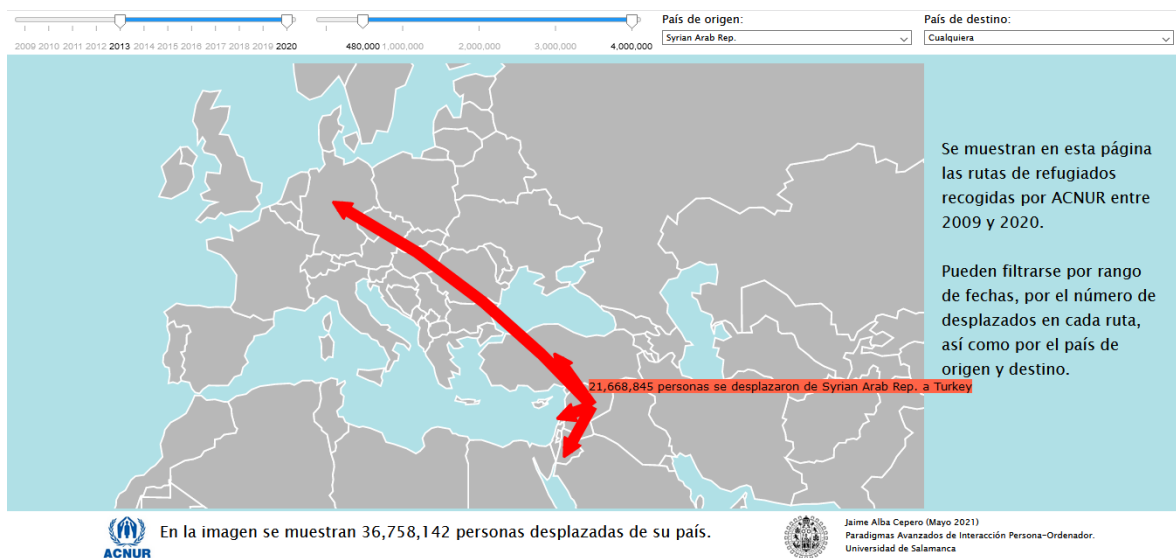
El mensaje popup mostrado aparece cuando los filtros no incluyen ningún dato.

A partir de 2013 la situación es muy distinta; para ese año se muestran a continuación los desplazamientos de más de 480.000 personas (rutas de huida más empleadas):

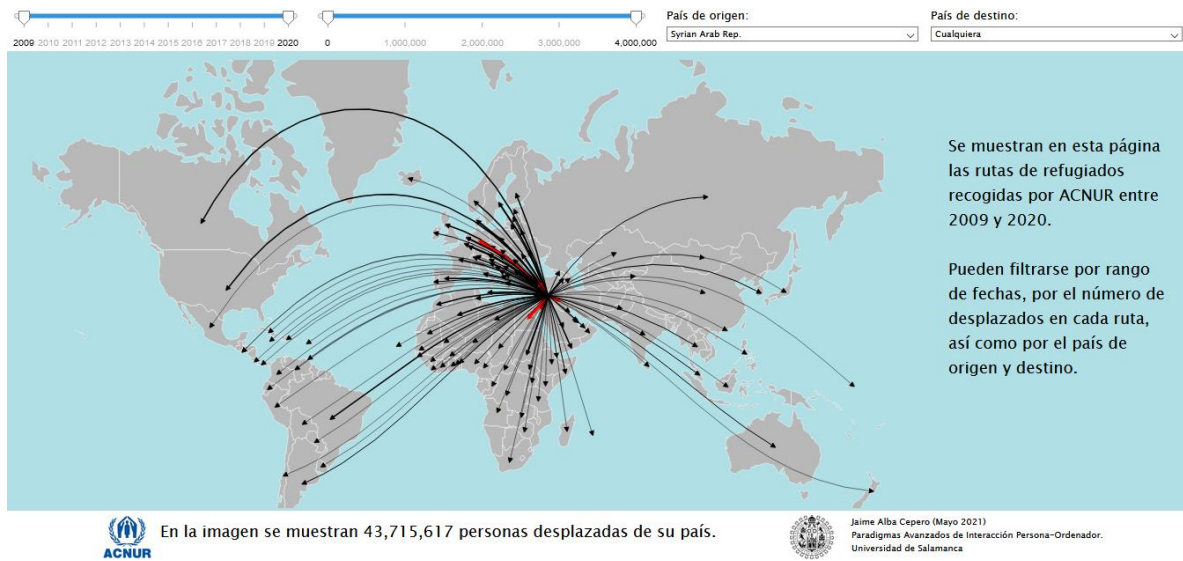


Sólo en 2013 huyeron 2.022.189 personas de Siria (sin contar desplazamientos de menos de 480k personas), 851.384 de las cuales fueron a Líbano.

Ampliar el rango de fechas desde 2013 hasta 2020 da una idea del drama vivido en Siria, con un total de 36.758.142 desplazados a otros países empleando estas rutas mayoritarias, de los cuales más de 21 millones fueron a Turquía. Sorprende también ver que la ruta a Alemania supera el millón de desplazados (2.163.725 personas) en esa franja de tiempo.

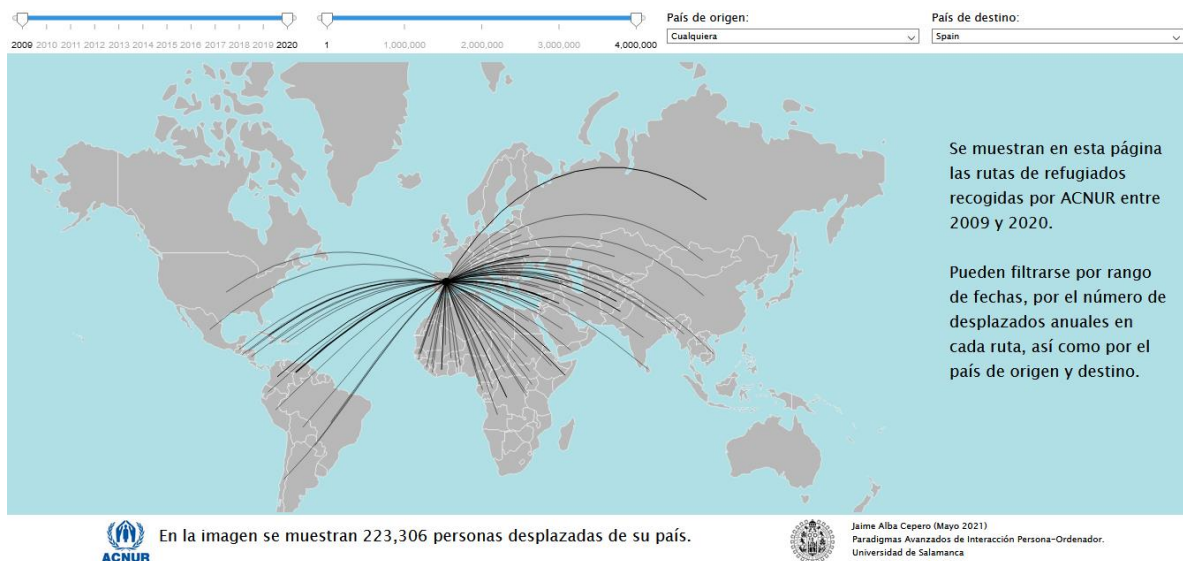


Sin embargo estos diagramas mostraban las rutas mayoritarias. La imagen completa (abriendo el filtro de personas y de fechas) ofrece una visión aún más impactante:



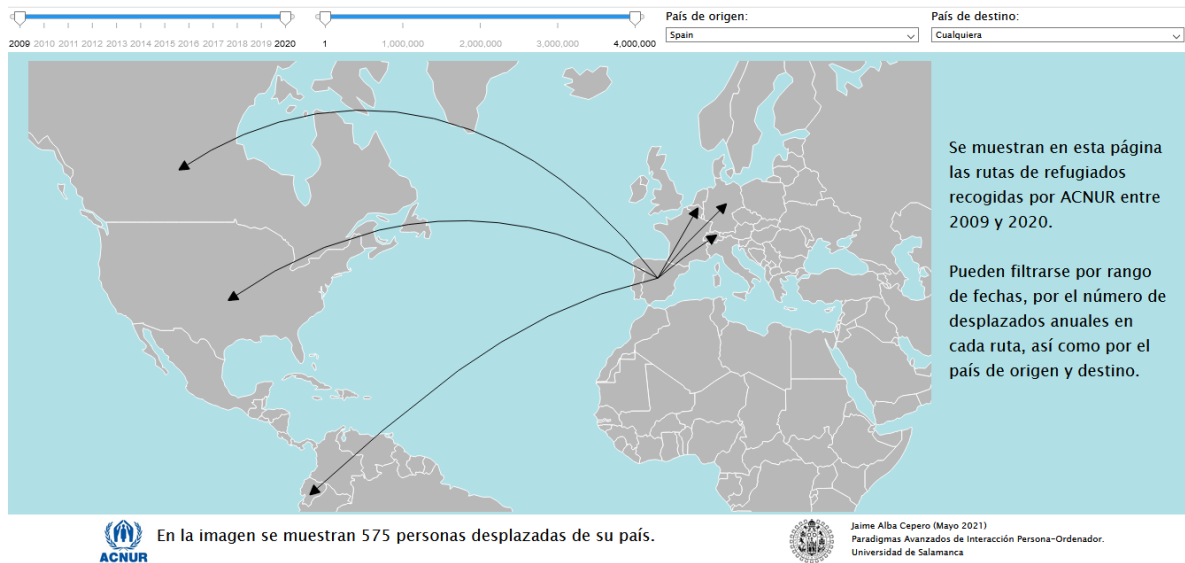
5.5 España y los refugiados

Se incluye por último una serie de filtros con España como destino (y origen) de refugiados. En primer lugar, la búsqueda en toda la serie histórica de España como receptor arroja esta representación:

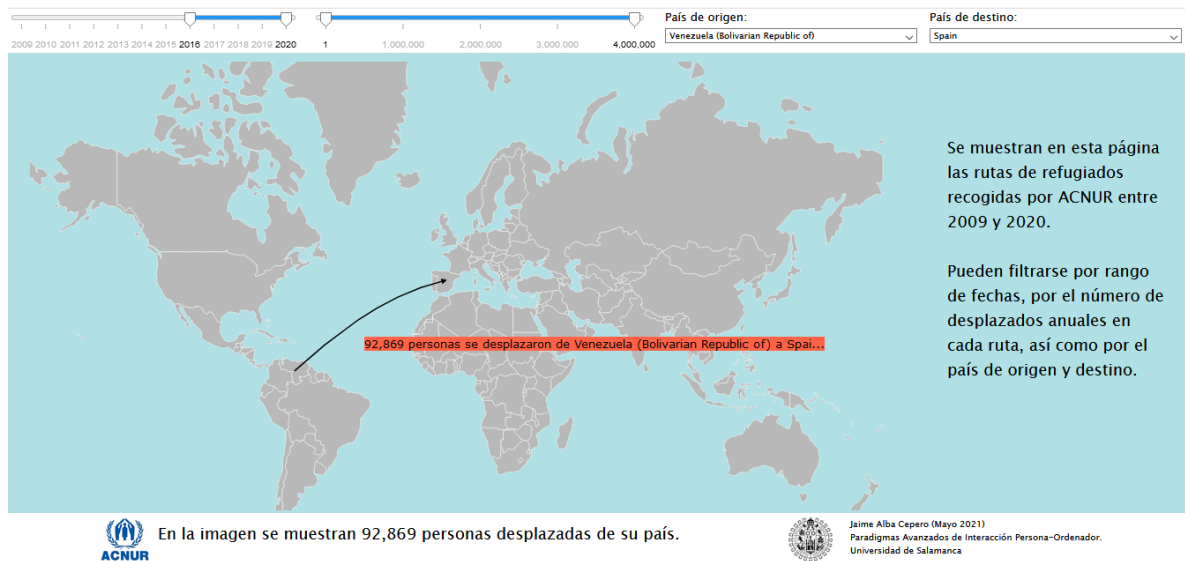


Desde 2009, España ha acogido 223.306 refugiados. Como dato comparativo, se comprueba que Francia ha acogido a 3.420.513 personas en ese mismo período, y Alemania a 8.031.735 (sólo en 2020, Alemania acogió a 5 veces más refugiados -1.111.350- que España en 11 años).

Sorprende ver que desde España también se han producido situaciones en las que personas se han acogido al estatus de refugiado al desplazarse a otro país, en total 575 personas desde 2009:



Por último se incluye el número de refugiados que han llegado a España desde Venezuela desde 2016:



Jaime Alba Cepero