47 JAIIO
Jornadas Argentinas de Informática
3 al 7 SEPTIEMBRE 2018
Facultad de Ingeniería
Universidad de Palermo - CABA - Argentina

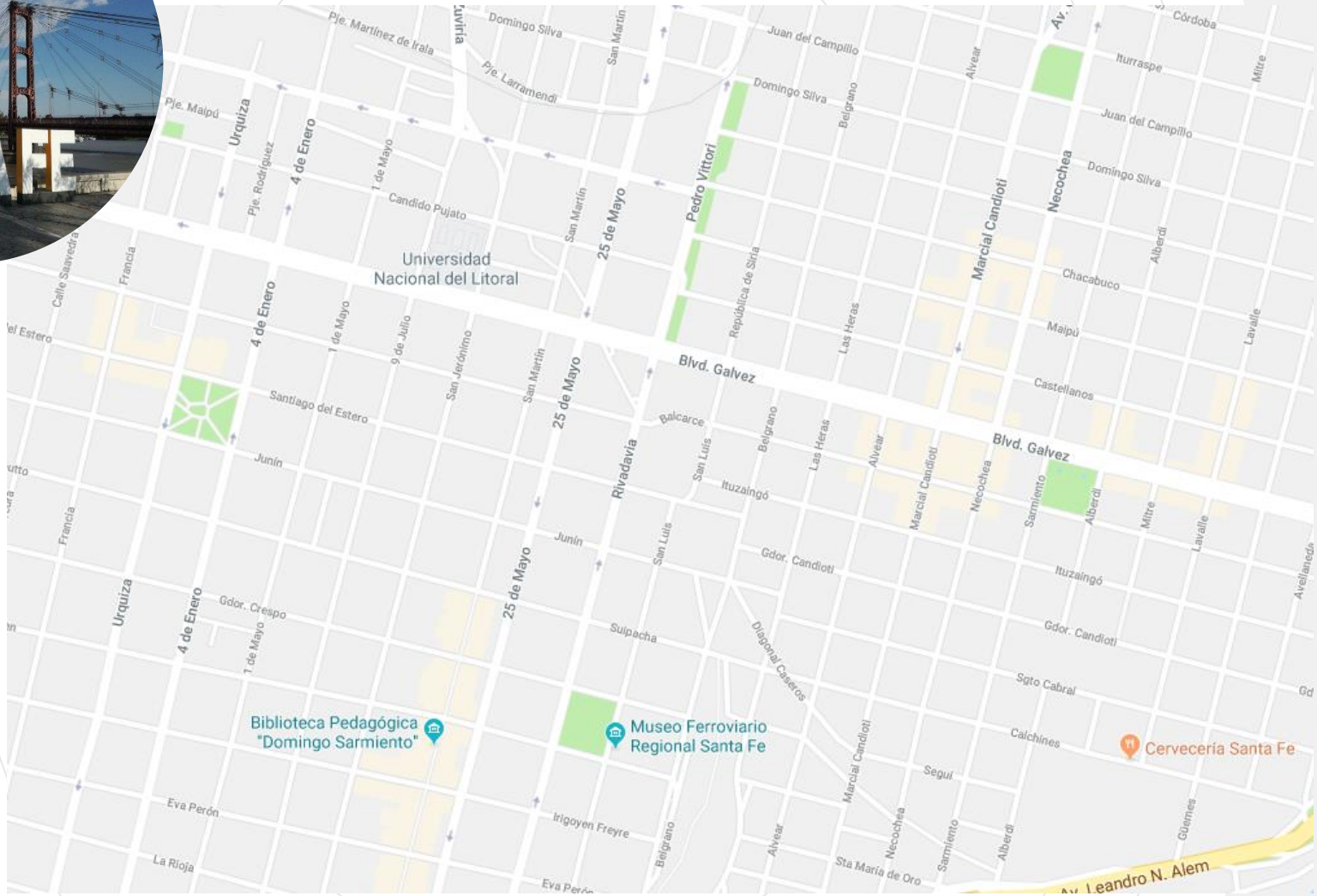
Towards an R Package for the Shortest Path Problem with Forbidden Paths

Instituto de Desarrollo y Diseño INGAR-CONICET-UTN
Melina Vidoni, Aldo Vechietti

LATINR
Conferencia Latinoamericana
sobre el uso de R
en Investigación + Desarrollo

CONICET

I N G A R



LATINR
Conferencia Latinoamericana
sobre el uso de R
en Investigación + Desarrollo

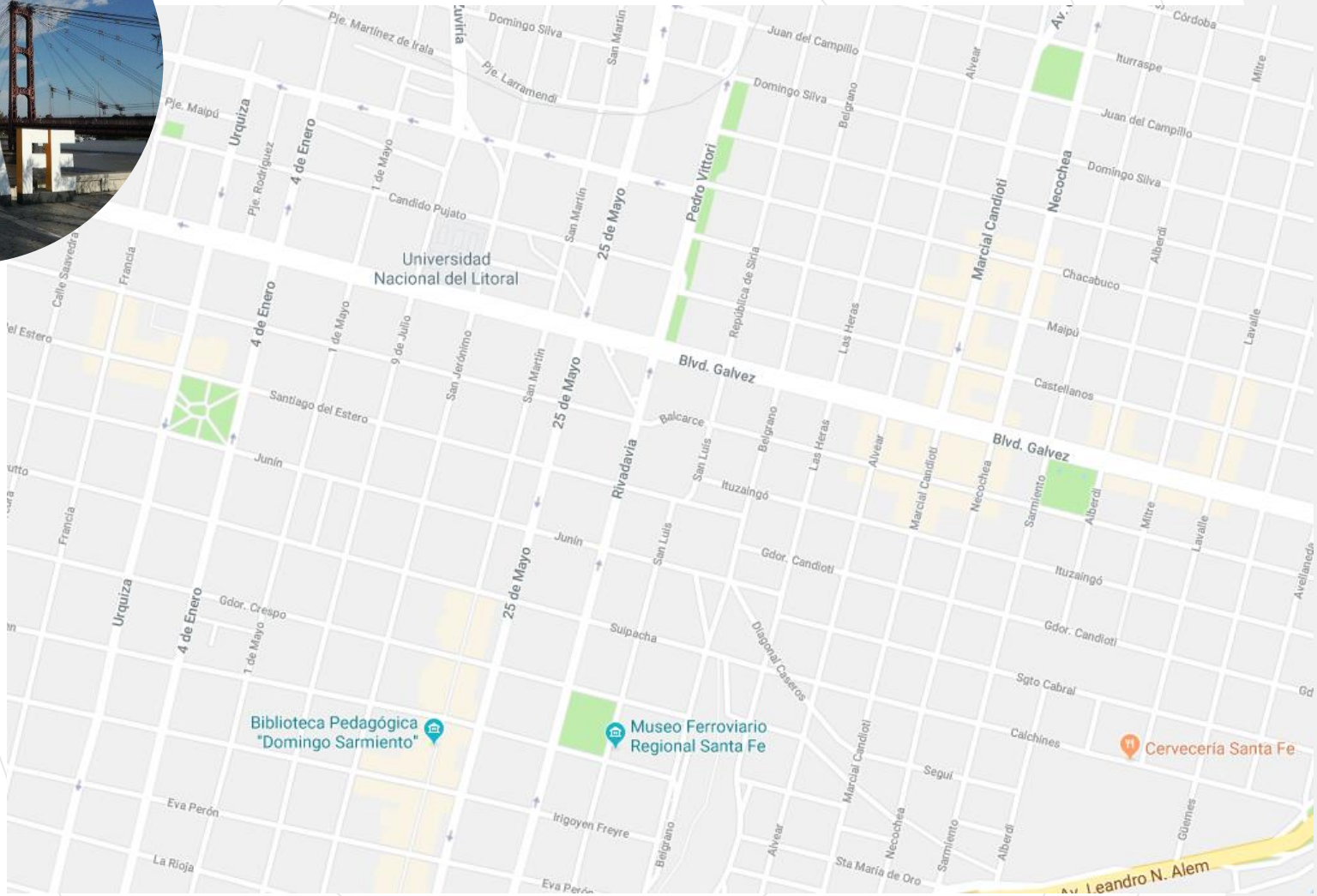
Instituto de Desarrollo y Diseño INGAR-CONICET-UTN
Melina Vidoni, Aldo Vechietti

CONICET
INGAR

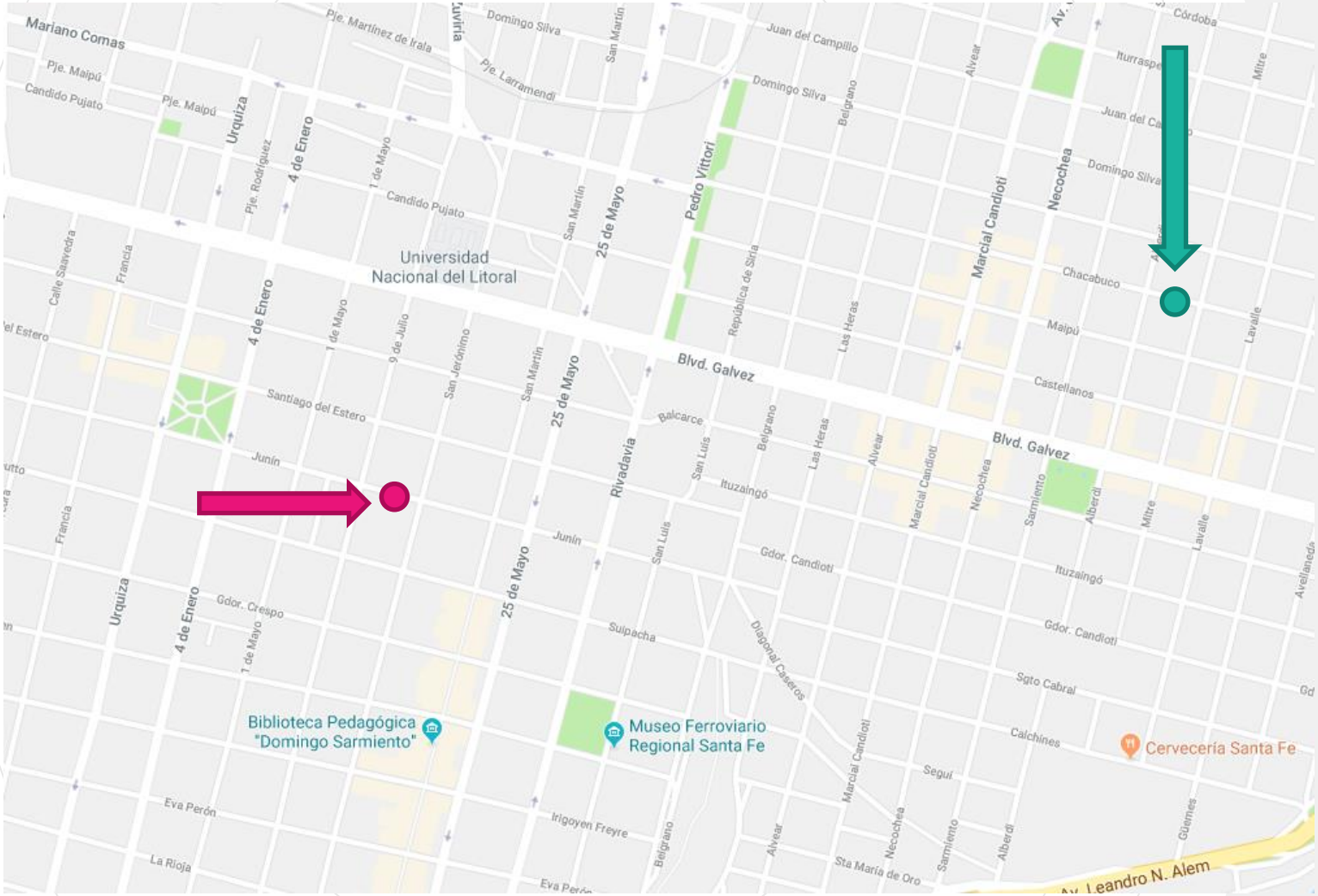
Ciudad como grafo:

→ nodos = intersecciones

→ arcos = calles



Instituto de Desarrollo y Diseño INGAR-CONICET-UTN
Melina Vidoni, Aldo Vechietti

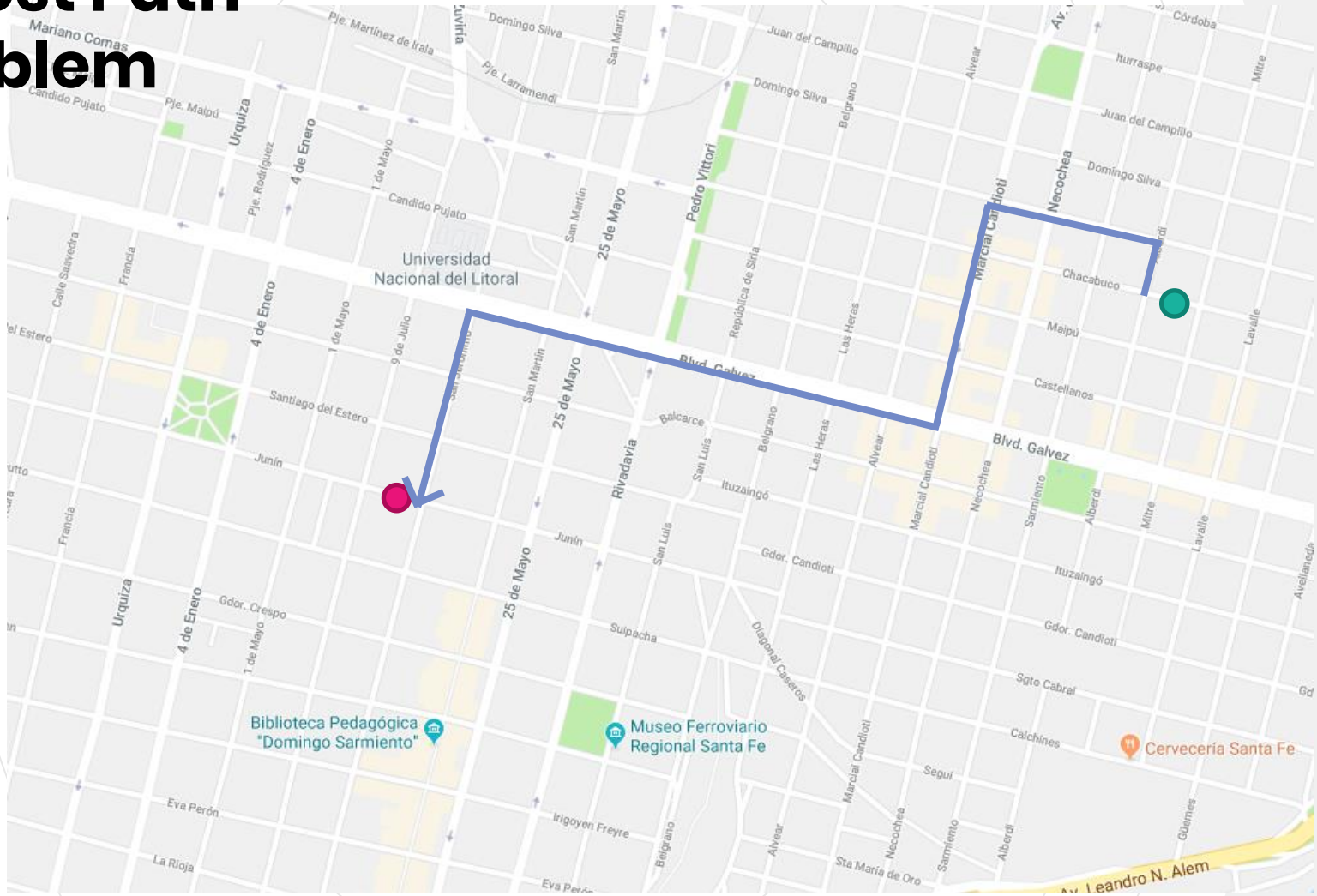


LATINR
Conferencia Latinoamericana sobre el uso de R en Investigación + Desarrollo

Instituto de Desarrollo y Diseño INGAR-CONICET-UTN
Melina Vidoni, Aldo Vechietti

CONICET
INGAR

SPP
Shortest Path Problem

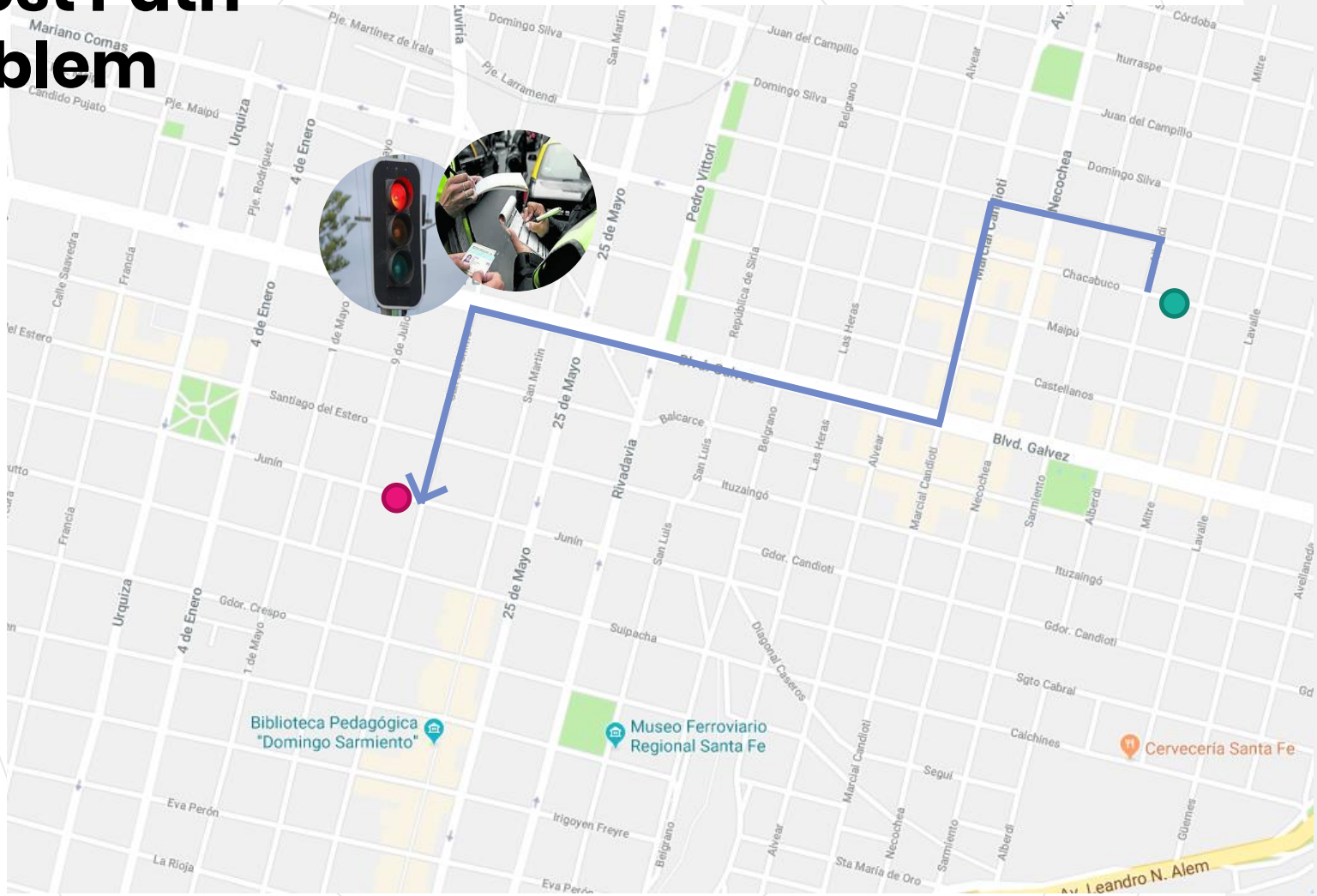


LATINR
Conferencia Latinoamericana sobre el uso de R en Investigación + Desarrollo

Instituto de Desarrollo y Diseño INGAR-CONICET-UTN
Melina Vidoni, Aldo Vechietti

CONICET INGAR

SPP
Shortest Path Problem



Instituto de Desarrollo y Diseño INGAR-CONICET-UTN
Melina Vidoni, Aldo Vechietti

SPPFP: Shortest Path Problem with Forbidden Subpaths

Dado un grafo compuesto por nodos y arcos,

queremos ir desde un punto a otro, usando el camino más corto posible,

pero evitando ciertas secuencias de arcos.

Instituto de Desarrollo y Diseño INGAR-CONICET-UTN
Melina Vidoni, Aldo Vechietti

SPPFP: Shortest Path Problem with Forbidden Subpaths

Dado un grafo compuesto por nodos y arcos,

queremos ir desde un punto a otro, usando el camino más corto posible,

pero evitando ciertas secuencias de arcos.

CAMINOS PROHIBIDOS

Instituto de Desarrollo y Diseño INGAR-CONICET-UTN
Melina Vidoni, Aldo Vechietti

Caminos Prohibidos

Instituto de Desarrollo y Diseño INGAR-CONICET-UTN
Melina Vidoni, Aldo Vechietti

Caminos Prohibidos

Conocidos previamente,
de largo diferente,
cantidad finita,

Caminos inferidos en base a condiciones, a medida que avanza la búsqueda por el camino más corto.

Instituto de Desarrollo y Diseño INGAR-CONICET-UTN
Melina Vidoni, Aldo Vechietti

Caminos Prohibidos

Conocidos previamente,
de largo diferente,
cantidad finita,

Caminos inferidos en base a condiciones, a medida que avanza la búsqueda por el camino más corto.

Instituto de Desarrollo y Diseño INGAR-CONICET-UTN
Melina Vidoni, Aldo Vechietti

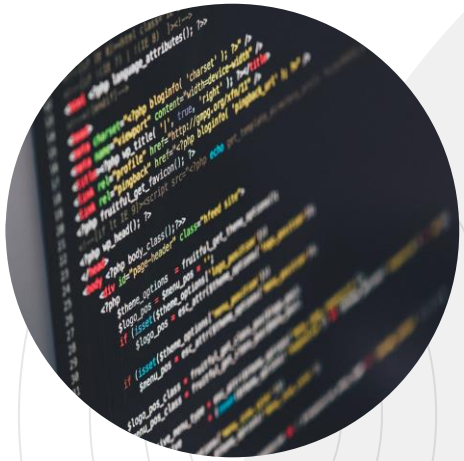
Caminos Prohibidos

Conocidos previamente,
de largo diferente,
cantidad finita,

Caminos inferidos en base a condiciones, a medida que avanza la búsqueda por el camino más corto.

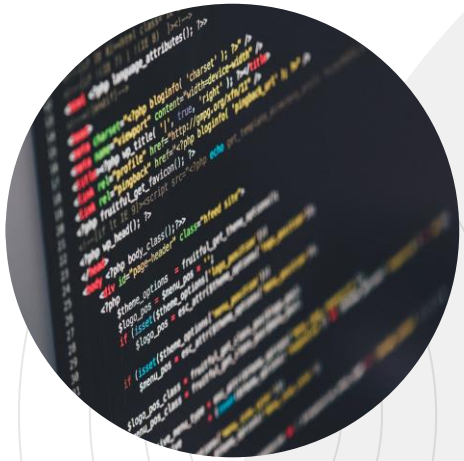
ALGORITMOS EXISTENTES TRANSFORMAN EL GRAFO G EN G*

Instituto de Desarrollo y Diseño INGAR-CONICET-UTN
Melina Vidoni, Aldo Vechietti



Problemática

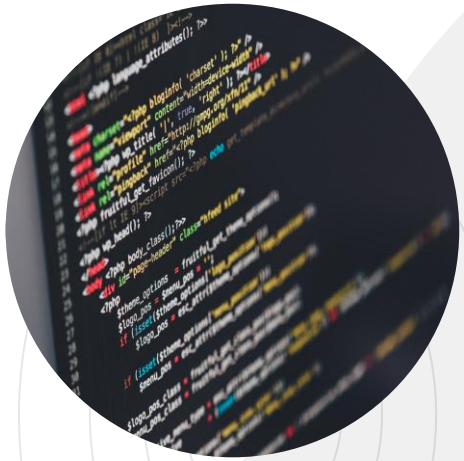
Instituto de Desarrollo y Diseño INGAR-CONICET-UTN
Melina Vidoni, Aldo Vechietti



Problemática

Problema conocido con múltiples aplicaciones: transporte, time-windows, redes ópticas, etc.

Instituto de Desarrollo y Diseño INGAR-CONICET-UTN
Melina Vidoni, Aldo Vechietti



Problemática

Problema conocido con múltiples aplicaciones: transporte, time-windows, redes ópticas, etc.

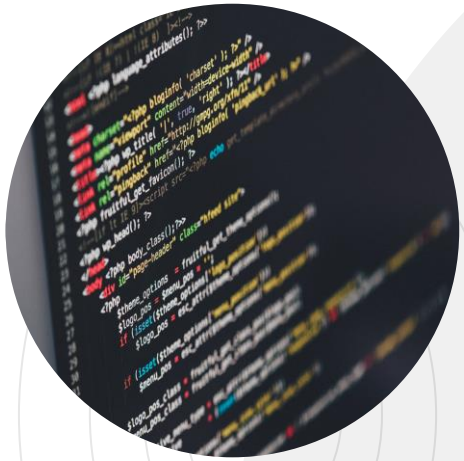
Existen varios algoritmos:

→ Martin (1984)

→ Villeneuve & Desaulniers (2005)

→ Hsu, Chen & Ding (2009)

Instituto de Desarrollo y Diseño INGAR-CONICET-UTN
Melina Vidoni, Aldo Vechietti



Problemática

Problema conocido con múltiples aplicaciones: transporte, time-windows, redes ópticas, etc.

Existen varios algoritmos:

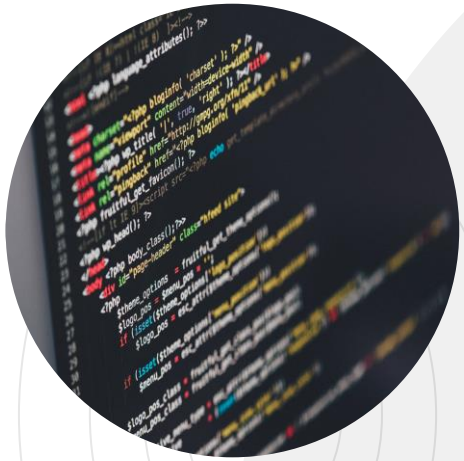
⟶ Martin (1984)

⟶ Villeneuve & Desaulniers (2005)

⟶ Hsu, Chen & Ding (2009)

Los algoritmos están desarrollados, pero **no hay implementaciones abiertas** disponibles.

Instituto de Desarrollo y Diseño INGAR-CONICET-UTN
Melina Vidoni, Aldo Vechietti



Problemática

Problema conocido con múltiples aplicaciones: transporte, time-windows, redes ópticas, etc.

Existen varios algoritmos:

→ Martin (1984)

→ Villeneuve & Desaulniers (2005)

→ Hsu, Chen & Ding (2009)

Los algoritmos están desarrollados, pero **no hay implementaciones abiertas** disponibles.

Los algoritmos **son no-triviales**, y lograr performance óptima no es sencillo.

Instituto de Desarrollo y Diseño INGAR-CONICET-UTN
Melina Vidoni, Aldo Vechietti

Implementación: Lenguaje

Lenguaje R: amplia utilización, versatilidad, enfoque en ciencia de datos.

Algoritmos modificados para utilizar la *programación en paralelo de R*.

Objetivo: Generar una librería que pueda ser aprovechada por otras personas.

Instituto de Desarrollo y Diseño INGAR-CONICET-UTN
Melina Vidoni, Aldo Vechietti

Funcionalidades Propuestas

Transformación del Grafo:

```
⟶ modify_graph_vs ← function(g, f, cores = 1L) {...}
⟶ modify_graph_hsu ← function(g, f, cores = 1L) {...}
```

Instituto de Desarrollo y Diseño INGAR-CONICET-UTN
Melina Vidoni, Aldo Vechietti

Funcionalidades Propuestas

Transformación del Grafo:

```
⟶ modify_graph_vs ← function(g, f, cores = 1L) {...}
⟶ modify_graph_hsu ← function(g, f, cores = 1L) {...}
```

Parsers:

```
⟶ direct_graph(g, cores = 1L) {...}
⟶ parse_vpath(vpath) {...}
```

Instituto de Desarrollo y Diseño INGAR-CONICET-UTN
Melina Vidoni, Aldo Vechietti

Funcionalidades Propuestas

Transformación del Grafo:

⟶ `modify_graph_vs ← function(g, f, cores = 1L) {...}`

⟶ `modify_graph_hsu ← function(g, f, cores = 1L) {...}`

Parsers:

⟶ `direct_graph(g, cores = 1L) {...}`

⟶ `parse_vpath(vpath) {...}`

Equivalencias:

⟶ `get_all_nodes(g, originalNode) {...}`

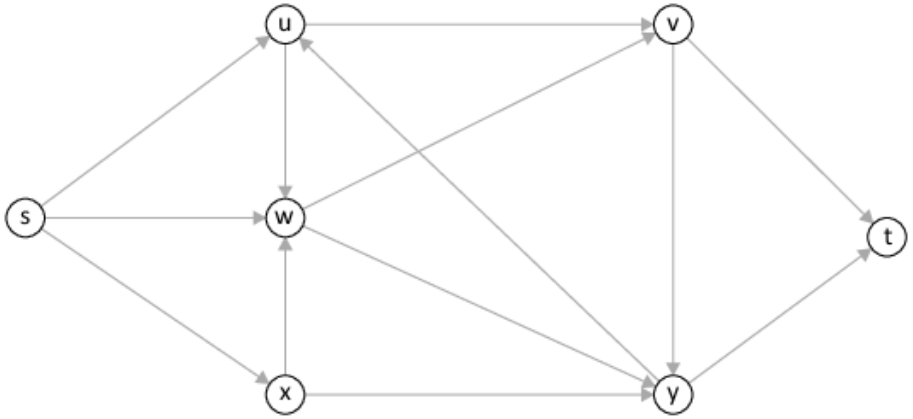
Integraciones (ejemplos):

⟶ `Get_shortest_path(g, origin, dest) {...}`

Instituto de Desarrollo y Diseño INGAR-CONICET-UTN
Melina Vidoni, Aldo Vechietti

Ejemplo de Uso

Dado un grafo G, y $F = \{f_1, f_2, f_3, f_4\}$

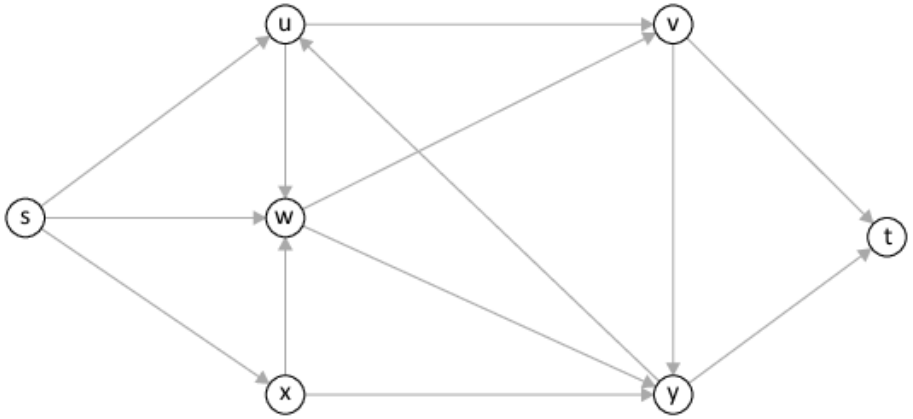


$f_1 = \{u, v, y, u\}$
$f_2 = \{u, w, y, u\}$
$f_3 = \{w, v, y\}$
$f_4 = \{x, w, v, y, t\}.$

Instituto de Desarrollo y Diseño INGAR-CONICET-UTN
Melina Vidoni, Aldo Vechietti

Ejemplo de Uso

Dado un grafo G, y $F = \{f_1, f_2, f_3, f_4\}$

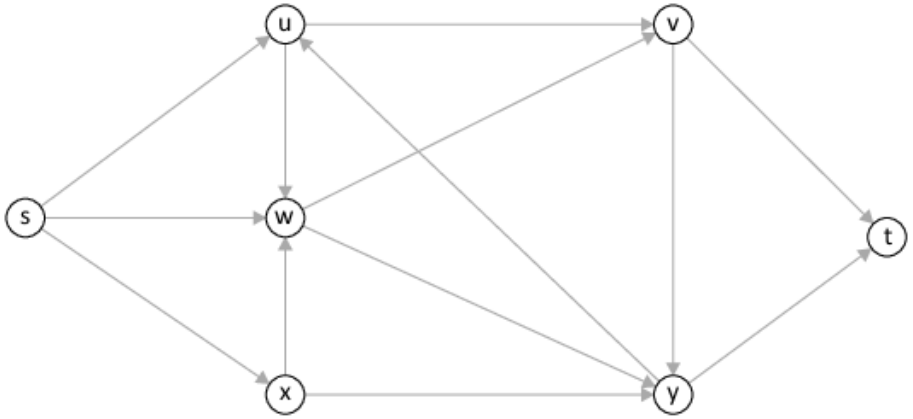


$f_1 = \{u, v, y, u\}$
$f_2 = \{u, w, y, u\}$
$f_3 = \{w, v, y\}$
$f_4 = \{x, w, v, y, t\}.$

```
# Transform the graph
gStar ← modify_graph_hsu(g, f, cores = 3L)
```

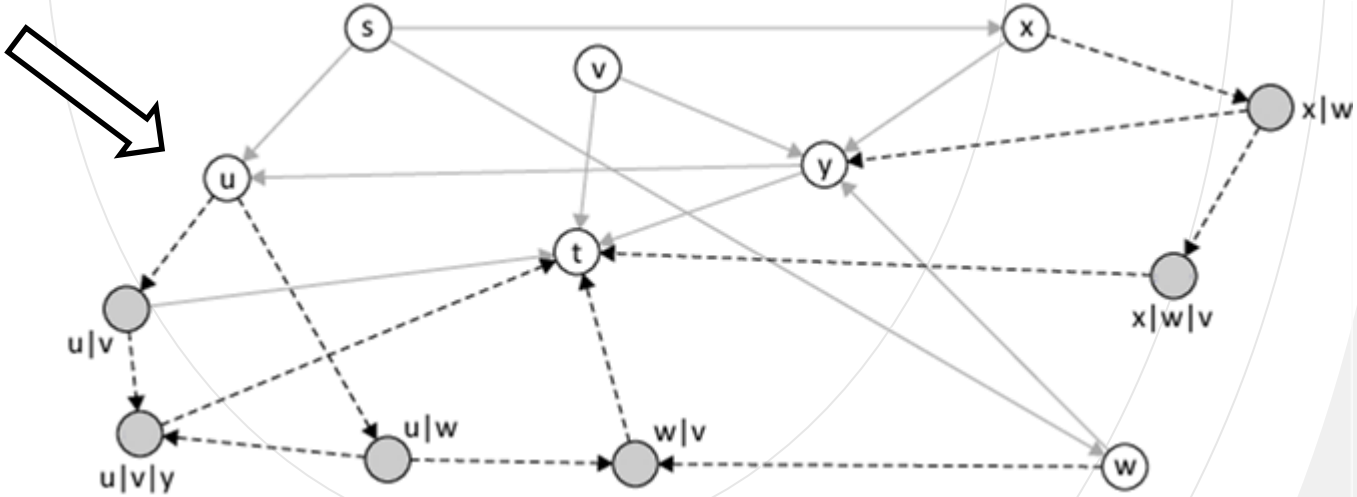
Ejemplo de Uso

Dado un grafo G, y $F = \{f_1, f_2, f_3, f_4\}$



$f_1 = \{u, v, y, u\}$
$f_2 = \{u, w, y, u\}$
$f_3 = \{w, v, y\}$
$f_4 = \{x, w, v, y, t\}.$

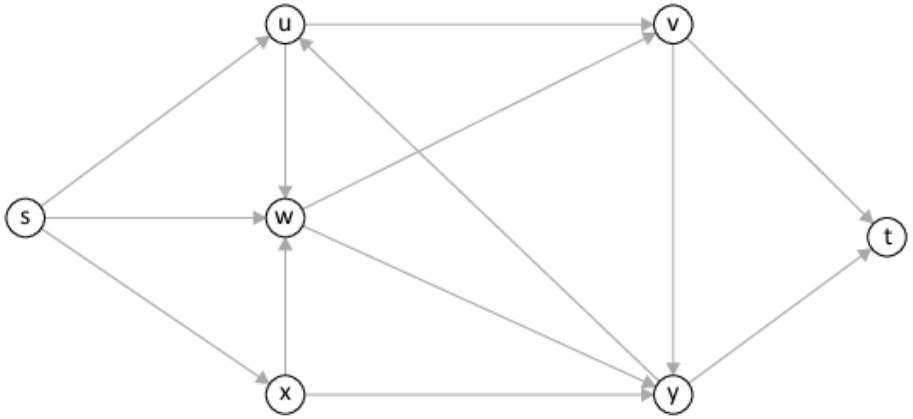
```
# Transform the graph
gStar ← modify_graph_hsu(g, f, cores = 3L)
```



Instituto de Desarrollo y Diseño INGAR-CONICET-UTN
Melina Vidoni, Aldo Vechietti

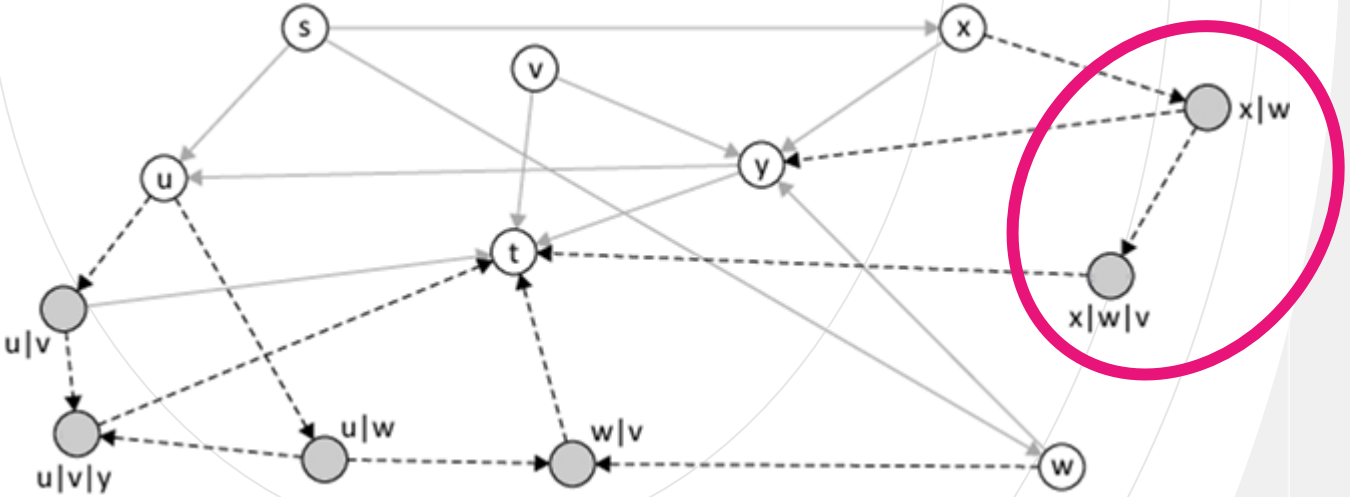
Ejemplo de Uso

Dado un grafo G, y $F = \{f_1, f_2, f_3, f_4\}$



$f_1 = \{u, v, y, u\}$
$f_2 = \{u, w, y, u\}$
$f_3 = \{w, v, y\}$
$f_4 = \{x, w, v, y, t\}.$

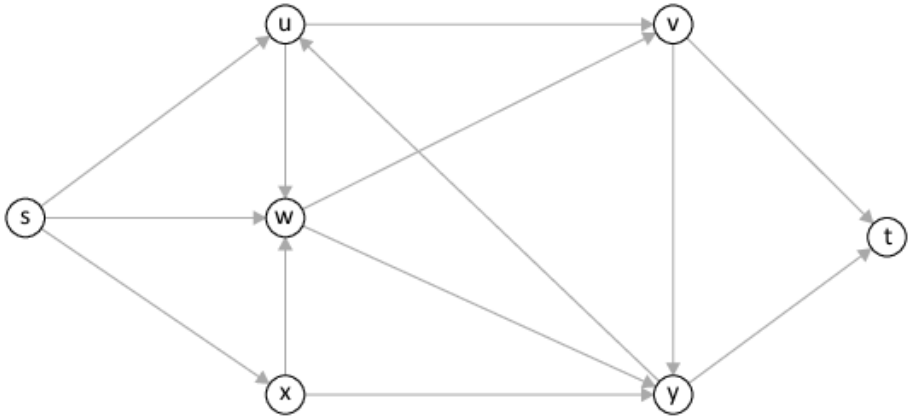
```
# Transform the graph
gStar ← modify_graph_hsu(g, f, cores = 3L)
```



Instituto de Desarrollo y Diseño INGAR-CONICET-UTN
Melina Vidoni, Aldo Vechietti

Ejemplo de Uso

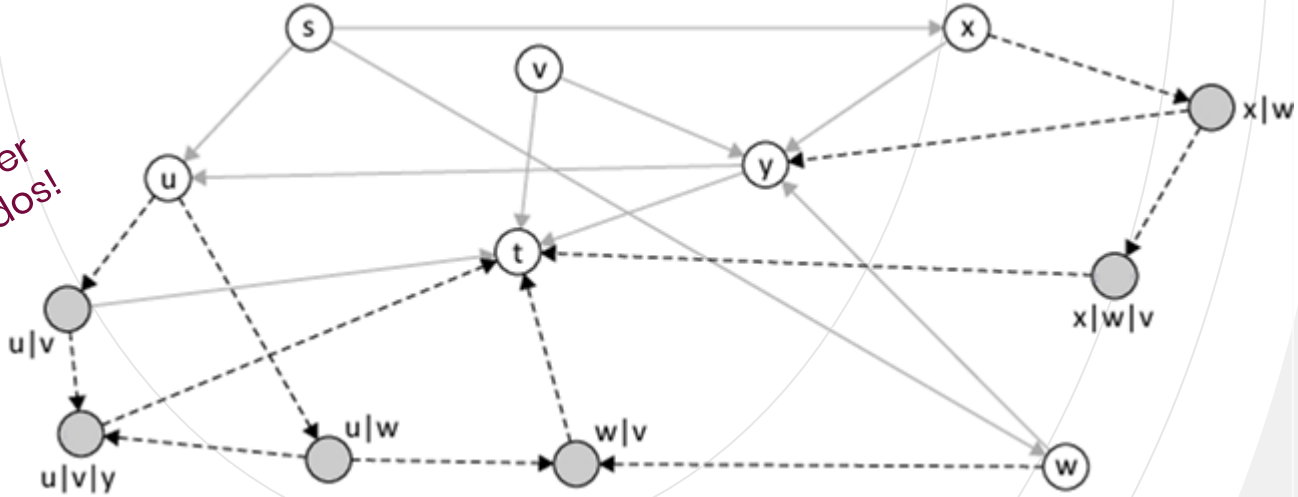
Dado un grafo G, y $F = \{f_1, f_2, f_3, f_4\}$



$f_1 = \{u, v, y, u\}$
$f_2 = \{u, w, y, u\}$
$f_3 = \{w, v, y\}$
$f_4 = \{x, w, v, y, t\}.$

```
# Transform the graph
gStar ← modify_graph_hsu(g, f, cores = 3L)
```

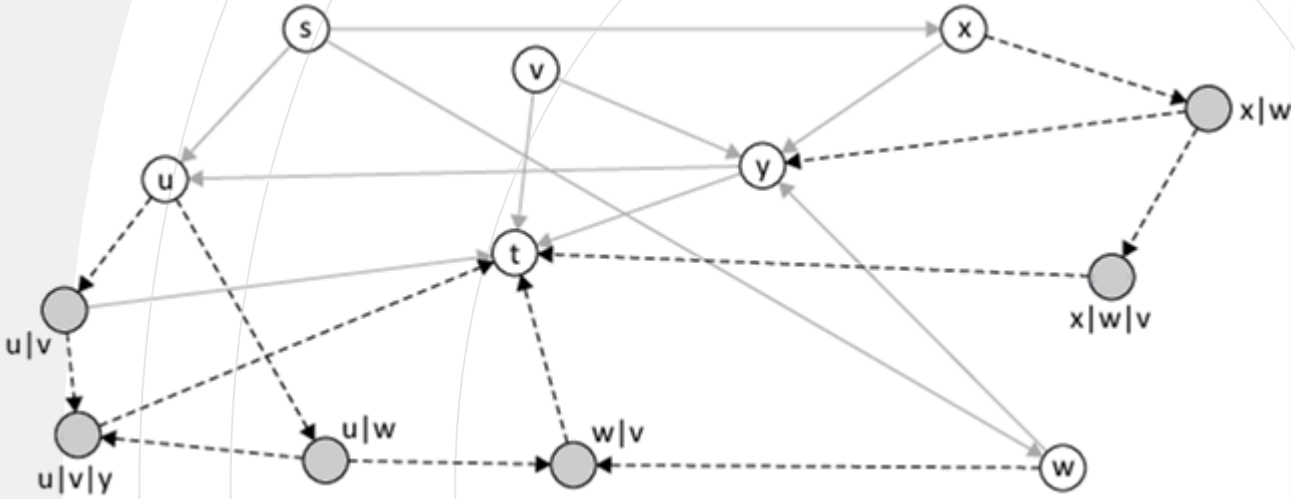
¡No se pueden recorrer los caminos prohibidos!



Instituto de Desarrollo y Diseño INGAR-CONICET-UTN
Melina Vidoni, Aldo Vechietti

Ejemplo de Uso

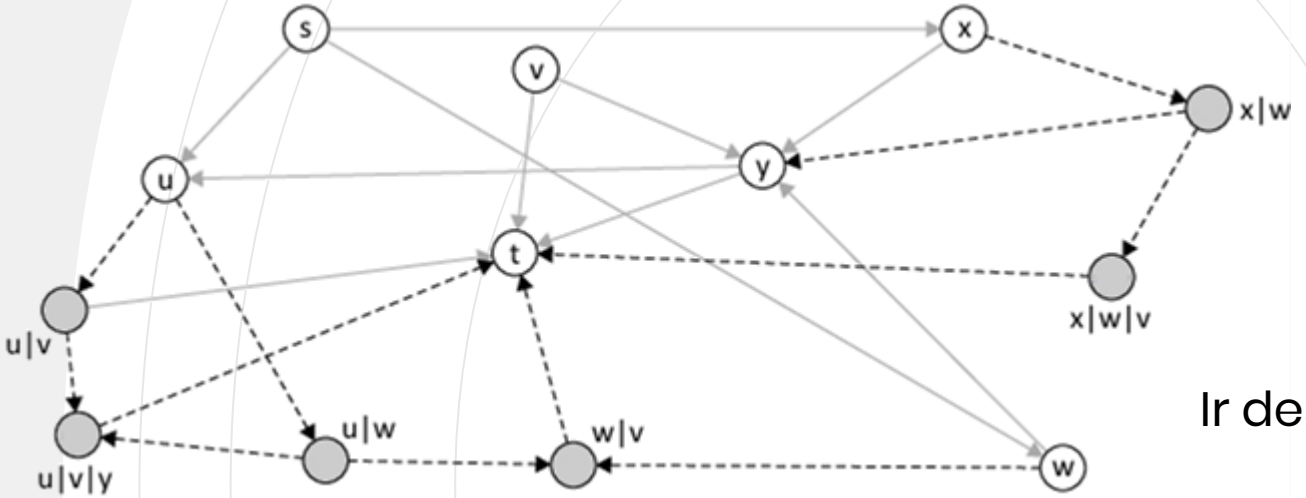
Recorriendo el grafo G^*



$$f_1 = \{u, v, y, u\}$$
$$f_2 = \{u, w, y, u\}$$
$$f_3 = \{w, v, y\}$$
$$f_4 = \{x, w, v, y, t\}.$$

Ejemplo de Uso

Recorriendo el grafo G^*



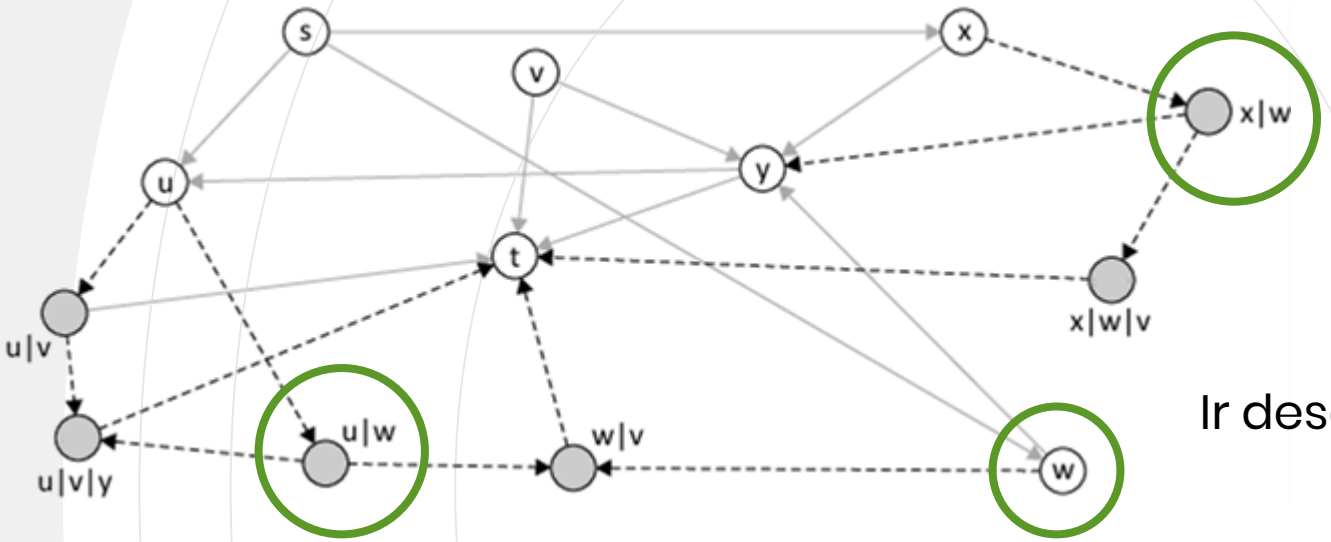
$$f_1 = \{u, v, y, u\}$$
$$f_2 = \{u, w, y, u\}$$
$$f_3 = \{w, v, y\}$$
$$f_4 = \{x, w, v, y, t\}.$$

Problema:

Ir desde S hasta W

Ejemplo de Uso

Recorriendo el grafo G^*



$$f_1 = \{u, v, y, u\}$$
$$f_2 = \{u, w, y, u\}$$
$$f_3 = \{w, v, y\}$$
$$f_4 = \{x, w, v, y, t\}.$$

Problema:
Ir desde S hasta W

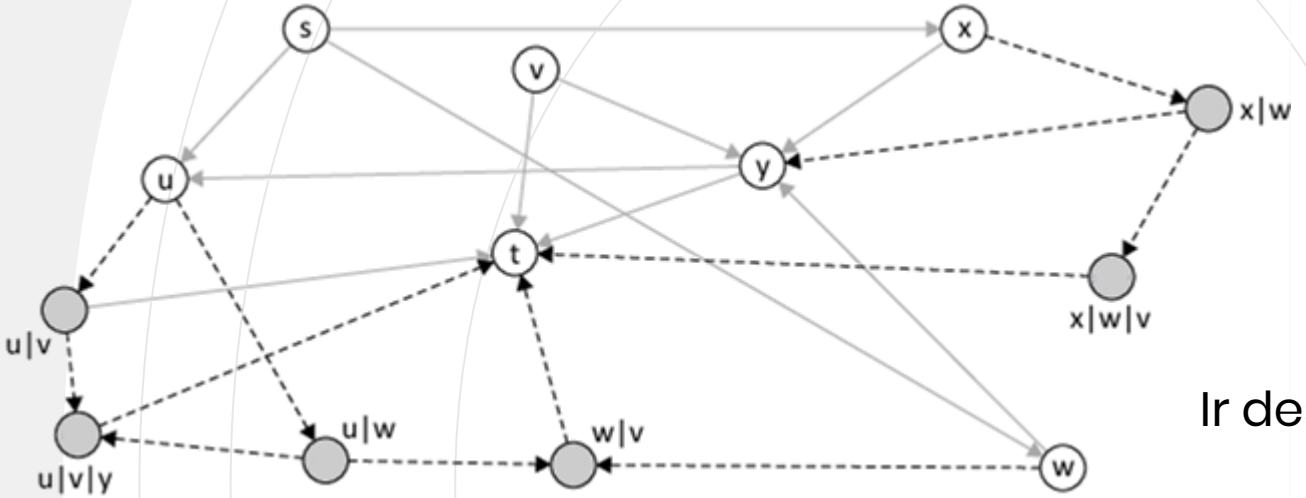
¡Existen nodos equivalentes!

$w \cong u|w \cong x|w$

Instituto de Desarrollo y Diseño INGAR-CONICET-UTN
Melina Vidoni, Aldo Vechietti

Ejemplo de Uso

Recorriendo el grafo G^*



$$f_1 = \{u, v, y, u\}$$
$$f_2 = \{u, w, y, u\}$$
$$f_3 = \{w, v, y\}$$
$$f_4 = \{x, w, v, y, t\}.$$

Problema:
Ir desde S hasta W

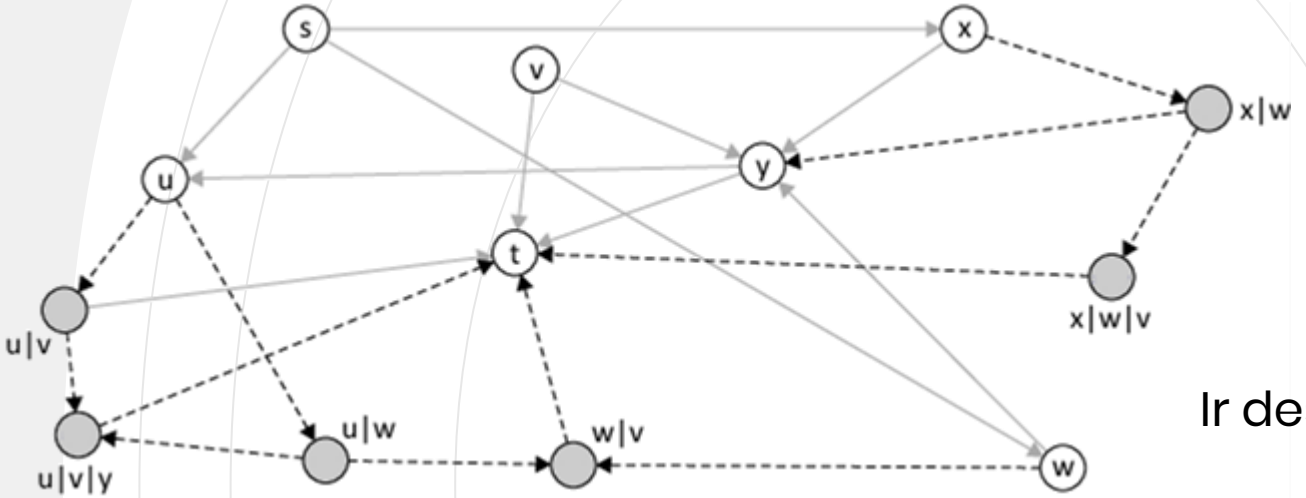
¡Existen nodos equivalentes!

$w \cong u|w \cong x|w$

```
eqNodes <- get_all_nodes(gStar, "w")
> [1] "w"  "u|w"  "x|w"
```

Ejemplo de Uso

Recorriendo el grafo G^*



$$f_1 = \{u, v, y, u\}$$
$$f_2 = \{u, w, y, u\}$$
$$f_3 = \{w, v, y\}$$
$$f_4 = \{x, w, v, y, t\}.$$

Problema:
Ir desde S hasta W

¡Existen nodos equivalentes!

$w \cong u|w \cong x|w$

```
eqNodes <- get_all_nodes(gStar, "w")
> [1] "w"  "u|w"  "x|w"
```

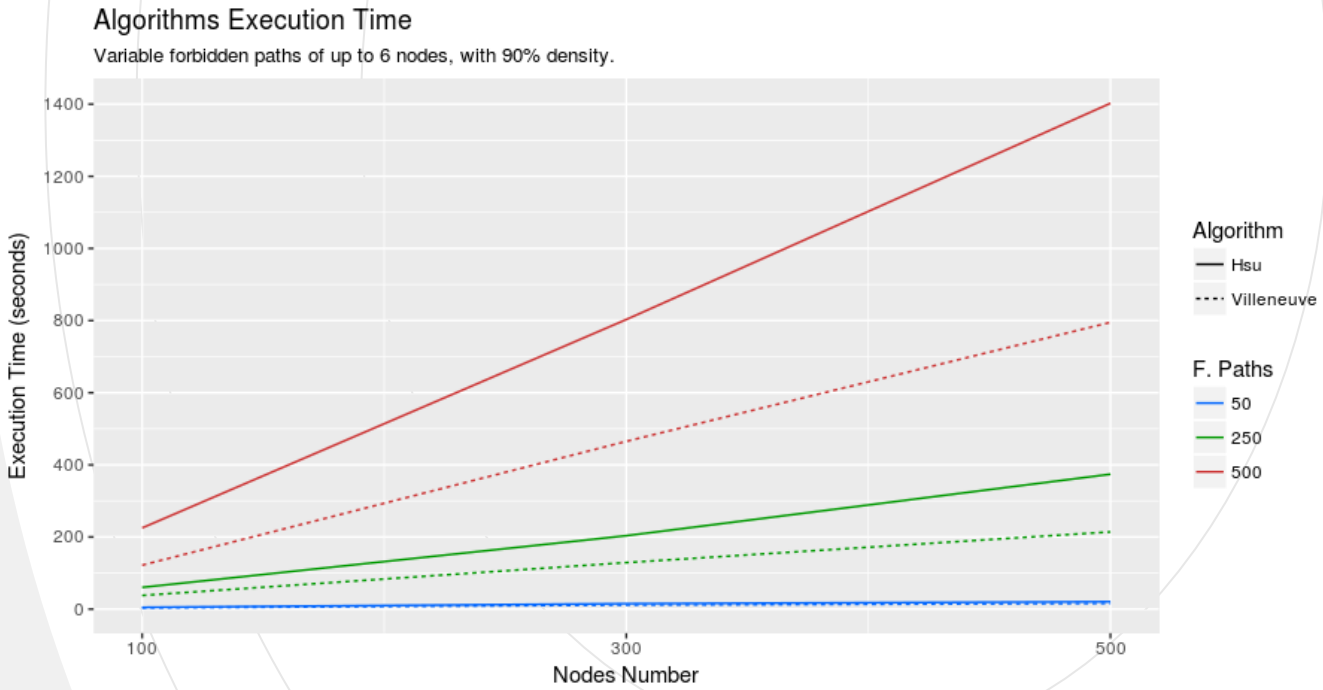
```
igraph::get_shortest_path(gStar, "s",eqNodes[j])
> [1] “s"  "u"  “u|w"
```

Conclusiones

Conclusiones

Parámetros Benchmark:

- ⟶ Número de Nodos
- ⟶ Número de Caminos Prohibidos
- ⟶ Densidad (Número de Arcos)



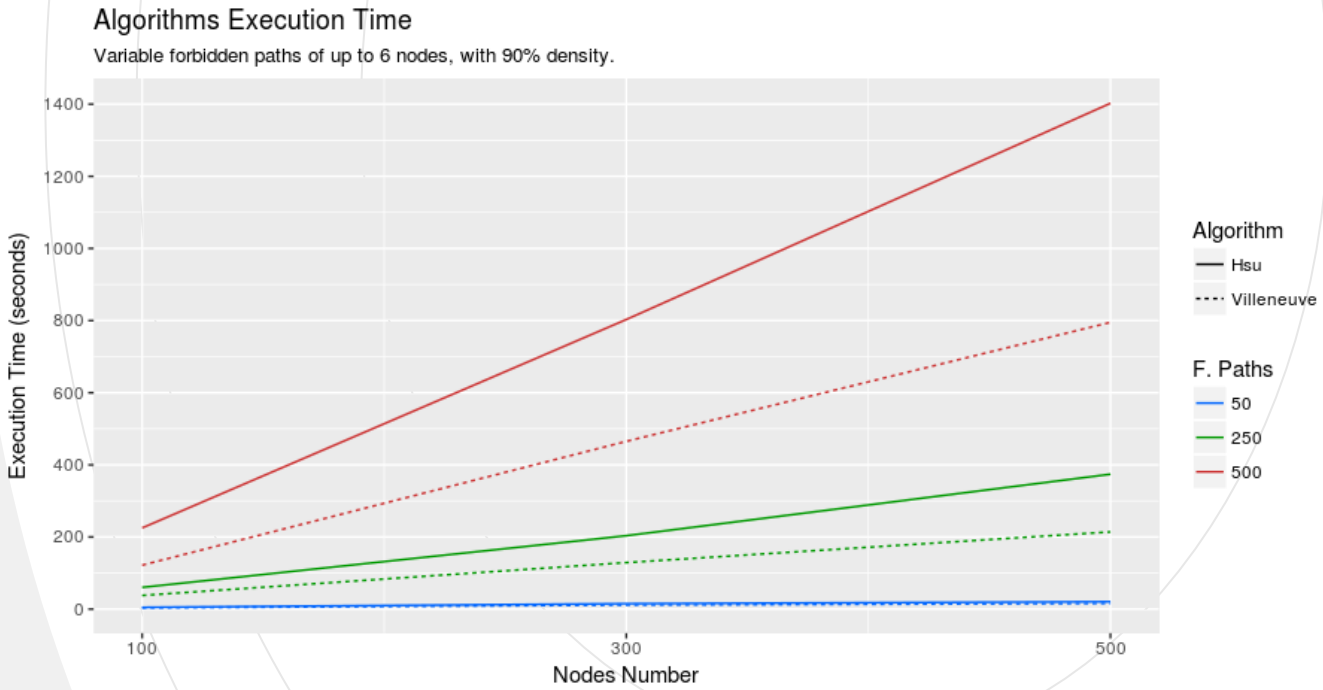
Instituto de Desarrollo y Diseño INGAR-CONICET-UTN
Melina Vidoni, Aldo Vechietti

Conclusiones

Parámetros Benchmark:

- ⟶ Número de Nodos
- ⟶ Número de Caminos Prohibidos
- ⟶ Densidad (Número de Arcos)

Múltiples aplicaciones directas
Programación eficiente y paralela
Gran posibilidad de extensión
Código abierto y disponible



LATINR
Conferencia Latinoamericana sobre el uso de R en Investigación + Desarrollo

Instituto de Desarrollo y Diseño INGAR-CONICET-UTN
Melina Vidoni, Aldo Vechietti

CONICET INGAR


https://melvidoni.github.io/rsppfp/
melinavidoni@santafe-conicet.gov.ar
¡MUCHAS GRACIAS!