

Xarxes mòbils a la connexió física - Pont Rosario (SF) - Victoria (ER) - República Argentina

Gustavo Alberto González Capdevila¹, Gustavo Griebler², Aline Castro Caurio³

¹ Universidad del Aconcagua - Consejo de Investigaciones (CIUDA)
Catamarca 147 - M5500CKC - Mendoza Ciudad - MZ - Argentina

² Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Farroupilha - Campus Avançado
de Uruguaiana - RS - Brasil
Rua Monteiro Lobato, 4442 - Uruguaiana - RS -Brasil

³ Universidade Federal do Pampa - Unipampa
BR-472 - KM. 592 - Uruguaiana - RS - Brasil

info@gonzalezcapdevila.com.ar, gustavogriebler@gmail.com,
alinecastrocaurio@gmail.com

Abstract. *This article describes the theoretical framework and the use of mobile networks in the physical connection or bridge Rosario (SF) - Victoria (ER) located in Argentina. The experiences that are being described in this paper were made on 1 March 2016 in all the extension of this road connection, which is considered one of the most important ones in Latin America. Moreover, it is very interesting to analyze the current status of the mobile network in this site so as to display the results that have been collected with OpenSignal App¹ and Android. Finally, these data must be compared in order to show the current state of mobile networks and allow users to improve connectivity and services offered by operators in this area.*

Resum. *Aquest article descriu el marc teòric i l'ús de les xarxes de telefonia mòbil a la connexió física o Pont Rosario (SF) - Victoria (ER) que es troba a la República Argentina. Les experiències que s'hi han de descriure en aquest treball van ser realitzades el 1 de març de 2016 en tota la extensió d'aquesta connexió vial, que és considerada una de les més importants de l'Amèrica Llatina. D'altra banda, resulta ben interessant analitzar l'actual condició de la telefonia mòbil en aquest lloc per tal d'exhibir els resultats que s'han recollit amb l'OpenSignal App¹ i Android. Finalment, s'han de comparar aquestes dades obtingudes amb la fi de mostrar l'estat actual de les xarxes mòbils, i de permetre als usuaris millorar la connectivitat i els serveis que ofereixen els operadors en aquest indret.*

¹ OpenSignal és una aplicació que permet establir una connexió millor en temps real. Més informació:
www.opensignal.com

1. Introducció

El desenvolupament de les xarxes de telefonia mòbil en tot el món és increïble, però, molt especialment a l'Amèrica Llatina durant aquesta darrera dècada amb l'evolució tecnològica del 2G, 3G, 4G, 5G, ...

La motivació principal d'aquest article es basa en el rellevament de la condició actual de les xarxes de telefonia mòbil a la connexió física - Pont Rosario (Santa Fe: SF) - Victoria (Entre Ríos: ER), que es diu "Nostra Senyora del Rosari"² i que està situada a la Regió Litoral (República Argentina)², per tal d'obtenir informació en temps real dels estats dels serveis que ofereixen els operadors durant els 59 kilòmetres d'extensió. D'aquesta manera, n'és possible conèixer quina xarxa mòbil és millor i quins serveis ofereix un operador en un determinat indret d'aquesta connexió vial.

En suma, aquest article es basa en el marc referencial de les recerques realitzades en diferents llocs de la Regió Patagònica (Argentina - Xile) i de la frontera Argentina - Brasil, entre d'altres (González Capdevila; Griebler i Castro Caurio, 2015).

2. Xarxes de comunicacions sense fil

També coneguda com a *comunicacions sense fil* o *wireless*, és una tecnologia que no necessita l'ús de cables telefònics, coaxials o òptics i que es fan servir per a realitzar connexions en zones molt poblades i, especialment, en llocs aïllats on resulta ben difícil instal·lar-ne una estructura de cablejat convencional (Furgeri, 2005).

Alhora, existeixen tres tipus de xarxes que són les més difoses i conegudes: *àrea local*, *metropolitana* i *àrea extensa*. Les xarxes sense fils pertanyen a xarxes locals i l'acrònim és LAN (Xarxa d'Àrea Local). L'estàndard que rep la xarxa sense fils és 802.11. En aquestes xarxes hi ha clients i servidors. Els clients són dispositius (aplicacions informàtiques o ordinadors) que es connecten a les xarxes i que han de servir a aquests dispositius mitjançant punts d'accés. L'estàndard 802.11 hi ha evolucionat al llarg del temps fins a l'última evolució que va ser el 802.11n el 2009. Això també va representar l'evolució de la velocitat de connectivitat (Tanenbaum, Wetherall, 2011).

D'altra banda, alguns problemes amb la xarxa sense fils poden ser la qualitat del senyal que empitjora amb relació a la distància del punt d'accés i a la seguretat, tenint en compte que la radiodifusió permet a altres persones capturar els paquets que es transmeten. Pel que fa a la qüestió de la seguretat, s'hi han desenvolupat tecnologies de xifrat com WEP (Wired Equivalent Privacy), WPA (Wi-Fi Protected Access) i WPA2 (Tanenbaum, Wetherall, 2011).

² Aquesta connexió és identificada com a Ruta Nacional RA-174.

3. Telefonia mòbil

La telefonia mòbil ha incrementat el nombre de subscriptors al món abruptament en un període de 15 anys, és a dir, de 34 milions de dòlars el 1993, a quatre milions de dòlars el 2008, fet que en demostra la importància d'aquesta tecnologia (Kurose, Ross, 2010).

L'evolució del telèfon mòbil està marcat per quatre fases diferents. En primer lloc, la primera generació (1G) que va treballar el tema de la veu analògica, una primera iniciativa per a operar-hi els telèfons mòbils. La segona generació (2G) de veu digital va sorgir amb més seguretat perquè la veu digital pot ser encriptada. La tercera generació (3G) va portar les dades digitals amb la creixent necessitat de l'ús d'Internet. La quarta generació (4G) està sent implementada a l'Amèrica Llatina.

Finalment, la promesa donada per la tecnologia és el creixement de l'amplada de banda, la ubiqüitat i l'alta qualitat de servei per a aplicacions multimèdia (Tanenbaum, Wetherall, 2011).

4. Experiències realitzades a la connexió vial “Rosario - Victoria”

4.1. Introducció

En aquesta secció s'han de descriure els resultats obtinguts dels diferents tests realitzats el dimarts 1 de març de 2016 de les xarxes de telefonia mòbil a la connexió vial - Pont Rosario - Victoria, que travessa el riu Paranà, considerat un dels més cabalosos i llargs del món.

Per a tal propòsit, els autors van fer servir dos telèfons mòbils marca Samsung Galaxy S4 mini, model: GT-19190 on cadascú d'ells tenia inserit un xip pertanyent a l'empresa argentina Movistar.

A més a més, cal destacar que existeix al mercat actual el programari *OpenSignal*, propietat d'OpenSignal Inc. La versió instal·lada i que es va utilitzar és la 3.61, publicada el 20 de desembre de 2015. Per tant, en aquest treball es va realitzar una comparació entre els resultats obtinguts pel sistema operatiu *Android* en relació a l'*OpenSignal*.

D'altra banda, és molt important destacar que les proves o experiències van ser realitzades més d'una vegada en diferents llocs i moments de la connexió vial. Posteriorment, els resultats van canviar segons les següents variables: estat del temps (Ex.: vent, nuvolositat, etc.) i localització de l'aparell (Ex.: dintre o fora d'un indret), entre d'altres.

En suma, aquestes experiències van ser organitzades en diferents llocs de la connexió vial on l'*OpenSignal* va mostrar canvis d'importància. A més a més, s'hi han de fer servir mapes de Google Maps ³ amb la finalitat només d'identificar els llocs testejats.

³ © 2016 Google. Inav /Geosistemas SRL.

De seguida, la figura 1 mostra un mapa de la connexió vial “Rosario - Victoria” on es van realitzar aquestes experiències de telefonia mòbil i de tràfic de dades:

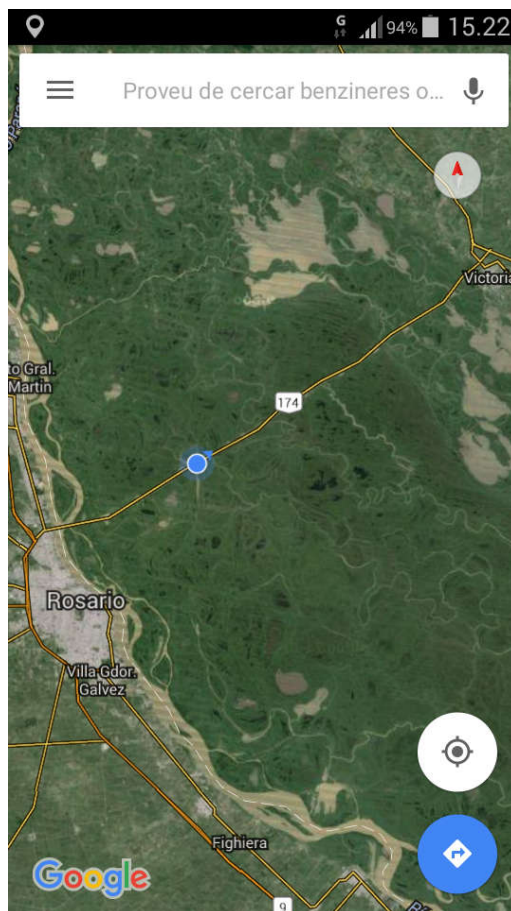


Figura 1. Mapa de la connexió vial o “Pont Rosario - Victoria”

Tot seguit, es mostra una taula de dades generals dels llocs analitzats:

Taula 1. Dades generals dels llocs analitzats

Dades generals					
LLOC	Km 0	Km 5	Km 20	Km 41	Km 59
DATA	01/03/2016	01/03/2016	01/03/2016	01/03/2016	01/03/2016
HORA	14:45 - 14:55 17:05	15:02 - 15:12 i 16:53	15:22 - 15:28 i 16:45	15:42 - 15:50 i 16:31 - 16:34	16:03-16:16
PROVINCIA	SF (Santa Fe)	ER (Entre Rios)	ER (Entre Rios)	ER (Entre Rios)	ER (Entre Rios)
REGIO	Litoral	Litoral	Litoral	Litoral	Litoral
PAIS	Argentina	Argentina	Argentina	Argentina	Argentina

4.2. Anàlisi dels resultats dels tests realitzats

En aquesta secció s'ha de mostrar els resultats obtinguts dels tests realitzats en diferents llocs de la connexió vial, fent servir l'aplicació per a Android *OpenSignal* als indrets establerts: Km. 0⁴, Km. 5⁵, Km. 20, Km. 41 i Km. 59⁶:

Taula 2. Panell Principal (Antenes) de l'OpenSignal al Km. 0

OpenSignal			
Panell	Antenes		
			

⁴ Km. 0: Inici del Pont "Rosario - Victoria" (Nostra Senyora del Rosari).

⁵ Km. 5: Peatge.

⁶ Km. 59: Finalització del Pont "Rosario - Victoria" (Nostra Senyora del Rosari).

Per tal de comprendre correctament la taula anterior, n'és imprescindible definir les categories més rellevants: CID, LAC i dBm.

- dBm: És una unitat de mesura de potència expressada en decibels (dB) i relativa a un milivat (mW). A més a més, és utilitzada en xarxes d'ordinadors i en telefonia mòbil, entre d'altres.
- CID: De l'anglès *Cell Identifier*, és un identificador de la cèl·lula actual.
- LAC: De l'anglès *Location Area Code*, és un codi identificador d'àrea únic per a cada regió d'un país.

La següent figura mostra que durant els tests realitzats al Km. 0, el CID va canviar per tal d'obtenir una millor potència que és expressada per la unitat de mesura dBm:

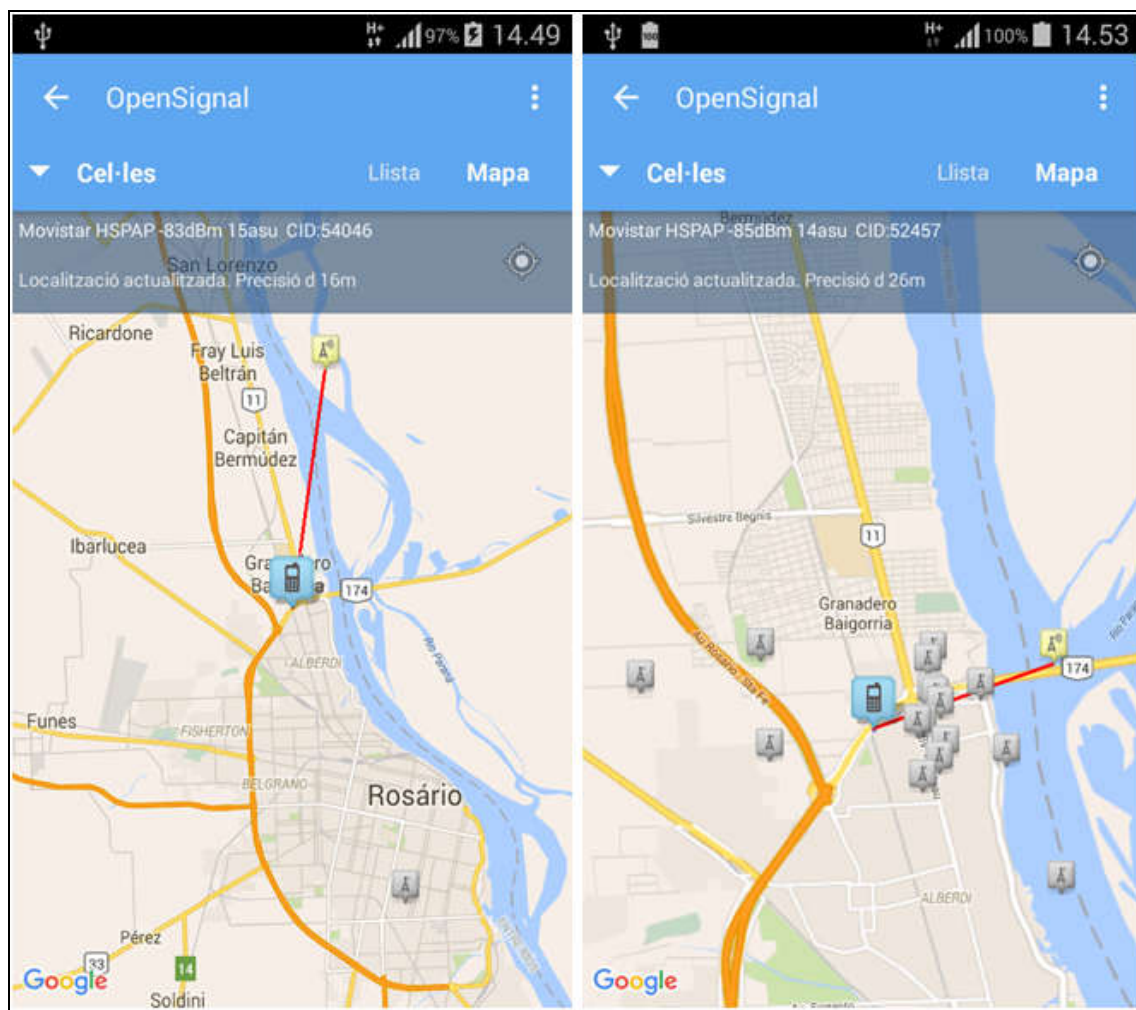
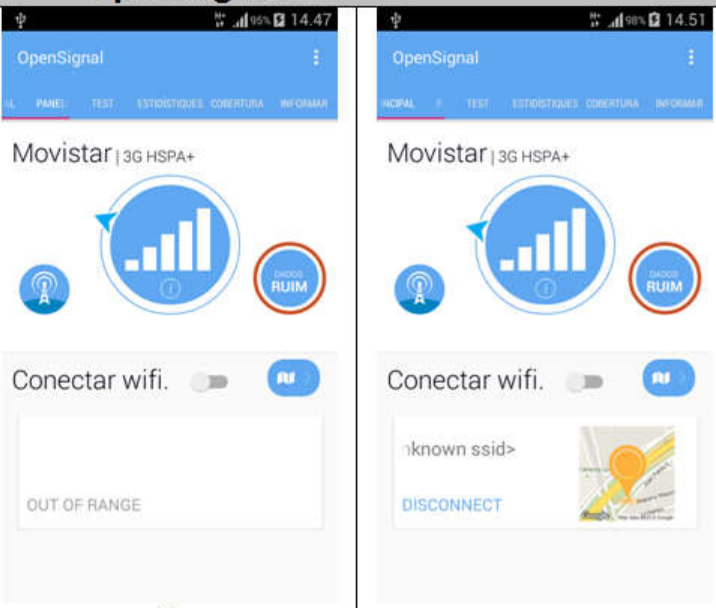


Figura 2. CIDs detectats al Km. 0

Taula 3. Panell Principal (Dades i Operador) de l'OpenSignal al Km. 0

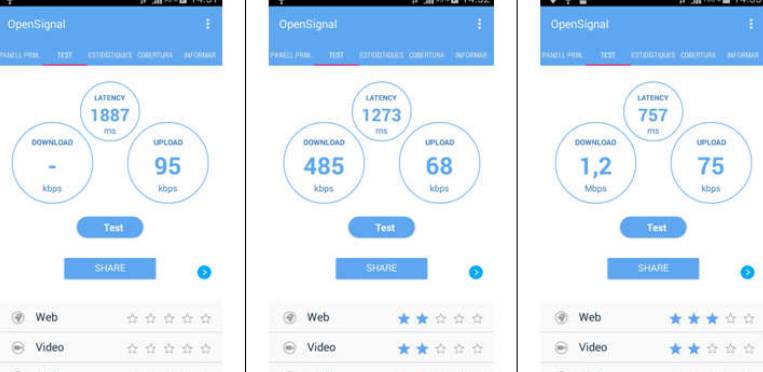
OpenSignal		
Panell	Dades i Operador	
		1

¹ “Sense dades” és l’expressió equivalent en català de “Datos ruim”.

En la taula “Panell: Dades i Operadors” és molt important definir la categoria 3G HSPA (*High-Speed Packet Access*) que és la combinació de tecnologies posteriors i complementàries a la 3a generació de telefonia mòbil (3G), com són el 3.5G o HSDPA, 3.5G Plus i 3.75G o HSUPA.

La taula anterior mostra que 3G HSPA+ és detectada en els dos casos analitzats al Km. 0. No obstant això, no va ser possible obtenir resultats de dades de transferència (Llegenda: *sense dades*) tot i que el dispositiu va establir connexions d’Internet, WhatsApp i altres serveis disponibles, fet que resulta ben curiós.

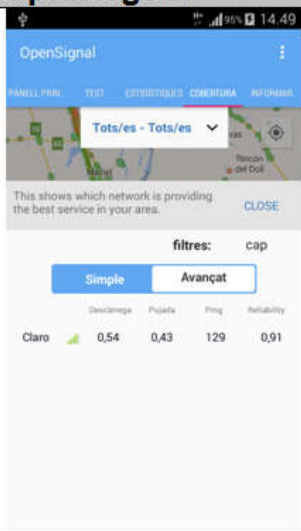
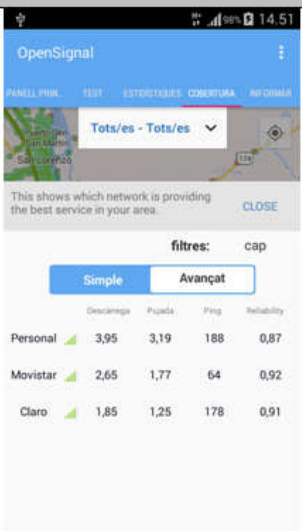
Taula 4. Test de l'OpenSignal al Km. 0

OpenSignal		
Test	Latència (Latency)	
	Descàrrega (Download)	
	Pujada (Upload)	

La taula anterior mostra els valors detectats de latència (latency), descàrrega (download) i pujada (upload). Noteu que en un interval de temps de pocs minuts, els nombres obtinguts per al cas de la descàrrega varien des de 0 fins a 1,2 Mbps i, evidentment, són valors molt heterogenis i extrems. Malgrat això, els valors obtinguts de latència oscil·len entre 1887 i 757 ms⁷ durant un interval de quatre minuts.

Finalment, els valors de pujada són inferiors a 100 Kbps, més específicament, 95 Kbps a les 14:51, 68 Kbps a les 14:52 i, per últim, 75 Kbps a les 14:55.

Taula 5. Cobertura de l'OpenSignal al Km. 0

OpenSignal			
Cobertura	NetworkRank (Senyals detectades)		

D'altra banda, es pot observar en les pantalles capturades de la taula anterior que els operadors de telefonia mòbil detectats són diferents. En el primer cas, el telèfon mòbil només pot trobar l'operador *Claro*, però, al segon cas, i després de dos minuts, es mostren els tres operadors oficials a l'Argentina.

Noteu que si bé l'operador per defecte del dispositiu utilitzat per a realitzar els tests és *Movistar*, aquest identifica en primer lloc a l'operador *Personal* que té valors millors de *descàrrega*, *pujada*, *ping* i *reliability* (confiabilitat). Per exemple, el valor de *descàrrega* de *Personal*, *Movistar* i *Claro* són respectivament de 3,95; 2,66 i 1,85 Mbps.

⁷ ms és el temps en mil·lisegons de retard en enviar i rebre informació entre un dispositiu i un servidor.

Taula 6. Panell Principal (Antenes) de l'OpenSignal al Km. 5

The figure consists of four screenshots of the OpenSignal app, arranged in a 2x2 grid. Each screenshot shows a list of cellular network data for a specific location in Barcelona. The data includes the CID/LAC, the signal strength in dBm, and a visual representation of the signal strength (a bar chart). The locations are: 1. Top left (Panell), 2. Top right (Antenes), 3. Bottom left (Barceloneta), and 4. Bottom right (Barceloneta).

Location	CID / LAC	dBm
Panell	59262 / 2431	-93
	53083 / 2431	-115
	54046 / 2431	-115
	52457 / 2431	-115
	53118 / 2431	-115
	50757 / 2431	-115
	59267 / 2431	-115
	2471 / 2401	-115
	56484 / 2431	-115
	54529 / 2461	-115
Antenes	59262 / 2431	-91
	53083 / 2431	-115
	54046 / 2431	-115
	52457 / 2431	-115
	53118 / 2431	-115
	50757 / 2431	-115
	59267 / 2431	-115
	2471 / 2401	-115
	56484 / 2431	-115
	54529 / 2461	-115
Barceloneta	59262 / 2431	-89
	53118 / 2431	-115
	52457 / 2431	-115
	56486 / 2431	-115
	53117 / 2431	-115
	54047 / 2431	-115
	29560 / 2401	-115
	54529 / 2461	-115
	53450 / 2431	-115
	2535 / 2401	-115
Barceloneta	59262 / 2431	-91
	53118 / 2431	-115
	52457 / 2431	-115
	56486 / 2431	-115
	53117 / 2431	-115
	54047 / 2431	-115
	29560 / 2401	-115
	54529 / 2461	-115
	53450 / 2431	-115
	2535 / 2401	-115

Si es realitza una comparació entre les taules 2 i 6 per als valors obtinguts als kilòmetres 0 i 5 respectivament, noteu que en la darrera taula el CID no canvia (59262) respecte l'altra (54046 i 52457).

D'altra banda, els valors de dBm d'ambdues taules en tenen una petita variació: (-89; -93) i (-81; -85) respectivament. A més, la diferència entre les duples és de 4 dBm en ambdós casos.

A la següent figura s'observa que durant els tests realitzats al Km. 5, el CID no va canviar (59262), i la localització actualitzada té una precisió que oscil·la entre 20 i 23m:

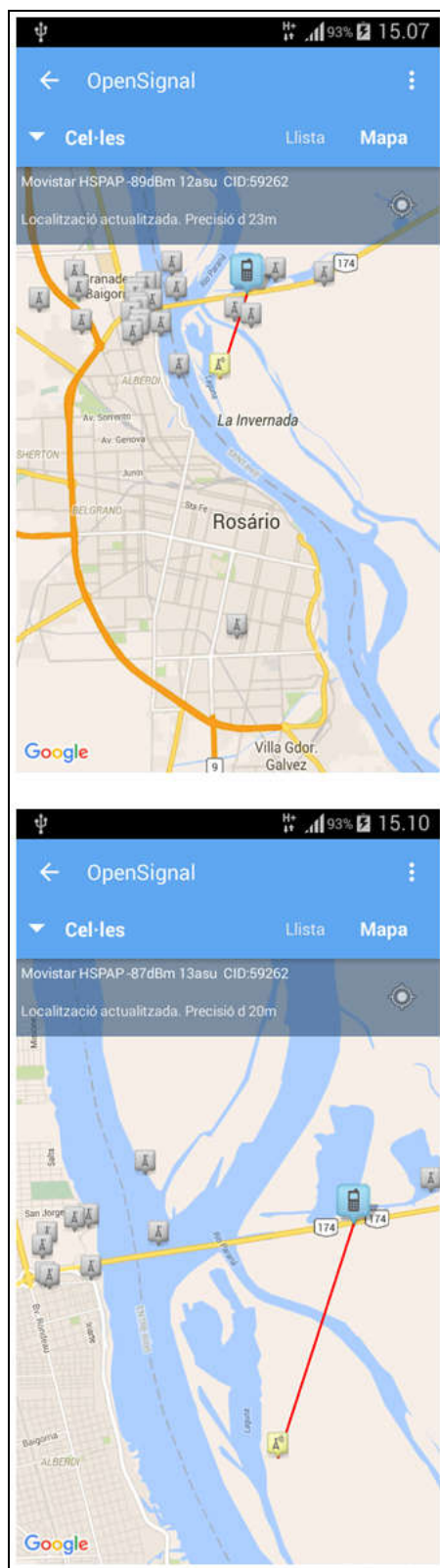
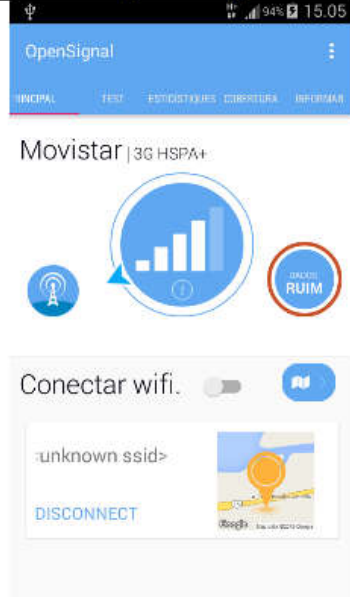


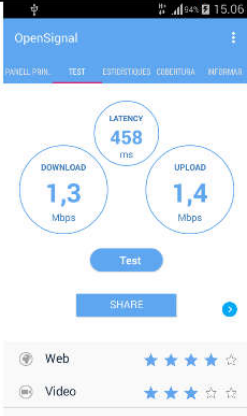
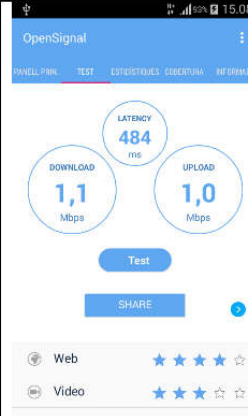
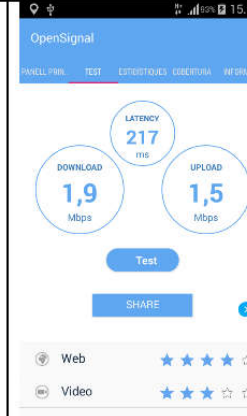
Figura 3. CID detectat al Km. 5

Taula 7. Panell Principal (Dades i Operador) de l'OpenSignal al Km. 5

OpenSignal		
Panell	Dades i Operador	

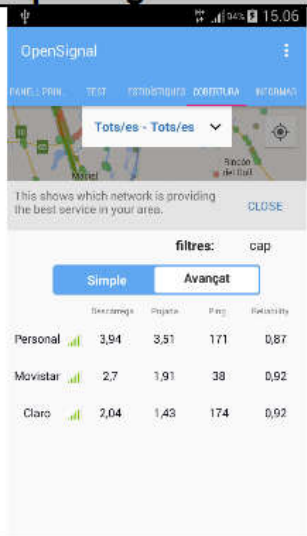
A la taula anterior, a l'igual que la 3, s'observa l'estàndard 3G HSPA+ i tampoc va ser possible obtenir resultats de dades de transferència (Llegenda: *sense dades*), tot i que el telèfon mòbil va establir connexions d'Internet, WhatsApp i altres serveis disponibles, fet que resulta també ben curiós.

Taula 8. Test de l'OpenSignal al Km. 5

OpenSignal		
Test	Latència (Latency)	
	Descarrega (Download)	
	Pujada (Upload)	

La taula anterior mostra els valors detectats de latència (latency), descàrrega (download) i pujada (upload). Noteu que en un interval de temps de pocs minuts, els nombres obtinguts per al cas de la descàrrega, varien des de 1,1 fins a 1,9 Mbps, situació ben diferent si es compara el mateix cas de la taula 4. A més, entre els valors per a la latència i la pujada no s'observa una oscil·lació significativa.

Taula 9. Cobertura de l'OpenSignal al Km. 5

OpenSignal		
Cobertura	NetworkRank (Senyals detectades)	

La taula anterior de cobertura de l'OpenSignal al Km. 5 mostra valors més homogenis amb relació a la mateixa taula del Km 0. Malgrat això, l'ordre dels operadors telefònics detectats és el mateix en ambdues taules, és a dir: 1º *Personal*, 2º *Movistar* i 3º *Claro*.

D'altra banda, la taula 10 mostra que el CID resultant és el mateix durant tot el temps que han durat els tests, és a dir, 20693, mentre que la potència del senyal és mitjana:

Taula 10. Panell Principal (Antenes) de l'OpenSignal al Km. 20

OpenSignal		
Panell	Antenes	

De seguida, s'observa que al Km. 20 el CID és únic (20693), i la localització actualitzada té una precisió que oscil·la entre 15 i 28m:

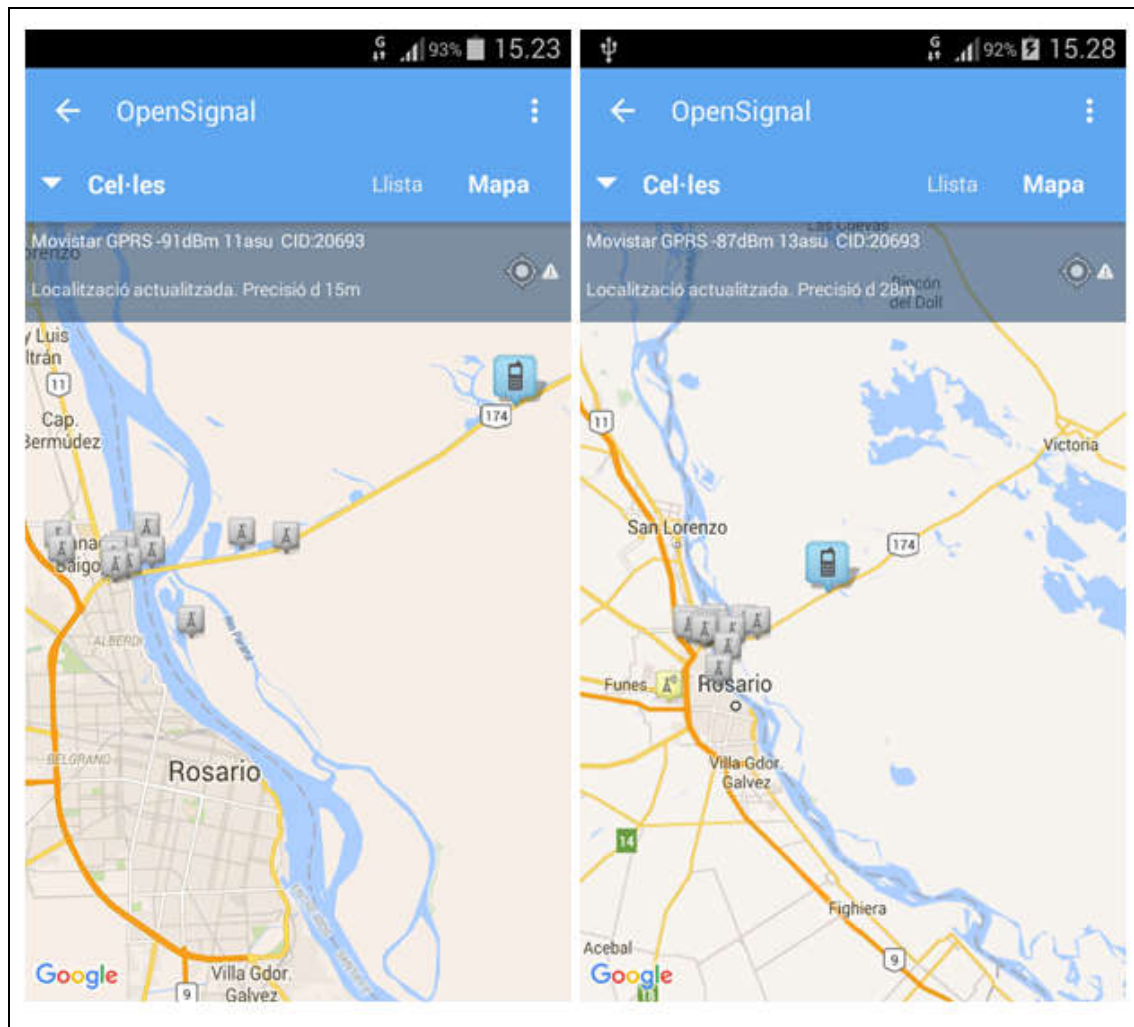
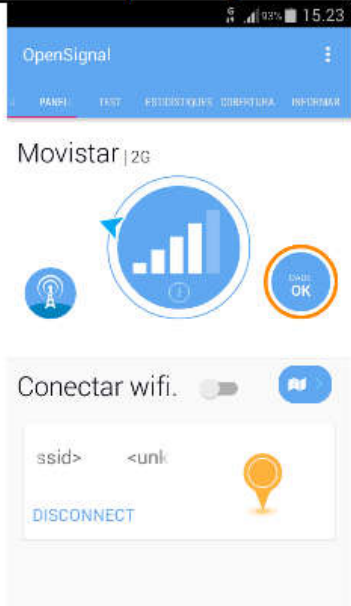
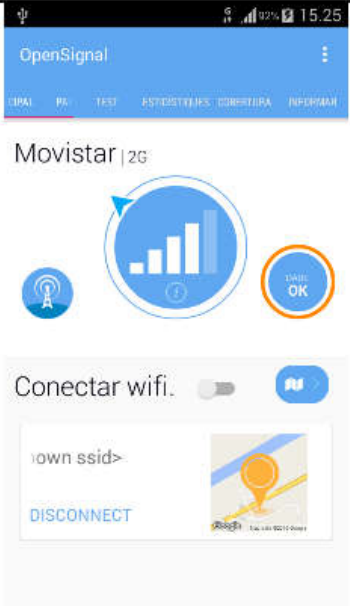


Figura 4. CID detectat al Km. 20

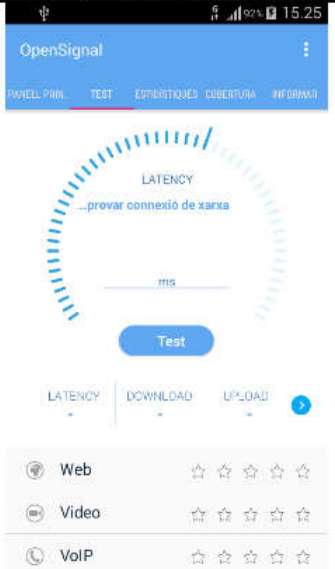
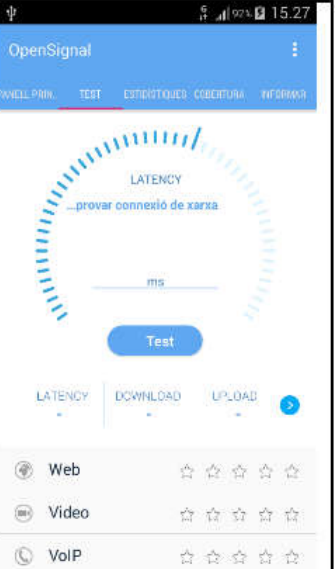
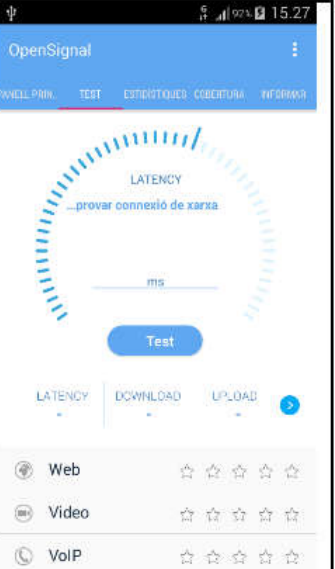
A la taula següent, s'observa l'estàndard de la segona generació de telefonia mòbil (2G) que no s'ha detectat fins al moment. Per tant, dos fets són ben curiosos:

1. A diferència de la mateixa taula del Km. 5, s'han obtingut resultats de dades de transferència (Llegenda: *dades OK*), i el telèfon mòbil va establir connexions d'Internet, WhatsApp i altres serveis disponibles.
2. La tecnologia 2G va funcionar millor que el 3G HSPA+ al Km. 20. La mateixa situació va esdevenir al Km. 0.

Taula 11. Panell Principal (Dades i Operador) de l'OpenSignal al Km. 20

OpenSignal		
Panell	Dades i Operador	
		

Taula 12. Test de l'OpenSignal al Km. 20

OpenSignal		
Test	Latència (Latency)	
	Descarrega (Download)	
	Pujada (Upload)	

A la taula anterior no va ser possible mostrar els valors de latència (latency), descàrrega (download) i pujada (upload) fent servir l'aplicació OpenSignal.

D'altra banda, no es va poder navegar ni descarregar correu durant l'anada (15:22-15:28, hora local) però contràriament a la tornada (16:45, hora local). Per tant, sorgeix la següent qüestió obligatòria: Què està passant al Km. 20?

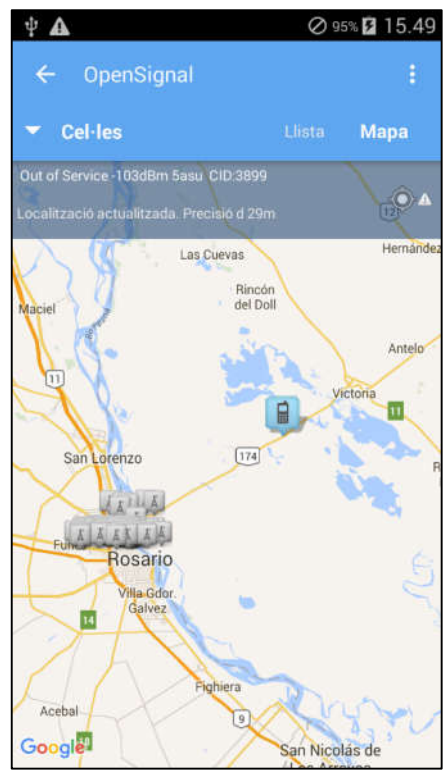
Per acabar l'anàlisi realitzat al Km. 20, es mostra la següent taula que conté els valors de descàrrega, pujada, ping i confiabilitat (*reliability*).

Noteu que si bé l'operador per defecte del dispositiu utilitzat per a realitzar els tests és *Movistar*, aquest identifica en primer lloc a l'operador *Claro* (a la pantalla capturada a les 15:24) i *Personal* (a la pantalla capturada a les 15:26). Si es fa una comparació entre les dues pantalles, els valors obtinguts són ben diferents en els casos de *descàrrega*, *pujada*, *ping* i *reliability* (confiabilitat).

Finalment, aquests valors observats han canviat en l'inici dels mesuraments i s'hi han mantingut durant el temps que ha durat l'anàlisi al Km. 20.

Taula 13. Cobertura de l'OpenSignal al Km. 20

		OpenSignal																							
Cobertura	NetworkRank (Senyals detectades)	OpenSignal																							
		OpenSignal																							
		<table><tr><th></th><th>Descàrrega</th><th>Pujada</th><th>Ping</th><th>Reliability</th></tr><tr><td>Claro</td><td>1,81</td><td>1,2</td><td>179</td><td>0,91</td></tr><tr><td>Movistar</td><td>2,62</td><td>1,75</td><td>74</td><td>0,91</td></tr><tr><td>Personal</td><td>3,84</td><td>3,1</td><td>186</td><td>0,87</td></tr></table>					Descàrrega	Pujada	Ping	Reliability	Claro	1,81	1,2	179	0,91	Movistar	2,62	1,75	74	0,91	Personal	3,84	3,1	186	0,87
	Descàrrega	Pujada	Ping	Reliability																					
Claro	1,81	1,2	179	0,91																					
Movistar	2,62	1,75	74	0,91																					
Personal	3,84	3,1	186	0,87																					
		<table><tr><th></th><th>Descàrrega</th><th>Pujada</th><th>Ping</th><th>Reliability</th></tr><tr><td>Personal</td><td>3,87</td><td>3,1</td><td>184</td><td>0,87</td></tr><tr><td>Movistar</td><td>2,61</td><td>1,75</td><td>74</td><td>0,91</td></tr><tr><td>Claro</td><td>1,82</td><td>1,21</td><td>179</td><td>0,91</td></tr></table>					Descàrrega	Pujada	Ping	Reliability	Personal	3,87	3,1	184	0,87	Movistar	2,61	1,75	74	0,91	Claro	1,82	1,21	179	0,91
	Descàrrega	Pujada	Ping	Reliability																					
Personal	3,87	3,1	184	0,87																					
Movistar	2,61	1,75	74	0,91																					
Claro	1,82	1,21	179	0,91																					



Amb relació a l'anàlisi realitzat al Km. 41, s'observen, a les següents pantalles capturades entre les 15:44 i les 15:50, que el senyal és molt feble; fins i tot desapareix, és a dir, que el telèfon mòbil mostra la llegenda: *sense servei*.

D'altra banda, els CIDs que s'han detectat, canvien d'una manera alternada entre 3899 i 3900, en dues ocasions.

Noteu, finalment, que la pantalla de les 15:49 mostra un cercle prohibit dalt a la dreta de la pantalla i que indica l'absència de senyal mòbil. També, cal destacar que dalt a la esquerra de la pantalla s'observa un indicador de precaució en forma de triangle.

Taula 14. Panell Principal (Antenes) de l'OpenSignal al Km. 41

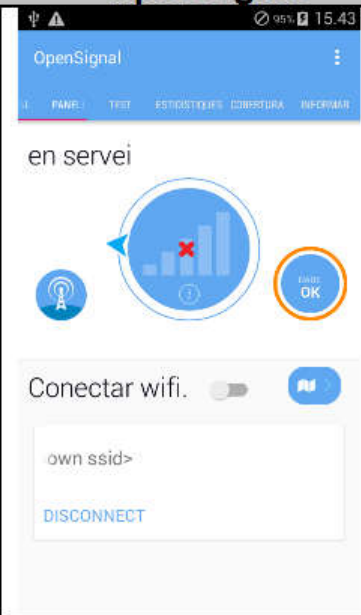
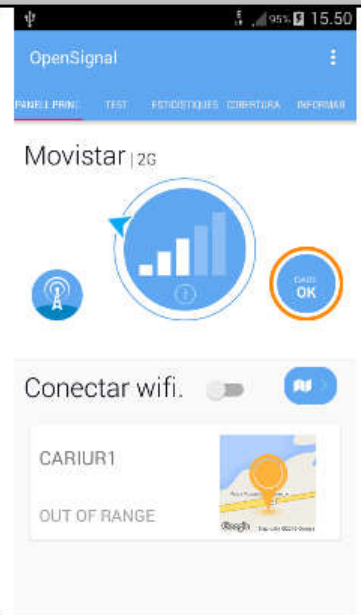
OpenSignal			
Panell	Antenes		

La següent pantalla és, en veritat, molt curiosa per diferents motius. La pantalla de les 15:43 mostra un cercle prohibit i un indicador de precaució que indica, com s'ha dit, que no es detecta senyal al mòbil. Malgrat això, s'observa l'indicador *dades OK* que, inicialment, sembla una contradicció.

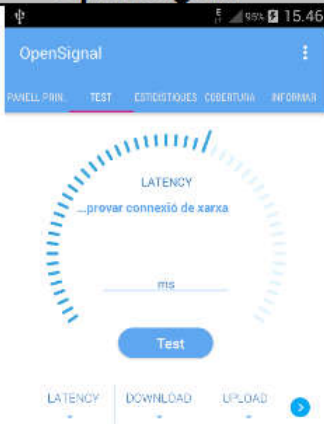
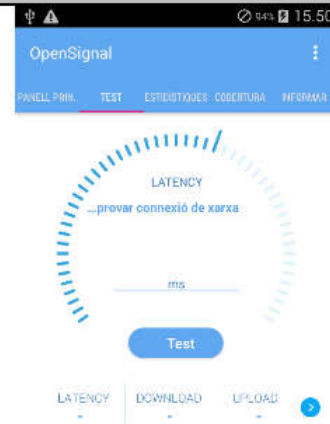
A més, si s'analitza la creu vermella de l'indicador de potència del senyal, resulta coherent respecte els indicadors mencionats abans, i que la llegenda *dades OK* no tindria una explicació aparent. Finalment, cal destacar que després de set minuts s'ha pogut mostrar la segona pantalla, que es troba a la dreta de la següent taula, on s'observa

un senyal 2G que té una potència feble de l'operador *Movistar*, i que mostra els serveis de dades actius (OK).

Taula 15. Panell Principal (Dades i Operador) de l'OpenSignal al Km. 41

OpenSignal		
Panell	Dades i Operador	
		

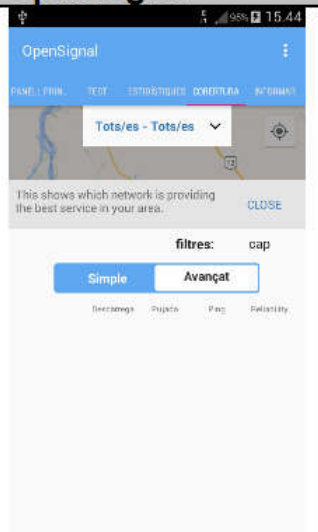
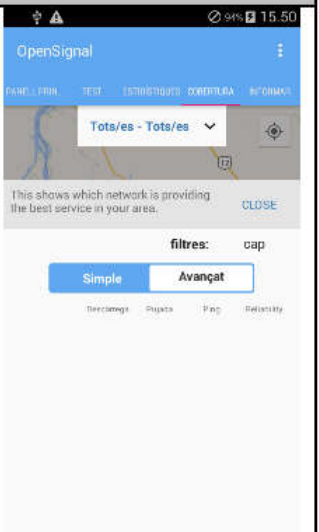
Taula 16. Test de l'OpenSignal al Km. 41

OpenSignal		
Test	Latència (Latency)	
	Descarrega (Download)	
	Pujada (Upload)	

D'altra banda, la taula anterior mostra el test de l'OpenSignal al Km. 41. Aquí s'observa que el senyal feble o inexistent és la raó de la impossibilitat de detecció dels valors de *latència* (latency), *descàrrega* (download) i *pujada* (upload).

Aquest fet s'observa a la següent taula on l'OpenSignal no hi ha pogut detectar cap operador de telefonia mòbil. Noteu, a més a més, que es mostra els indicadors del cercle prohibit i el triangle de precaució.

Taula 17. Cobertura de l'OpenSignal al Km. 41

OpenSignal			
Cobertura	NetworkRank (Senyals detectades)		

D'altra banda, després d'una hora i mitja de recórrer el trajecte vial des del Km. 0, s'ha arribat a la fi de la connexió vial "Rosario (SF) - Victoria (ER)" a la República Argentina, exactament al Km. 59. D'aquesta manera, s'ha travessar el delta del riu Paranà que és considerat un dels més grans i d'una bellesa increïble i que té una fauna i una flora que val la pena conèixer.

Els tests es van realitzar a la rotonda d'accés a la ciutat de Victoria (ER). En aquell lloc, la potència dels senyals detectats és mitjana i, en dos casos, excel·lent en relació a les del Km. 0. No obstant això, cal destacar que els CIDs canvien en tres ocasions: 56463, 56465 i 51239 (s'observa en dues vegades de la taula següent).

Com s'ha mostrat en altres taules, la variació dels valors de dBm només és de quatre decibels (dB) i relativa a un milivat (mW). Per tant, la coherència en relació al Km. 0 és semblanta.

Finalment, la llista d'antenes detectades amb els valors de CID/LAC respectivament, és molt important a excepció de la darrera pantalla capturada.

Taula 18. Panell Principal (Antenes) de l'OpenSignal al Km. 59

OpenSignal			
Panell	Antenes		
			

A més a més, la figura 5 mostra alguns dels CIDs detectats pel telèfon mòbil durant el test (51239 i 51241). Noteu que les oscil·lacions dels CIDs són molt importants tenint en compte l'interval de temps dels tests.

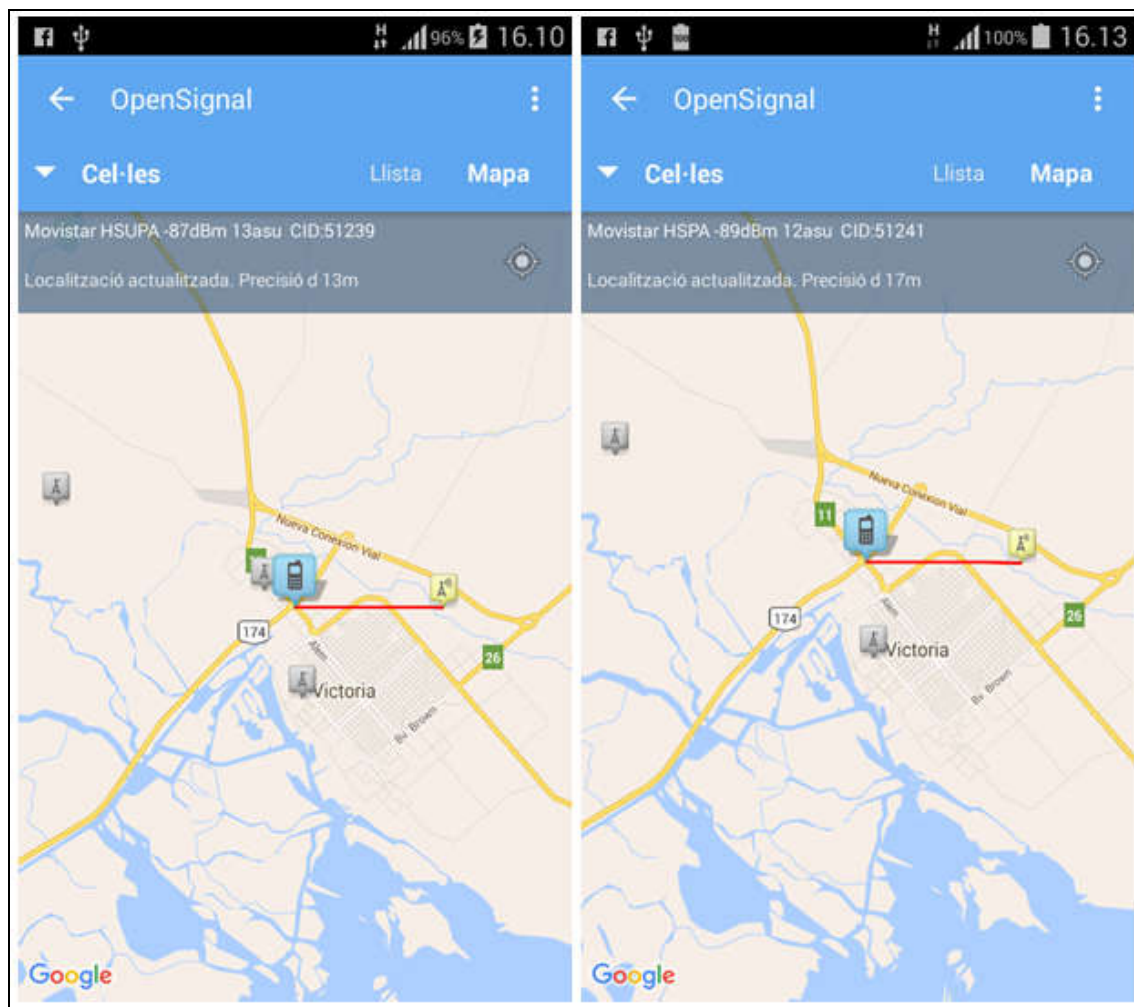
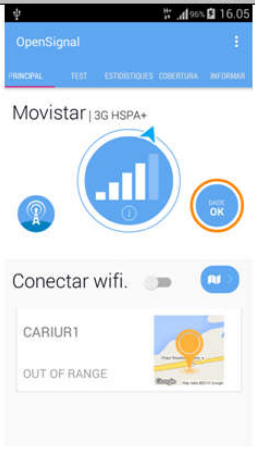
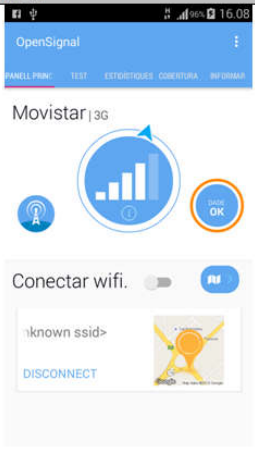
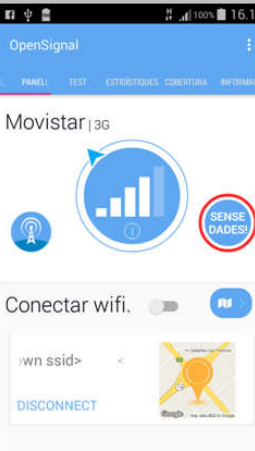


Figura 5. CID detectat al Km. 59

A la taula següent s'observa que els senyals són de tercera generació de tecnologia mòbil (3G). Les pantalles capturades a les 15:05 i 15:08 han detectat 3G HSPA+ mentre que la darrera pantalla de les 16:13, només tecnologia 3G.

Resulta ben curiós que en aquesta última pantalla no s'hi hagin detectat dades tenint en compte que al mateix indret va ser possible l'ús dels serveis de dades sense cap problema (correu, WhatsApp, Internet, etc.) com es mostra a les altres pantalles.

Taula 19. Panell Principal (Dades i Operador) de l'OpenSignal al Km. 59

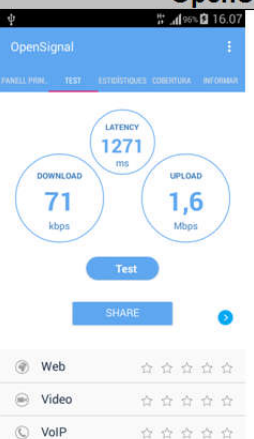
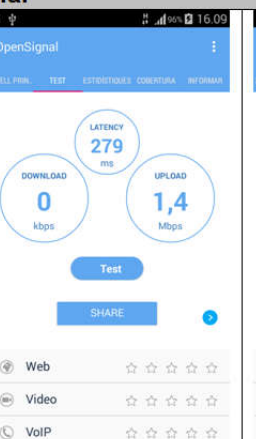
OpenSignal			
Panell	Dades i Operador		
			

D'altra banda, noteu que la taula 20 mostra dades de latència, descàrrega i pujada que són ben heterogènies.

Respecte la latència, s'observa que el retard varia entre 279 i 1271ms. La descàrrega es troba entre 0 Kbps i 1,2 Mbps, és a dir, una variació ben significativa, i la pujada també oscil·la entre valors extrems: de 0 Kbps fins a 1,6 Mbps.

En suma, les oscil·lacions dels valors que mostra la taula no semblen coherents perquè s'ha pogut descarregar correus, enviar WhapsApp i navegar a Internet sense cap problema durant l'interval de temps que comença a les 16:03 i que finalitza a les 16:16.

Taula 20. Test de l'OpenSignal al Km. 59

OpenSignal			
Test	Latència (Latency)		
	Descarrega (Download)		
	Pujada (Upload)		

Per acabar l'anàlisi fent servir l'OpenSignal, s'observa de seguida els operadors de telefonia mòbil que detecta el programari. Un detall important és que la empresa *Personal* es mostra a les 16:06 i a les 16:14. No obstant això, a les 16:08 el senyal principal és *Claro*. Llavors, l'operador canvia de *Personal* a *Claro* i, finalment, torna a *Personal*. Noteu que els valors de latència, descàrrega i pujada són els mateixos a la primera i última pantalla, és a dir, aquelles capturades a les 16:06 i 16:14.

Taula 21. Cobertura de l'OpenSignal al Km. 59

OpenSignal			
Cobertura	NetworkRank (Senyals detectades)		

D'altra banda, s'ha de mostrar de seguida els resultats obtinguts dels tests realitzats en diferents llocs de la connexió vial fent servir els serveis disponibles del sistema operatiu Android als indrets establerts: Km. 0, Km. 5, Km. 20, Km. 41 i Km. 59:

Taula 22. Cobertura fent servir l'Android

Android						
LLOC		Km 0	Km 5	Km 20	Km 41	Km 59
ELEMENT SERVEIS DE TELEFONIA MÒBIL	NÍVELL DEL SENYAL	ALT MITJÀ BAIX NUL	ALT MITJÀ BAIX NUL	ALT MITJÀ BAIX NUL	ALT MITJÀ BAIX NUL	ALT MITJÀ BAIX NUL
	SMS	SI / NO	SI / NO	SI / NO	SI / NO	SI / NO
	TRUCADES	SI / NO	SI / NO	SI / NO	SI / NO	SI / NO
	VELOCITAT D'INTERNET	ALTA MITJANA BAIXA NUL·LA	ALTA MITJANA BAIXA NUL·LA	ALTA MITJANA BAIXA NUL·LA	ALTA MITJANA BAIXA NUL·LA	ALTA MITJANA BAIXA NUL·LA
	GOOGLE MAPS	SI / NO	SI / NO	SI / NO	SI / NO	SI / NO
	WhatsApp	SI / NO	SI / NO	SI / NO	SI / NO	SI / NO
CORREU POP3		SI / NO	SI / NO	SI / NO	SI / NO	SI / NO
CAPTURA DE PANTALLA						

L'anterior taula mostra resultats que val la pena analitzar. El nivell del senyal és nul al Km. 41 i, conseqüentment, no es podrà enviar SMS, WhatsApp, correu, navegar a Internet, entre d'altres, per motius obvis.

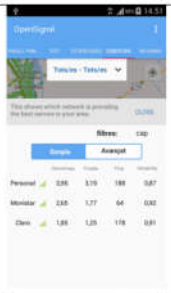
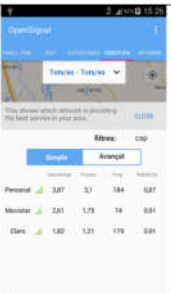
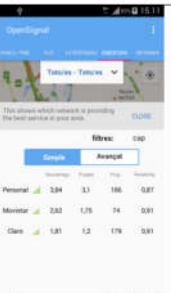
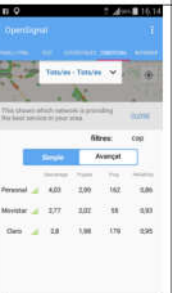
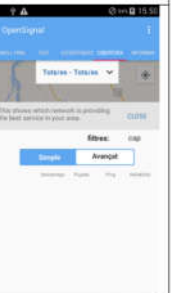
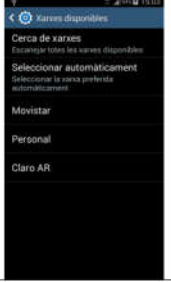
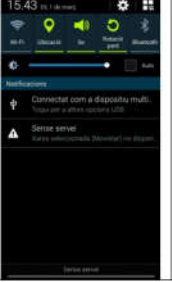
D'altra banda, la resta de la taula mostra un conjunt de valors obtinguts que oscil·len entre ALT/A i MITJÀ/JANA, és a dir, que una velocitat d'Internet *mitjana* es traduirà en un increment del temps que el dispositiu mòbil necessitarà per a accedir a un lloc Web, mostrar un mapa a Google Maps, enviar un WhapsApp, rebre un correu, etc.

Per tant, resulta ben interessant analitzar en profunditat quin és el radi d'influència del senyal nul, per exemple.

4.3. Comparacions entre els resultats obtinguts amb l'OpenSignal i l'Android

En aquesta secció s'ha de mostrar una taula comparativa dels senyals detectats fent servir l'OpenSignal i l'Android als indrets ja establerts. Les diferències entre aquests programaris s'observen clarament.

Taula 23. Resultats dels senyals detectats amb l'OpenSignal i l'Android

LLOC	Km 0	Km 5	Km 20	Km 41	Km 59
PROGRAMARI OpenSignal					
Android					

Del valors que s'observen a la taula 23 es desprèn que al Km. 0, el senyal principal detectat per l'OpenSignal és de l'operador *Personal*, mentre que per a l'Android, és *Movistar*. No només és aquesta diferència, sinó que l'ordre descendents dels operadors és totalment diferents entre un programari i l'altre.

La mateixa situació passa als Km. 5 i 20; només en l'OpenSignal s'observa una petita oscil·lació dels valors de latència, descàrrega i pujada entre els Km. 0, 5 i 20. La diferència més significativa es produeix al Km. 41 perquè l'OpenSignal detecta tres senyals i els seus valors de latència, descàrrega i pujada corresponents, mentre que l'Android no pot trobar cap senyal. Aquesta diferència qualitativa i quantitativa es ben

important i curiosa perquè resulta molt difícil plantejar una hipòtesi respecte els motius d'aquesta situació estranya.

Finalment, els resultats obtinguts al Km. 59 són també molt heterogenis. Aquí la situació és oposada al Km. 41 perquè l'OpenSignal no ha pogut detectar cap senyal, mentre que l'Android va trobar les mateixes tres senyals i en el mateix ordre que les obtingudes als Km. 0, 5 i 20. Per tant, aquesta situació també seria ben interessant per tal d'aprofundir les raons d'aquestes diferències impressionants.

4.4. Fotos preses i mapes capturats durant els tests

La següent figura mostra fotos preses durant el tram de 59 km. a la connexió vial o Pont Rosario (SF) - Victoria (ER), Regió Litoral, República Argentina:



Figura 6. Fotos preses durant els tests

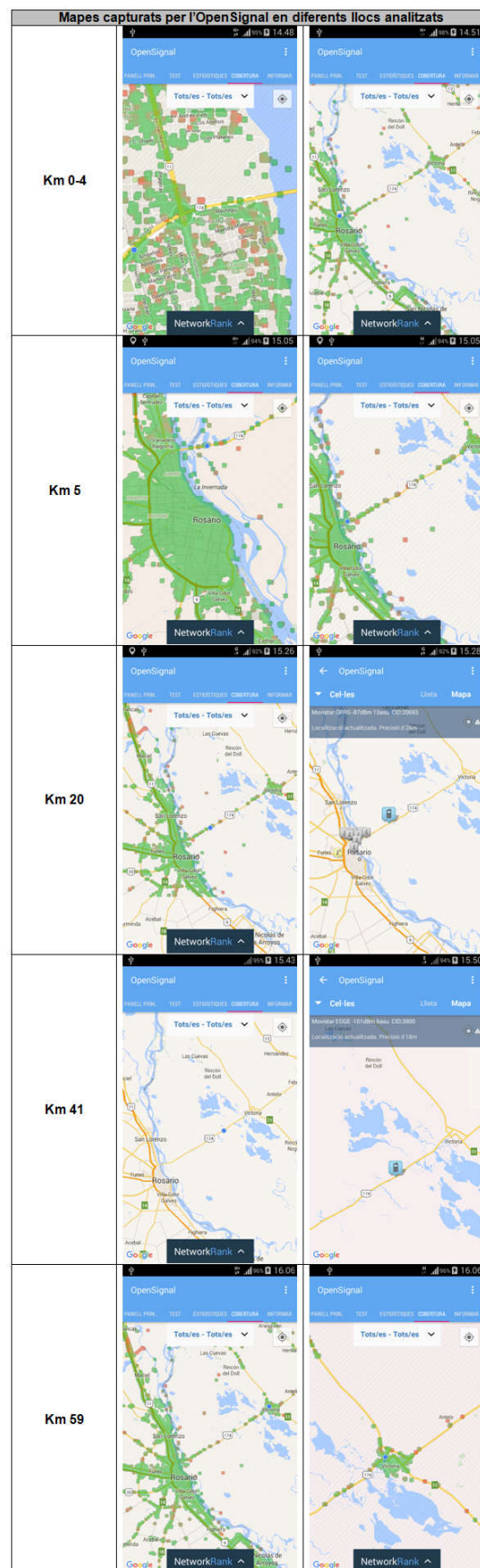


Figura 7. Mapes capturats amb l'OpenSignal

5. Conclusions

Els tests realitzats mitjançant l'OpenSignal i l'Android a la connexió vial "Rosario (SF) - Victoria (ER)", situada a la República Argentina, han demostrat que si el programari fet servir és únic, i els tests són realitzats als mateixos indrets, s'hi han d'obtenir resultats homogenis, exactes i, en alguns casos, heterogenis entre si.

D'altra banda, si els programaris fets servir al mateix lloc són diferents, els resultats obtinguts són, en veritat, ben oposats. Aquesta afirmació és demostrada en els valors de medicions de l'OpenSignal i de l'Android que han mostrat durant tot el tram de 59 km. i amb les mateixes condicions d'anàlisi, que els valors resultants són diferents i, en alguns casos, oposats i contradictoris.

Per tant, cal necessari pensar en fer un anàlisi diferent, potser considerant altres categories o fent servir altres programaris que siguin semblants entre si. L'OpenSignal i l'Android ofereixen resultats que, en molt casos, van resultar ben difícils de comparar i comprendre.

Respecte les contradiccions obtingudes durant els tests realitzats al Km. 41, cal proposar de manera imprescindible una hipòtesi per tal de comprendre els resultats oposats que ambdós programaris (l'OpenSignal i l'Android) han obtingut.

En suma, l'experiència que s'hi ha fet en aquest indret de l'Argentina, podria ser considerada com una aportació modesta per tal de contribuir al mapejat de les xarxes mòbils en tot el món.

Referències

Furgeri, Sérgio (2005). *Redes: Teoria e Prática*. Komedi.

González Capdevila, Gustavo Alberto; Griebler Gustavo; Castro Caurio, Aline (2015). *Redes móveis na fronteira Argentina - Chile: Testes realizados na Região Patagônia*. Article publicat en els anals de la REABTIC: Revista Eletrônica Argentina - Brasil de Tecnologias da Informação e da Comunicação. Volum 1, N. 4. ISSN 2446-7634. Lloc oficial: <http://revistas.setrem.com.br/index.php/reabtic/issue/view/4>

González Capdevila, Gustavo Alberto; Griebler Gustavo; Castro Caurio, Aline (2015). *Redes Móveis na fronteira Argentina-Brasil: Testes realizados no Rio Grande do Sul e em Corrientes*. VI Simpósio de Tecnologia da Informação da Região do Rio Grande do Sul (STIN) - FEMA (Fundação Educacional Machado de Assis), Santa Rosa, Rio Grande do Sul, Brasil.

Lloc oficial: http://www.fema.com.br/wp-content/uploads/2015/07/edital_15_2015.pdf

Google (2016). Google Maps, <https://maps.google.com.br>.

Kurose, J.F.; Ross, K. W. (2010). *Redes de computadores e a Internet: Uma abordagem top-down*. 5.ed. Addison Wesley.

OpenSignal (2016). *OpenSignal for Android*. Lloc oficial: <https://opensignal.com/android/>

Tanenbaum, A.S.; Wetherall, D. (2011). *Redes de Computadores*. 5.ed. Pearson Prentice Hall.