



Índex

| | |
|-------------|---|
| Resum | 5 |
| Introducció | 7 |
| Objectius | 9 |

- Primera part -

| | |
|---|----|
| 1. GNSS | 10 |
| 1.1 Sistema GPS | 10 |
| 1.2. Sistema GLONASS | 11 |
| 1.3. Futur sistema Galileu | 12 |
| 2. Solució diferencial RTK | 13 |
| 2.1. Xarxa NET-RTK | 13 |
| 2.1.1. Xarxa CatNet | 14 |
| 1 Introducció | 14 |
| 2 Funcionament | 15 |
| 3. Situació de les estacions permanents | 16 |
| 2.2.1. Xarxa SmartNet | 17 |
| 1.Introducció | 17 |
| 2. Funcionament | 18 |
| 2.1. Solució MAX | 19 |
| 2.2. Solució i-MAX | 20 |



| | |
|---|----|
| 3. Situació de les estacions permanents | 21 |
|---|----|

- Segona part -

| | |
|---|----|
| 3. Realització de les observacions de camp | 24 |
| 3.1. Situació de la xarxa | 24 |
| 3.2. Descripció de les bases | 26 |
| 3.3. Observacions de les bases | 27 |
| 3.4. Estàtic | 29 |
| 3.4.1. Treball de camp | 29 |
| 3.4.2. Post - procés | 29 |
| 3.5. Observacions en RTK | 31 |
| 3.5.1. Metodologia del treball de camp | 31 |
| 3.5.2. Diferències horàries de les observacions | 32 |
| 4. Anàlisi dels resultats | 33 |
| 4.1. Resultats obtinguts | 33 |
| 4.1.1. Anàlisi amb el mètode RTK amb referència pròpia i constel·lació GPS | 34 |
| 4.1.2. Anàlisi amb el mètode RTK en xarxa i constel·lació GPS | 38 |



| | |
|--|----|
| 4.1.3. Anàlisi amb el mètode RTK amb referència pròpia i constel·lació GPS i GLONASS | 42 |
| 4.1.4. Anàlisi amb el mètode RTK en xarxa i constel·lació GPS i GLONASS | 46 |
| 4.1.5. Gràfiques comparatives | 52 |
| 4.2. Temps en fixar ambigüitats | 54 |
| 4.2.1. Anàlisi amb el mètode RTK amb referència pròpia i constel·lació GPS | 55 |
| 4.2.2. Anàlisi amb el mètode RTK en xarxa i constel·lació GPS | 56 |
| 4.2.3. Anàlisi amb el mètode RTK amb referència pròpia i constel·lació GPS i GLONASS | 57 |
| 4.2.4. Anàlisi amb el mètode RTK en xarxa i constel·lació GPS i GLONASS | 58 |
| 4.2.5. Gràfiques comparatives | 59 |
| 5. Conclusions | 61 |
| Annexes | 65 |
| Agraïments | 71 |
| Bibliografia | 72 |



Resum

El projecte GPS es va iniciar a finals dels anys 70 pels Estats Units. Paral·lelament, la URSS també iniciava un projecte similar, anomenat GLONASS. Els dos sistemes es van posar en funcionament l'any 1993, tot i que, els senyals transmesos estan controlades i limitades per les seves respectives organitzacions, ja que inicialment, estaven dissenyats per aplicacions militars.

En l'actualitat, GPS consta d'una constel·lació de 31 satèl·lits en funcionament i GLONASS de 18.

En aplicacions topogràfiques, GLONASS s'utilitza com a sistema complementari al GPS, ja que la constel·lació russa encara no està completa. Combinant els dos sistemes s'augmenta el número de satèl·lits en el cel i, com més satèl·lits en funcionament millor i més ràpida serà la precisió obtinguda pel receptor.

Aquest projecte pretén fer un estudi sobre el rendiment dels mètodes en temps real, que utilitzen la constel·lació GPS i la constel·lació GPS combinada amb la GLONASS, ja sigui en xarxa o amb estació pròpia.

S'ha dividit el projecte en dues parts. La primera és una part teòrica on es descriu:

- Els sistemes que funcionen actualment i els que, en un futur pròxim, es podran utilitzar.
- Una introducció als mètodes de posicionament.
- Una breu descripció del funcionament de la xarxa CatNet.
- Una descripció del funcionament de la xarxa SmartNet.

La segona part del projecte ha servit per poder conèixer el rendiment dels quatre mètodes diferents de posicionament en temps real, que consta de:

- La descripció de la metodologia utilitzada per conèixer el rendiment dels quatre mètodes utilitzats, que són;
 - Mètode en RTK amb estació pròpia i constel·lació GPS
 - Mètode en RTK amb estació pròpia i constel·lació GPS+GLONASS
 - Mètode en RTK en xarxa i constel·lació GPS



- Mètode en RTK en xarxa i constel·lació GPS+GLONASS

- La situació i les característiques de les bases escollides per a l'obtenció de les observacions.
- La descripció i els resultats de l'estàtic inicial de les bases del projecte.
- La descripció de l'obtenció de les observacions, amb els quatre mètodes utilitzats.
- L'anàlisi dels resultats obtinguts, mitjançant taules i gràfiques comparatives. Tant de les observacions com dels temps de les inicialitzacions del receptor.

En les conclusions d'aquest projecte, es mostren dues opcions possibles ja que, durant l'elaboració d'aquest, es van obtenir uns resultats en el mètode SmartNet, que feien pensar en un possible error de la xarxa o metodologia.

En el mateix apartat, es diferencien, per una banda, els mètodes que treballen amb constel·lació GPS i amb constel·lació GPS + GLONASS, i per altra banda, els que treballen amb estació pròpia (mètode estàndard) i els que funcionen en xarxa.

El resultat final és conèixer si els nous mètodes que es van incorporant en el mercat són igual en qualitat que els anteriors.



Introducció

Sota l'acrònim de GNSS (Global Navigation Satellite Systems) s'engloben totes les tècniques de posicionament mitjançant satèl·lits, com el sistema Americà GPS (Global Position System), GLONASS (Global Orbiting Navigation Satellite System) referent al sistema Rus, i els futurs sistemes GALILEO pertanyent a Europa i BEIDOU a Xina. També, formen part els sistemes de correccions diferencial, com per exemple EGNOS(Europeu), WAAS (EEUU), MSAS (Japonès), entre d'altres.

El GNSS és una de les tècniques més utilitzades en el camp de la topografia ja que, en comparació a les estacions totals, hi ha més equilibri entre precisió i productivitat, i a la llarga, el seu ús és molt més eficient i s'obté més rendiment. Tot i els avantatges dels GNSS, hi ha certes feines que, ara per ara, l'estació total encara no és reemplaçable.

Els sistemes de navegació i posicionament per satèl·lit es basen en obtenir una solució mitjançant senyals de diferents satèl·lits, per poder calcular les coordenades d'un punt sobre la superfície terrestre. Hi ha dues solucions possibles, la de codi o la de fase, tot i que, en aquest projecte s'utilitzarà la solució de fase ja que es treballa amb precisions centimètriques.

La solució en fase, s'obté amb el posicionament de dos receptor intercomunicats o no, depenent si es treballa en temps real o post procés, que alhora estiguin rebent senyal simultània dels mateixos satèl·lits, per tant, obtindrem la posició relativa entre els dos receptors quan observin un mínim de quatre satèl·lits comuns.

La solució s'obté mitjançant, com a mínim, tres equacions linealment independents, que es formen amb quatre satèl·lits i dos receptors, per tant, quatre satèl·lits per resoldre tres incògnites. Resolent el sistema d'equacions obtindrem el posicionament, sempre i quan hagi resolt ambigüitats. Quants més satèl·lits s'observin, més equacions en el sistema, per tant, més precisió i coneixement de la fiabilitat en la solució i més rapidesa en fixar ambigüitats.



Per obtenir un alt rendiment amb els equips GPS, s'utilitza la metodologia RTK (Real Time Kinematic) que permet fer aixecaments i replanteig en temps real.

Els nous mètodes d'estacions en xarxa milloren a l'hora d'optimitzar temps i rendiment per que es prescindeix de l'estació fix. Tot i que, com observarem en aquest projecte, caldrà veure si també es manté la qualitat que s'obté amb els mètodes RTK clàssic (amb estació de referència pròpia).

Aquest projecte és un estudi sobre el rendiment del sistema GPS i el sistema **mixt** GPS + GLONASS en RTK. De les diferents tipus de metodologies, n'hi ha quatre que s'avaluen en aquest projecte, i són:

- GPS
 - Estació de referència pròpia
 - Estació de referència en xarxa: CatNet

- GPS+GLONASS
 - Estació de referència pròpia
 - Estació de referència en xarxa: SmartNet



Objectiu

L'objectiu d'aquest projecte és avaluar les observacions realitzades en RTK, amb:

- GPS
- GPS+GLONASS

Les observacions realitzades amb el sistema GPS i el sistema mixt GPS+GLONASS en temps real són les dades de camp que s'han utilitzat per avaluar els diferents mètodes triats d'aquest projecte.

Inicialment, sobre les bases escollides, s'ha realitzat unes observacions pel mètode estàtic. Aquestes dades han estat processades i analitzades per poder obtenir coordenades de contrast i comparar-les amb les obtingudes posteriorment en RTK.

Les observacions en temps real (RTK) són les dades de camp a analitzar per aconseguir l'objectiu d'aquest projecte. Amb les constel·lacions NAVSTAR i GLONASS, s'han realitzat les observacions amb els mètodes GPS i GPS + GLONASS (amb estacions de referència pròpia) i amb els mètodes més recents RTK-Net (estacions de referència en xarxa) que són, el sistema VRS utilitzat per d'Institut Cartogràfic de Catalunya (ICC) amb la xarxa CatNet i la xarxa SmartNet, de l'empresa privada Instop, utilitzada a la zona de Catalunya.

En el primer capítol s'ha fet una introducció sobre els sistemes i les xarxes utilitzades per introduir el concepte dels mètodes utilitzats.



-Primera part-

1. GNSS

GNSS (Global Navigation Satellite System) és un sistema de posicionament i navegació per satèl·lit que s'ha convertit en una forma complementaria de navegació en molts àmbits. Amb aquests sistemes s'obtenen moltes aplicacions com en la cartografia, en la geodèsia, en la teledetecció, en la construcció, però no només en la topografia.

L'ús, cada cop més estès en tots els sectors, provoca que les grans potències mundials apostin per aquestes tecnologies i vulguin desenvolupar un sistema propi.

Ara per ara, Estats Units, Rússia i pròximament Europa i Xina, són els que gaudeixen i gaudiran de constel·lació pròpia per utilitzar aquest sistema.

1.1. Sistema GPS

El sistema GPS va ser desenvolupat pel Departament de Defensa dels Estats Units (DOD) a finals dels anys 70.

Aquest sistema va sorgir per substituir l'antic sistema TRANSIT, creat l'any 1965, el qual es basa en mesures Doppler, i estava format per 6 satèl·lits que orbitaven a uns 1000 kilòmetres aproximadament sobre la superfície, donant una precisió mètrica (20 – 25 metres).

El disseny d'aquest projecte és militar, però no es va tardar a donar aplicacions civils, per transport terrestre, marítim i aeri, aplicacions geodèsiques i topogràfiques i fins i tot, en camps científics, com la meteorologia.

L'objectiu és tenir un sistema de posicionament i navegació en temps real en qualsevol punt de la superfície de la Terra, que permeti obtenir una cobertura global i continua, sense tenir en compte les condicions meteorològiques, i amb garanties.

Els primers satèl·lits es van començar a llançar al febrer del 1978 i el setembre de 1993, el sistema GPS ja tenia 24 satèl·lits operatius en òrbita.

Actualment, la constel·lació està constituïda per 31 satèl·lits en òrbita.



La constel·lació està nominalment dissenyada amb 6 plans orbitals on la inclinació de la òrbita és de 55° i el radi és de 26560 kilòmetres. El període orbital és de 11 hores i 58 minuts i la vida útil planejada dels satèl·lits és de 7 anys, tot i que acostuma a ser de més. El sistema de referència de temps s'anomena GPS (USNO), el sistema de referència geodèsic és WGS84 i transmet amb dues freqüències i dos codis.

1.2. Sistema GLONASS

El sistema GLONASS (Global Orbiting Navigation Satellite System) està dissenyat per l'antiga URSS i sorgeix com a substitució del sistema doppler TSIKADA. Està administrat per les Forces Espacials Russes i consta nominalment de 24 satèl·lits en 3 òrbites de 64.8 ° d'inclinació a 19100 km d'altitud. Els satèl·lits estan dotats amb oscil·ladors de Cesi, i vida útil de 3 anys. El sistema de referència de temps s'anomena GLONASS (SU), el sistema de referència geodèsic és PZ-90 i transmet amb dues freqüències i dos codis.

El projecte es va iniciar a finals dels anys 70. A l'octubre del 1982 es van llançar els primers satèl·lits, a diferència dels Estats Units, les Forces Espacials Russes posava en funcionament 3 satèl·lits en un mateix llançament.

Tanmateix, GLONASS ha tingut problemes importants amb la prematura pèrdua de servei dels seus satèl·lits. Aquest sistema va començar a funcionar el setembre del 1993 amb 13 satèl·lits operatius, es van afegir 3 nous satèl·lits en un llançament aquell mateix any, però la situació econòmica del país va fer que el sistema anés deteriorant-se fins que l'any 2002 només quedessin 8 satèl·lits operatius.

Actualment, el sistema GLONASS disposa de 18 satèl·lits en òrbita, és un sistema autosuficient, que pot proporcionar solucions de forma independent, però a causa dels pocs satèl·lits en òrbita, a nivell europeu, GLONASS s'utilitza com a sistema complementari al sistema GPS.



1.3. Futur sistema GALILEU

En la dècada del 90, la Unió Europea va iniciar la idea de la necessitat que Europa disposés del seu propi sistema de navegació per satèl·lit. La Comissió Europea (CE) i l'Agència Espacial Europea (ESA) es van unir per construir Galileu, un sistema de navegació i posicionament independent sota control civil.

La finalitat d'aquest sistema és mantenir el control del senyal transmès dels satèl·lits per assegurar la seguretat d'aquest per a totes les seves aplicacions, sense estar depenent de cap altre sistema.

Galileu serà un sistema de navegació per satèl·lit que, tot i ser autònom, podrà interoperar amb GPS i GLONASS, sempre i quan, la tecnologia del receptor sigui l'adequada, ja que els sistemes, al no tenir les mateixes característiques, fan que sigui més complex el seu funcionament i compatibilitat.

Aquest sistema permetrà augmentar el nombre de satèl·lits en òrbita, i es podrà donar solució en zones, on ara per ara, són molt difícils. Això és degut a que el nombre de satèl·lits disponibles serà més del doble. Al situar els satèl·lits en òrbites a una major inclinació al pla equatorial de GPS, Galileo permetrà assolir una millor cobertura a les altes latituds. Això farà que resulti especialment adequat per a operar en el nord d'Europa, on ara per ara, no està ben coberta pel sistema GPS segons l'agència ESA, (et al. 2008).

Quan Galileu, estigui en ple funcionament, hi haurà 30 satèl·lits en òrbita terrestre a una altitud de 23222 quilòmetres. Deu satèl·lits ocuparan cadascun dels tres plans orbitals inclinats en un angle de 56° respecte a l'equador. Els satèl·lits es repartiran uniformement al voltant de cada pla i prendrà aproximadament 14 hores a l'òrbita de la Terra. Cada pla té un satèl·lit de reserva actiu, capaç de reemplaçar a qualsevol satèl·lit del mateix pla que falli.



2. Solució diferencial RTK

A partir de dos receptors intercomunicats és possible resoldre vectors en temps real. D'aquests dos receptors, un és el receptor fix, que s'estaciona a un punt conegut, i l'altre és el receptor mòbil, el qual es situa on l'usuari necessita obtenir les coordenades que inicialment per a ell són desconegudes. El receptor fix envia les seves observacions a l'equip mòbil, seguidament es calcula el vector que uneix els dos receptors per obtenir les coordenades en temps real de l'equip mòbil.

També esmentar, que la distància que separa els dos receptors no pot superar els 10-15 km principalment pels errors ionosfèrics. Aquests errors sistemàtics són els que dificulten la resolució d'ambigüitats i com a conseqüència, la solució centimètrica de les coordenades. Però l'element que limita més la distància és la radio utilitzada pels equips topogràfics comercialitzats, de baixa potència, que oscil·la entre 2-3 km ja que si es volgués augmentar la distància, seria necessari una llicència.

Actualment, el sistema més utilitzat en topografia és l' RTK (Real Time Kinematic), ja que amb dos receptors intercomunicats, permet obtenir coordenades en temps real, i gràcies a aquest sistema és possible fer aixecaments i replantejaments en temps real.

2.1. Xarxa NET RTK

És un mètode RTK on l'usuari està intercomunicat al centre de control a través d'un servidor per poder accedir a la xarxa d'estacions permanents. Aquesta comunicació es realitza a través de la telefonia mòbil i via Internet, dos nous conceptes que fins ara, no havien estat necessaris.

Actualment, l' Institut Cartogràfic de Catalunya, ofereix la xarxa pública CatNet i l'empresa privada Instop que ha posat en funcionament la SmartNet, oferint als usuaris una cobertura a canvi d'una quota anual.



2.1.1. Xarxa CatNet

2.1.1.1. Introducció

L'Institut Cartogràfic de Catalunya és l'organisme públic que ha posat en funcionament aquesta xarxa. Inicialment, les estacions permanents, no s'utilitzaven com a xarxa, sinó que, el seu funcionament era individual. El propi organisme utilitzava les estacions pel posicionament cinemàtic dels avions (orientació de sensors aerotransportats) i les dades GPS que es transmetien s'oferien als usuaris de forma individual.

A partir de febrer del 2006, entra en servei el mètode VRS (Virtual Referent System). Densificant l'estructura inicial d'estacions permanents, l' Institut Cartogràfic de Catalunya, ofereix als usuaris estacions de referència permanents que recullen dades de la constel·lació GPS cada segon, durant 24 hores els 365 dies de l'any. Aquest nou mètode de treball per al posicionament s'anomena CatNet, dona cobertura a tot el territori català i la tecnologia utilitzada és de la marca Trimble.

La finalitat de la xarxa és oferir un servei a l'usuari per posicionar-se topogràficament en qualsevol punt de Catalunya, amb un sol receptor, sempre hi quan estigui dins de la triangulació de la xarxa, com a mínim, tingui tres estacions de referència al seu voltant i una distància màxima de 30 - 35 km entre el punt i les estacions perquè les correccions calculades tinguin la precisió adequada.

Les estacions permanents s'han establert a partir d'un model estàndard, que consisteix en un equip GPS complet de doble freqüència amb antena Choke-Ring, instal·lada sobre un monument cilíndric de formigó de 3 metres d'altura i 50 cm de diàmetre. Hi ha 5 estacions permanents que tenen un altre tipus de base que suporta el mateix equip. Les estacions de Mataró i Osona tenen un suport metàl·lic, la de Lleida i Solsona és una barra metàl·lica i la de Reus està situada sobre una teulada amb un bloc de formigó.



2.1.1.2. Funcionament

Està basat en una xarxa d'estacions de referència GPS, les quals estan registrant i enviant en temps real la informació obtinguda dels satèl·lits a un centre de control que emmagatzema la informació per poder crear una base de dades amb les correccions de la zona on funciona aquest sistema.

Es calculen en temps real els errors sistemàtics provocats per la ionosfera, els errors de les efemèrides i la resolució d'ambigüitats a cada estació. Es crea un model d'errors de la zona coberta per la xarxa d'estacions permanents.

Per l'aplicació en temps real, s'envia un missatge NMEA-GGA al centre de càlcul per informar de la situació aproximada de l'usuari que demana el servei. A prop de la posició d'aquest es crea una estació virtual. La comunicació es realitza mitjançant un tipus de comunicació bidireccional com GSM o GPRS. El centre de control accepta la posició i respon enviant correccions RTCM al receptor mòbil. En el moment que es rep el senyal, l'equip mòbil calcula una posició DGPS que servirà per actualitzar la posició i enviar-la altre cop al centre de control.

Cada cop que s'estableix comunicació amb el centre de control, aquest ofereix una nova solució, és a dir, una nova estació de referència virtual amb diferents coordenades. Té un únic administrador de la xarxa i control d'usuaris.

Per poder utilitzar aquesta xarxa, és necessari que l'equip mòbil disposi d'un mòdem, una targeta SIM (telèfon mòbil) i un programari, ja que, a través d'aquest, serà per on rebrà la informació necessària.



2.1.1.3. Situació de les estacions permanents

En la xarxa CatNet hi ha 15 estacions permanents repartides per tot el territori català.

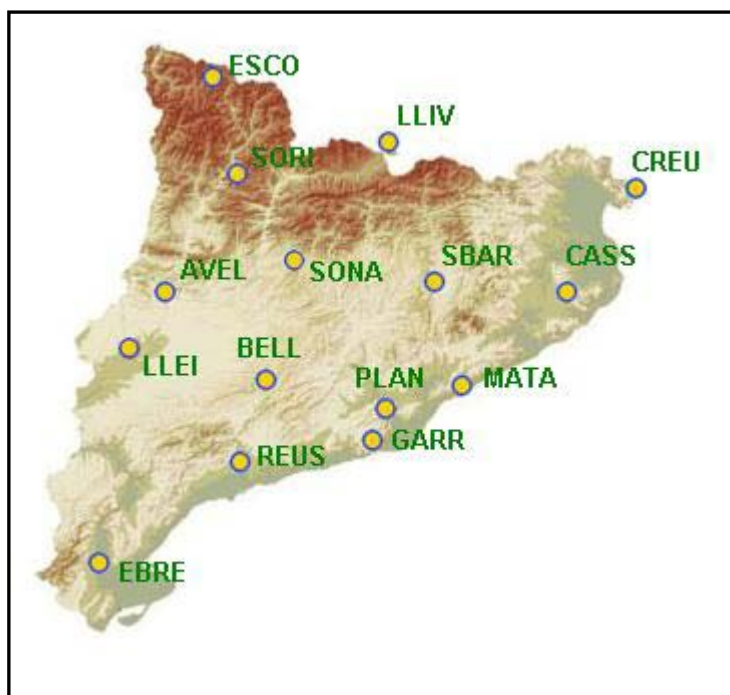


Figura 1

La localització en planta de les estacions es pot veure a la figura 1 i la descripció a la taula 1, que és la següent:

| Sigles | Lloc | Terme | Comarca |
|--------|---------------------------|----------------|----------------|
| AVELL | Monestir de les Avellanes | Os de Balaguer | Noguera |
| EBRE | Observatori de l'Ebre | Roquetes | Baix Ebre |
| REUS | IRTA Mas Bové | Reus | Baix Camp |
| LLEI | Universitat de Lleida | Lleida | Segrià |
| BELL | Bellmunt de Segarra | Talavera | Segarra |
| GARR | Massís de Garraf | Begues | Baix Llobregat |
| PLAN | Les Planes | Pallejà | Baix Llobregat |
| MATA | UPM | Mataró | Maresme |



| SONA | CTFC | Solsona | Solsonès |
|------|-----------------------|------------------------|----------------|
| SBAR | Telecentre SBG | Sant Bartomeu del Grau | Osona |
| SORI | Tornafort | Soriguera | Pallars Sobirà |
| ESCO | paret d'Escòrnacrabes | Nàut Aran | Val d'Aran |
| LLIV | Cereja | Llívia | Cerdanya |
| CREU | Far de Cap de Creus | Cadaqués | Alt Empordà |
| CASS | les Gavarres | Cassà de la Selva | Gironès |

Taula 1

2.2. Xarxa Smartnet

2.2.1. Introducció

Smartnet és un sistema d'estacions de referència GNSS de precisió que dona cobertura a la zona de Catalunya. Després d'una primera fase d'instal·lacions dels equips i d'una segona fase de proves i tests exhaustius dels sistemes de seguiment, càlcul, comunicacions, etc, aquesta xarxa es va posar operativa l'1 de gener del 2008, per l'empresa privada Instop, especialitzada en subministraments topogràfics, amb la tecnologia i col·laboració del fabricant suís Leica Geosystems.

Aquesta xarxa està formada per 23 receptors fixes distribuïts a tota la geografia catalana, dels quals estan en ple funcionament 19, les altres quatre estacions estan previstes pel 2009.

Aquests receptors reben permanentment dades dels dos sistemes actius que hi ha actualment, GPS i GLONASS. Aquestes dades s'envien per via Internet al centre de control, on emmagatzemen i distribueixen la informació als usuaris després de fer els càlculs pertinents.

Aquesta xarxa està dirigida principalment a l'àmbit de la topografia, cartografia, enginyeria civil i, en general, a tots aquells sectors que requereixin unes coordenades aproximades. Les precisions d'aquestes coordenades poden variar entre 1 cm i 50 cm.



Aquest servei també ofereix dades a temps real i per post procés, les quals es poden obtenir via Internet.

2.2.2. Funcionament

La idea fonamental de la xarxa Smartnet és el concepte MAC (*Master Auxiliary Concept*). El seu funcionament és transmetre totes les dades rellevants de la correcció d'una xarxa d'estacions de referència al receptor mòbil, d'una manera compacta. Aquest terme és la base dels missatges de xarxa en temps real amb el format RTCM 3.0. Per això i analitzant la informació que pot ser redundant, s'elimina del missatge transmès.

Aquest tipus de solució de xarxa està composta per una estació de referència (*Master Reference*), estacions auxiliars (*Auxiliar References*) i el centre de control.

Bàsicament, l'objectiu del sistema MAC és disminuir les dades d'observació que generen les diferents estacions de referència, reduint-les a un nivell comú d'ambigüitats. Aquestes dades comunes seran relatives a la ionosfera, troposfera i errors orbitals. Un cop aconseguit, serà possible calcular els errors per a cada receptor mòbil. La monitorització de la xarxa obliga a les línies que formen els triangles de la xarxa es calculin de forma continua.

Una altra manera de reduir informació és eliminant el número enter "N" d'ambigüitats, ja que un cop es calcula es manté fix i passa a ser informació redundant.

S'envia la correcció completa i la informació coordinada per a una sola estació de referència, la qual serà la principal. Permetrà diferenciar la informació, que es calcula entre el mòbil i cada una de les estacions auxiliars, per la capacitat inferior de la informació enviada, per tant, el missatge que transmet la base auxiliar és més petit en capacitat respecte l'estació de referència principal.

La informació DGPS pot ser utilitzada pel receptor mòbil, simplement per interpol·lar l'error per la localització de l'usuari o per reconstruir la informació completa de les correccions de totes les estacions de referència de la xarxa. Aquest nou concepte ofereix al receptor mòbil la flexibilitat de realitzar una interpolació simple i eficient de



les correccions de la xarxa o un càlcul més rigorós de totes les correccions de les estacions de referència, depenent de les capacitats de procés.

No és necessari que l'estació de referència principal sigui la més pròxima al receptor mòbil, tot i que, sí la més adient ja que l'estació de referència s'utilitza simplement per la transmissió de les dades i no pel propòsit final del còmput de correccions.

Si per algun motiu l'estació de referència no està disponible o no és vàlida, les estacions auxiliars poden assumir el rol de l'estació principal.

Per altra banda, si la xarxa no pot fixar ambigüitats, el receptor mòbil no aconseguirà les correccions MAC. Aquestes contenen les observacions completes per l'estació principal, així que, un receptor mòbil pot utilitzar-les per el càlcul de la línia de base si les correccions diferencials no estan disponibles o no són vàlides.

2.2.2.1. Solució MAX

La solució de xarxa a l'estàndard MAC (Master Auxliar Concept) amb correccions RTCM v3.0 en el software de Leica Geosystems, anomenat GPS SpiderNet, està totalment integrat a la tecnologia Leica MAX. SpiderNet rep de forma continua les observacions dels receptors.

MAX proporciona correccions auxiliars de tota la xarxa gràcies als algorismes de processament del mateix software.

La marca del model del receptor, no té per que influir negativament en cap procés. Aquest sistema està adaptat a que qualsevol receptor preparat per treballar amb aquest software, pugui fer-ho, tant amb les correccions de xarxa com les observacions de la referència principal.

Al ser un sistema que no requereix receptor fix, ajuda a tenir total mobilitat sense deixar de perdre qualitat en el senyal en funció de la distància entre l'estació de referència del sistema i el receptor mòbil. La informació que transmeten les estacions de referència als receptor mòbils és la màxima informació de la xarxa sobre un ample de banda mínim, optimitzant la informació en una capacitat mínima.

La transmissió del senyal és unidireccional i es realitza a través de telèfons ISDN/PSTN o Internet, sense cap límit d'usuaris a la xarxa.



2.2.2.2. Solució i-MAX

Amb i-MAX, els equips mòbils proporcionen la seva posició, fent que SpiderNet identifiqui l'estació de referència més pròxima. Les correccions de xarxa MAC determinades per la xarxa serveixen per proporcionar les correccions de xarxa en temps real individualment per a cada equip mòbil. Amb aquestes, l'equip mòbil és capaç de calcular amb més precisió les coordenades en temps real, que no amb les correccions normals.

Cada equip mòbil rep les seves pròpies correccions i-MAX, individualment per a la seva posició. Són formats estàndard en temps real, com per exemple el RTCM 2.3/3.0. També s'utilitza el format Leica, per transmetre correccions de xarxa des de la referència més pròxima. Els mòbils poden beneficiar-se de les correccions de xarxa sense la necessitat de ser compatibles amb el format de correccions RTCM v3.0.

És necessària la comunicació bidireccional utilitzant telefonia mòbil ISDN/PSTN o Internet.



Figura 2



3.3.3 Situació de les estacions permanents

La geometria de les estacions permanents d'aquesta xarxa és la que es pot observar a la figura 3, on es pot veure com 23 estacions ja estan en funcionament, i les altres 11 estaven previstes per als pròxims anys.



Figura 3

La descripció i la situació geogràfica de les estacions de referència es poden localitzar a la següent taula:

| Sigles | Lloc | Terme | Comarca |
|--------|---------------------------|------------------|----------|
| ANDO | Edifici Telecomunicacions | Andorra | Andorra |
| AVIA | Edifici particular | Avià - Barcelona | Berguedà |



| | | | |
|------|--------------------|-----------------------|------------------|
| BALA | Edifici particular | Balaguer | Segrià |
| BALE | Edifici particular | Balestui | Baix Pallars |
| LBCN | Oficines Leica | Barcelona | Barcelonès |
| BELL | Nau industrial | Bellver de cerdanya | Cerdanya |
| CAMB | Edifici particular | Cambrils | Baix Camp |
| CANE | Vivenda particular | Canet de mar | Maresme |
| CAST | Vivenda particular | Castellcir | Vallès Oriental |
| CUBE | Vivenda particular | Cubelles | Garraf |
| FLIX | Vivenda particular | Flix | Ribera d'Ebre |
| UTEV | Vivenda particular | La Farga | Osona |
| IGUA | Oficines Instop | La Pobla de Claramunt | Anoia |
| MASA | Edifici particular | Maçanet de Cabrenys | Alt Empordà |
| PALA | Vivenda particular | Palamós | Baix Empordà |
| PLAN | Nau industrial | Les Planes d'Hostoles | Garrotxa |
| RIBE | Edifici particular | Ribes de Fresser | Ripollès |
| ROSE | Edifici particular | Roses | Alt Empordà |
| BARB | Edifici particular | Santa Bàrbara | Baix Ebre |
| SARR | Vivenda particular | Saral | Conca de Barberà |
| SURI | Vivenda particular | Súria | Bages |
| VIEL | Edifici particular | Vielha | Vall d'Aran |
| VILA | Nau industrial | Vilanova Aguda | Noguera |

Taula 2

Futures estacions permanents dins del territori català:

| Terme | Comarca |
|----------------|-----------|
| Girona | Gironès |
| Pobla Cérvoles | Garrigues |
| Odèn | Solsonès |

Taula 3



Futures estacions permanents fora de Catalunya:

| Terme | Comarca | Província | Comunitat Autònoma |
|----------------------|---------------------------|------------------|---------------------------|
| Alcañiz | Baix Aragó | Teruel | Aragó |
| Barbastro | Barbastro | Huesca | Aragó |
| Campo | Ribagorza | Huesca | Aragó |
| Castejón Monegros | Los Monegros | Huesca | Aragó |
| Castellón | Plana Alta | Castellón | Valencia |
| Morella | Los puertos de Morella | Castellón | Valencia |
| Peñíscola | Bajo Maestrazgo | Castellón | Valencia |

Taula 4



-Segona part-

3. Realització de les observacions de camp

Les dades de camp estan realitzades sobre una xarxa de bases de l'escola EPSEB situades a Barcelona, les observacions s'han obtingut amb els quatre sistemes nombrats anteriorment.

Primer s'ha realitzat una observació de la xarxa pel mètode estàtic per obtenir les coordenades de control i després, s'ha seguit amb les observacions per a cada base amb cada mètode en temps real.

3.1. Situació de la xarxa

Les bases que formen la xarxa, estan situades a la ciutat comtal de Barcelona, més concretament dins del Club de Polo de Barcelona, ubicat al carrer Dr.Marañón amb Av. Diagonal. A la figura 4 veiem la situació general del club de Polo.

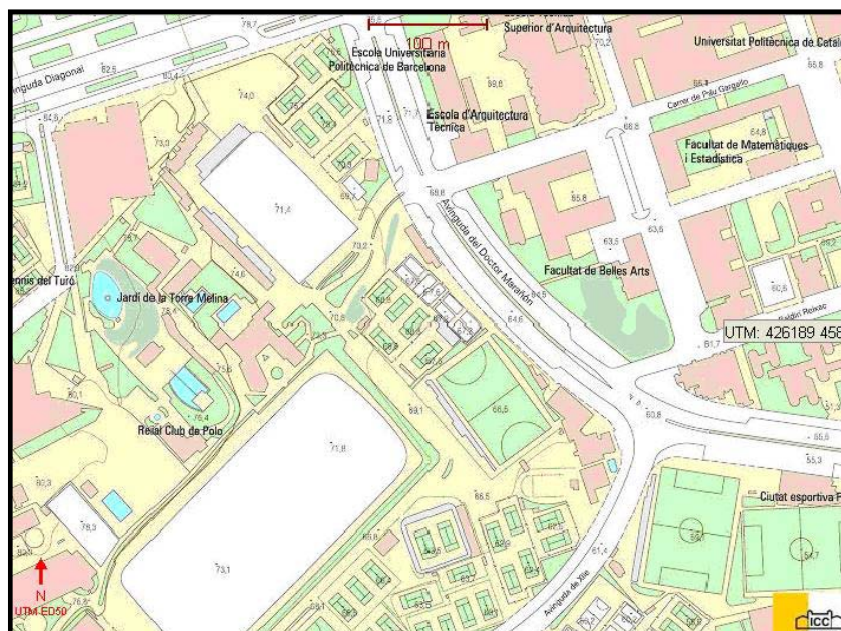


Figura 4



Aquesta xarxa està formada per cinc bases que, són les escollides per a realitzar les observacions dels sistemes GPS i GPS+ GLONASS.

La distribució de les bases en planta dins del Club de Polo és la que s'observa a la figura 5:

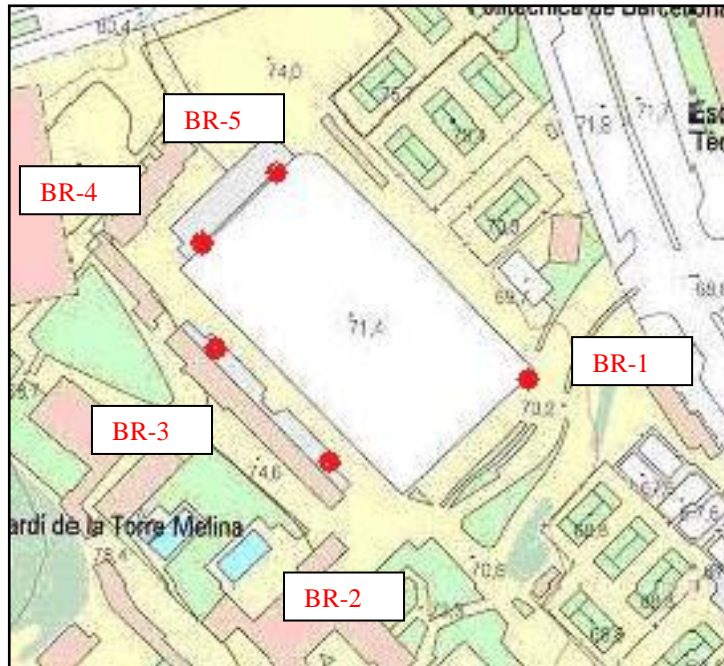


Figura 5



3.2. Descripció de les bases

La xarxa està formada per cinc bases, les quals són cargols femella formant part del mateix mur o tanca metàl·lica on estan situats. D'aquesta manera, no necessitem trípode i col·loquem la base anivellant amb un cargol especial a la base.



Imatge 1



Imatge 2

La part auxiliar del cargol s'enrosca a la base anivellant i el cargol a la tanca. Com s'observa a la fotografia hi ha dues mides, la més llarga és la que es cargola a la tanca, en canvi el cargol més curt s'utilitza en les bases col·locades al mur.

Les bases estan protegides amb uns cargols de plàstic que es col·loquen un cop s'ha utilitzat la base, bàsicament per què no s'oxidi la femella.



3.3. Observacions de les bases

La situació de cada una de les bases és diferent, hi ha una base amb les condicions més òptimes per una recepció de senyal, les altres quatre ja tenen algun que altre obstacle. Això és un avantatge, ja que en aquest cas, al fer un estudi veurem varies opcions en recepció de senyal depenent dels obstacles que té cada base.

En BR-1 tenim un arbre a 0.45 metres de la base, això fa que tant el tronc com les branques d'aquest, obstaculitzin l'arribada del senyal.



Imatge 3



Imatge 4

En BR-2 observem que les grades estan a uns 6 metres del mur.

En BR-3 hi ha un cobert per a les grades que està situat a 3.70 metres de distancia horitzontal i a 5.15 metres en vertical. Les grades en sí estan a 6 metres, igual que en BR-2, però en aquella zona hi ha unes escales d'accés a les grades que fan que estiguin a 4.90 metres de la Base 3.



Imatge 5



La base BR-4 és la que opta a millors condicions per obtenir millor geometria dels satèl·lits.

En BR-5 hi observem un cobert relativament petit que serveix per a tapar una petita zona de les grades.



Imatge 6



Imatge 7

El receptor està estacionat a la base 4 i al final de la mateixa tanca, es situa la base 5, just al costat del cobert que cobreix una zona petita de les grades del recinte.



3.4. Estàtic

Sobre les bases situades al club de Polo, s'ha realitzat una observació en mètode estàtic per obtenir coordenades de control per a l'avaluació de les dades de camp en RTK.

Aquestes es van dur a terme els dies 13 i 17 de Desembre del 2007.

3.4.1. Treball de camp

L'obtenció de les coordenades de les bases de control s'han obtingut amb els receptors Topcon model HiperPro, aquestes observacions han estat de mitja hora per a cada base, de dos en dos, col·locant els receptors de tal manera que en post procés es calculassin totes les combinacions possibles. Alhora, l'estació permanent instal·lada a la teulada de l'EPSEB estava en funcionament durant tot el període de temps que han estat capturant dades els receptors en el Club de Polo.

3.4.2. Post-procès

Per analitzar les dades a post procés, s'han descarregat les dades amb el programa Topcon i s'ha convertit en format RINEX, per poder-les processar amb el programa Leica Geo Office.

Les dades de l'estació permanent de l'EPSEB han estat tractades directament amb el programa de Leica. Les coordenades d'aquesta base són conegudes, així que, en el programa s'ha utilitzat com a referència i les altres observacions com a mòbils, així s'han format els vectors, entre referència - mòbil i mòbil - mòbil.

A l'hora de processar s'ha tingut en conte la màscara d'elevació de 15° i la longitud màxima dels vectors calculats ha estat de 226.839 metres, s'ha utilitzat les efemèrides retransmeses (broadcast), el model troposfèric és el Hopfield i pel càlcul del model ionosfèric l'opció d'automàtic, que per defecte, agafa el calculat pel receptor bifreqüència.

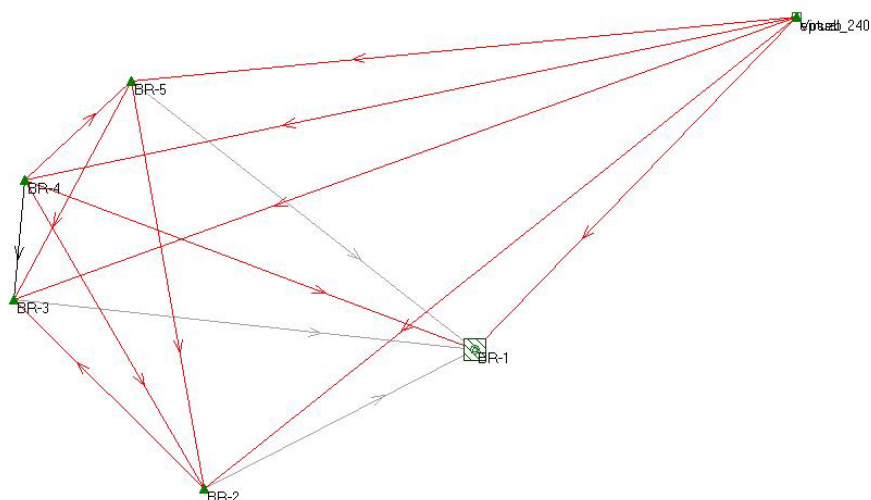


Figura 6

Les bases BR-3 i BR-1 eren les més problemàtiques tot i que han fixat ambigüitats. El motiu dels errors més grollers ha estat l'error multipath, (error on el senyal impacte algun element de l'entorn a l'antena o el propi error de correlació dels senyals pels receptors), els elements que obstaculitzen l'arribada dels senyal al receptor (arbre, teulada,...), entre d'altres errors generats en el funcionament del sistema (troposfèric, ionosfèric, ...).

A la figura 6 s'observen els vectors, creats a partir de les cinc bases i el receptor de l'escola EPSEB, en post procés.

Les coordenades obtingudes per les bases de control s'observen a la taula 5, coordenades UTM (ED50), cota ortomètrica i Fus 31 N:

| | EST (m) | NORD (m) | H ortomètrica (m) |
|------|------------|-------------|-------------------|
| BR-1 | 425853.297 | 4581813.975 | 71.847 |
| BR-2 | 425778.912 | 4581776.700 | 75.157 |
| BR-3 | 425727.673 | 4581828.775 | 76.089 |
| BR-4 | 425731.015 | 4581861.408 | 74.812 |
| BR-5 | 425760.101 | 4581888.178 | 74.800 |

Taula 5



A la taula 6 veiem els errors associats un cop ajustada la xarxa amb el programa Skipro.

| | X (m) | Y (m) | H (m) |
|------|--------|--------|--------|
| BR-1 | 0.0041 | 0.0057 | 0.0130 |
| BR-2 | 0.0006 | 0.0005 | 0.0021 |
| BR-3 | 0.0010 | 0.0021 | 0.0051 |
| BR-4 | 0.0004 | 0.0005 | 0.0018 |
| BR-5 | 0.0013 | 0.0024 | 0.0044 |

Taula 6

3.5. Observacions en RTK

Del 25 al 28 d'Agost del 2008 es van realitzar la presa de dades en RTK a les bases del Club de Polo. Cada dia es va realitzar un mètode diferent, de tal manera que a l'hora de realitzar les observacions s'evités canviar de mètode sovint per optimitzar temps i reduir errors accidentals.

| <u>Dia</u> | <u>Mètode</u> |
|-------------------|----------------------|
| 25/08/08 | CatNet |
| 26/08/08 | SmartNet |
| 27/08/08 | GPS |
| 28/08/08 | GPS+GLONASS |

Taula 7

3.5.1. Metodologia de treball de camp

El número d'observacions per a cada base són de 200 punts per dia, dels quals 100 són de matí i 100 de tarda. D'aquestes 100, 50 són d'1 època i 50 de 10 èpoques, observades alternativament. Un cop realitzades 10 observacions, es canvia de número



d'èpoques i s'inicialitza el receptor, així s'obté el temps que tarda a tornar a fixar ambigüitats.

3.5.2. Diferències horàries per les observacions

En primer lloc, com que la geometria de les constel·lacions influeix en la precisió de les coordenades, per a cada mètode, hi ha dues franges d'observacions de la mateixa base. La primera franja d'observació va ser al matí i la segona a la tarda, amb una diferència de 5 hores aproximadament entre les observacions d'una mateixa base.

En segon lloc, al realitzar les observacions d'un mateix mètode per dia, aquestes s'han anat inicialitzant a la mateixa hora que l'anterior mètode menys quatre minuts per poder comparar tots els resultats, dels diferents mètodes, amb les mateixes condicions. El motiu dels quatre minuts és que, el període de la constel·lació GPS és de 11 hores i 58 minuts i passat aquest temps, la geometria dels satèl·lits es repeteix en el cel.

Horari de la primera observació:

-Matí:

| BASE | HORA |
|-------------|-------------|
| BR-1 | 9:30 |
| BR-2 | 10:20 |
| BR-3 | 11:02 |
| BR-4 | 11:45 |
| BR-5 | 12:15 |

Taula 8

-Tarda:

| BASE | HORA |
|-------------|-------------|
| BR-1 | 14:30 |
| BR-2 | 15:00 |
| BR-3 | 15:30 |
| BR-4 | 16:00 |
| BR-5 | 16:30 |

Taula 9



4. Anàlisi dels resultats

4.1 Resultats obtinguts

De les observacions realitzades a camp s'han transformat a coordenades UTM (ED50) fus 31 N i s'ha fet la mitja de tots els resultats. Amb aquestes dades i les bases de control (també coordenades UTM) s'ha obtingut la discrepància entre les observacions en RTK i les de l'estàtic, que són els valors que observarem a les següents taules, on la unitat de treball ha estat el metre.

El criteri per separar les observacions per poder veure'n els resultats ha estat el següent:

1. Mitja de totes les observacions (entrin en tolerància o no)
 - Matí
 - 1 època
 - 10 èpoques
 - Tarda
 - 1 època
 - 10 èpoques

2. Només les observacions que entren en tolerància
 - Matí
 - 1 època
 - 10 èpoques
 - Tarda
 - 1 època
 - 10 èpoques

El criteri de tolerància en planimetria és 0.02 m i en altimetria és 0.04 m per què la precisió acceptada pels mètodes RTK és aproximadament els valors de la tolerància que s'han establert. Segons els manuals dels comerciants dels equips podria ser, fins i tot,



0.01 m, però basant-nos amb els casos reals i les experiències realitzades amb els mètodes RTK amb estació de referència pròpia, s'han establert aquests valors.

Totes les discrepàncies que superin aquests valors quedaran fora dels resultats tolerables.

4.1.1. Anàlisi amb el mètode RTK amb referència pròpia i només constel·lació GPS

En aquest apartat, es poden observar els resultats que s'han obtingut amb el mètode RTK amb la constel·lació GPS.

Per realitzar aquest mètode ha estat necessari col·locar el receptor fix a una de les bases de control. L'escollida ha estat la BR-4, ja que a priori, és la que té millor visibilitat del cel.

Per contra, la base 1 és la que té pitjor visibilitat de l'horitzó, així que, l'interval de temps d'observació de la base 4, que no es va realitzar per què estava l'estació de referència, es va aprofitar per obtenir més observacions de la base 1.

Per tant, la base 1 tindrà observacions a les 9:15 h i a les 11:45 h, i a les següents taules surt reflectit com a BR-1 i BR-1 bis, respectivament.

4.1.1.1. Totes les observacions (matí)

A la taula 10, veiem com la base BR-1, ha obtingut les pitjors mitjanes, tant en planimetria com altimetria, durant les observacions realitzades a les 9:15 h. En canvi, a la mateixa base, les realitzades a les 11:45 h del mateix dia, si que han entrat en tolerància.

La base 2, a diferència de la base 1, ha estat la que ha obtingut menys discrepàncies respecte el mètode estàtic. Tot i que, la resta de bases també han tingut solucions inferiors al límit de la tolerància establerta.



Que la base número 1 obtingui mals resultats, era d'esperar, ja que com hem comentat abans, la situació d'aquesta base es troba sota d'un arbre, en una zona envoltada d'arbustos.

| 1 època | X | Y | H |
|----------|--------|--------|--------|
| BR-1 | 0.027 | 0.041 | -0.054 |
| BR-2 | 0.003 | -0.004 | 0.006 |
| BR-3 | -0.010 | -0.016 | -0.009 |
| BR-1 bis | -0.003 | 0.015 | 0.032 |
| BR-5 | 0.006 | -0.010 | 0.006 |

Taula 10: Discrepàncies de matí en 1 època (unitat: m)

A la taula 11, s'observen tots els resultats durant el matí i en 10 èpoques. En aquest cas, BR-1 no ha estat l'única base que no ha obtingut resultats tolerables amb els criteris establerts, BR-3 ha obtingut quasi 0.05 m de discrepància en la coordenada Y. La resta de bases han continuat dins de la tolerància.

| 10 èpoques | X | Y | H |
|------------|--------|--------|--------|
| BR-1 | 0.311 | 0.364 | 1.822 |
| BR-2 | 0.004 | -0.003 | 0.012 |
| BR-3 | -0.013 | -0.049 | -0.030 |
| BR-1 bis | -0.001 | 0.014 | 0.037 |
| BR-5 | 0.004 | -0.008 | 0.007 |

Taula 11: Discrepàncies de matí en 10 èpoques (unitat: m)

4.1.1.2. Observacions en tolerància (matí)

A diferència de l'apartat anterior, tots els resultats són inferiors a 0.02 m en les coordenades planimètriques i inferiors a 0.04 m en altimetria, excepte en el cas de la base 1, i en les observacions de les 9:15 h, que no ha aconseguit obtenir ni coordenades en Y ni en Z.

La resta de bases tenen un 100% d'observacions realitzades i dins de la tolerància. Els resultats s'aprecien a la següent taula:



| 1 època | X | Y | H |
|----------|--------|--------|--------|
| BR-1 | 0.019 | - | - |
| BR-2 | 0.003 | -0.004 | 0.004 |
| BR-3 | -0.009 | -0.008 | -0.009 |
| BR-1 bis | -0.003 | 0.015 | 0.018 |
| BR-5 | 0.006 | -0.010 | 0.006 |

Taula 12: Discrepàncies de matí i 1 època (unitat: m)

En la taula 13, es recullen totes les discrepàncies corresponents, excepte la coordenada Y de la base 1 en l'observació de les 9:15h del matí.

Tant la base 2, com la 3 i com la 5, no han superat el centímetre de diferència.

| 10 èpoques | X | Y | H |
|------------|--------|--------|--------|
| BR-1 | 0.017 | - | -0.020 |
| BR-2 | 0.004 | -0.003 | 0.007 |
| BR-3 | -0.006 | -0.006 | -0.006 |
| BR-1 bis | -0.001 | 0.017 | -0.010 |
| BR-5 | 0.004 | -0.008 | 0.007 |

Taula 13: Discrepàncies de matí i 10 èpoques (unitat: m)

4.1.1.3. Totes les observacions (tarda)

De totes les observacions que s'han pres a la tarda amb aquest mètode, podem observar com la cota de la base 1 és l'única que no ha entrat en tolerància amb quasi 0.06 m de diferència entre les coordenades de control i les realitzades en RTK.

En la resta de bases, la diferència no arriba al centímetre excepte la cota de BR-3 que quasi arriba als 2 centímetres.

| 1 època | X | Y | H |
|---------|-------|--------|-------|
| BR-1 | 0.001 | 0.011 | 0.059 |
| BR-2 | 0.006 | -0.002 | 0.006 |
| BR-3 | 0.004 | -0.007 | 0.016 |
| BR-5 | 0.002 | -0.003 | 0.002 |

Taula 14: Discrepàncies de tarda i 1 època (unitat: m)

En la taula 15, es veu com en la base 3, les diferències en 10 èpoques són inferiors a les observades en 1 època, però també es dona el cas contrari, en la base 5.



I en el cas de la base 2, disminueix a la meitat la discrepància en X però l'augmenta en Y i en cota es queda igual respecte les realitzades en 1 època a la tarda.

| 10 època | X | Y | H |
|----------|-------|--------|-------|
| BR-1 | 0.008 | 0.012 | 0.075 |
| BR-2 | 0.003 | -0.004 | 0.006 |
| BR-3 | 0.003 | -0.006 | 0.010 |
| BR-5 | 0.003 | -0.004 | 0.005 |

Taula 15: Discrepàncies de tarda i 10 èpoques (unitat: m)

4.1.1.4. Observacions en tolerància (tarda)

En la següent taula, observem com totes les diferències no superen el 0.02 m, per tant, en aquest període de temps i època, podem afirmar que totes les observacions han entrat dins de la tolerància establerta. Tenint en compte que el 36 % aquestes tenien discrepàncies inferiors a la tolerància establerta per fer la mitja a la base 1 en cota. En canvi, de la resta de les bases, el 100% de les observacions realitzades a camp són coordenades que entren dins de la tolerància.

| 1 època | X | Y | H |
|---------|-------|--------|-------|
| BR-1 | 0.001 | 0.011 | 0.009 |
| BR-2 | 0.005 | -0.003 | 0.004 |
| BR-3 | 0.004 | -0.007 | 0.016 |
| BR-5 | 0.002 | -0.003 | 0.002 |

Taula 16: Discrepàncies de tarda i 1 època (unitat: m)

Igual que en la taula 16, la taula número 17 també ha obtingut tots els resultats dins de la tolerància establerta. Amb els mateixos percentatges que la taula anterior, es presenten les discrepàncies calculades amb el mètode RTK amb referència pròpia només constel·lació GPS a la tarda i obtingudes cada 10 èpoques, on la pitjor de les bases ha estat la BR-1 sense superar el centímetre en planimetria i els 2 centímetres de diferència en cota.



| 10 èpoques | X | Y | H |
|------------|-------|--------|-------|
| BR-1 | 0.007 | 0.011 | 0.015 |
| BR-2 | 0.003 | -0.004 | 0.006 |
| BR-3 | 0.003 | -0.006 | 0.010 |
| BR-5 | 0.003 | -0.004 | 0.005 |

Taula 17: Discrepàncies de tarda i 10 èpoques (unitat: m)

4.1.2. Anàlisi amb el mètode RTK en xarxa i només constel·lació GPS

Amb el mètode que va posar en funcionament l'ICC podem observar com s'han obtingut resultats de la base 4 ja que el funcionament de la xarxa Catnet no necessita un receptor fix físic, com anteriorment hem explicat.

4.1.2.1. Totes les observacions (matí)

En la taula número 18 s'observa com en observacions de matí i de 1 època, la base BR-1 no ha obtingut una bona solució en coordenades ja que cap dels resultats ha entrat dins dels paràmetres mínims. La resta de coordenades sí que ho ha fet, i a més a més, a la base 3 s'observa com la diferència de totes les coordenades realitzades és de 0.00 m en l'eix d'ordenades.

| 1 època | X | Y | H |
|---------|--------|--------|-------|
| BR-1 | -0.948 | -0.144 | 1.063 |
| BR-2 | -0.005 | 0.013 | 0.011 |
| BR-3 | 0.000 | 0.017 | 0.015 |
| BR-4 | -0.006 | -0.004 | 0.012 |
| BR-5 | -0.003 | 0.013 | 0.017 |

Taula 18: Discrepàncies de matí i 1 època (unitat: m)

En la següent taula, amb les mateixes condicions que la taula anterior, exceptuant el número d'èpoques, s'observa com la base 1, continua tenint discrepàncies excessives. Les altres bases totes entren en tolerància, tot i que, en BR-3 sobrepassa els 3 centímetres de diferència respecte la base de control en cota.



Comparant la base 1 entre la taula 17 i 18, s'observa que tot i no obtenir unes discrepàncies tolerables en cap de les dues, ha disminuït la diferència entre les coordenades obtingudes a 10 èpoques respecte les bases de control.

| 10 èpoques | X | Y | H |
|------------|--------|--------|-------|
| BR-1 | -0.550 | -0.073 | 0.629 |
| BR-2 | -0.003 | 0.015 | 0.005 |
| BR-3 | -0.004 | 0.014 | 0.034 |
| BR-4 | -0.005 | -0.005 | 0.009 |
| BR-5 | 0.003 | 0.009 | 0.024 |

Taula 19: Discrepàncies de matí i 10 èpoques (unitat: m)

4.1.2.2. Observacions en tolerància (matí)

A la taula 20 s'observen les diferències entre les coordenades base i les observacions obtingudes al matí, realitzades en 1 època que han entrat en tolerància.

Dels resultats d'aquesta taula, veiem que la diferència de coordenades no supera els 1.2 cm en planimetria (en el cas de la base 3) i 1.7 centímetres en cota (en el cas de la base 5). Però destacar que la base 1, no ha obtingut coordenades ni en X ni en H. Però, tampoc és d'estranyar que la base 1 tingui resultats no tolerables ja que per l'entorn que té, fa que el senyal no arribi al receptor.

| 1 època | X | Y | H |
|---------|--------|--------|--------|
| BR-1 | - | 0.000 | - |
| BR-2 | -0.005 | 0.011 | -0.008 |
| BR-3 | 0.000 | 0.012 | 0.015 |
| BR-4 | -0.006 | -0.004 | 0.012 |
| BR-5 | -0.002 | 0.009 | 0.017 |

Taula 20: Discrepàncies de matí i 1 època (unitat: m)

A la taula número 21, igual que l'anterior, la BR-1 no ha obtingut coordenades tolerables ni en X ni en H amb les observacions a 10 èpoques.



| 10 èpoques | X | Y | H |
|------------|--------|--------|-------|
| BR-1 | - | -0.002 | - |
| BR-2 | -0.003 | 0.011 | 0.002 |
| BR-3 | -0.004 | 0.010 | 0.008 |
| BR-4 | -0.005 | -0.005 | 0.009 |
| BR-5 | 0.003 | 0.008 | 0.019 |

Taula 21: Discrepàncies de matí i 10 èpoques (unitat: m)

La base 2 ha obtingut un 28% de resultats erronis en cota, un 40% en les coordenades planimètriques. BR-3 ha obtingut un 72% d'observacions superiors als paràmetres establerts anteriorment en l'eix l'abscisses.

La base 4 ha obtingut un 100% d'observacions que entren en tolerància respecte les bases de control i BR-5 un 82 %.

4.1.2.3. Totes les observacions (tarda)

A les taules 22 i 23 observem les discrepàncies obtingudes entre les coordenades observades amb el mètode VRS i les bases de control, durant la tarda, separades en 1 i 10 èpoques.

A la primera taula d'aquest apartat, veiem les diferències de les coordenades de l'estàtic amb les de l' RTK, on aquest cop és BR-5 la base que ha obtingut les discrepàncies més altes respecte a la tolerància. Seguidament, trobem la base 1 on la diferència no supera els 6 centímetres, tant en Y com en cota, i BR-3 ha resultat tenir una discrepància inferior a 0.04 m en la cota ortomètrica, tot i que, sense superar els 5 centímetres.

| 1 època | X | Y | H |
|---------|--------|--------|--------|
| BR-1 | 0.010 | 0.053 | 0.055 |
| BR-2 | -0.004 | -0.003 | 0.038 |
| BR-3 | -0.008 | -0.002 | 0.049 |
| BR-4 | -0.015 | -0.003 | 0.042 |
| BR-5 | 0.039 | 0.163 | -0.238 |

Taula 22: Discrepàncies de tarda i 1 època (unitat: m)



En la taula 23, on les observacions s'han realitzat amb èpoques de 10, BR-5 obté les discrepàncies més baixes de tota la taula, la base 3 continua sense entrar la cota en tolerància, tot i reduir 8 mil·límetres la discrepància. La base 1 no ha mostrat cap canvi positiu en cota, sinó al contrari, i en la coordenada Y a reduït 1.1 centímetres.

| 10 èpoques | X | Y | H |
|------------|--------|--------|-------|
| BR-1 | 0.006 | 0.042 | 0.072 |
| BR-2 | -0.007 | -0.006 | 0.040 |
| BR-3 | -0.009 | -0.002 | 0.041 |
| BR-4 | -0.016 | -0.006 | 0.038 |
| BR-5 | -0.009 | -0.001 | 0.000 |

Taula 23: Discrepàncies de tarda i 10 èpoques (unitat: m)

4.1.2.4. Observacions en tolerància (tarda)

La discrepància de la coordenada Y de la base 1, no ha pogut donar resultat ja que cap de les observacions realitzades ha sigut inferior a la distància de 2 centímetres, que és la discrepància màxima que pot obtenir respecte les bases de control.

També, observar que tot i tenir tres cotes molt pròximes als 0.04 m de límit de tolerància, totes elles han estat inferiors o iguals a aquesta.

A la base 2 s'ha obtingut la millor cota durant la tarda i amb una època.

| 1 època | X | Y | H |
|---------|--------|--------|-------|
| BR-1 | 0.010 | - | 0.037 |
| BR-2 | -0.004 | -0.003 | 0.038 |
| BR-3 | -0.009 | -0.001 | 0.006 |
| BR-4 | -0.014 | -0.003 | 0.040 |
| BR-5 | -0.005 | 0.001 | 0.020 |

Taula 24: Discrepàncies de tarda i 1 època (unitat: m)

A la taula 25, observem que totes les bases han obtingut discrepàncies dins de la tolerància, tot i que a la base 1, únicament un 4 % de les observacions s'han pogut utilitzar per fer la mitja.



La resta de bases s'ha utilitzat el 50% aproximadament de les observacions per completar la següent taula:

| 10 èpoques | X | Y | H |
|------------|--------|--------|-------|
| BR-1 | 0.006 | 0.016 | 0.040 |
| BR-2 | -0.006 | -0.006 | 0.029 |
| BR-3 | -0.009 | -0.002 | 0.014 |
| BR-4 | -0.015 | -0.004 | 0.024 |
| BR-5 | -0.008 | 0.002 | 0.017 |

Taula 25: Discrepàncies de tarda i 10 èpoques (unitat: m)

4.1.3. Anàlisi amb el mètode RTK amb referència pròpia i constel·lació GPS+GLONASS

En aquest apartat analitzarem els resultats obtinguts amb el mètode mixt GPS + GLONASS. Per realitzar les observacions a camp ha estat necessari estacionar un receptor fix a una de les bases de la xarxa, així que, la base que millor visibilitat té del cel és la base 4. Aquesta no ha obtingut resultats en RTK amb aquest mètode per què actua com a estació de referència.

En canvi, el seu temps d'observació, que inicia a les 11:45 h, s'ha aprofitat per observar la base 1 ja que és la que té menys visibilitat de l'horitzó. Aquesta observació extra de la base 1 s'anomena BR-1 bis a les següents taules d'aquest mètode.

4.1.3.1. Totes les observacions (matí)

Observant els resultats de la taula número 26, veiem que les observacions realitzades a la base 1 a les 9:15 h són tolerables, en canvi, les obtingudes a les 11:45 h (BR-1 bis) són superiors a les toleràncies establertes en aquest projecte.

La resta de bases no sobrepassen el centímetre, excepte en la cota de la base 2 que no arriba als 2 centímetres de diferència entre les coordenades de control respecte les observacions realitzades a camp.



| 1 època | X | Y | H |
|----------|--------|--------|--------|
| BR-1 | -0.010 | -0.002 | -0.002 |
| BR-2 | 0.006 | 0.000 | 0.018 |
| BR-3 | -0.005 | -0.002 | -0.003 |
| BR-1 bis | -2.167 | 0.984 | 1.941 |
| BR-5 | 0.001 | -0.005 | -0.001 |

Taula 26: Discrepàncies de matí i 1 època (unitat: m)

En canvi, a la taula següent veiem que tant en les observacions de les 9:15 h com les de les 11:45 h no s'ha obtingut discrepàncies inferiors a la tolerància.

A la resta de bases, la diferència que existeix entre les bases de control i les bases observades amb el mètode RTK amb estació pròpia i constel·lació mixt no supera el centímetre.

| 10 èpoques | X | Y | H |
|------------|--------|--------|--------|
| BR-1 | -0.863 | -0.205 | 0.844 |
| BR-2 | 0.005 | -0.003 | 0.010 |
| BR-3 | -0.004 | -0.007 | -0.003 |
| BR-1 bis | -0.913 | 0.703 | 1.304 |
| BR-5 | 0.003 | -0.006 | 0.002 |

Taula 27: Discrepàncies de matí i 10 èpoques (unitat: m)

4.1.3.2. Observacions en tolerància (matí)

A la taula 28, s'observa com els resultats de la base 1 són molt diferents depenent de l'hora d'observació. En el cas de les 9:15 h un 100% de les observacions han estat vàlides per fer la mitja, en canvi, en les realitzades a les 11:45h no n'hi ha hagut cap que entrés en tolerància.

A les bases BR-2 i BR-5 ha estat del 100%, i a BR-3 un 76%.

| 1 època | X | Y | H |
|----------|--------|--------|--------|
| BR-1 | -0.010 | -0.002 | -0.002 |
| BR-2 | 0.006 | 0.000 | 0.013 |
| BR-3 | -0.005 | 0.001 | -0.003 |
| BR-1 bis | - | - | - |
| BR-5 | 0.001 | -0.005 | 0.000 |

Taula 28: Discrepàncies de matí i 1 època (unitat: m)



En canvi, a la següent taula, on es mostren les discrepàncies en l' interval de 10 èpoques, la base 1 ha obtingut en un 20% de coordenades tolerables en les observacions de primera hora i 40% en les coordenades en planimetria de les 11:45h.

En les bases 2 i 5 han obtingut el 100% d'observacions i en la base 3 ha tingut errors en un 28% de les dades recollides a camp.

| 10 èpoques | X | Y | H |
|------------|--------|--------|--------|
| BR-1 | -0.009 | 0.002 | 0.014 |
| BR-2 | 0.005 | -0.003 | 0.006 |
| BR-3 | -0.003 | -0.003 | -0.004 |
| BR-1 bis | -0.018 | -0.003 | - |
| BR-5 | 0.003 | -0.006 | 0.002 |

Taula 29: Discrepàncies de matí i 10 èpoques (unitat: m)

4.1.3.3. Totes les observacions (tarda)

A la següent taula, veiem com les observacions obtingudes a la tarda, amb la constel·lació mixt i amb el període d'1 època, no han arribat a superar el valor de la tolerància en tots els casos, excepte en la cota ortomètrica de BR-1, on supera els 6 centímetres de diferència. La base 2 en dos dels casos ha superat el centímetre d'error i a la base 3, només succeeix el mateix en la cota. En canvi, BR-5 ha obtingut els millors resultats en discrepàncies, no superant en cap cas el centímetre.

| 1 època | X | Y | H |
|---------|--------|--------|--------|
| BR-1 | -0.008 | 0.012 | 0.061 |
| BR-2 | -0.011 | -0.001 | -0.019 |
| BR-3 | 0.005 | -0.002 | 0.012 |
| BR-5 | -0.001 | -0.006 | 0.007 |

Taula 30: Discrepàncies de tarda i 1 època (unitat: m)

En la taula número 31, on s'observen les discrepàncies en 10 èpoques, són dos els casos que no han entrat en tolerància, els dos són de la base 1, incrementant les discrepàncies obtingudes en la taula 30 (1 època).



Les dades de la base 2 a la taula d'observacions en 10 èpoques, ha millorat respecte la taula anterior de 1 època. A la base 3, ha obtingut els mateixos resultats i a la base 5 no s'ha superat el centímetre en discrepància, igual que en les observacions anteriors.

| 10 èpoques | X | Y | H |
|------------|--------|--------|--------|
| BR-1 | 0.031 | 0.014 | 0.115 |
| BR-2 | -0.006 | -0.001 | -0.008 |
| BR-3 | 0.005 | -0.002 | 0.012 |
| BR-5 | 0.003 | -0.005 | 0.002 |

Taula 31: Discrepàncies de tarda i 10 èpoques (unitat: m)

4.1.3.2. Observacions en tolerància (tarda)

Veien les dades de la taula 32, podem afirmar que totes les observacions han entrat en la tolerància establerta d'aquest projecte, a excepció de la base 1 on cap d'aquestes ha estat inferior als valors de la tolerància en altimetria. La resta de resultats han millorat respecte la taula que es mostra tots els resultats obtinguts en el mètode RTK amb referència pròpia i constel·lació GPS a la tarda i obtinguts amb 1 època, ja que totes les discrepàncies són inferiors a 1 centímetre excepte en la coordenada Y de la base 1, que és de 1.2 cm.

La base 5, a més a més d'obtenir els millors resultats en qualitat, també ha tingut el millor rendiment ja que el 100% de les observacions realitzades a camp han estat utilitzades per la mitja.

| 1 època | X | Y | H |
|---------|--------|--------|--------|
| BR-1 | -0.008 | 0.012 | - |
| BR-2 | -0.007 | -0.002 | -0.010 |
| BR-3 | 0.005 | -0.002 | 0.009 |
| BR-5 | -0.001 | -0.006 | 0.007 |

Taula 32: Discrepàncies de tarda i 1 època (unitat: m)

A la següent taula, igual que la taula anterior, la cota de BR-1 no ha obtingut resultat en altimetria.



BR-5 continua tenint un 100% d'observacions dins de la tolerància, en el cas de la base 3 també té un 100% de resultats tolerants i BR-2 ha obtingut un 72 % de dades inferiors a la tolerància.

| 10 èpoques | X | Y | H |
|------------|--------|--------|--------|
| BR-1 | -0.001 | 0.014 | - |
| BR-2 | -0.005 | -0.001 | -0.007 |
| BR-3 | 0.004 | -0.003 | 0.008 |
| BR-5 | 0.003 | -0.005 | 0.002 |

Taula 33: Discrepàncies de tarda i 10 èpoques (unitat: m)

4.1.4. Anàlisi amb el mètode RTK en xarxa i constel·lació GPS i GLONASS

En els següents apartats, analitzarem les discrepàncies calculades de les coordenades UTM (ED50) fus 31 N, obtingudes de les observacions realitzades amb el mètode RTK en xarxa amb constel·lació mixt, respecte les coordenades UTM (ED50) fus 31 N, de les bases de control. Les discrepàncies que s'observen a les següents taules estan calculades amb el mètode anomenat Smartnet.

Únicament amb aquest mètode, s'ha trobat un possible offset, tot i que, la metodologia ha sigut correcte. S'analitzaran les dues possibilitats i en les conclusions, s'explicarà possibles motius.

4.1.4.1. Totes les observacions (matí)

Observant la taula número 34.1, veiem que cap discrepància obtinguda en cota ha entrat en tolerància, el valor més baix ha estat 5 centímetres, en BR-4.

En tots aquests resultats, només hi ha dos valors inferiors a 1 centímetre i la única base que ha aconseguit obtenir discrepàncies inferiors a la tolerància en les coordenades planimètriques ha estat la base 4.

Tot i que els valors en cota surten superiors a la tolerància, totes les discrepàncies estan al voltant de 6 cm positius. Això fa pensar que potser hi podria haver algun tipus d'offset que estigués interferint en les observacions.



La repetibilitat de les discrepàncies en les coordenades Y, igual que en la cota, torna a fer pensar en algun tipus d'offset. En el cas de l'eix d'ordenades, al voltant dels 0.02 m.

En l'anàlisi d'aquestes taules, no s'inclou la base 1, per què al tenir mala visibilitat de l'horitzó, no afecta al resultat.

Si s'eliminessin els 2 cm en Y i els 6 cm en cota, la taula que sortiria seria una taula amb valors tolerables que, no arribaria a superar els 2.5 cm en cota, ni els 1.1 cm en Y (taula 34.2).

| 1 època | X | Y | H |
|---------|-------|-------|--------|
| BR-1 | 0.791 | 1.090 | -0.903 |
| BR-2 | 0.013 | 0.023 | 0.071 |
| BR-3 | 0.008 | 0.031 | 0.070 |
| BR-4 | 0.007 | 0.017 | 0.054 |
| BR-5 | 0.011 | 0.023 | 0.082 |

Taula 34: Discrepàncies de matí i 1 època (unitat: m)

| 1 època | X | Y | H |
|---------|-------|--------|--------|
| BR-1 | 0.791 | 1.070 | -0.963 |
| BR-2 | 0.013 | 0.003 | 0.011 |
| BR-3 | 0.008 | 0.011 | 0.010 |
| BR-4 | 0.007 | -0.003 | -0.006 |
| BR-5 | 0.011 | 0.003 | 0.022 |

Taula 34.2: Discrepàncies de matí i 1 època eliminant possible offsets (unitat:m)

Si treballem amb les dades de camp sense restar-li el possible offset, tornarà a sortir un percentatge del 66.6 % de discrepàncies fora de la tolerància. Però si corregim

els mateixos valors dels possibles offsets en les observacions de 10 èpoques, tornariem a obtenir una taula amb discrepàncies dins de les toleràncies establertes.

| 10 èpoques | X | Y | H |
|------------|-------|-------|--------|
| BR-1 | 0.793 | 1.079 | -0.925 |
| BR-2 | 0.011 | 0.025 | 0.067 |
| BR-3 | 0.007 | 0.025 | 0.069 |
| BR-4 | 0.007 | 0.018 | 0.056 |
| BR-5 | 0.014 | 0.026 | 0.076 |

Taula 35.1: Discrepàncies de matí i 10 èpoques (unitat: m)



| 10 èpoques | X | Y | H |
|------------|-------|--------|--------|
| BR-1 | 0.793 | 1.059 | -0.985 |
| BR-2 | 0.011 | 0.005 | 0.007 |
| BR-3 | 0.007 | 0.005 | 0.009 |
| BR-4 | 0.007 | -0.002 | -0.004 |
| BR-5 | 0.014 | 0.006 | 0.016 |

Taula 35.2: Discrepàncies de matí i 10 èpoques eliminant possible offset (unitat:m)

4.1.4.2. Observacions en tolerància (matí)

Observant el problema de l'apartat anterior, veiem dues possibles opcions, analitzar les dades obtingudes pel receptor (taula 36.1) o aplicar els offsets, que s'han esmentat anteriorment (taula 36.2). En el primer cas, ens fa pensar que aquest mètode obté unes observacions molt variables, tot i que n'obté de tolerables. En el segon cas, observem on totes les bases (excepte BR-1) com han obtingut uns resultats dins de la tolerància establerta.

No sorprèn que la base 1 no hagi obtingut coordenades dins de la tolerància, però el que sí que sorprèn és que, ni la base 3 ni la base 5, hagin obtingut cota, en la primera opció. En canvi, en la segona opció (taula 36.2), totes les bases entren en tolerància (excepte la base 1).

| 1 època | X | Y | H |
|---------|-------|-------|-------|
| BR-1 | - | - | - |
| BR-2 | 0.013 | 0.015 | 0.040 |
| BR-3 | 0.008 | 0.015 | - |
| BR-4 | 0.007 | 0.013 | 0.037 |
| BR-5 | 0.010 | 0.018 | - |

Taula 36.1: Discrepàncies de matí i 1 època (unitat: m)

| 1 època | X | Y | H |
|---------|-------|--------|--------|
| BR-1 | - | - | - |
| BR-2 | 0.013 | 0.003 | 0.010 |
| BR-3 | 0.008 | 0.002 | 0.010 |
| BR-4 | 0.007 | -0.006 | -0.006 |
| BR-5 | 0.010 | 0.003 | 0.020 |

Taula 36.2: Discrepàncies de matí i 1 època eliminant possible offset (unitat: m)



En la següent taula, succeeix el mateix que en l'anterior, la base 1 no hagi obtingut discrepàncies dins de la tolerància però en canvi, s'obté que l'única cota que s'ha obtingut en tolerància hagi estat la de la base 2 (taula 37.1). Per això, a la taula 37.2 s'ha eliminat el possible offset, deixant totes les discrepàncies en tolerància.

| 10 èpoques | X | Y | H |
|------------|-------|-------|-------|
| BR-1 | - | - | - |
| BR-2 | 0.011 | 0.019 | 0.038 |
| BR-3 | 0.007 | 0.013 | - |
| BR-4 | 0.007 | 0.015 | - |
| BR-5 | 0.011 | 0.017 | - |

Taula 37.1: Discrepàncies de matí i 10 èpoques (unitat: m)

| 10 èpoques | X | Y | H |
|------------|-------|--------|--------|
| BR-1 | - | - | - |
| BR-2 | 0.011 | 0.005 | 0.007 |
| BR-3 | 0.007 | 0.000 | 0.009 |
| BR-4 | 0.007 | -0.005 | -0.004 |
| BR-5 | 0.011 | 0.006 | 0.016 |

Taula 37.2: Discrepàncies de matí i 10 èpoques eliminant possible offset (unitat: m)

4.1.4.3. Totes les observacions (tarda)

Com en el cas del matí, succeeix exactament el mateix, ens trobem en dues opcions, respectar les discrepàncies obtingudes (taula 38.1) o aplicar el mateix offset (taula 38.2).

El primer cas hi ha un 46.6% d'observacions tolerables i en el segon cas un 80%.

| 1 època | X | Y | H |
|---------|--------|--------|-------|
| BR-1 | -0.038 | -0.172 | 0.525 |
| BR-2 | 0.013 | 0.030 | 0.070 |
| BR-3 | 0.004 | 0.013 | 0.046 |
| BR-4 | 0.007 | 0.012 | 0.058 |
| BR-5 | 0.009 | 0.007 | 0.074 |

Taula 38.1: Discrepàncies de tarda i 1 època (unitat: m)

| 1 època | X | Y | H |
|---------|--------|--------|--------|
| BR-1 | -0.038 | -0.192 | 0.465 |
| BR-2 | 0.013 | 0.010 | 0.010 |
| BR-3 | 0.004 | -0.007 | -0.014 |
| BR-4 | 0.007 | -0.008 | -0.002 |
| BR-5 | 0.009 | -0.013 | 0.014 |

Taula 38.2: Discrepàncies de tarda i 10 èpoques eliminant possible offset (unitat: m)



A les taules següents, observem el mateix percentatge que les taules anteriors, i a més a més, amb les mateixes caselles en vermell en els dos casos.

| 10 èpoques | X | Y | H |
|------------|--------|--------|-------|
| BR-1 | -0.036 | -0.167 | 0.514 |
| BR-2 | 0.012 | 0.029 | 0.069 |
| BR-3 | 0.006 | 0.014 | 0.050 |
| BR-4 | 0.009 | 0.011 | 0.061 |
| BR-5 | 0.012 | 0.002 | 0.076 |

Taula 39.1: Discrepàncies de tarda i 10 èpoques (unitat: m)

| 10 èpoques | X | Y | H |
|------------|--------|--------|--------|
| BR-1 | -0.036 | -0.187 | 0.454 |
| BR-2 | 0.012 | 0.009 | 0.009 |
| BR-3 | 0.006 | -0.006 | -0.010 |
| BR-4 | 0.009 | -0.009 | 0.001 |
| BR-5 | 0.012 | 0.002 | 0.016 |

Taula 39.2: Discrepàncies de tarda i 10 èpoques eliminant possibles offsets (unitat: m)

4.1.4.2. Observacions en tolerància (tarda)

En el primer cas, a la taula 40.1, un 12% de les observacions de la base 3 ha obtingut uns resultats inferiors a la tolerància i un 16% en el cas de la base 4. La resta de bases no tenen discrepàncies en cota ja que no entren dins de la tolerància.

En planimetria, totes han obtingut les dues coordenades corresponents excepte la base 2.

En canvi, en el segon cas, a la taula 40.2, s'observa com totes les bases, inclosa BR-1, han obtingut discrepàncies tolerables. Totes en un 100% de les observacions, excepte en la base 1 en un 20%. Això és possible si eliminem el possible offset contemplat anteriorment.

| 1 època | X | Y | H |
|---------|-------|-------|-------|
| BR-1 | 0.004 | 0.017 | - |
| BR-2 | 0.013 | - | - |
| BR-3 | 0.002 | 0.008 | 0.035 |
| BR-4 | 0.007 | 0.012 | 0.038 |
| BR-5 | 0.008 | 0.008 | - |

Taula 40.1: Discrepàncies de tarda i 1 època (unitat: m)



| 1 època | X | Y | H |
|---------|-------|--------|--------|
| BR-1 | 0.004 | 0.010 | 0.020 |
| BR-2 | 0.013 | 0.010 | 0.010 |
| BR-3 | 0.002 | -0.007 | -0.014 |
| BR-4 | 0.007 | -0.008 | -0.002 |
| BR-5 | 0.008 | -0.013 | 0.003 |

Taula 40.2: Discrepàncies de tarda i 1 època eliminant possibles offsets (unitat: m)

A la taula 41.1, es pot veure com ni BR-1 ni BR-2 han obtingut discrepàncies en cota, ni en la coordenada Y.

A la base 3 un 10% si que ha tingut coordenades en tolerància, en la base 4 ha estat del 12% i en la base 5 del 2%.

Això canvia, si s'elimina el possible offset, llavors els valors de les observacions queden tots tolerables amb un 100% i la base 1 amb un 30% (taula 41.2).

| 10 èpoques | X | Y | H |
|------------|-------|-------|-------|
| BR-1 | 0.006 | - | - |
| BR-2 | 0.012 | - | - |
| BR-3 | 0.006 | 0.009 | 0.035 |
| BR-4 | 0.009 | 0.011 | 0.038 |
| BR-5 | 0.012 | 0.008 | 0.039 |

Taula 41.1: Discrepàncies de tarda i 10 èpoques (unitat: m)

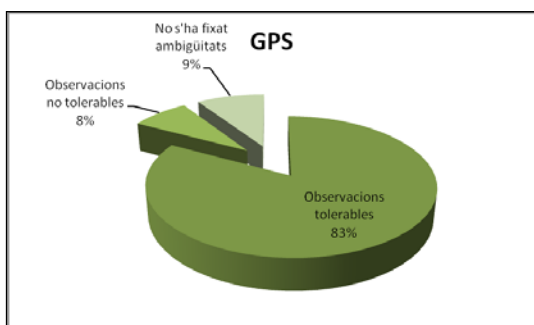
| 10 èpoques | X | Y | H |
|------------|-------|--------|--------|
| BR-1 | 0.006 | 0.015 | 0.009 |
| BR-2 | 0.012 | 0.008 | 0.009 |
| BR-3 | 0.006 | -0.003 | -0.010 |
| BR-4 | 0.009 | -0.009 | 0.001 |
| BR-5 | 0.012 | -0.018 | 0.008 |

Taula 41.2: Discrepàncies de tarda i 10 èpoques eliminant possibles offset (unitat: m)



4.1.5 Gràfiques comparatives

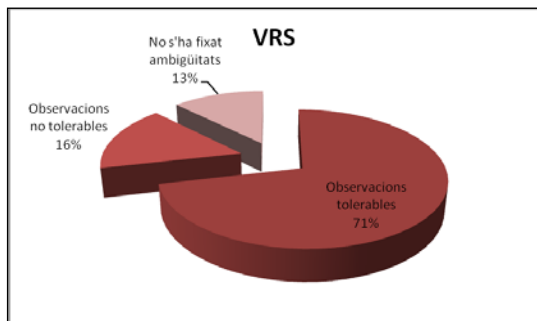
A les següents gràfiques s'identifica el percentatge d'observacions que han fixat ambigüitats i les que no. Dins dels resultats que han fixat, s'han separat els que ho han fet dins de la tolerància establerta i el que no ho han fet.



Gràfica 2

A la gràfica 2, amb el mètode RTK amb estació pròpia i única constel·lació GPS, s'observa com un 83% d'observacions són tolerables i un 8% no ho són. Un percentatge d'observacions tolerables molt alt respecte als altres mètodes.

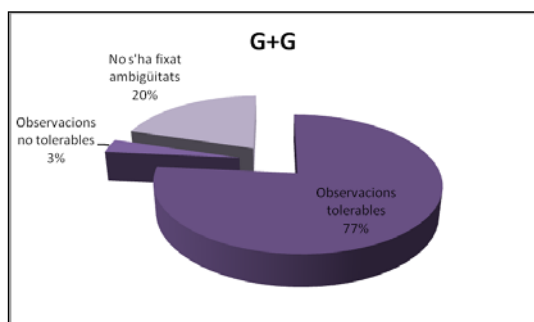
Únicament, un 8% d'aquestes no ha sigut capaç de fixar ambigüitats amb aquest mètode.



Gràfica 3

A la gràfica 3, en el mètode RTK en xarxa amb constel·lació GPS, s'ha obtingut un 71% d'observacions tolerables i un 16% no tolerables.

El percentatge d'observacions que no han fixat ambigüitats és d'un 13%.

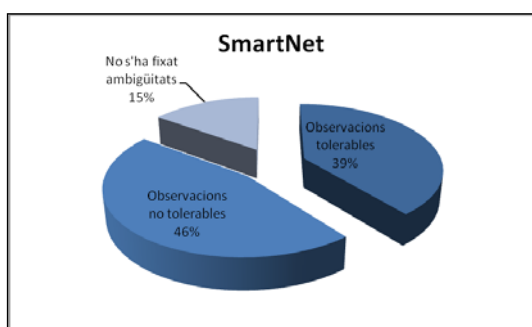


Gràfica 4

A la gràfica 4, amb el mètode RTK amb estació pròpia i amb constel·lació mixt, els resultats de les observacions tolerables ha estat d'un 77% i de les no tolerables un 3%.



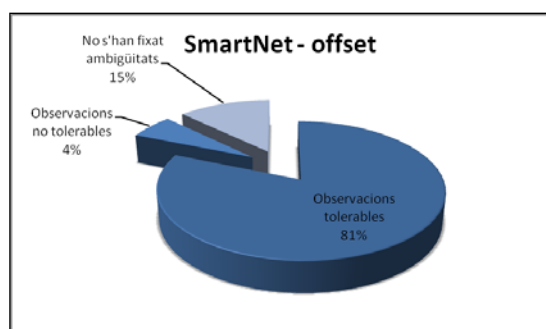
De les observacions que no han pogut fixar ambigüitats el percentatge ha estat d'un 20%.



Gràfica 5

A la gràfica 5, en el mètode RTK en xarxa amb constel·lació mixt GPS+GLONASS, els resultats han estat d'un 39% tolerables i un 46 % no tolerables, un percentatge molt baix respecte els altres mètodes.

En el cas de no haver fixat ambigüitats és d'un 15 %.



Gràfica 6

A la gràfica 6, s'observa com amb el mètode RTK en xarxa amb constel·lació mixt, aplicant-li un offset de 2 cm en Y i 6 cm en cota, surt un 81 % d'observacions tolerables i un 4 % no tolerables, dades molt diferents a la gràfica 5.

Ha estat del 15 % el percentatge d'observacions que no han fixat ambigüitats.



4.2. Temps en fixar ambigüitats

En aquest apartat, observarem el temps que ha tardat el receptor a inicialitzar per poder fixar ambigüitats.

Segons el criteri que s'ha utilitzat en aquest projecte, quan s'inicialitza el receptor i fixes ambigüitats, es realitzen 20 observacions (10 d'1 època i 10 de 10 èpoques) i després es reinicialitza el receptor, provocant que aquest desconnecti dels satèl·lits que estava rebent senyal i torni a buscar satèl·lits disponibles. I així successivament fins ha realitzar l'operació 5 cops, obtenint 5 temps d'inicialització i 100 observacions per base, hora del dia i mètode.

L'obtenció de 5 mesures de temps permet tenir una orientació de quan tarda el receptor a tornar a fixar ambigüitats.

S'ha separat les inicialitzacions en 3 blocs, les inferiors a un minut, entre 1 i 3 minuts i les superiors a 3 minuts. A les taules està reflectit en colors, el primer cas està en verd, el segon en blau i els superiors a 3 minuts en vermell. En l'últim cas, el temps màxim per donar opcions a inicialitzar ha estat de 10 minuts, transcorregut aquest període de temps, es considera que el receptor no ha pogut fixar ambigüitats.



4.2.1. Temps del mètode RTK amb referència pròpia i constel·lació GPS

A la següent taula, s'observen els temps d'inicialització del mètode RTK clàssic amb constel·lació GPS, on a la base 1 el 10% d'inicialitzacions s'han realitzat en menys d'1 minut, el 60 % s'han produït entre 1 minut i 3 minuts, el 20% han tardat més de 5 minuts en fixar ambigüitats, i un 10% no ho ha arribat a aconseguir.

A la base 2, el 100% dels casos d'inicialització del receptor s'han produït en menys d'1 minut.

A la base 3, el 70% dels casos, la inicialització s'ha realitzat en menys d'1 minut, el 20% entre 1 i 3 minuts i el 10% restant no ha inicialitzat a causa de la pèrdua de senyal del bluetooth del receptor.

A la base 4 no hi ha hagut observacions ja que era on estava situat el receptor fix per poder utilitzar aquest mètode. En canvi, durant aquest període de temps, s'ha realitzat una observació al matí a la base 1, perquè al ser la base que té pitjors condicions per culpa dels elements que trobem al seu entorn, poder contrastar més resultats durant el dia.

Tot i la intenció de realitzar 5 observacions, només ha estat possible una, ja que la resta no ha fixat ambigüitats (amb un temps màxim de 10 minuts).

I per finalitzar, a la base 5 trobem un 70% d'inicialitzacions en menys d'un minut, un 10% dels casos que han inicialitzat entre 1 i 3 minuts i la resta, que és un 20%, a fixat ambigüitat en més de 5 minuts.

| GPS | | Observacions | | | | |
|------|-------|--------------|------|------|------|------|
| | | 1a | 2a | 3a | 4a | 5a |
| BR-1 | Matí | 2.17 | 2.30 | 0.87 | | 2.00 |
| | Tarda | 1.65 | 9.41 | 5.60 | 1.51 | 1.77 |
| BR-2 | Matí | 0.24 | 0.16 | 0.16 | 0.28 | 0.19 |
| | Tarda | 0.19 | 0.19 | 0.10 | 0.11 | 0.14 |
| BR-3 | Matí | 1.76 | 1.07 | 0.83 | 0.51 | |
| | Tarda | 0.09 | 0.16 | 0.10 | 0.13 | 0.19 |
| BR-1 | Matí | 4.37 | | | | |
| BR-5 | Matí | 0.16 | 0.17 | 0.10 | 0.17 | 0.13 |
| | Tarda | 5.17 | 5.23 | 0.17 | 1.15 | 0.17 |

Taula 46: Temps a inicialitzar el receptor (unitats: minuts)

(verd: <1 min, blau: 1-3 min, vermell: >3 min)



4.2.2. Temps del mètode RTK en xarxa i constel·lació GPS

A la taula 47, on s'observen els resultats obtinguts pel mètode VRS, podem afirmar que a la base 1, el 40% dels casos d'inicialitzacions s'han realitzat en un temps superior a 3 minuts, el 50% ho han aconseguit fixar ambigüitats amb un marge de 10 minuts. El 10% restant, ha aconseguit inicialitzar el receptor entre 1 i 3 minuts.

A la base 2, el 50% de casos d'inicialitzacions s'ha realitzat en menys d'1 minut, el 20% ha tardat entre 1 minut i 3 minuts i el 30% s'han produït entre 3 i 9 minuts però el receptor a realitzat amb eficàcia el 100% d'inicialitzacions.

La base 3 ha obtingut un 60% d'inicialitzacions inferiors a 1 minut, el 30% entre 1 i 3 minuts i només el 10% ha superat els 3 minuts. Amb el rendiment del 100% d'observacions en aquesta base.

A la base 4, el 90% d'inicialitzacions s'han realitzat en menys d'1 minut, mentre que el 10% restant (1 inicialització) no ha pogut rebre amb qualitat el senyal dels satèl·lits.

A la base 5, el 40% de les inicialitzacions han estat inferiors a 1 minut, el 20% ha estat entre 1 i 3 minuts per aconseguir-ho, metres que el 40% han tardat més de 3 minuts però amb el 100% d'inicialitzacions.

| VRS | | Observacions | | | | |
|------|-------|--------------|------|------|------|------|
| | | 1a | 2a | 3a | 4a | 5a |
| BR-1 | Matí | 3.60 | | 3.55 | 5.74 | |
| | Tarda | | 3.87 | 2.10 | | |
| BR-2 | Matí | 0.32 | 5.95 | 1.35 | 0.17 | 2.38 |
| | Tarda | 8.67 | 3.77 | 0.28 | 0.86 | 0.12 |
| BR-3 | Matí | 3.85 | 0.65 | 2.76 | 0.60 | 1.98 |
| | Tarda | 0.27 | 2.35 | 0.67 | 0.17 | 0.31 |
| BR-4 | Matí | 0.13 | 0.17 | 0.10 | 0.18 | 0.14 |
| | Tarda | 10.00 | 0.21 | 0.26 | 0.18 | 0.37 |
| BR-5 | Matí | 0.17 | 2.45 | 0.17 | 0.17 | 1.43 |
| | Tarda | 3.88 | 4.43 | 4.98 | 5.51 | 0.97 |

Taula 47: Temps a inicialitzar el receptor (unitats: minuts)

(verd: <1 min, blau: 1-3 min, vermell: >3 min)



4.2.3. Temps del mètode RTK amb referència pròpia i constel·lació GPS + GLONASS

Amb el mètode mixt GPS+GLONASS, s'ha obtingut la taula número 48 on s'observen els temps de les bases d'aquest projecte.

A BR-1 es veu com només un 20% dels casos s'ha inicialitzat entre 1 i 3 minuts, ja que amb una xifra inferior no s'ha produït en aquesta base. El 20% dels casos s'ha fixat ambigüitats entre 5 i 10 minuts i el 60 % restant, no s'ha pogut obtenir cap observació ja que no ha fixat ambigüitats el receptor.

A la base 2, ha tingut una totalitat en inicialitzar en menys d'1 minut, en canvi, a la següent base s'ha obtingut un 90% d'inicialitzacions en menys d'un minut i el 10% restant ha estat entre 1 i 3 minuts.

A la base 1 en les observacions de les 11:45 h, el 20% dels casos s'han realitzat en menys de 1 minut, un 20% s'ha produït entre 1 i 3 minuts i el 60% restant, el receptor no ha pogut fixar ambigüitats en un temps inferior a 10 minuts.

A la base 5, s'ha pogut inicialitzar el receptor en menys d'1 minut en el 90 % dels casos i el 10% restant ho ha fet entre 1 i 3 minuts.

| GPS+Glonass | | Observacions | | | | |
|-------------|-------|--------------|------|------|------|------|
| | | 1a | 2a | 3a | 4a | 5a |
| BR-1 | Matí | 1.05 | | | | |
| | Tarda | | 5.00 | 3.43 | 3.00 | |
| BR-2 | Matí | 0.24 | 0.17 | 0.17 | 0.78 | 0.34 |
| | Tarda | 0.17 | 0.44 | 0.22 | 0.54 | 0.16 |
| BR-3 | Matí | 0.45 | 2.95 | 0.17 | 0.34 | 0.14 |
| | Tarda | 0.17 | 0.10 | 0.17 | 0.68 | 0.25 |
| BR-1 | Matí | 0.96 | | | 3.80 | |
| BR-5 | Matí | 0.08 | 0.15 | 0.07 | 0.12 | 0.16 |
| | Tarda | 1.89 | 0.19 | 0.91 | 0.44 | 0.10 |

Taula 48: Temps a inicialitzar el receptor (unitats: minuts)

(verd: <1 min, blau: 1-3 min, vermell: >3 min)



4.2.4. Temps del mètode RTK en xarxa i constel·lació GPS i GLONASS

A l'última taula d'aquest apartat, s'observa el temps que ha tardat a inicialitzar-se el receptor amb el sistema Smartnet.

A la base 1, veiem com el 10% dels casos es realitzen en menys d'un minut, el 50% dels casos d'aquesta base es produeixen entre 3 i 10 minuts i el 40% dels casos, la inicialització del receptor no ha estat possible.

A la base 2, el 80% dels casos, la inicialització s'ha realitzat en menys d'1 minut, el 10% s'ha produït entre 1 i 3 minuts i el 10% restant, no ha aconseguit fixar ambigüitats.

A la base 3, el 50% dels casos, la inicialització s'ha realitzat en menys d'1 minut, el 40 % entre 1 i 3 minuts i el 10% s'ha aconseguit fixar ambigüitats amb una xifra superior a 3 minuts però inferior a 10.

A la base número 4, el 100% dels casos, la inicialització s'ha produït en un temps inferior a 1 minut.

I per finalitzar el mètode de Smartnet, la base 5 ha obtingut en un 30% dels casos, inicialització inferior a 1 minut, un 40% entre 1 i 3 minuts, un 20% entre 3 i 10 minuts i el 10% restant, no ha pogut inicialitzar per la pèrdua de senyal del bluetooth del receptor.

| Smartnet | | Observacions | | | | |
|----------|-------|--------------|------|------|------|------|
| | | 1a | 2a | 3a | 4a | 5a |
| BR-1 | Matí | | | 3.98 | | |
| | Tarda | 4.36 | 7.00 | 0.90 | 4.16 | 3.10 |
| BR-2 | Matí | 0.20 | 0.20 | 0.34 | 0.13 | 0.17 |
| | Tarda | 1.84 | 0.11 | 0.68 | 0.68 | |
| BR-3 | Matí | 2.93 | 0.23 | 0.14 | 3.97 | 1.34 |
| | Tarda | 1.15 | 0.81 | 2.57 | 0.17 | 0.48 |
| BR-4 | Matí | 0.17 | 0.14 | 0.61 | 0.17 | 0.17 |
| | Tarda | 0.18 | 0.51 | 0.10 | 0.51 | 0.60 |
| BR-5 | Matí | 4.75 | 0.17 | 0.43 | 0.93 | |
| | Tarda | 1.96 | 3.14 | 1.26 | 1.42 | 1.62 |

Taula 49: Temps a inicialitzar el receptor (unitats: minuts)

(verd: <1 min, blau: 1-3 min, vermell: >3 min)



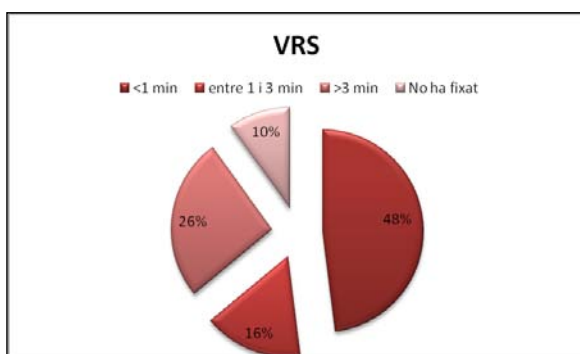
4.2.5. Gràfiques comparatives

A les següents gràfiques observem quant ha tardat el receptor en fixar ambigüitats o si no ho ha fet. Si n'ha fixat, s'ha dividit en tres intervals de temps, els quals són, inferior a 1 minut, entre 1 i 3 minuts i superior a 3 minuts fins a un màxim de 10 minuts. Si al superar els 10 minuts no ha aconseguit fixar ambigüitats, direm que no ho ha fet ja que no es disposava de més marge.



Gràfica 7

A la gràfica 7, amb el mètode RTK amb estació pròpia i constel·lació GPS, s'observa com un 62% d'inicialitzacions s'han fet amb menys d'1 minut, el 23% ho ha fet entre 1 i 3 minuts i un 10% amb més de 3 minuts. Únicament un 5% dels cops no ha inicialitzat.



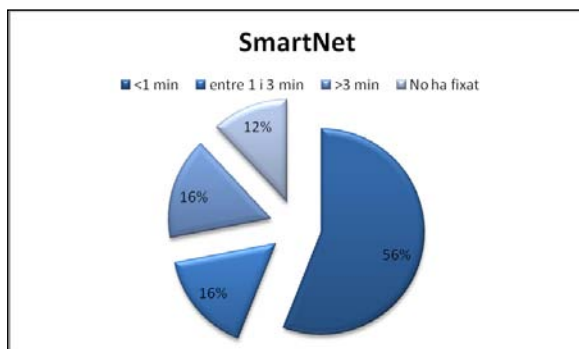
Gràfica 8

A la gràfica 8, amb el mètode RTK en xarxa amb constel·lació GPS, s'ha obtingut un 48% d'inicialitzacions inferiors a 1 minut, un 16% entre 1 i 3 minuts i un 26% superior a 3 minuts. Tot i que un 10% ho han aconseguit inicialitzar-se.



Gràfica 9

A la gràfica 9, amb el mètode RTK amb estació fix pròpia i amb constel·lació mixt, els resultats de les inicialitzacions han estat del 70% inferiors a 1 minut, 10% entre 1 i 3 minuts i un 5% superior a 3 minuts. En el cas que no ha fixat ambigüitats ha estat del 15%.



Gràfica 10

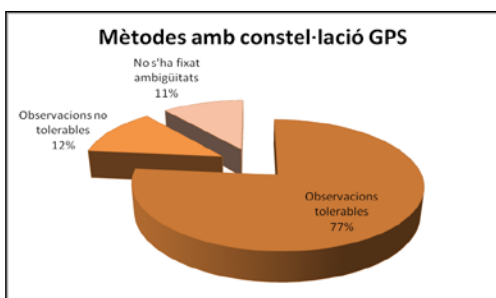
A la gràfica 10, amb el mètode RTK en xarxa i constel·lació GPS i GLONASS, els resultats han estat d'un 56% d'inicialitzacions inferiors a 1 minut, un 16% entre 1 i 3 minuts i un 16% superior a 3 minuts.



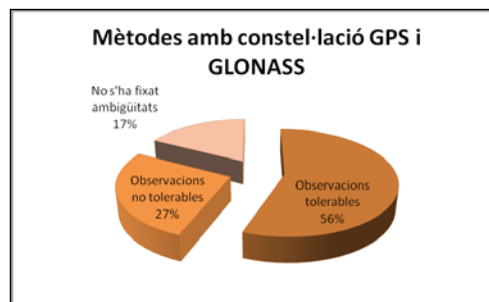
5. Conclusions

Segons les dades que s’han obtingut en aquest projecte, l’aportació que fa treballar amb una segona constel·lació (GPS combinada amb la GLONASS), no és gaire bona, ja que treballant únicament amb la constel·lació GPS s’ha obtingut un 77% d’observacions tolerables i un 12 % no tolerables, en canvi, amb la constel·lació mixta, les tolerables tenen un percentatge del 56% i les no tolerables del 27%.

Els resultats de les observacions que no s’han fixat ha estat de 11% amb GPS i del 17% amb GPS+GLONASS.

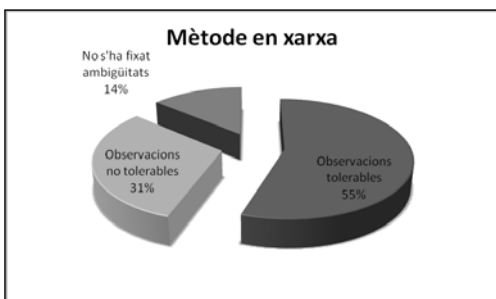


Gràfica 11

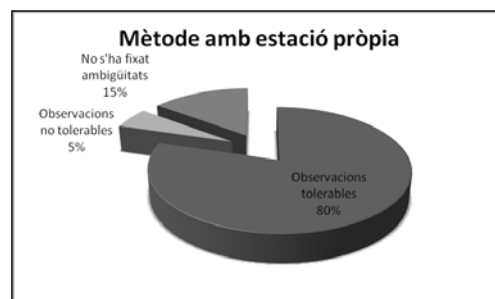


Gràfica 12

Segons les dades que s’han obtingut en aquest projecte, la fiabilitat de treballar en xarxa no és tan alta com la de treballar amb estació permanent pròpia, ja que treballar en xarxa ha obtingut un 55% d’observacions en tolerància i un 31% fora de la tolerància, en canvi, amb el mètode estàndard, d’estació pròpia ha obtingut un 80% d’observacions en tolerància i un 5% fora de la tolerància establerta per aquest projecte.



Gràfica 13



Gràfica 14



Per tant, segons les dades de camp que es van realitzar l'agost del 2008, treballar amb el mètode RTK amb estació pròpia i constel·lació GPS, t'assegura un percentatge més alt de resultats dins de la tolerància establerta per aquest projecte.

Amb el mètode RTK en xarxa amb constel·lació mixt, s'ha donat el cas que les observacions en les coordenades Y i H no han entrat majoritàriament en tolerància, tot i que la diferència de resultats tenia poca dispersió.

Després de comprovar que la metodologia hagi estat la correcta i que el model estigués controlat, s'han estudiat varies opcions:

- Les xarxes, Catnet i Smartnet estan monitoritzades entre elles, tot i així, les estacions de referència són diferents segons la xarxa. Podria haver una desviació entre una i altra xarxa.
- Segons Leica, no s'ha utilitzat el sistema més òptim per obtenir les observacions. Utilitzar el receptor Topcon (RTCM 3.0) no és el mateix que utilitzar Leica (RTCM 3.1) per obtenir dades de la xarxa SmartNet.
- La xarxa VRS crea una estació virtual on la referència ja és respecte el centre de fase. Amb SmartNet no es crea cap estació virtual, sinó que agafa l'estació de referència més propera i envia les correccions del model a través d'aquesta.

Si realment les observacions en SmartNet tinguessin un offset, tots els resultats d'aquest mètode canviarien bruscament en Y i en cota.

L'offset aplicat, en aquest projecte, ha estat de:

$$Y = - 0.02 \text{ m}$$

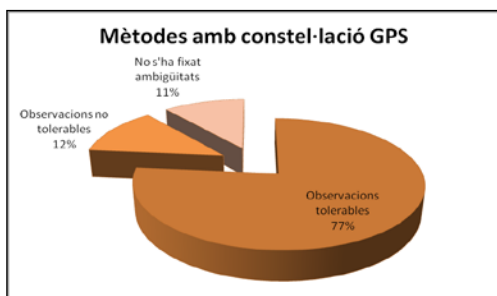
$$H = - 0.06 \text{ m}$$

Per aquest motiu, també s'analitzaran els resultats tenint en compte l'offset amb el mètode RTK en xarxa amb constel·lació mixt.

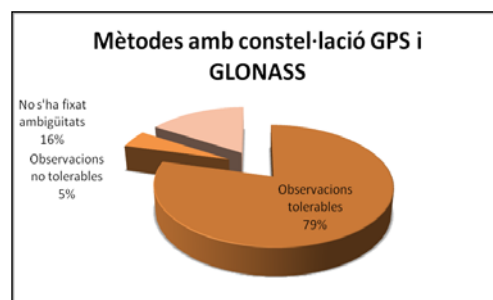
Segons les dades que s'han obtingut en aquest projecte, l'aportació que fa treballar amb la constel·lació GPS combinada amb la GLONASS, és molt semblant, ja que treballant únicament amb la constel·lació GPS s'ha obtingut un 77% d'observacions tolerables i un 12 % no tolerables, i en canvi, amb la constel·lació mixt, les observacions tolerables tenen un percentatge del 79% i les no tolerables del 5%.



Els resultats de les observacions que no s'ha fixat ha estat de 11% amb GPS i del 16% amb GPS+GLONASS.

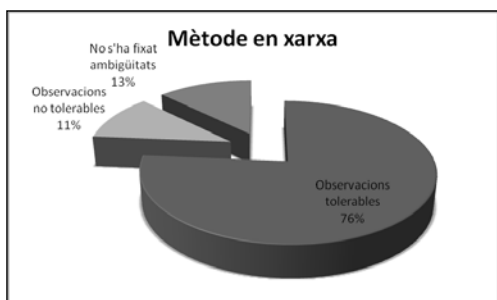


Gràfica 15

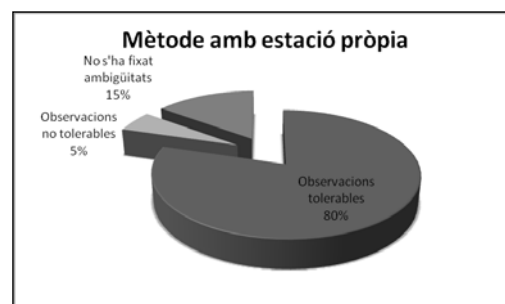


Gràfica 16

Segons les dades que s'han obtingut en aquest projecte, la fiabilitat de treballar en xarxa és inferior a la de treballar amb estació permanent pròpia, ja que treballar en xarxa ha obtingut un 76% d'observacions en tolerància i un 11% fora de la tolerància, en canvi, amb el mètode estàndard, d'estació pròpia s'ha obtingut un 80% d'observacions en tolerància i un 5% fora de la tolerància establerta per aquest projecte.



Gràfica 17



Gràfica 18

Per tant, segons les dades de camp que es van realitzar l'agost del 2008, aplicant un offset al mètode SmartNet, treballar amb el mètode RTK amb estació pròpia i constel·lació GPS + GLONASS, t'assegura un percentatge més alt de resultats dins de la tolerància establerta per aquest projecte.



El motiu que hagi sortit un percentatge alt d'observacions que no han fixat ambigüitats ha estat que, la base 1 tenia moltes obstruccions del cel, el fet que fixés ambigüitats o no, no depenia el 100 % del mètode sinó que gran part depenia de la posició dels satèl·lits. Com que en els quatre mètodes hi havia la mateixa constel·lació, els resultats han estat molt semblants. Tot i així, el mètode RTK amb estació de referència pròpia amb constel·lació GPS i GLONASS ha estat el mètode que ha tingut més observacions sense fixar i el mateix mètode però només utilitzant la constel·lació GPS ha estat el que més observacions ha fixat.

L'important per aquests casos és posicionar les bases en una zona on hi hagi visibilitat de l'horitzó, així s'evita un error més en les observacions.



Annexes



Fitxa de la base: BR-1

Fitxa tècnica:

Municipi: Barcelona

Comarca: Barcelonès

Província: Barcelona

Coordenades:

X UTM: 425853,297 m

Y UTM: 4581813,975 m

H: 71,847 m



Data col·locació: 13/12/2007

Projecció UTM

Sistema de referència

ED 50

Fus 31 hemisferi Nord

El·lipsoide de Hayford

Geoide UB91 modificat

(ETRS89)



Descripció ubicació:

Base ubicada a una de les tanques limita el camp d' hípica del Club de Polo.

Aquesta es troba molt a prop de la sortida. A una banda, hi trobem arbusts i a 0,45 m de distància trobem un arbre.

A prop també hi trobem un focus de llum que il·lumina el camp.

Accés a la base:

Un cop situats dins del Club de Polo, si caminem direcció el centre esportiu a mà dreta veure'm el camp, i amb ell, la tanca.



Fitxa de la base: BR-2

Fitxa tècnica:

Municipi: Barcelona

Comarca: Barcelonès

Província: Barcelona

Coordenades:

X UTM: 425778,912 m

Y UTM: 4581776,700 m

H: 75,157 m



Data col·locació: 13/12/2007

Projecció UTM

Sistema de referència

ED-50

Fus 31 hemisferi nord

El·lipsoide de Hayford

Geoide UB91 modificat

(ETRS89)

Descripció ubicació:

Base situada en un mur que protegeix de les caigudes a diferent nivell, al costat hi ha les grades per observar el camp d'hípica, aquestes estan cobertes i estan a 6 metres en paral·lel al mur.



Accés a la base:

Accedirem a aquesta base des de les escales que donen accés a les grades cobertes, situades a una de les bandes longitudinals del camp de gespa.



Fitxa de la base: BR-3

Fitxa tècnica:

Municipi: Barcelona

Comarca: Barcelonès

Província: Barcelona

Coordenades:

X UTM: 425727,673 m

Y UTM: 4581828,775 m

H: 76,089 m

Data col·locació: 13/12/2007

Projecció UTM

Sistema de referència

ED-50

Fus 31 hemisferi nord

El·lipsoide de Hayford

Geoide UB91 modificat

(ETRS89)



Descripció ubicació:

Base ubicada a la zona de les grades cobertes, a la part esquerra del mur (mirant al camp).

Accés a la base:

Accedirem a aquesta base des de les escales que donen accés a les grades cobertes, situades a una de les bandes longitudinals del camp de gespa i al final de les grades està situada la base.



Fitxa de la base: BR-4

Fitxa tècnica:

Municipi: Barcelona

Comarca: Barcelonès

Província: Barcelona

Coordenades:

X UTM: 425731,015 m

Y UTM: 4581861,408 m

H: 74,812 m

Data col·locació: 13/12/2007

Projecció UTM

Sistema de referència ED-50

Fus 31 hemisferi nord

El·lipsoide de Hayford

Geoide UB91 modificat

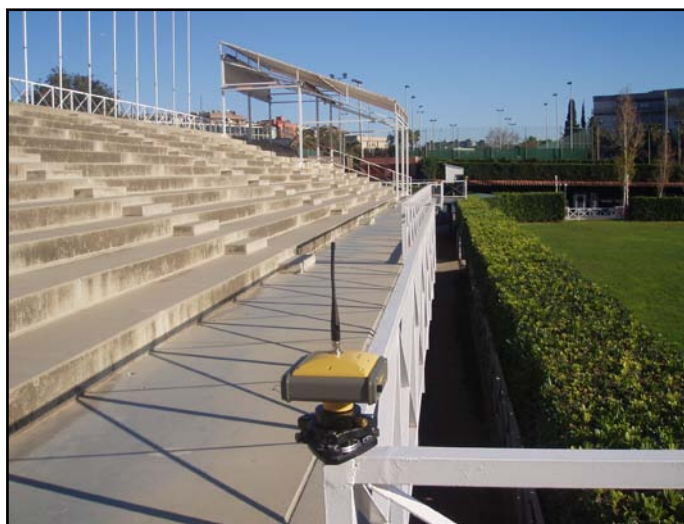
(ETRS89)

Descripció ubicació:

Base ubicada sobre una de les tanques que envolta el camp d'hípica, es situa a l'extrem esquerra de les grades descobertes que trobem a la banda dreta, contigües a les altres grades que hi ha en la zona. Les grades estan a 1,90 metres en paral·lel a la tanca.

Accés a la base:

Per accedir a aquesta base, ho farem des de les grades cobertes, on marxarem d'aquestes i accedirem a les altres a través d'unes escales.





Fitxa de la base: BR-5

Fitxa tècnica:

Municipi: Barcelona

Comarca: Barcelonès

Província: Barcelona

Coordenades:

X UTM: 425760,101

Y UTM: 4581888,178

H: 74,800

Data col·locació: 13/12/2007

Projecció UTM

Sistema de referència

ED-50

Fus 31 hemisferi nord

El·lipsoide de Hayford

Geoide UB91 modificat

(ETRS89)



Descripció ubicació:

Igual que la base BR-4 està situada a la mateixa tanca, però a diferència de l'altra, aquesta té un petit cobert de tela situat a 3,50 metres en horitzontal (distància reduïda).

Accés a la base:

És el mateix accés que la BR-4 però a 100 metres en direcció a l'altre extrem de les grades descobertes.





Agraïments

Aquest apartat està creat principalment per agrair l'esforç dels tutors d'aquest projecte, l'Amparo Núñez i el Carles Gràcia.

També vull donar les gràcies a l'Alba Sánchez, al Jaume Cera i al Toni Cadena, per està sempre presents.

Nombrar als meus excompanys de Comsa; Javi, Pili, Raul, David's, Dani i Monica.

I nombrar també al Javi de Collbató i ,en general, al grup d'amics de El Bruc, concretament al Farfa, l'Òscar, la Silvia i el Manel.

I ja per acabar, però no menys important, donar les gràcies a la meva família.



Bibliografia

- [1]. Corbasí, Á., (1998). Sistemas de navegación, Mc. Graw Hill.
- [2]. N. Brown, I. Geisler and L. Troyer. RTK Rover Performance using the Master-Auxiliary Concept.
- [3]. Ruiz, T. Avanzando con GPS Diferencial, correcciones IP. 2006
- [4]. Leica GPS Spider. Networked Reference Stations. Leica Geosystems.
- [5]. Trimble – Research and White Papers for Scalable GPS Infrastructure and VRS
- [6]. Octubre 2005. Mapping, Trimble. Introducción al concepto de redes VRS.
- [7]. Wiley (1990), GPS Satellite Surveying, New York.
- [8]. CATNET: Una red de estaciones GPS para el posicionamiento diferencial en tiempo real. Institut Cartogràfic de Catalunya.

Pàgines d'internet:

<http://www.instop.es/index>

<http://www.icc.es>

<http://www.smartnet-gps.es>

<http://www.esa.int>

<http://www.canspace.com>

<http://www.glonass-ianc.rsa.ru>

<http://www.ngs.noaa.gov>