

DETERMINACION, CORRECCION Y AJUSTE DE COORDENADAS GPS PARA LAS FASES DE VUELO, DE APROXIMACION Y ATERRIZAJE. DESARROLLO DE UN SISTEMA GBAS PARA EL AEROPUERTO DE NEMOCON (CUNDINAMARCA)

Director: C. PhD Robinson Quintana

Juan Ricardo Barragán Currea

Sergio Andrés Pabón Rozo

Octubre 30 de 2012

Concepción, CHILE





OBJETIVOS



General:

Desarrollar un sistema de aumentación basado en infraestructura terrestre para el aeropuerto en construcción del municipio de Nemocon, (Cundinamarca)

Específicos:

- Establecer una red Geodésica de control GPS para la implementación de la tecnología GBAS, en el aeropuerto en construcción del municipio de Nemocon, (Cundinamarca).
- Determinar las coordenadas y diseñar la ruta aeronáutica para la prueba del sistema.
- Realizar varias simulaciones en tiempo real, determinando la corrección al diseño propuesto.
- Desarrollar una aplicación para una terminal móvil, poniendo en prueba el sistema de aumentación basado en infraestructura terrestre.
- Proponer herramientas suficientes para el desarrollo integral de un sistema de aumentación terrestre en Colombia.



SISTEMAS DE AUMENTACIÓN GNSS

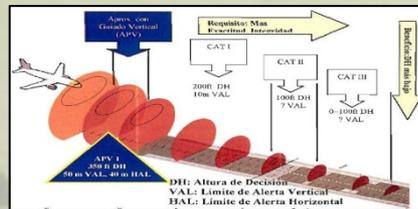


Aumentación basada en Satélites (SBAS)

EXACTITUD
INTEGRIDAD
CONTINUIDAD
DISPONIBILIDAD



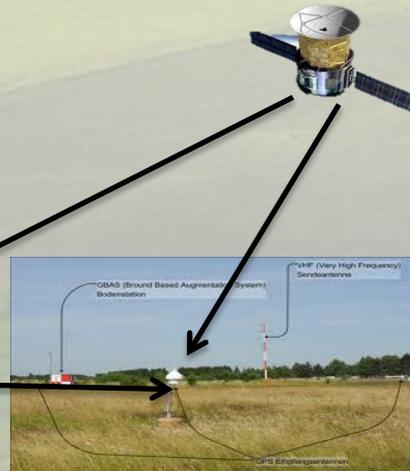
Aumentación basada en la aeronave (ABAS)



Monitoreo y Control de aterrizaje



Monitoreo y Control de Aproximación y recorrido sobre la pista



Estaciones Terrestres de transmisión

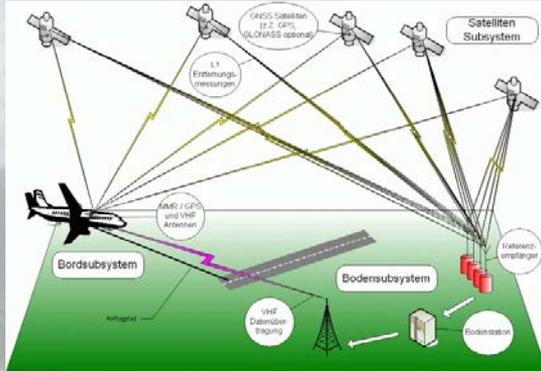
Aumentación basada en Tierra (GBAS)



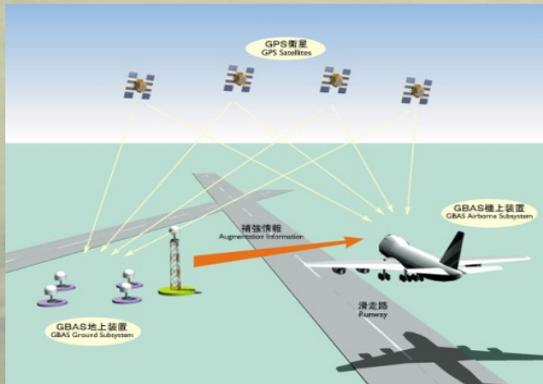
ANTECEDENTES GBAS



Overview of GBAS stations worldwide



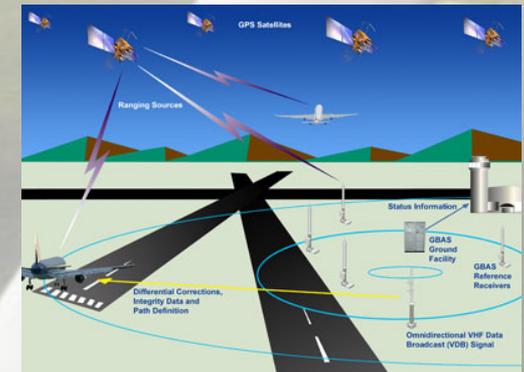
Alemania



Japón



Corea



Australia

METODOLOGIA



**UNIVERSIDAD DISTRITAL,
AERONAUTICA CIVIL**

**Reconocimiento y diseño de
red Geodésica de control GBAS
con INGEOMINAS**

INGEOMINAS

Construcción 1 estación GPS,
Universidad Distrital y La aeronáutica Civil

Definición de la Ubicación de las
estaciones GPS en conjunto con
INGEOMINAS

Construcción de 3 Estaciones GPS
con el patrocinio de Ingeominas

Nem3 UD (pista)

Nem1 (pista)

Nem2 (pista)

Construcción de estaciones
para control GBAS,
ESPECIFICACIONES INGEOMINAS

VZIP (VOR Zipaquirá)

ANTENA RECEPTORA TRIMBLE

OCUPACION DE LAS ESTACIONES
DE CONTROL GBAS

ANTENA RECEPTORA TOPCON R4

2 Sesiones de 2 días,
ocupación de 7 horas para cada una

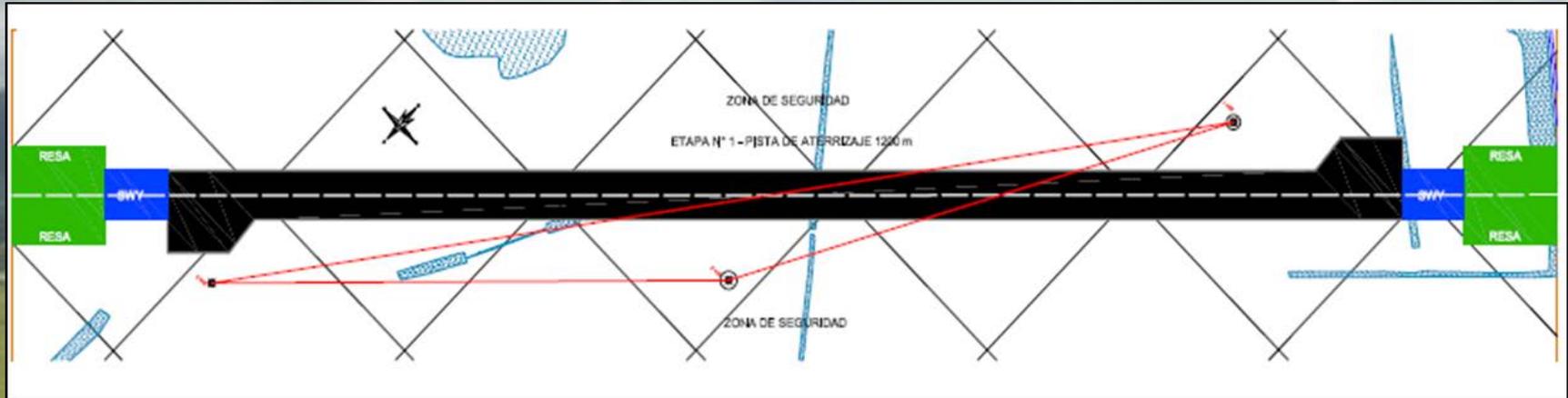
1 Sesión continua de 5 días para cada
estación GPS





DEFINICIÓN Y DISEÑO RED GEODÉSICA GBAS

La red Geodésica GBAS esta comprendida por 4 estaciones GPS, las cuales se ubican 3 en la primera etapa de construcción de la pista y una más en el VOR de Zipaquirá.





OCUPACIÓN O POSICIONAMIENTO GPS

1 sesión continua de 5 días con equipos Topcon CR-4 y Zephyr Geodetic 2 se realizó para los puntos NEM1, NEM2 y VZIP respectivamente.

El punto de control GBAS denominado NEM3 UD se posiciono con un equipo tremble 4000ssi en 2 sesiones de 7 horas día.

ID ESTACION	NOMBRE ESTACION	LATITUD N			LONGITUD W			ALTURA ELIPSOIDAL (m)	FECHA DE TOMA DE DATOS	FECHA DE CALCULO
		°	'	"	°	'	"			
VZIP	VOR ZIPAQUIRA	5	1	8,4173	-73	59	13,0376	2593,249	Abril 23-28, 2012	Mayo 23,2012
NEM1	Nemocon 1	5	5	58,8907	-73	54	8,5731	2598,769	Abril 22-28, 2012	Mayo 23,2012
NEM2	Nemocon 2	5	5	46,2811	-73	54	20,1487	2594,292	Abril 22-28, 2012	Mayo 23,2012
Nota	El procesamiento correspondes al cálculo de las observaciones efectuadas en la fecha correspondiente durante 24 horas de rastreo continuo									



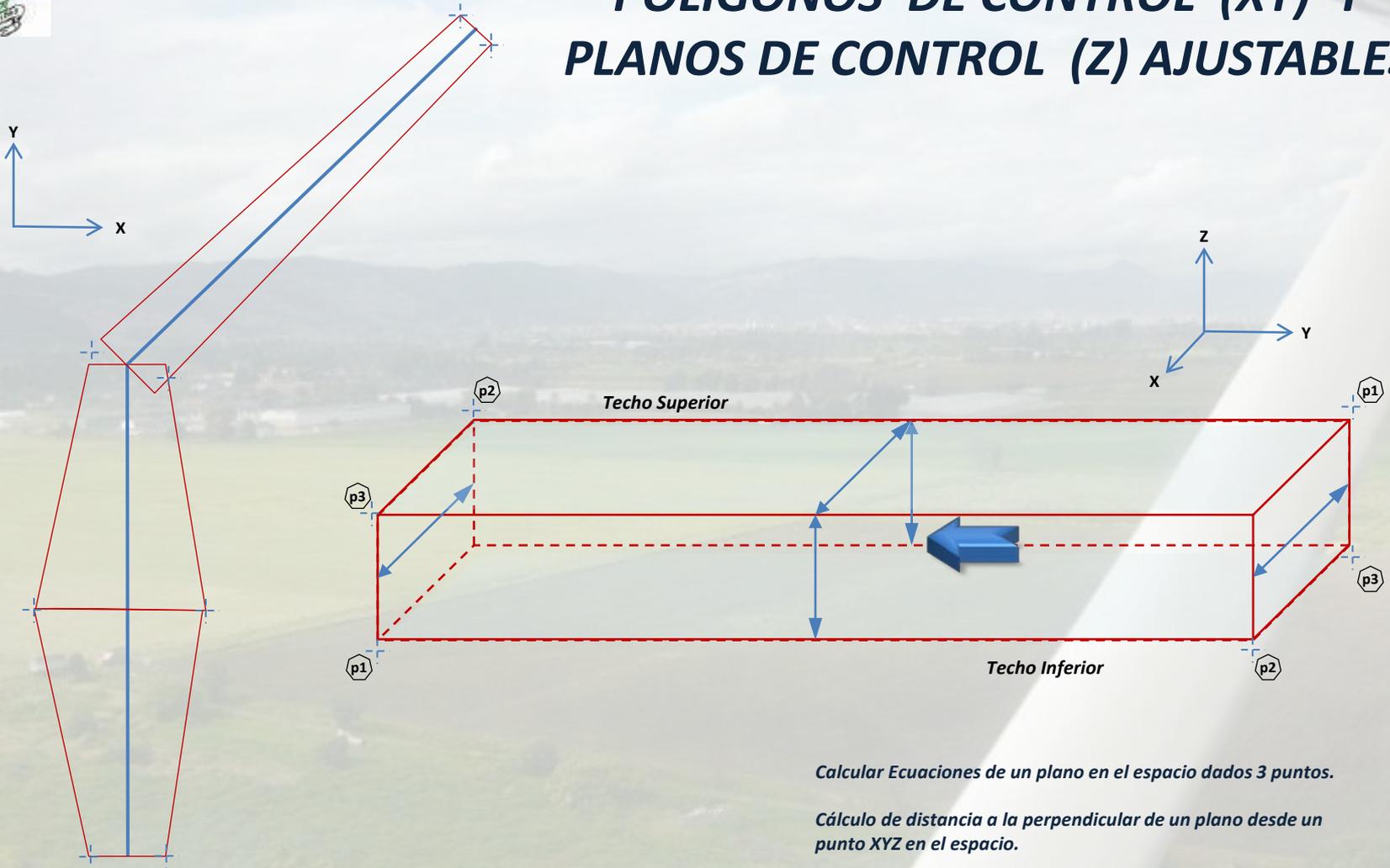


PRUEBA DE FUNCIONAMIENTO GBAS (AUTOMÓVIL)





POLÍGONOS DE CONTROL (XY) Y PLANOS DE CONTROL (Z) AJUSTABLES



Cálculo de Intersección de líneas para establecer puntos límite

Calcular Ecuaciones de un plano en el espacio dados 3 puntos.

Cálculo de distancia a la perpendicular de un plano desde un punto XYZ en el espacio.

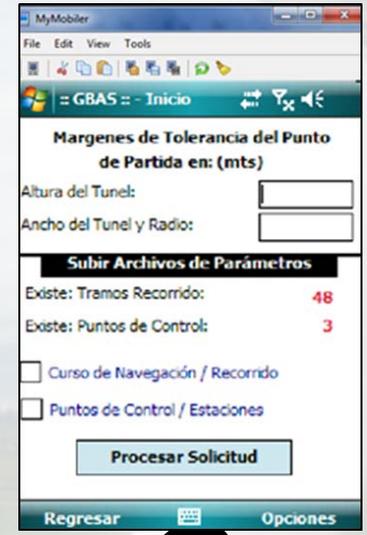


ESPECIFICACIONES, DESARROLLO Y FUNCIONAMIENTO APLICACIÓN GBAS



MATRIZ DE CALCULO

1	24	993139,76	1001751,43	2500	993066,39	1001703,82	2500	100	200
2	23	993066,39	1001703,82	2500	993022,32	1001683,55	2500	7	200
3	22	993022,32	1001683,55	2500	992986,25	1001682,63	2500	7	200
4	21	992986,25	1001682,63	2500	993016,77	1001682,63	2500	7	200
5	20	993016,77	1001682,63	2500	992998,28	1001740,69	2500	7	200
6	19	992998,28	1001740,69	2500	992994,28	1001817,17	2500	7	200
7	18	992994,28	1001817,17	2500	993045,76	1001927,44	2500	7	200
8	17	993045,76	1001927,44	2500	993062,74	1002186,08	2500	7	200
9	16	993062,74	1002186,08	2500	993179,58	1002417,06	2500	7	200
10	15	993179,58	1002417,06	2500	993245,84	1002382,04	2500	7	200
11	14	993245,84	1002382,04	2500	993221,49	1002360,85	2500	7	200
12	13	993221,49	1002360,85	2500	993190,36	1002326,14	2500	7	200
13	12	993190,36	1002326,14	200	993311,48	1002272,07	2500	7	200
14	11	993311,48	1002272,07	2500	993448,02	1002147,34	2500	7	200
15	10	993448,02	1002147,34	2500	993534,61	1001985,76	2500	7	200





MODULO DE NAVEGACION



Windows logo :: GBAS :: - Inicio [Icons]

Navegación Asistida por GPS

Tipo Recorrido :

3 66 [Green bar]

15 * 7

134

Punto Destino: 4 A: 34 m

[Keyboard icon]

Windows logo :: GBAS :: - Inicio [Icons]

Navegación Asistida por GPS

Tipo Recorrido :

17 62 [Red bar]

12 → 28

138

Punto Destino: 6 A: 47 m

[Keyboard icon]



MODULO DATOS GPS



Para la recepción de las coordenadas GPS, se establecieron criterios que mejoran la calidad de la posición.

El modulo “Datos GPS” da la oportunidad de monitorear información directamente del sistema de posicionamiento Global, como por ejemplo; Hdop Vdop entre otros.

Windows taskbar: :: GBAS :: - Inicio

Fecha: 12/08/12 Hora: 2:21

POSICION ACTUAL

LONG: 74,190995 74°11'27,582"
LATIT: 4,6094166666 4°36'33,9"

Gr°Dec 74,190995 4,6094166667

Altitud 2590,20 Dim: 3D

Rumbo N34W Velocidad Km/H
 Ver Brújula 000.0 Km/H

CALIDAD

HDOP: 01,0 Satélites: 12
VDOP: 01,7
PDOP: 02,0

Navigation Destino

Regresar

Windows taskbar: :: GBAS :: - Inicio

Coord. Destino X - Long Y - Latit

Destino: 987252,25 1001288,33

Coord. Origen: Bogota

Ubic. Actual: 987400,78 1001457,3

Dist. Mts 225
RUMBO: SE142°

Punto Destino: 3

Navigation Destino

Regresar

Windows taskbar: :: GBAS :: - Inicio

Fecha: 11/08/12 Hora: 18:45

POSICION ACTUAL

LONG: 74,1903483333 74°11'25,254"
LATIT: 4,60947 4°36'34,092"

Gr°Dec 74,1903483333 4,60947

Altitud 2584,80 Dim: 3D

Rumbo N57E
 Ver Brújula

HDOP: 01,9
VDOP: 04,1
PDOP: 04,5

Navigation Destino

Regresar

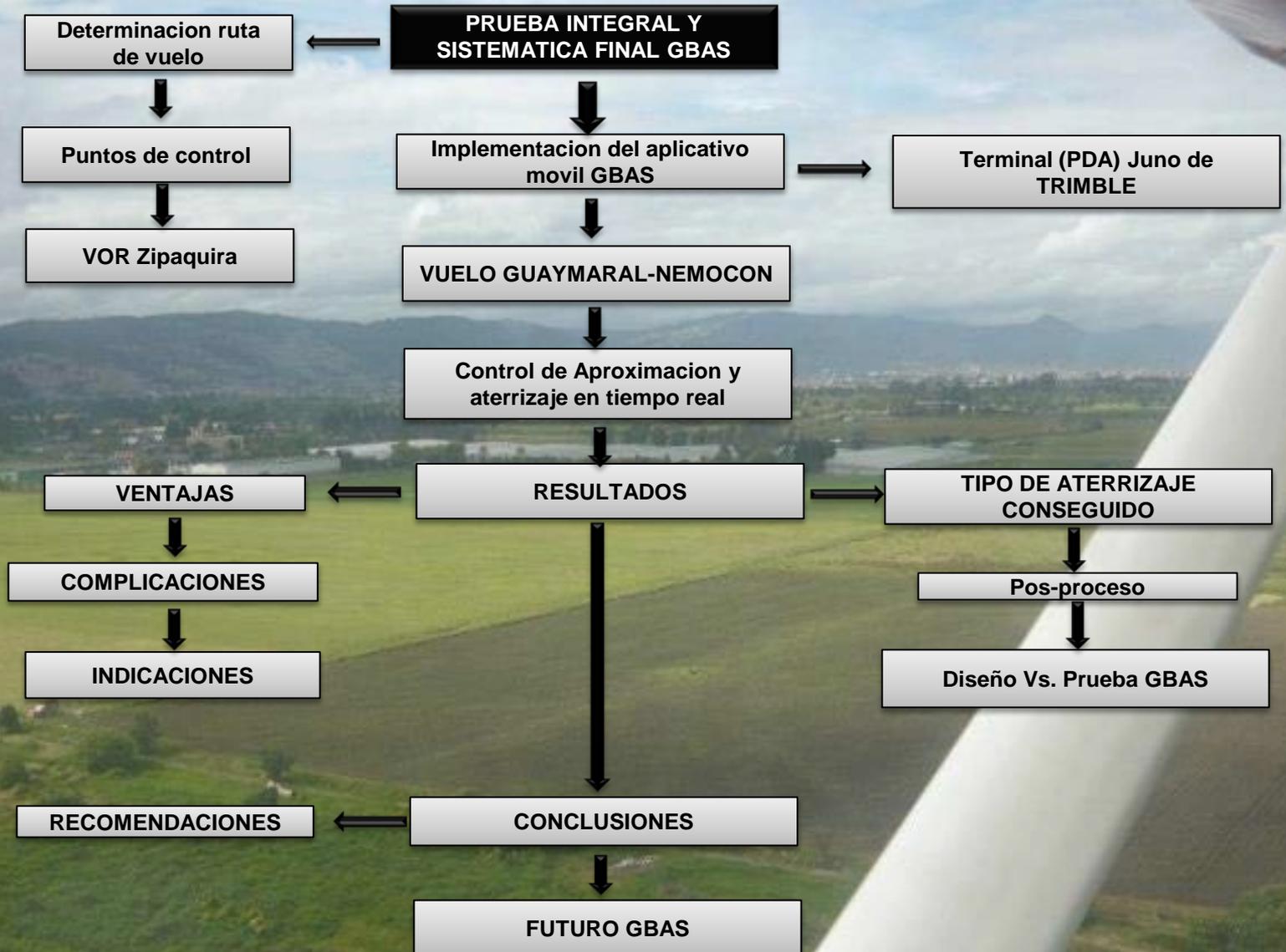


SOLUCION



Cada vez que se alcanza un punto de tramo de control, en la base de datos el estado cambia de o a ok, lo cual permite empezar la búsqueda del siguiente. Se generó un error que al terminar el ciclo o todo el trayecto de ruta, la aplicación sigue buscando infinitamente registros y al no obtener datos bloquea la terminal.





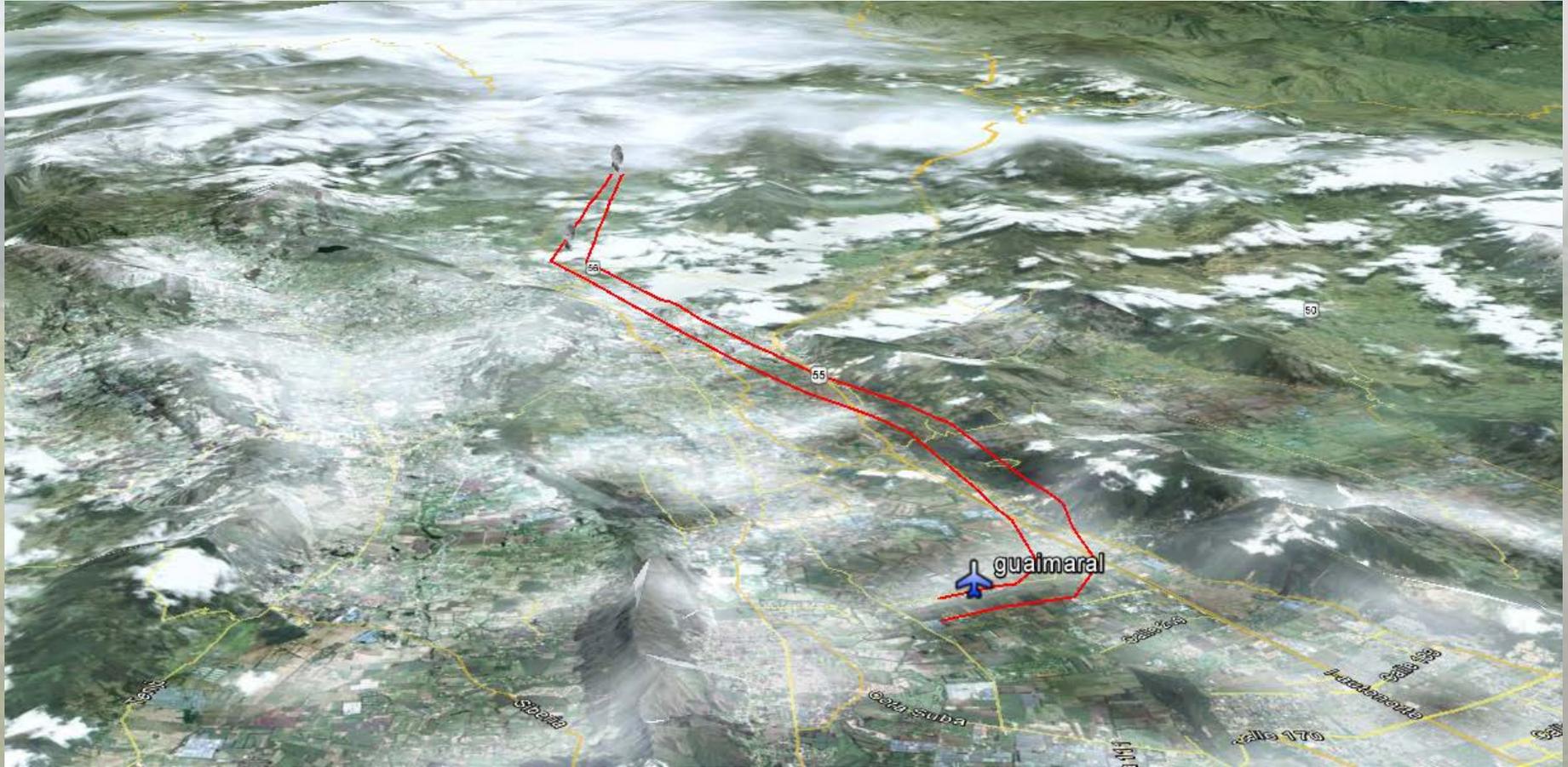


PRUEBA FINAL GBAS





PLAN DE VUELO





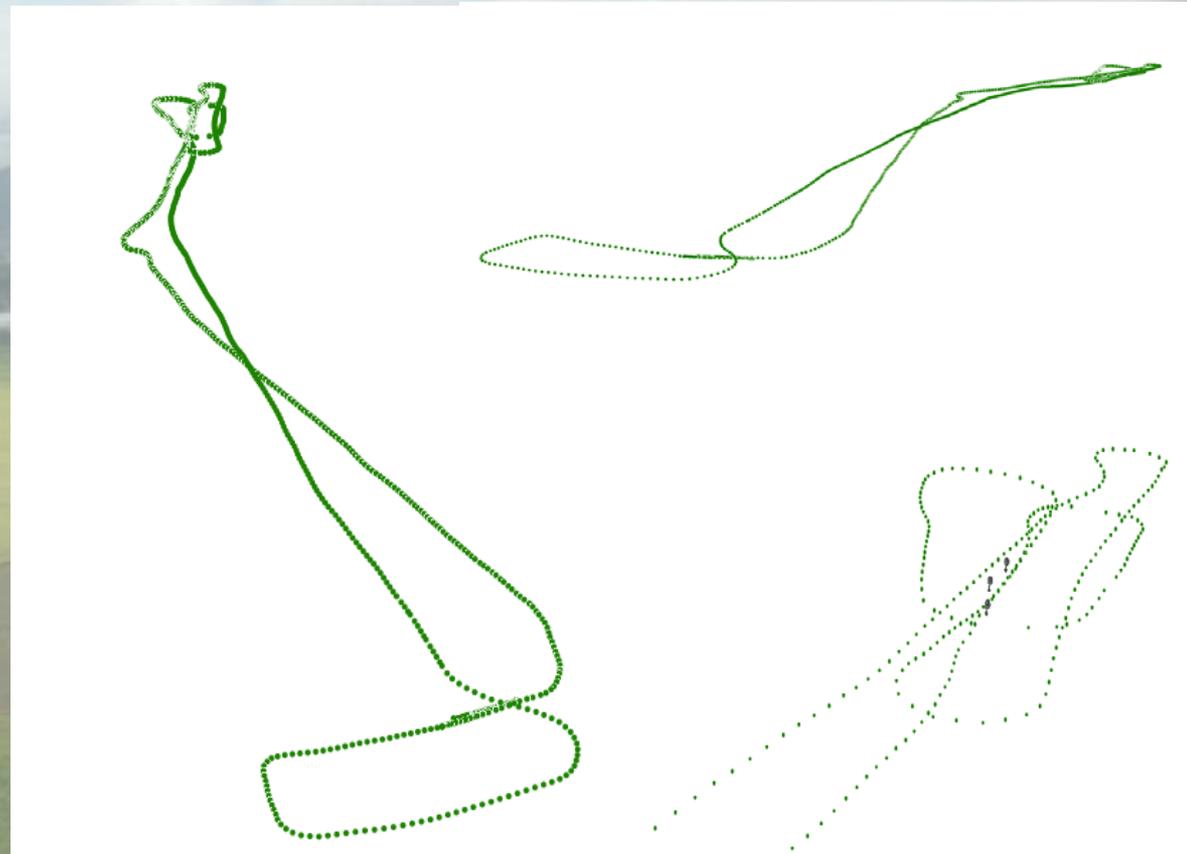
COMPORTAMIENTO EN RUTA

APROXIMACIONES VOR

Puntos	Radio (m)	Dentro	Distancia
NEM1	500	<input type="checkbox"/>	15904
NEM2	500	<input type="checkbox"/>	15378
NEM3	500	<input type="checkbox"/>	14879
VZIP	2000	<input type="checkbox"/>	3184

8:09 AM
AGO. 15, 2012
INI Ruta

MONITOREO DE POSICION



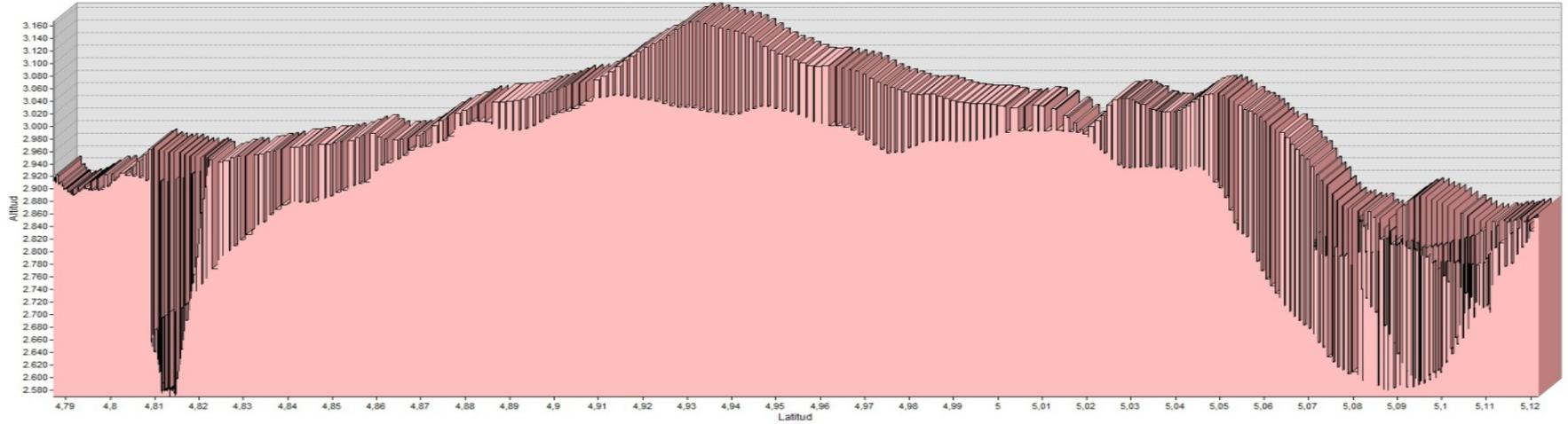
OBTENCION DE CARTOGRAFIA DEL VUELO



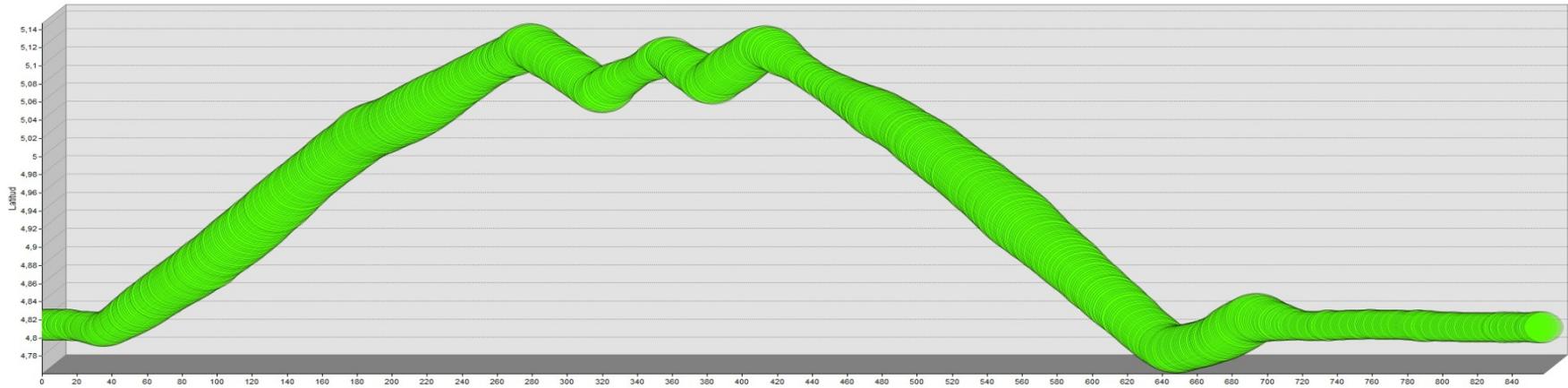
RESULTADOS



PERFIL VUELO GUAYMARAL-NEMOCON



TUNEL 3D VUELO GUAYMARAL-NEMOCON





CONCLUSIONES

Se determinó y se construyó una red geodésica de cuatro puntos GPS de alta precisión, tres de ellos supervisados por el instituto colombiano de geología y minería INGEOMINAS, y uno más por los autores de la investigación y supervisado por la UNIVERSIDAD DISTRITAL y la Aeronáutica civil.

En contraste con la metodología mundial del diseño de la red GBAS, se construyó una red, que no fuera redundante, que tuviera más cobertura y además menos costosa. Esta metodología es planteada e implementada por los autores del proyecto, y aprobada por la Aeronáutica Civil.

Para la primer prueba, donde se definió el concepto de navegación usado en la investigación, se obtuvo que las coordenadas resultantes divergen en centímetros y en algunos puntos en metros del diseño inicial, lo que equivale a un error de acuerdo a la pequeña longitud de la línea del modelo inicial, de acuerdo a las pruebas realizadas se cumplió con el desarrollo de un sistema coordenado de alta precisión.



RECOMENDACIONES.



El proyecto de investigación GBAS para el aeropuerto de Nemocon (Cundinamarca) recomienda especialmente el patrocinio y acompañamiento para los nuevos propósitos e ideales en desarrollo por los estudiantes en proceso.

La integración de más profesionales para complementar y optimizar el sistema, el cual requiere aportes en la área de comunicaciones, física (simulación de la ionosfera), programadores y expertos de navegación aérea entre otros.

Replicar el desarrollo del software, para otros sistemas operativos a una escala mayor de funcionamiento, rendimiento y mejor interfaz grafica.

El proyecto se enfoco y se trabajo desde el punto de vista de la ingeniería topográfica, de lo cual es recomendable que sea complementado por otras carrera afines al proyecto. El sistema de GBAS debe comprender un monitoreo continuo, para tal fin es recomendable que se utilice una estación permanente GPS, y los demás puntos pueden ser ajustados a esta.

A partir de este proyecto queda el reto de masificar el sistema, integrando varias disciplinas del saber y generando desarrollo y avance tecnológico para Colombia.



GRACIAS