MONTAJE Y PUESTA A PUNTO DE SISTEMA DE AGRICULTURA DE PRECISIÓN CHCNAV NX 510

JULIÁN FELIPE GARCÍA MONTAÑEZ

UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS
FACULTAD TECNOLÓGICA
TECNOLOGÍA EN MECÁNICA INDUSTRIAL
BOGOTÁ DC
2024

MONTAJE Y PUESTA A PUNTO DE SISTEMA DE AGRICULTURA DE PRECISIÓN CHCNAV NX 510

JULIÁN FELIPE GARCÍA MONTAÑEZ

TRABAJO DE GRADO DE PASANTIA

DOCENTE DIRECTOR
MAURICIO GONZALEZ COLMENARES

UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS
FACULTAD TECNOLÓGICA
TECNOLOGÍA EN MECÁNICA INDUSTRIAL
BOGOTÁ DC
2024

Nota de Aceptación

_____

_____

_____

_____

Presidente del Jurado

_____

Jurado

_____

Jurado

Bogotá D.C (Octubre de 2024)

Dedico este proyecto a Dios, mis padres, hermanos, mi pareja y a cada una de las personas que contribuyeron en este proceso.

AGRADECIMIENTOS

Dedico este proyecto a Dios a quien me aferre desde el momento en que ingrese a la universidad; a mi papá por ser el hombre ejemplo en muchas cosas y por quien decidí estudiar algo por lo que desde pequeño soñé y hoy después de mucho tiempo no defraude; a mi madre por siempre estar en sus oraciones, ser mi sol radiante y llenarme de energía y esperanza por lograr las cosas; a mis hemanos que son mi orgullo, mi compañía, y el mejor ejemplo de salir adelante donde a pesar de las complicaciones económicas, sociales, personales y demás, por fin podemos decir por fin, a mi princesa a quien gracias a Dios me la tope en mi camino para brindarme esa compañía y no dejar que desfallecerá en los momentos más críticos de mi academia; a todos los que hicieron parte de este proceso, quienes me vieron decaer y volver a levantarme, quienes nunca dudaron y al contrario me brindaron su voz de apoyo y finalmente a mí, gracias por nunca parar, y en el momento mas álgido de mi vida y en contra de todo me propuse y creí, gracias infinitas.

CONTENIDO

Pág.

1. GLOSARIO 9

2. RESUMEN 10

3. OBJETIVOS 11

2.1 OBJETIVO GENERAL 11

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS 11

4. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA 12

4.1 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA 12

4.2 JUSTIFICACIÓN 14

5. MARCO TEÓRICO 15

6. MATERIALES Y MÉTODOS 19

6.1 COMPONENTES 19

6.2 LISTADO DE COMPONENTES 20

6.3 METODOLOGÍA PARA LA INSTALACIÓN DEL AUTOPILOTO NX510 DE CHCNAV 24

7 DESARROLLO DEL PROYECTO 26

7.1 MONTAJE DEL SISTEMA NX 510 26

Revisión del sistema de dirección: 26

Instalación del receptor 26

Remoción de volante. 27

Instalación de volante 27

Instalación de tableta 28

Instalación del Sensor de Ángulo de Rueda 29

Instalación de cámara 30

Esquema de instalación eléctrica 31

Precauciones de instalación eléctrica: 33

Recomendaciones: 33

La instalación de la antena de radio 34

7.2 INTERFAZ DEL SOFTWARE 35

7-3 CALIBRACIONES DE DIRECCIÓN 40

a) Establecer la información básica 40
b) Sensor de ángulo de rueda 41
c) Controlador de dirección 42
d) Calibración de errores de instalación 43
7.4 ANÁLISIS DEL DESARROLLO DEL PROYECTO 45
8 CRONOGRAMA 46
9. CONCLUSIONES 47
10. **RECOMENDACIONES** 48
11. BIBLIOGRAFÍA 49

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Listado de componentes – CHC Navigation

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Esquema general de componentes
Figura 2. Componentes en caja
Figura 3. Esquema e imagen de receptor GNSS
Figura 4. Retirar tapa de volante
Figura 5 Retirar tapa de volante
Figura 6 Esquema de instalación de volante
Figura 7 Instalación de Tablet con tornillos
Figura 8 Instalación de Tablet con soporte de fijación en U
Figura 9 Instalación de sensor de giro
Figura 10 Instalación de cámara
Figura 11 Esquema eléctrico general
Figura 12 Esquema eléctrico detallado
Figura 13 Antena
Figura 14 Interfaz principal del aplicativo
Figura 15 Menú de ayuda
Figura 16 Menú de configuración de líneas
Figura 17 Desplazamiento de líneas
Figura 18 Parámetros de amplitud
Figura 19 Información básica para calibración
Figura 20 Ajuste de cotas
Figura 21 Parámetros de sensor
Figura 22 Parámetros de sensor
Figura 23 Calibración de fallo de motos
Figura 24 Calibración de errores de instalación
Figura 25 Calibración final

1. GLOSARIO

Agricultura de Precisión: Enfoque agrícola que utiliza tecnologías de información geográfica (GIS), sensores y análisis de datos para optimizar la gestión de cultivos, mejorando la eficiencia en el uso de recursos y aumentando el rendimiento.

Receptores GNSS (Global Navigation Satellite System): Dispositivos que reciben señales de satélites para determinar la posición geográfica en tres dimensiones (latitud, longitud y altitud) con alta precisión, cruciales en aplicaciones topográficas y agrícolas.

Firmware: Software embebido que controla las funciones del hardware de un dispositivo. Las actualizaciones de firmware son cruciales para mantener la funcionalidad y mejorar el rendimiento del equipo.

Calibración Diferencial (RTK): Método que utiliza datos de un punto de referencia fijo para corregir errores en tiempo real en las mediciones GNSS, mejorando la precisión a centímetros en aplicaciones de topografía.

Protocolos de Comunicación: Conjuntos de reglas que rigen la transmisión de datos entre el NX510 y otros dispositivos, incluyendo NTRIP, RTCM y otros estándares de intercambio de información GNSS.

2. RESUMEN

Con el apoyo de Galileo Instruments SAS, Lideres en el sector de topografía, desarrollo de proyectos, venta y mantenimiento de equipos de punta, dedicados a ingeniería, topografía, minería y geomática. Siendo distribuidores autorizados de importantes marcas de equipos y productos topográficos, incluyendo CHC Navegation (CHCNAV), esta anterior siendo la segunda mejor posicionada a nivel mundial en equipos de topografía y Galileo Instruments SAS considerada la entidad principal como distribuidor de su marca en Latinoamérica. En busca de incursionar en el sector agrícola, con sistemas de automatización, optan por la agricultura de precisión, siendo una estrategia que utiliza tecnología avanzada, como receptores GNSS, para mejorar la gestión agrícola y aumentar la productividad reduciendo el impacto ambiental. El CHCNAV NX 510 y otros dispositivos similares son cruciales al proporcionar datos de ubicación precisos fundamentales para implementar exitosamente la agricultura de precisión.

El proyecto actual se enfoca en instalar y poner a punto el CHCNAV NX 510 siendo el primer artefacto con estas cualidades en incursionar en el mercado colombiano. Un receptor GNSS usado en aplicaciones de topografía, cartografía y posicionamiento preciso. Su versatilidad permite la instalación en una amplia variedad de vehículos y equipos móviles, como automóviles, maquinaria agrícola, vehículos de construcción, drones y más. Tiene la capacidad de recibir señales de satélites de múltiples sistemas, como GPS, GLONASS, Galileo y Beidou, el cual lo convierte en una herramienta esencial para obtener datos geoespaciales precisos.

El CHCNAV NX 510 desempeña un papel crucial en la automatización en diversas industrias al proporcionar datos precisos de posición. Esta información es esencial para garantizar que los sistemas automatizados operen de manera eficiente y precisa, lo que a su vez mejora la productividad y reduce los costos en una amplia gama de aplicaciones, desde la agricultura y la construcción hasta la fabricación y la navegación autónoma

PALABRAS CLAVE: Instalación, aplicación, automatización, vanguardia, eficiencia, productividad.

3. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GENERAL

Realizar instalación y puesta a punto de sistema de agricultura de precisión CHCNAV NX 510

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Establecer y documentar los parámetros óptimos para la instalación de CHCNAV NX510, considerando precisión requerida, entorno y proyecto, para garantizar eficiencia y precisión en operaciones topográficas.

2. Realizar una instalación precisa del software CHCNAV NX510, configurando hardware y software, asegurando compatibilidad y optimizando el rendimiento del sistema para aplicaciones topográficas y geodésicas.

3. Calibrar receptores GNSS, verificar precisión mediante pruebas de campo y ajustar configuraciones para garantizar resultados confiables en posicionamiento y navegación.

4. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

4.1 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

La agricultura de precisión ayuda a resolver problemas importantes en la agricultura al mejorar la eficiencia, la sostenibilidad y la rentabilidad, al tiempo que reduce el impacto ambiental. Esta tecnología permite a los agricultores tomar decisiones informadas y adaptarse a las complejidades del entorno agrícola moderno.

La agricultura de precisión, habilitada por tecnologías como los receptores GNSS, aborda varios problemas y desafíos que enfrenta el sector agrícola, entre los cuales se incluyen:

• Desperdicio de insumos: La agricultura de precisión reduce el desperdicio de insumos agrícolas, como fertilizantes, pesticidas y agua, al permitir su aplicación de manera variable y específica en áreas que lo requieran. Esto ahorra costos y reduce la contaminación ambiental.

• Eficiencia en la gestión: Los datos de posicionamiento precisos y la monitorización en tiempo real permiten a los agricultores gestionar sus campos de manera más eficiente, mejorando la planificación de cultivos, la programación de riego y la logística.

• Rentabilidad agrícola: Al optimizar la producción y reducir los costos operativos, la agricultura de precisión aumenta la rentabilidad para los agricultores, lo que es especialmente importante en un entorno agrícola competitivo.

• Sostenibilidad: La reducción del uso excesivo de recursos, como agua y productos químicos, y la adopción de prácticas agrícolas más sostenibles ayudan a preservar el medio ambiente y la calidad de los suelos.

• Escasez de mano de obra: La automatización de maquinaria agrícola, que se basa en datos de posicionamiento precisos, puede abordar la escasez de mano de obra en el sector agrícola y reducir la dependencia de trabajadores manuales.

• Variabilidad del campo: La agricultura de precisión permite a los agricultores tomar decisiones basadas en la variabilidad del terreno y las condiciones del cultivo, lo que mejora la adaptabilidad de las prácticas agrícolas a las necesidades cambiantes.

• Calidad de los alimentos: El seguimiento y la trazabilidad mejoran la calidad y la seguridad de los alimentos, lo que es beneficioso tanto para los productores como para los consumidores.

• Cambio climático: La gestión más eficiente de los recursos y la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero contribuyen a abordar los desafíos del cambio climático en la agricultura.

En aras de brindar un desarrollo automatizado a las problemáticas contempladas y en vista de incursionar en el sector agrícola con sistemas de precisión, nos enfocamos en la instalación y puesta a punto del equipo NX 510 como una gran oportunidad de solución.

4.2 JUSTIFICACIÓN

Para destacar la importancia e interés de llevar a cabo un sistema de agricultura de precisión, hay varios argumentos clave que se pueden presentar partiendo de la optimización de recursos donde La agricultura de precisión permite un uso más eficiente de recursos críticos, como agua, fertilizantes y pesticidas. Esto es fundamental en un mundo donde la escasez de recursos y el cambio climático plantean desafíos significativos para la agricultura. Por otra parte, al mejorar la precisión en la siembra, la aplicación de insumos y el riego, la agricultura de precisión puede aumentar los rendimientos de los cultivos. Esto es esencial para satisfacer la creciente demanda de alimentos a nivel mundial, reduciendo costos de producción. Los agricultores pueden ahorrar dinero al evitar la sobre aplicación de insumos y al reducir la dependencia de mano de obra manual.

No obstante, es importante resaltar el área de la innovación tecnológica. La agricultura de precisión representa un campo en constante evolución que exige la aplicación de tecnología avanzada. La ingeniería mecánica juega un papel fundamental en el diseño y desarrollo de maquinaria agrícola de alta tecnología, sistemas de control y sistemas de automatización esenciales para el éxito del sistema. Permitiendo la creación de equipos agrícolas más eficientes, precisos y sostenibles, de este modo diseñan sistemas que optimizan la aplicación de insumos, reducen el desperdicio de recursos y mejoran la productividad en el campo.

La automatización es un componente clave de la agricultura de precisión. Mecánicamente se encarga de diseñar y desarrollar sistemas de control y navegación que permiten la operación autónoma de equipos agrícolas, como tractores autónomos y drones. La integración de estos sistemas en la maquinaria agrícola garantiza su funcionamiento óptimo.
Referente al mantenimiento este es fundamental para garantizar que los equipos agrícolas sean fáciles de mantener y tengan una vida útil prolongada. Los ingenieros y técnicos mecánicos diseñan sistemas resistentes y duraderos que minimizan el tiempo de inactividad de la maquinaria.

5. MARCO TEÓRICO

La agricultura de precisión, respaldada por tecnologías como los receptores GNSS, ofrece soluciones que mejoran significativamente la eficiencia, la sostenibilidad y la rentabilidad en el sector agrícola, con un impacto positivo en la protección del medio ambiente al reducir el uso de recursos y productos químicos. Permite a los agricultores optimizar operaciones y
aumentar la productividad al aplicar insumos de manera variable según las necesidades específicas de cada área del campo, lo que reduce costos de producción al evitar sobre aplicaciones de fertilizantes y pesticidas y al utilizar maquinaria agrícola automatizada y sistemas de navegación, mientras contribuye a una agricultura más sostenible al minimizar la contaminación del suelo y el agua, reducir la erosión y limitar la necesidad de productos químicos. Además, posibilita una gestión más eficiente del agua, decisiones informadas sobre el manejo de cultivos, mayor calidad y seguridad de los alimentos, reducción de la huella de carbono y mayor rentabilidad para los agricultores.

Para ello Galileo Instruments y CHCNAV buscan contribuir con el desarrollo de nuevas tecnologías enfocadas en el sector agrícola, así incursiona el equipo CHCNAV NX510, de topografía y posicionamiento de alta precisión, el cual puede contribuir significativamente a la generación de conocimiento en diversas áreas y niveles, local, nacional o internacional. Su capacidad para ofrecer datos precisos de coordenadas es crucial para la cartografía detallada, el monitoreo ambiental, la planificación urbana, la investigación científica y la gestión de recursos naturales. Esto incluye el seguimiento de cambios ambientales, la planificación de infraestructuras y la realización de investigaciones en geología, geomorfología, oceanografía y más.

El proyecto, apoyado por Galileo Instruments SAS como único distribuidor autorizado de la región, se enfoca en instalar y poner a punto el primer equipo NX510 en Colombia, realizando un proceso estándar implicando los siguientes pasos.

1. Preparación del equipo: Antes de la instalación, es importante verificar que el equipo esté en buenas condiciones y que todos los componentes necesarios

estén disponibles. Esto incluye el receptor GNSS, la antena, los cables de conexión, la batería (si es necesario), y cualquier otro accesorio requerido.

2. Selección del sitio de instalación: Se debe seleccionar un lugar adecuado para montar la antena del receptor NX510. Este sitio debe estar libre de obstrucciones que puedan bloquear la señal satelital y proporcionar una vista clara del cielo en todas las direcciones. Idealmente, la antena se montará en un mástil o trípode en una ubicación elevada.

3. Montaje de la antena: La antena del receptor NX510 se monta en el lugar seleccionado utilizando el hardware proporcionado. Es importante asegurarse de que la antena esté correctamente alineada y nivelada para garantizar una recepción óptima de la señal satelital.

4. Conexión del receptor: Una vez que la antena esté montada, se conecta al receptor NX510 utilizando el cable de conexión adecuado. Es importante seguir las instrucciones del fabricante para garantizar una conexión segura y adecuada.

5. Configuración del equipo: Una vez que la antena esté conectada al receptor, se procede a configurar el equipo según las especificaciones del proyecto o las necesidades del usuario. Esto puede incluir la configuración de parámetros como el sistema de coordenadas, la tasa de registro de datos, y otros ajustes según sea necesario.

6. Pruebas de funcionamiento: Antes de poner en servicio el receptor NX510, es importante realizar pruebas de funcionamiento para verificar que esté recibiendo señales satelitales y registrando datos correctamente. Esto puede implicar el uso de software de control y monitoreo para verificar la calidad de la señal y la precisión de las mediciones.

7. Puesta en servicio: Cuando se completen las pruebas satisfactoriamente, el receptor NX510 estará listo para ponerse en servicio. Se puede utilizar para realizar levantamientos topográficos, mapeo de precisión u otras aplicaciones según sea necesario.

Es importante seguir las instrucciones específicas del fabricante y tomar todas las precauciones de seguridad necesarias durante la instalación del receptor GNSS CHCNAV NX510.

Como mecánicos industriales, además de la instalación nos enfocamos en diseño de soportes o estructuras para montar la antena del receptor en lugares elevados o en vehículos. Estos soportes deben diseñarse para resistir vibraciones, movimientos y condiciones climáticas adversas, lo que requiere ingeniería mecánica para garantizar la estabilidad y durabilidad del montaje. Además, la ingeniería mecánica puede estar involucrada en el diseño de carcasas o protecciones para el receptor NX510, asegurando su protección contra impactos, polvo, humedad y otros factores ambientales que podrían afectar su funcionamiento. Además, en aplicaciones donde el receptor NX510 se integra con maquinaria agrícola o vehículos, la ingeniería mecánica es crucial para diseñar sistemas de montaje que aseguren una colocación óptima del receptor para una recepción de señal satelital sin obstáculos.

Por otra parte, en pro de esta alternativa de automatización en el sector agrícola es importante identificar los posibles vacíos que rodea esta aplicación, partimos de uno de los principales desafíos, enfocado a su rendimiento en condiciones ambientales extremas. Aunque el NX510 está diseñado para operar en una variedad de entornos, como climas adversos o terrenos difíciles, podría haber situaciones en las que su precisión se vea comprometida debido a la interferencia de señales o la falta de visibilidad satelital, especialmente en áreas con obstrucciones significativas. Además, la compatibilidad e interoperabilidad del NX510 pueden ser un problema en entornos donde se requiere integración con otros sistemas o equipos de diferentes fabricantes. Aunque el dispositivo puede ser compatible con una amplia gama de software y hardware, pueden surgir desafíos en la configuración y el funcionamiento conjunto con otros sistemas, lo que requiere soluciones adicionales o adaptaciones que podrían afectar la eficiencia y la productividad.

Otro aspecto importante es la necesidad de actualizaciones periódicas de firmware y software para mantener el rendimiento y la precisión del NX510. Sin embargo, aunque la disponibilidad y facilidad de estas actualizaciones y el soporte técnico adecuado, la brindan la entidad Galileo Instruments SAS, estos servicios podrían resultar en tiempos inactivos no deseados o dificultades para resolver problemas técnicos. Además, el costo del NX510 y su accesibilidad pueden ser un factor limitante para algunos usuarios o instituciones, especialmente en regiones con recursos limitados. Aunque el dispositivo ofrece características avanzadas y precisión en el posicionamiento, su costo inicial y los gastos asociados, como la capacitación del personal y el mantenimiento, pueden ser prohibitivos para algunos usuarios potenciales. La capacitación técnica y las habilidades requeridas para usar eficazmente el NX510 son un desafío para algunos usuarios, especialmente

aquellos sin experiencia en tecnología GNSS o topografía, pero buscamos enfocar este proyecto a todos, por lo que el instalador y un grupo de especialistas técnicos capacitarán para fortalecer las brechas contempladas inminentemente.

La agricultura de precisión respaldada por tecnologías como los receptores GNSS, representa una poderosa herramienta para mejorar la eficiencia, sostenibilidad y rentabilidad en el sector agrícola, al tiempo que contribuye positivamente a la protección del medio ambiente. La instalación y puesta en marcha del equipo CHCNAV NX510, de topografía y posicionamiento de alta precisión, en Colombia a través del proyecto liderado por Galileo Instruments y CHCNAV, promete impulsar el avance tecnológico en este campo. La ingeniería mecánica desempeña un papel crucial en este proceso, desde el diseño de soportes y estructuras para montar el receptor en diversas ubicaciones hasta la creación de protecciones para garantizar su funcionamiento óptimo en condiciones adversas. Sin embargo, es importante reconocer y abordar los posibles desafíos y vacíos que rodean esta aplicación, como el rendimiento en condiciones ambientales extremas, la compatibilidad e interoperabilidad, la necesidad de actualizaciones y el costo del equipo. Sin embargo, consideramos que, con un enfoque en la capacitación y el apoyo técnico adecuado, se pueden superar estos desafíos y aprovechar al máximo el potencial de la agricultura de precisión para transformar el sector agrícola en Colombia.

6. MATERIALES Y MÉTODOS

6.1 COMPONENTES

El sistema de conducción autónoma de un vehículo incluye varios componentes clave:

1. **Receptor GNSS**: Recibe señales de satélite para determinar con precisión la posición, dirección y velocidad del vehículo, esencial para la dirección automática.
2. **Volante eléctrico**: Compuesto por un motor de dirección que permite el control del movimiento del vehículo. Este motor ejecuta órdenes de algoritmos de navegación, asegurando un movimiento seguro por trayectorias predefinidas
3. **Tableta**: Funciona como interfaz de usuario, permitiendo a los operadores establecer trayectorias, supervisar el estado del vehículo y monitorear su funcionamiento en tiempo real.
4. **Sensor de ángulo de las ruedas**: Proporciona información sobre la velocidad angular de las ruedas, crucial para mantener la precisión en la trayectoria del vehículo y calibrar el sistema de control direccional.
5. **Cámara**: Ubicada en la parte trasera del vehículo, ofrece imágenes en tiempo real para detectar obstáculos y evitar colisiones.

Figura 1

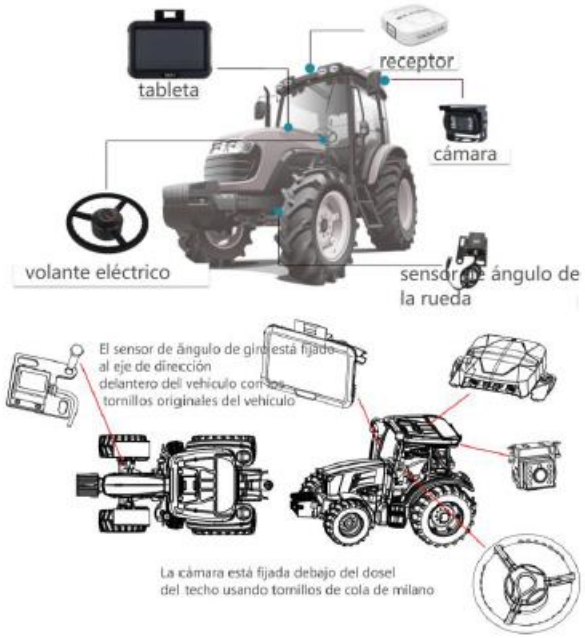


Figura 2

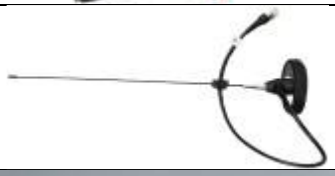


6.2 LISTADO DE COMPONENTES

Tabla 1

CANTIDAD	NOMBRE	MODELO	IMAGEN	PROPOSITO
1	Volante eléctrico	CES-T		

1	Receptor GNSS	PA-3		
1	Tableta	CB H10		
1	Sensor de ángulo de rueda	GASensor		
1	Cámara	F23A220-FC		
1	Soporte con pomo	---		
1	Brazo de doble encaje	---		
1	Soporte estándar	---		
1	Soporte T	---		

1	Kit de montaje en T	---		
1	Cable principal	---		
1	Cable de GASensor	---		
1	Cable de cámara	---		
1	Antena de radio	---		
3	Tornillo hexagonal interior M8 * 60	---		Kit de montaje Fix T (A y B)

8	Tornillo Phillips M5 * 11	---		Fije el manguito al volante eléctrico
4	Tuerca M10	---		Fije el soporte en T al kit de montaje en T
6	Tornillo hexagonal exterior M5 * 16	---		Fije el soporte en T al motor
10	ST5.5 * 25 tornillo de cola de milano	---		Fije el sensor de ángulo de la rueda/cámara/soporte de la tableta
1	Espárrago de extensión del soporte en T	---		Extienda la longitud del soporte en T
6	Base de fijación del arnés	---		Arregla las bridas

2	Soporte de fijación en forma de U	---		Fije el soporte de la tableta
50	Bridas	---		Arreglar los cables

6.3 METODOLOGÍA PARA LA INSTALACIÓN DEL AUTOPILOTO NX510 DE CHCNAV

Preparativos Previos:

- Reúne todos los componentes necesarios: autopiloto NX510, cables, manuales, herramientas y equipo de seguridad.
- Lee el manual del usuario para familiarizarte con las especificaciones y requisitos.

Inspección del Vehículo:

- Verifica el estado del sistema eléctrico y mecánico del vehículo.
- Asegúrate de que el mecanismo de dirección y la zona muerta estén en condiciones adecuadas.

Instalación del Receptor GNSS:

- Monta el receptor en una ubicación adecuada, asegurándote de que tenga una vista clara del cielo.
- Conecta el receptor al sistema eléctrico del vehículo siguiendo las instrucciones del fabricante.

Instalación del Volante Eléctrico:

- Coloca el volante eléctrico en su posición designada.
- Conecta los cables de control y asegúrate de que el motor esté bien fijado y alineado.

Configuración de la Tableta:

- Instala la tableta en un lugar accesible para el operador.
- Conéctala al sistema de autopiloto y asegúrate de que esté correctamente configurada.

Integración de Sensores:

- Instala el sensor de ángulo de las ruedas y conéctalo al sistema de control.
- Coloca la cámara en la parte trasera del vehículo, asegurándote de que tenga una vista despejada.

Conexión y Configuración del Sistema:

- Realiza todas las conexiones eléctricas necesarias entre los componentes.
- Enciende el sistema y sigue los pasos del manual para configurar el autopiloto.

Pruebas de Funcionamiento:

- Realiza pruebas en un entorno controlado para verificar el funcionamiento del sistema.
- Ajusta cualquier parámetro según sea necesario para asegurar un rendimiento óptimo.

Capacitación del Usuario:

- Proporciona entrenamiento a los operadores sobre el uso y monitoreo del sistema de autopiloto.

Documentación:

- Completa toda la documentación requerida sobre la instalación y configuración del sistema

7 DESARROLLO DEL PROYECTO

7.1 MONTAJE DEL SISTEMA NX 510

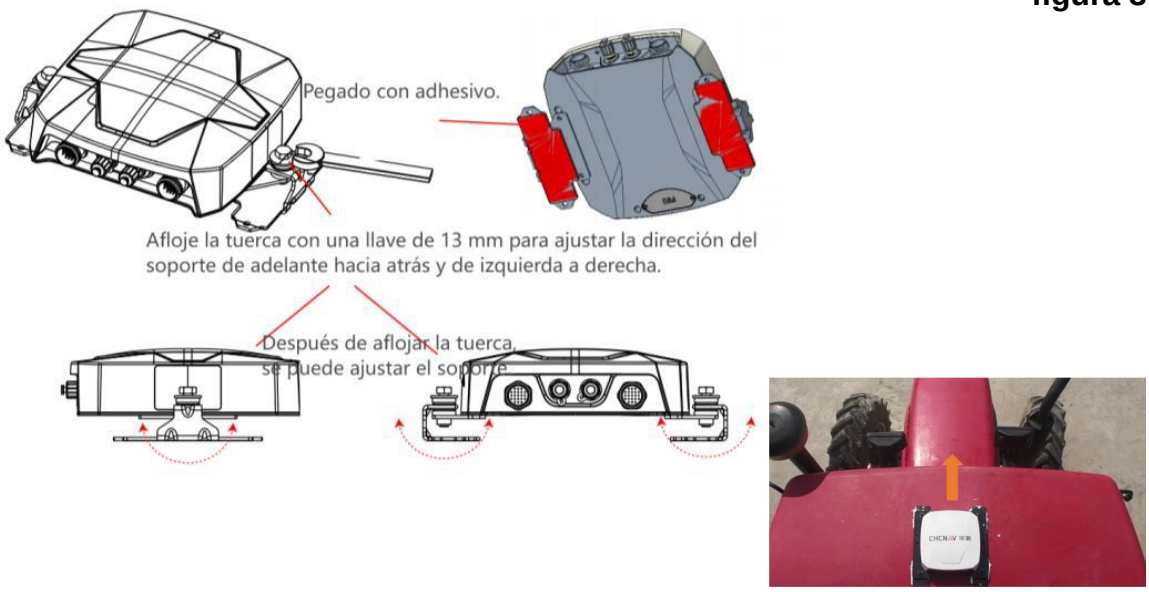
Revisión del sistema de dirección:

Antes de proceder con la instalación, es crucial asegurarse de que el mecanismo de dirección del vehículo funcione correctamente y que la holgura en la dirección (zona muerta) esté dentro de los parámetros adecuados.

La zona muerta debe ser inferior a 20° para garantizar un rendimiento adecuado. Si se encuentra entre 20° y 70°, se puede instalar el NX510, pero será necesario ajustar la zona muerta a un rango de 10 a 30 grados. Si la zona muerta supera los 70°, es necesario reparar el vehículo antes de continuar con la instalación.

Instalación del receptor

figura 3



El receptor debe colocarse en el eje central del techo del vehículo, garantizando que la dirección de instalación sea lo más paralela posible al contorno del vehículo para un rendimiento óptimo. Una vez que se haya determinado la ubicación adecuada, es fundamental limpiar el área del techo cuidadosamente, eliminando cualquier suciedad o residuos, y asegurarse de que la instalación del soporte sea impecable y firme. Después de esto, ajuste el soporte del receptor para que esté completamente nivelado en posición horizontal, verificando que la flecha del

receptor esté orientada hacia el frente del vehículo, lo que es crucial para un funcionamiento correcto del sistema.

Remoción de volante.

a) Retira la cubierta protectora del volante original.

Figura 4



b) Retirar la tuerca o tornillo de sujeción del volante con la herramienta extractora adecuada.

Figura 5

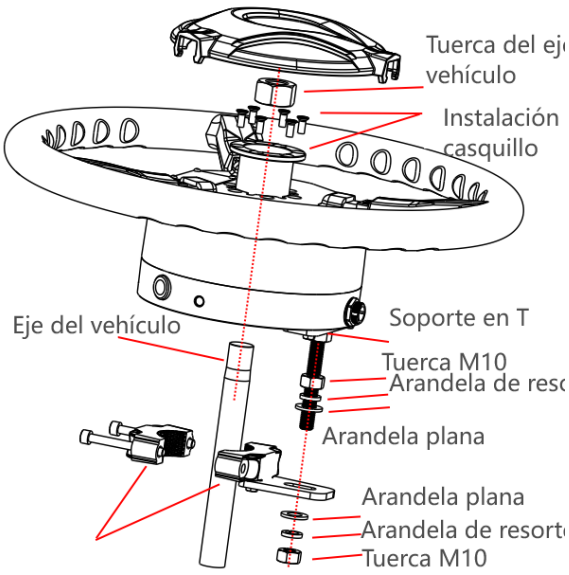


c) Tirar del volante con firmeza. Si presenta dificultad para retirarlo use un martillo de goma, con golpes suaves y uniformes se logrará retirar.

d) Identifique y pruebe el acople de ajustar el volante en el eje de la dirección según sea el caso.

Instalación de volante

Figura 6



a) Si el acople de sujeción ajusta a la ranura, retire la cubierta protectora del volante, coloque el acople en su lugar y fíjelo con seis tornillos Phillips M5 x 11.

b) Instale el soporte en T o el soporte estándar en la parte posterior del volante utilizando dos tornillos hexagonales M5 x 16.

c) Asegure el kit de montaje en T al eje con dos tornillos hexagonales M8 x 60.

d) Introduzca el soporte en T a través del kit de montaje en T.

e) Sujete el volante y ajuste los tornillos estriados con las herramientas adecuadas.

f) Fije firmemente el soporte en T al kit de montaje en T usando dos tuercas M10.

g) Por último, mueva el volante para asegurarse de que está bien ajustado y verifique que el juego en la dirección no sea excesivo.

Instalación de tableta

La instalación de la tableta implica colocar el soporte de pomo en la ubicación recomendada teniendo en cuenta los dos métodos de instalación para fijar el soporte de montaje de manera efectiva.

En el primer método, se recomienda perforar más de tres tornillos de cola de milano en el pilar A o el pilar B del vehículo. Esto asegurará que la base de la bola esté firmemente anclada en una estructura robusta, proporcionando estabilidad y seguridad. Una vez fijada la base, se procederá a instalar la tableta utilizando el soporte de RAM, lo cual permitirá un ajuste y orientación óptimos del dispositivo.

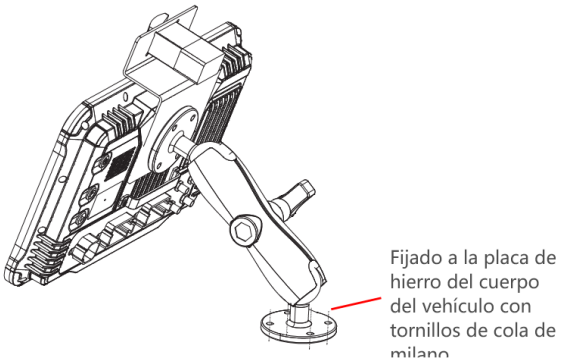
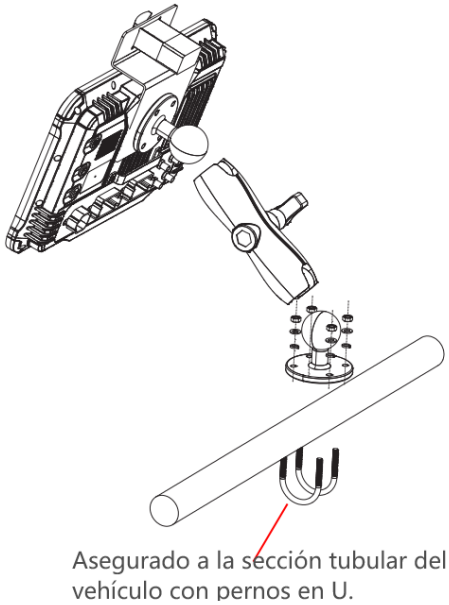


Figura 7

En el segundo método, la base de la bola se puede asegurar utilizando un perno en U en la barra transversal del tractor. Este enfoque permite una instalación más flexible, ya que el perno en U facilita el ajuste de la base según las preferencias y hábitos del conductor. Es importante garantizar que la instalación se realice de manera segura y que la base esté firmemente sujeta, evitando cualquier movimiento que pueda afectar la funcionalidad de la tableta durante su uso.

Figura 8



Instalación del Sensor de Ángulo de Rueda

Para garantizar un funcionamiento óptimo del sensor de ángulo de rueda, se deben seguir las siguientes pautas durante su instalación:

Figura 9



a) Es aconsejable fijar el sensor de ángulo de rueda en una posición lo más horizontal posible en el eje delantero del vehículo. Hay que recalcar que no interesa si se sitúa en el lado izquierdo o derecho.

b) Además, es fundamental prestar especial atención al proceso de instalación de la placa de montaje en la plataforma de la rueda. Asegúrese de que la placa esté correctamente alineada y fijada de manera segura para evitar cualquier movimiento o desajuste que pueda afectar la precisión de la medición del ángulo de la rueda.

Un montaje adecuado no solo mejora la funcionalidad del sensor, sino que también contribuye a la seguridad general del sistema de dirección del vehículo.

Instalación de cámara

La instalación de la cámara no cuenta con una ubicación rigurosa establecida, sin embargo, el objetivo de este sensor es lograr monitorear la actividad que se este realizando con el equipo anclado al tractor.

Figura 10



Esquema de instalación eléctrica

Figura 11

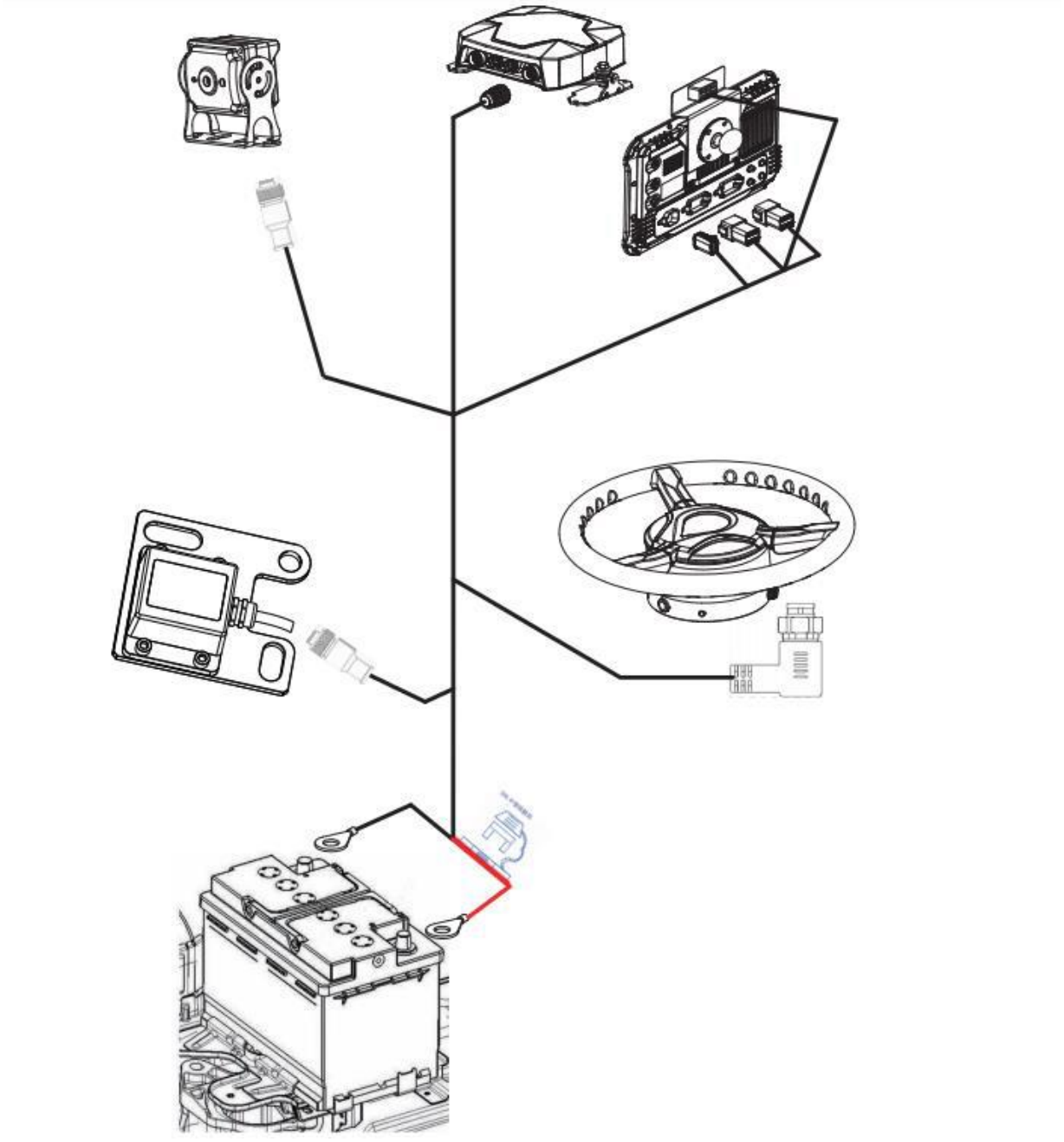
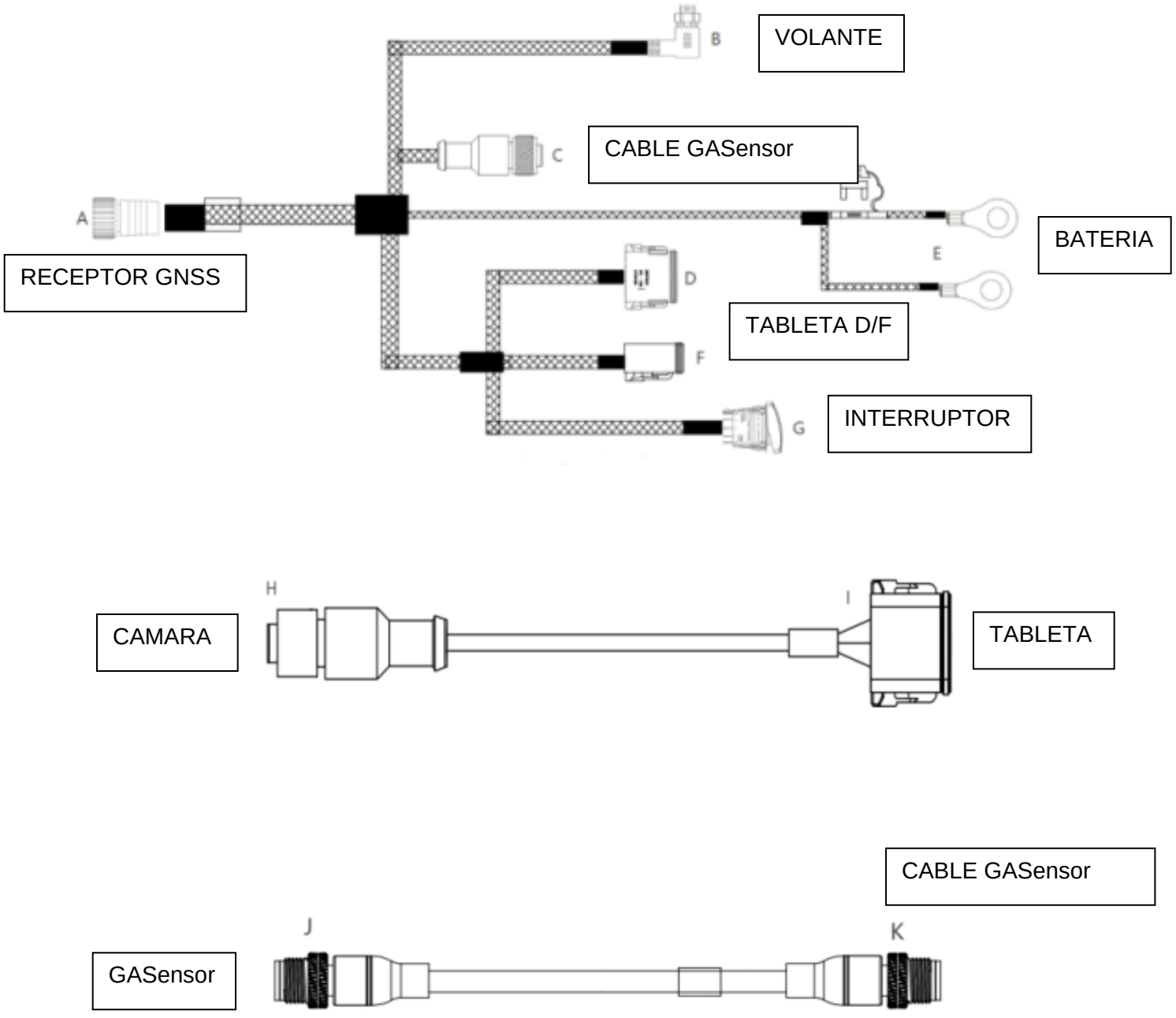


Figura 12


VOLANTE
CABLE GASensor
BATERIA
RECEPTOR GNSS
TABLETA D/F
INTERRUPTOR
CAMARA
TABLETA
CABLE GASensor
GASensor
A
B
C
D
E
F
G
H
I
J
K

Precauciones de instalación eléctrica:

1. Verificación Inicial: Confirme los orificios de roscado y enrosque los arneses en orden.

2. Secuencia de Instalación: Coloque primero los mazos exteriores y luego los arneses dentro de la cabina.

3. Evitar Riesgos: No cablee cerca de fuentes de calor, aceites, bordes afilados, o ventiladores.

4. Longitud Adecuada: Mantenga longitud suficiente en los cables para evitar tensiones y torsiones.

5. Movilidad: Deje suficiente longitud para permitir el movimiento completo del volante.

6. Finalización: Recorte el exceso de bridas y guarde los accesorios originales, limpiando el área de trabajo.

Recomendaciones:

1. Conexión a la Batería: Conéctelo primero a la batería para prevenir daños.

2. Secuencia de Conexión: Conecte el terminal positivo primero, seguido del negativo.

3. Seguridad: Evite que la llave toque otros elementos conductores al conectar el terminal positivo.

4. Conexiones de Batería: Para baterías de 12 V/24 V, conecte el cable positivo al positivo y el negativo al negativo.

5. Batería Adicional: Conecte en serie conectando el positivo al positivo y el negativo al negativo de la otra batería.

La instalación de la antena de radio

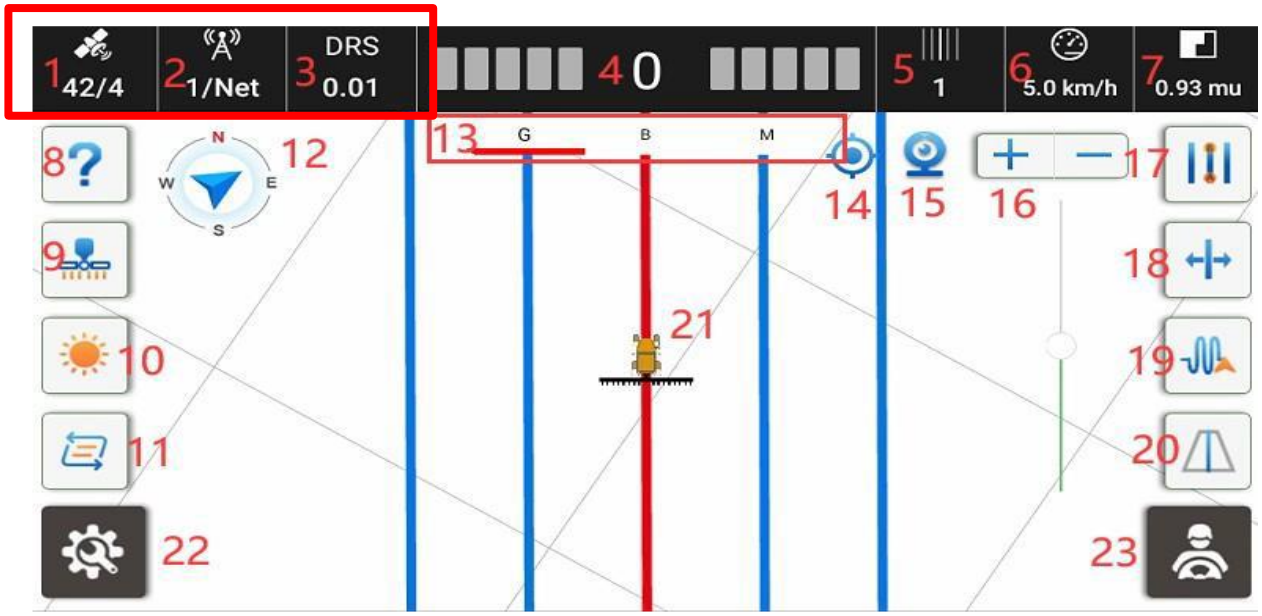
La instalación de la antena de radio es opcional y solo necesaria cuando se utiliza el modo de radio integrado NX510. Se sugiere instalar la antena en el techo del vehículo para optimizar la recepción de las señales de la estación base. Para ello, coloque la antena magnética en la parte superior en zonas metálicas, asegurándose de que el protector de goma esté en la parte inferior. Si el techo es de plástico, se recomienda emplear métodos alternativos, como la instalación con adhesivo de doble cara. Por último, conecte el cable de la antena al puerto de radio del receptor PA-3.

Figura 13



7.2 INTERFAZ DEL SOFTWARE

Figura 14



1. Estado del satélite. Hay dos números que se muestran en forma de X / Y. X representa el número de satélites rastreados; Y representa el estado RTK

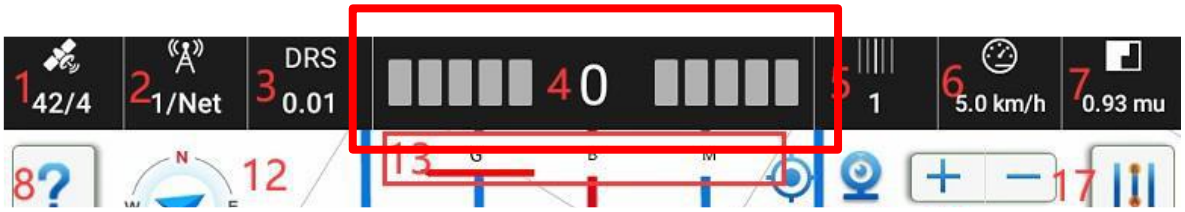
   1: Único/Autónomo 2: DGPS/SBAS 4: Arreglar 5: Flotar

2. Estado de la estación base. Hay dos números que se muestran en forma de X / Y.

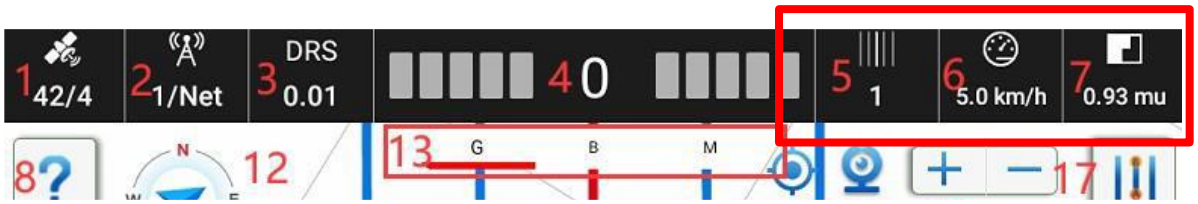
   X representa la latencia de la señal. Cuanto más pequeña sea la X, más estable será la señal, por lo general, el valor recomendado es inferior a 10 en el modo de dirección automática para un mejor rendimiento.

   Y es el número de canal de radio actual si está en modo de radio; Y cambiará a NET si es el modo de red.

3. Modo GNSS y precisión de posición.



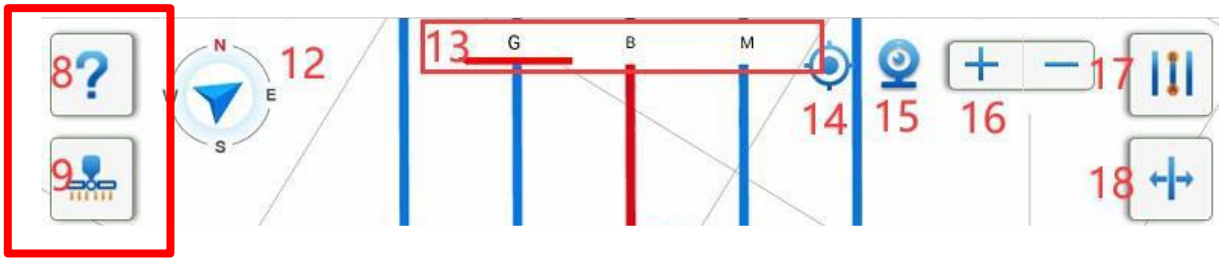
4. Desviación Lateral: La desviación lateral se refiere a la diferencia en tiempo real entre la ubicación actual del vehículo y la directriz establecida. Un valor negativo indica que el vehículo se encuentra a la izquierda de la directriz, mientras que un valor positivo indica que está a la derecha. El valor predeterminado es de 1 cm por cuadrícula, y es ajustable. Se puede hacer clic en esta sección para modificar la configuración de la cuadrícula.



5. El número de grilla actual en la que se encuentra el vehículo, siendo la grilla original 0.

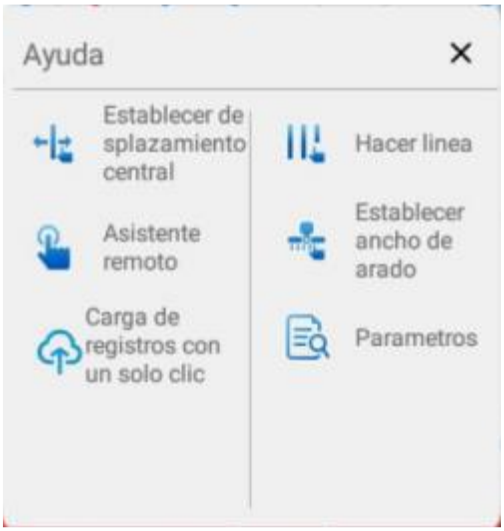
6. Velocidad del vehículo en tiempo real.

7. Área trabajada, con "Mu" o también conocida como “m^2” como unidad predeterminada, que puede ajustarse en la configuración básica. Haga clic en este botón para acceder al informe detallado de tareas.



8. Ayuda, indica el paso a paso de cómo utilizar las funciones mas comunes.

Figura 15



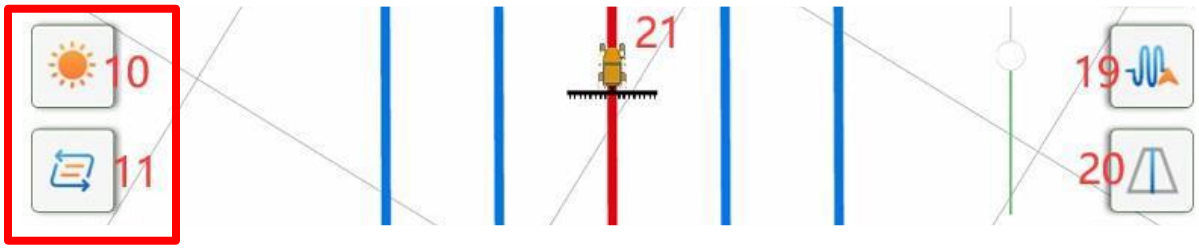
9. Configuración para el desplazamiento entre líneas.

Figura 16

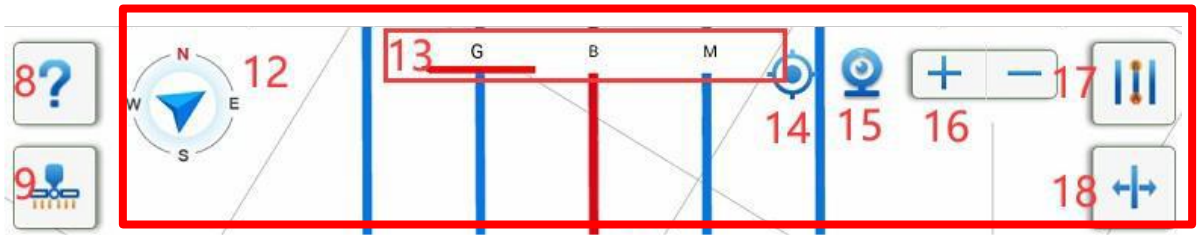


10. Configuración de brillo. Hay tres modos, incluidos los modos soleado, nublado y nocturno.

11. Botón de cambio de guía. Haga clic en el botón para cambiar rápidamente las directrices cuando el campo tenga varias directrices.



12. Brújula. Haga clic en él una vez para comprobar la información básica y haga clic en él siete veces seguidas para mostrar la información de depuración.



13. G/B/M. La función se puede habilitar en Otras configuraciones: Mostrar vista de opción de titular.
    G significa pautas, el vehículo solo reconocerá las pautas y conducirá automáticamente después de seleccionar.
    B significa límite/cabecera, el vehículo solo reconocerá el límite/promontorio y conducirá automáticamente después de la selección.
    M significa opción manual, el vehículo no podrá cambiar al modo de conducción automática después de la selección.

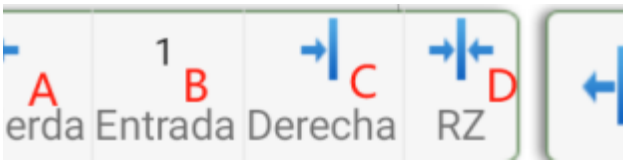
14. Interruptor de vista. Cambie a la vista libre o bloquee la posición del vehículo.

15. Cámara. Cuando se enciende, aparecerá la imagen en tiempo real.

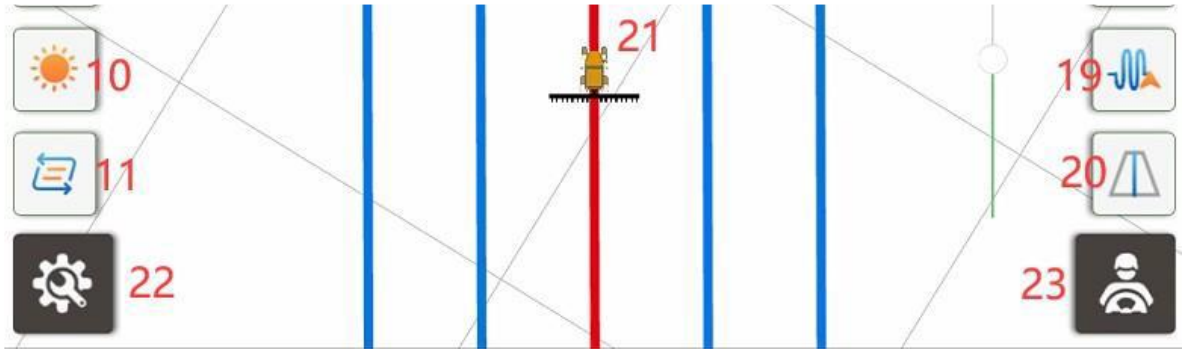
16. Acercar / alejar. También puede acercar y alejar la interfaz deslizando los dedos por la pantalla.

17. Guía rápida. Puede admitir la creación rápida de líneas o curvas AB.

18. Desplazamiento de línea.
    Figura 17

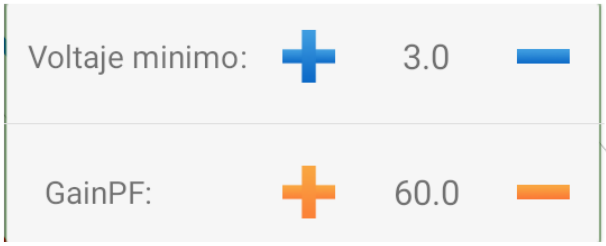


A: La guía se desplaza hacia la izquierda
B: Introduzca la distancia de desplazamiento, el valor máximo es de 999 cm
C: La guía se desplaza hacia la derecha
D: Haga que la desviación lateral y los recuentos de la guía actual vuelvan a cero



19. Ajuste rápidamente los parámetros de amplitud y frecuencia del volante.

Figura 18



Voltaje mínimo: Relación de velocidad de ajuste del motor. Cuanto menor sea el valor, más lento será el ajuste. Con el sensor de ángulo de rueda, el valor recomendado es 20/25, pero en el vehículo con poca potencia o pequeña relación de dirección generalmente inferior a 13, el valor recomendado es 25/30; Sin sensor de ángulo de rueda, el valor recomendado es 25/30, pero en el vehículo con poca potencia o pequeña relación de dirección generalmente inferior a 13, el valor recomendado es 30/35

GainPF: Cuanto mayor sea la frecuencia, más obvia será la vibración del movimiento del motor; cuanto menor sea la frecuencia, más estable será el movimiento del motor; Con el modo de sensor de ángulo de rueda, el valor recomendado es 80; Sin el modo de sensor de ángulo de rueda, el valor recomendado es 60/80.

20. Pista de cobertura laboral. El método de cambio de pista se puede configurar en Configuración básica-Registro de cobertura. Modo de cambio: Encienda / apague la pista manualmente. Modo automático: enciende la pista automáticamente cuando se activa el modo automático.

21. Vehículo y directriz.

22. Configuración. Haga clic en él para ir directamente a esta interfaz con todas las funciones.

23. Enganchar o desenganchar.

 MANUAL

 AUTOMÁTICO

7-3 CALIBRACIONES DE DIRECCIÓN

Antes de realizar la calibración, asegúrese de que no haya ninguna anomalía en la señal y la precisión del satélite, consulte Interfaz principal - Modo GNSS y precisión de posición para obtener más detalles.

a) Establecer la información básica

Figura 19



A: Tipo de vehículo: Actualmente, admite dirección delantera, dirección trasera, dirección de orugas, articulada y trasplantadora.

B: Controlador de dirección: Es compatible con sistemas de accionamiento hidráulico y de motor.

C: Sensor de ángulo de rueda: Acepta potenciómetros, dispositivos GAsensor, así como configuraciones sin WAS y sin trasplantadora de arroz WAS.

Posteriormente se registran las cotas identificadas en la imagen, hay que resaltar que el aplicativo es muy intuitivo y favorece el uso de las imágenes y el texto adjunto

Figura 20



En esta sección se debe indicar la posición del sensor de giro y finalizar en completar los parámetros generales.

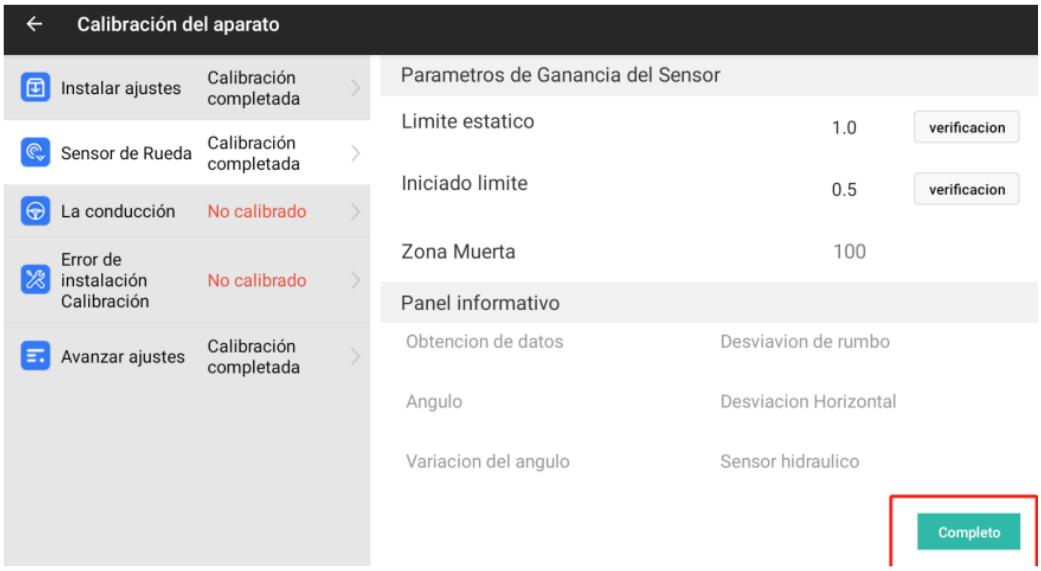
b) Sensor de ángulo de rueda

Figura 21



El valor predeterminado del umbral estático y el umbral de inicialización son 0,5 y 1,0 respectivamente. Haga clic en Completar para ingresar a la calibración del controlador de dirección.

Figura 22



c) Controlador de dirección

Antes de comenzar la calibración, confirme que el volante eléctrico esté encendido y que se reserve un espacio abierto de 10 * 30 metros frente al vehículo, luego encienda el vehículo a 2 km / h y haga clic en Iniciar.

Figura 23



El vehículo avanzará automáticamente con una línea "S". Cuando se complete la calibración del controlador de dirección, ingresará automáticamente a la calibración de errores de instalación.

d) Calibración de errores de instalación

Complete la calibración de acuerdo con las instrucciones de la presente interfaz. Haga clic en Guía, detenga el vehículo en un lugar plano y abierto. Luego haga clic en Inicio y establecerá una pauta automáticamente.

El vehículo entrará en el modo automático. Cuando la distancia desde el inicio sea superior a 30 m, detenga el vehículo y haga clic en Siguiente. A continuación, grabará el punto

Figura 24

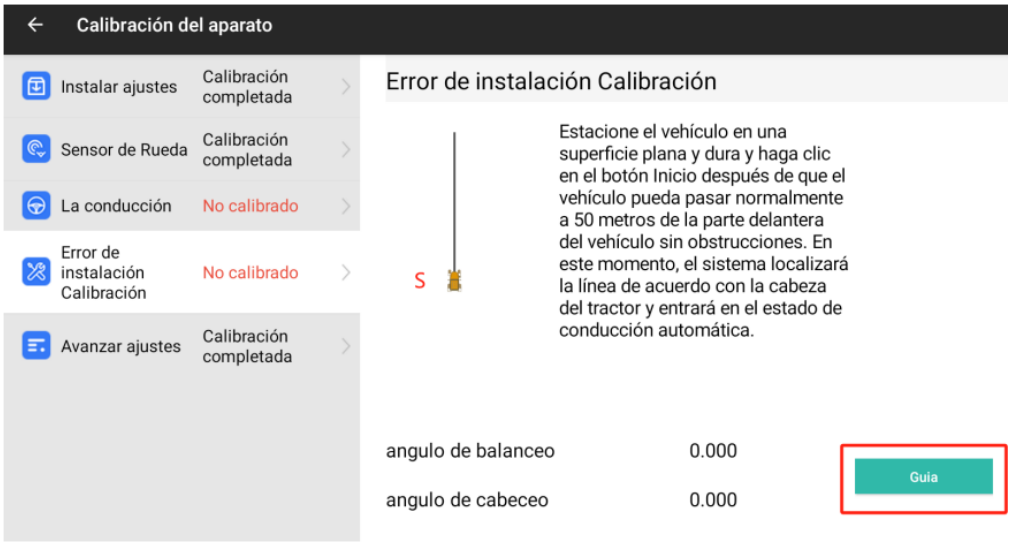
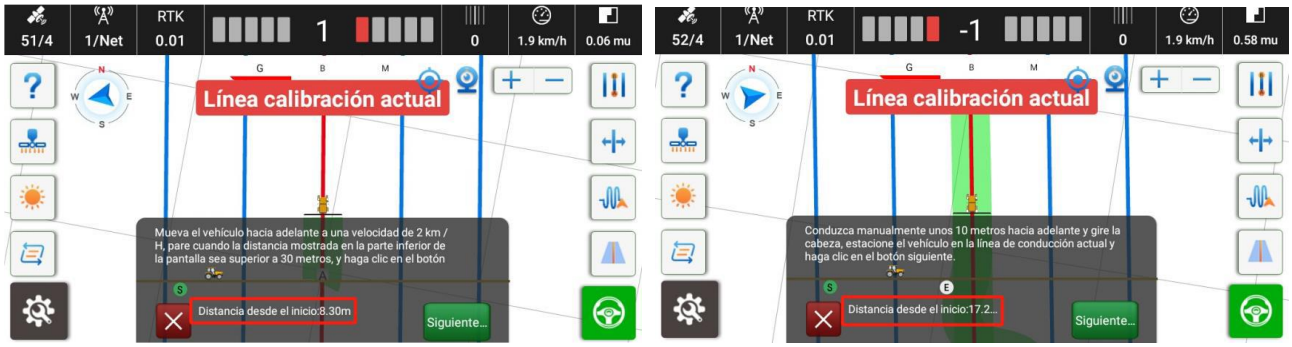


Figura 25



Dé la vuelta y vuelva a la misma pauta. Después de ingresar la línea, haga clic en Siguiente y cambiará al modo automático. A continuación, conduzca hacia adelante automáticamente y mantenga la velocidad entre 2 y 3 km/h. Detenga el vehículo cuando la distancia desde el punto de partida sea inferior a 1 m. Haga clic en Finalizar, el sistema calculará automáticamente.

Con esto conclimos la calibracion del equipo y la puesta a punto, a partir de ello el quipo se encuentra operativo y en correcto funcionamiento.

7.4 ANÁLISIS DEL DESARROLLO DEL PROYECTO

1. Evaluación del Sistema de Dirección

La revisión del mecanismo de dirección mostró que, el vehículo tiene una holgura dentro de los parámetros óptimos (menos de 20°), lo que asegura un rendimiento adecuado del sistema.

2. Instalación del Receptor

La correcta disposición del receptor en el techo del vehículo, asegurando su alineación y limpieza, resultó en una mejora notable en la recepción de señales. Esta etapa fue crucial para la efectividad del sistema, ya que la orientación y nivelación del receptor influyeron directamente en la calidad de la señal recibida.

3. Integración del Volante y Soporte

La instalación del volante y el soporte se realizó sin complicaciones significativas, permitiendo una fijación sólida que garantiza la estabilidad del sistema. La utilización de tornillos adecuados y herramientas específicas permitió evitar desajustes en el futuro.

4. Resultados de la Instalación Eléctrica

El seguimiento de las precauciones de cableado resultó en una instalación eléctrica limpia y segura. La correcta distribución y longitud de los cables evitaron tensiones innecesarias, lo que contribuyó a la longevidad del sistema. Adicionalmente se realizó un recubrimiento del sistema eléctrico con un material aislante, evitando así, afectaciones por temperatura y fricciones.

5. Funcionamiento de la Antena de Radio

La instalación de la antena en el techo demostró ser efectiva para la recepción de señales, asegurando la funcionalidad del modo de radio integrado NX510, lo que mejoró la experiencia del usuario al operar el sistema. Hay que recalcar que dicha antena cuando se encuentra en un entorno boscoso o con obstáculos en la parte superior limita el buen desarrollo del equipo.

8 CRONOGRAMA

ACTIVIDAD	SM1	SM2	SM3	SM4	SM5	SM6	SM7	SM8	SM9	SM10
Reunión inicial para definir requisitos y planificación.	X									
Evaluación de hardware existente y adquisición de equipos adicionales si es necesario.	X									
Preparación de los dispositivos para la instalación del software.		X								
Instalación del sistema operativo compatible con el CHCNAV NX510 en los dispositivos.			X							
Descarga del software CHCNAV NX510 y preparación de los medios de instalación.			X							
Instalación del CHCNAV NX510 en los dispositivos designados.				X						
Configuración inicial del software CHCNAV NX510.					X					
Realización de pruebas de funcionalidad y verificación de la conectividad con los receptores GNSS.					X	X				
Ajustes finales y optimización de la configuración del CHCNAV NX510						X				
Capacitación del personal técnico sobre el uso básico del CHCNAV NX510 y sus funcionalidades.							X			
Elaboración de documentación de referencia para el CHCNAV NX510.			X	X	X	X	X	X	X	
Presentación final del sistema instalado y entregables										X

9. CONCLUSIONES

La instalación y puesta a punto del sistema de agricultura de precisión CHCNAV NX 510 ha demostrado ser un proceso integral que requiere una cuidadosa consideración de múltiples factores para asegurar su eficacia en aplicaciones topográficas y geodésicas. A continuación, se presentan las conclusiones específicas en relación con los objetivos planteados.

- Se establecieron y documentaron los parámetros óptimos para la instalación del CHCNAV NX 510, teniendo en cuenta la precisión requerida, las características del entorno y las especificaciones del proyecto. Esta documentación es fundamental para garantizar que el sistema opere con la eficiencia y precisión deseadas, minimizando errores y maximizando la efectividad de las operaciones de campo.

- La instalación del software del CHCNAV NX 510 se llevó a cabo con éxito, asegurando la compatibilidad entre el hardware y el software. La configuración adecuada no solo optimizó el rendimiento del sistema, sino que también facilitó la integración con otros equipos y herramientas utilizadas en el proceso de recolección de datos. Este enfoque sistemático permite a los usuarios aprovechar al máximo las capacidades del equipo.

- La calibración de los receptores GNSS fue esencial para verificar y garantizar la precisión del sistema. A través de pruebas de campo exhaustivas, se logró ajustar las configuraciones necesarias, lo que resultó en datos de posicionamiento y navegación confiables. Esta etapa es crucial, ya que la precisión en la agricultura de precisión puede impactar significativamente en la toma de decisiones y en la gestión eficiente de recursos.

10. **RECOMENDACIONES**

Recomendaciones para aumentar el beneficio dado por este proyecto. Para más información consulta:
https://www.chcnav.com/es/index
https://www.galileoinstruments.com.co/

11. BIBLIOGRAFÍA

- Shanghái Huace Navigation Technology Ltda. CHCNAV. (2024, febrero). Recuperado de Galileo Instruments SAS, Representante de en Colombia de CHCNAV. WeChat, Grupo Colombia GAL Support RTK&CTS