UNIÓN TEMPORAL

UT RADCOL 2023

Bogotá, 6 de septiembre de 2024

IVONNE VERGARA FLECHAS
MARIO ROSAS GALLO
JORGE CHACÓN
ANGEL SALAZAR
UNIDAD ADMINISTRATIVA ESPECIAL DE AERONÁUTICA CIVIL - AEROCIVIL
Supervisores del Contrato
Bogotá-Colombia

Oficio: ***33522S/138***

Referencia: *ADQUIRIR, INSTALAR, COMISIONAR Y PONER EN FUNCIONAMIENTO SISTEMAS DE VIGILANCIA PSR /MSSR - MODO S Y ADS-B ENHANCED INTEGRADO REDUNDANTE DE ÚLTIMA TECNOLOGÍA- LOTE 2: "CALI PUERTO, LETICIA, TMA BOGOTÁ, MITÚ".*

Contrato: No. 23001020 H2 DE 2023 LOTE 2.

Asunto: JUSTIFICACIÓN MODIFICATORIO CONTRACTUAL.

Estimados Señores,

JOSE FERNANDO QUINTERO VARGAS, persona mayor de edad, domiciliado en la ciudad de Bogotá D.C., identificado con Cédula de Ciudadanía número 79.689.381 de Bogotá D.C., actuando en calidad de representante legal de la **UNIÓN TEMPORAL UT RADCOL 2023,** identificada con NIT 901.784.668-1, por medio del presente escrito presentamos solicitud formal de modificación contractual, en virtud del concepto favorable de la supervisión del contrato por parte de la Aeronáutica Civil sobre la actualización tecnológica de los radares PSR3D Banda S por radares PSR3D Banda L, según lo establecido en el numeral 14 – ACTUALIZACIÓN TECNOLÓGICA (RI) del Formato 8 - Especificaciones Técnicas del contrato.

Modificatorio contractual que se realiza en los siguientes términos: 1- Justificación legal y jurisprudencial de la procedencia de la modificación contractual. 2- Actualización

tecnológica de los sistemas del Radar PSR3D; 3- disminución altura de torres para los sistemas radar como una ventaja de la actualización tecnológica; 4- modificación cronograma contractual. Aspectos que se desarrollaran en los párrafos siguientes.

1. CONSIDERACIONES GENERALES SOBRE LA MODIFICACIÓN DEL CONTRATO ESTATAL:

Fundamentamos la presente solicitud, en las normas (algunas elevadas a rango constitucional) que a continuación se citan, describen e interpretan, así:

1.1. ***CONSTITUCIÓN POLÍTICA DE COLOMBIA 1991, ARTICULO 2º*** *—Son fines esenciales del Estado: servir a la comunidad, promover la prosperidad general y garantizar la efectividad de los principios, derechos y deberes consagrados en la Constitución; facilitar la participación de todos en las decisiones que los afectan y en la vida económica, política, administrativa y cultural de la Nación; defender la independencia nacional, mantener la integridad territorial y asegurar la convivencia pacífica y la vigencia de un orden justo. Las autoridades de la República están instituidas para proteger a todas las personas residentes en Colombia, en su vida, honra, bienes, creencias y demás derechos y libertades, y para asegurar el cumplimiento de los deberes sociales del Estado y de los particulares. (resaltado fuera de texto)*

A partir de dichos fines, encontramos a su vez, que el fin de la contratación pública está directamente asociado al cumplimiento del interés general, puesto que el contrato público es uno de aquellos instrumentos jurídicos de los que se vale el Estado para cumplir sus finalidades, hacer efectivos los deberes públicos y prestar los servicios a su cargo, con la colaboración de los particulares a quienes corresponde ejecutar, a nombre de la administración, las tareas acordadas[1].

Al ser el contrato público, instrumento indispensable para el cumplimiento de los fines del estado, está frente a la imperiosa necesidad de ser revisado tanto por la entidad pública que lo celebra, como por el particular al que le es adjudicado, cuando este (contrato público) no garantice la necesidad para la cual fue concebido y no se logre prestar el servicio para el cual fue celebrado, o en los eventos en los cuales se puede satisfacer la misma necesidad pública empleando bienes o tecnología más avanzada, menos recursos del Estado o ejecutar el mismo en condiciones más favorables para el interés público.

1.2.. ***LEY 80 de 1993, ARTÍCULO 3. -*** *De los fines de la contratación estatal- Los servidores públicos tendrán en consideración que al celebrar contratos y con la ejecución de los mismos, las entidades buscan el cumplimiento de los fines*

[1] Corte Constitucional. Sentencia C-713-2009

estatales, la continua y eficiente prestación de los servicios públicos y la efectividad de los derechos e intereses de los administrados que colaboran con ellas en la consecución de dichos fines.

Los particulares, por su parte, tendrán en cuenta al celebrar y ejecutar contratos con las entidades estatales que, colaboran con ellas en el logro de sus fines y cumplen una función social que, como tal, implica obligaciones.

Conforme a la norma citada, tenemos que el legislador revistió de importancia tanto la celebración del contrato, como su ejecución, en procura del cumplimiento de los fines estatales, y es así como se regula, que durante la ejecución del contrato Estatal se debe garantizar la continua y eficiente prestación de los servicios públicos.

En ese sentido, encontramos que tanto la Entidad estatal que contrata el servicio, como el particular que lo ejecuta, deben salvaguardar la eficiente ejecución del contrato, y es por ello que nos encontramos frente a la Unidad administrativa especial de aeronáutica civil (Aerocivil), instaurando la presente solicitud para procurar garantizar la necesidad real de la administración en mejores condiciones a las inicialmente pactadas, cuya modificación repercute de manera positiva en la entidad y el Estado, por cuanto lo que se busca es obtener la ejecución de un contrato público en condiciones más favorables, que se resume en mejor tecnología para la entidad, satisfacción de la necesidad pública con una menor inversión y con especificaciones técnica s que garanticen su durabilidad en el tiempo.

1.3. LEY 80 de 1993, ARTÍCULO 4. *De los derechos y los deberes de las entidades estatales.*

Para la consecución de los fines de que trata el artículo anterior, las entidades estatales:

1. Exigirán del contratista la ejecución idónea y oportuna del objeto contratado. Igual exigencia podrán hacer al garante. (…)

9. Actuarán de tal modo que, por causas a ellas imputables, no sobrevenga una mayor onerosidad en el cumplimiento de las obligaciones a cargo del contratista. Con este fin, en el menor tiempo posible, corregirán los desajustes que pudieren presentarse y acordarán los mecanismos y procedimientos pertinentes para precaver o solucionar rápida y eficazmente las diferencias o situaciones litigiosas que llegaren a presentarse. (…) (resaltado fuera de texto).

La idoneidad perseguida por la norma exige a la Entidad pública que actúa como contratante, que garantice entre otros aspectos, la coherencia entre la necesidad a

satisfacer y el servicio contratado en las condiciones más apropiadas según sea el caso. En ese sentido, el servicio debe ser absolutamente proporcional y apropiado frente al fin perseguido por la entidad (por ejemplo, en el caso que nos ocupa, el sistema de vigilancia radar a instalar en cada uno de los emplazamientos deben garantizar el cumplimiento de expectativa técnica licitada, no obstante, si en el marco de la ejecución contractual surgen nuevas condiciones que permiten mejorar dicha expectativa técnica con tecnología más avanzada alcanzando una mayor cobertura radar, con torres de menor altura, el medio idóneo para satisfacer dicha necesidad necesariamente se debe ajustar a idoneidad exigida para el caso en concreto).

1.4. LEY 80 DE 1993. ARTÍCULO 5. De los derechos y los deberes de los contratistas.

Para la realización de los fines de que trata el artículo 3 de esta ley, los contratistas:
(…)

2. Colaborarán con las entidades contratantes en lo que sea necesario para que el objeto contratado se cumpla y que éste sea de la mejor calidad; acatarán las órdenes que durante el desarrollo del contrato ellas les impartan y, de manera general, obrarán con lealtad y buena fe en las distintas etapas contractuales, evitando las dilaciones y entrabamientos que pudieran presentarse. (resaltado fuera de texto)

4. Garantizarán la calidad de los bienes y servicios contratados y responderán por ello (…) El Estatuto General de Contratación de la Administración Pública, hace especial énfasis en la colaboración y calidad que debe encontrarse inmersa en el servicio prestado por el particular.

No se cumpliría el fin del contrato público y el principio de colaboración, si el contratista no pone en conocimiento de la entidad las problemáticas que se presenten durante la ejecución contractual y las situaciones o definiciones que puedan atentar en contra de la calidad del servicio, o en el mejor de los casos como el presente, aquellas situaciones en las cuales se mejoraría la prestación del servicio con una reducción en la ejecución presupuestal.

Realizando un desarrollo de las normas generales precitadas, se concluye que de acuerdo con el artículo 3º de la Ley 80 de 1993 la celebración y ejecución de contratos contribuye de manera directa, entre otros, al cumplimiento de los fines estatales enunciados en el artículo 2º de la Constitución Política.

Así, el numeral 1 del artículo 14 de la misma Ley, ha establecido en cabeza de las entidades estatales la dirección general y la responsabilidad de ejercer el control y vigilancia de la ejecución de los contratos. Dirección que a juicio del Consejo de Estado[2] se traduce en una posibilidad para la entidad estatal de acordar con el contratista las modificaciones que resulten necesarias para orientar el cumplimiento de la finalidad del contrato, lo cual resulta totalmente viable en consideración al artículo 13 y 40 de la misma ley, donde se consagró que: "Las entidades podrán celebrar los contratos y acuerdos que permitan la autonomía de la voluntad y requieran el cumplimiento de los fines estatales." Cuestión ampliamente avalada por la Corte Constitucional[3] al determinar que los contratos estatales podrán ser modificados cuando sea necesario para lograr su finalidad y en aras de la realización de los fines del Estado, a los cuales sirve el contrato.

Ahora bien, tal como lo ha señalado el Consejo de Estado[4] la modificación del contrato puede hacerse de manera bilateral en desarrollo del principio de la autonomía de la voluntad, reconocido expresamente en los artículos 32 y 40 de la Ley 80 de 1993, siempre que se respeten los límites formales y materiales.

Límites aquellos que fueron resumidos por la misma corporación mediante Concepto del 17 de marzo de 2016 con radicado No. 2263 y citados en múltiples conceptos de Colombia Compra Eficiente[5] así:

> *«1. La necesidad de preservar los principios de igualdad, transparencia y libertad de concurrencia, durante la fase de ejecución del contrato.*
> *Este límite encuentra sustento en el hecho de que, para celebrar contratos estatales las entidades públicas eligen, dentro de un «régimen de concurrencia y de igualdad, las mejores condiciones de costo, calidad e idoneidad de la prestación requerida», lo que supone que la selección objetiva de la oferta más favorable, se dirige a salvaguardar el interés público y, por lo tanto, celebrado el contrato en esas condiciones, su eventual modificación debe asegurar que lo adjudicado, y posteriormente alterado, consulte la mejor opción para el servicio público.*
>
> *(…)*
>
> *2.Límites de orden temporal, entre los que están comprendidos: i) la vigencia del contrato, pues no podría modificarse un contrato cuyo plazo ha culminado y ii) la prohibición de consagrar prórrogas automáticas, sucesivas o indefinidas, en tanto resultan contrarias al derecho esencial de la libertad de competencia.*

[2] Concepto sala de consulta y servicio civil del Consejo de Estado del 17 de marzo de 2016. Radicado No. 2263.
[3] Sentencia C-300 del 2012.
[4] Concepto sala de consulta y servicio civil del Consejo de Estado del 15 de febrero de 2023. Radicado No. 2482.
[5] Concepto C – 759 de 2022, Concepto C- 943 de 2022.

3. Límites de orden formal, que comprenden: i) La solemnidad del contrato de modificación, derivada del carácter solemne del contrato estatal, que exige que modificación de los contratos conste por escrito8 ; ii) la motivación y justificación de la modificación, la cual constituye un elemento esencial que permite determinar la juridicidad y la necesidad de una modificación determinada; así como su racionalidad y la proporcionalidad de su contenido.

4. Límites de orden material, que corresponden a: i) la prohibición de modificar las condiciones sustanciales del contrato, que se presentará en los casos en que se incluyan elementos que, «habiendo figurado en el procedimiento inicial, hubiera permitido la participación de otros interesados aparte de los inicialmente admitidos, o seleccionar una oferta distinta de la inicialmente seleccionada».”

Visto lo anterior, es preciso invocar el numeral 2º y 4º del artículo 5 de la Ley 80 de 1993, por virtud de los cuales se constituye como un deber de los contratistas:

“(…)
*2. Colaborarán con las entidades contratantes en lo que sea necesario para que el objeto contratado se cumpla **y que éste sea de la mejor calidad;** acatarán las órdenes que durante el desarrollo del contrato ellas les impartan y, de manera general, obrarán con lealtad y buena fe en las distintas etapas contractuales, evitando las dilaciones y entrabamientos que pudieran presentarse. (resaltado fuera de texto)*
(…)
4. Garantizarán la calidad de los bienes y servicios contratados y responderán por ello.”

En el caso concreto, tal como veremos en el desarrollo del presente documento, por la naturaleza tecnológica del Contrato, dichos deberes se plasmaron en el mismo como una verdadera obligación contractual en la que el Contratista debe garantizar hasta el último momento, que el suministro realizado no sólo sea de la mejor calidad, sino que corresponda a bienes de última tecnología en el mercado.

1.5. PARTICIPACIÓN DE LOS PARTICULARES EN EL CONTRATO PÚBLICO COMO INSTRUMENTO PARA CUMPLIR LOS FINES DEL ESTADO.

Corte Constitucional. Sentencia C-713/09
(…)

El fin de la contratación pública en el Estado Social de Derecho está directamente asociado al cumplimiento del interés general, puesto que el contrato público es uno de aquellos instrumentos jurídicos de los que se vale el Estado para cumplir sus finalidades, hacer efectivos los deberes públicos y prestar los servicios a su cargo, con la colaboración de los particulares a quienes corresponde ejecutar, a nombre de la administración, las tareas acordadas. El interés general, además de guiar y explicar la manera como el legislador está llamado a regular el régimen de contratación administrativa, determina las actuaciones de la Administración, de los servidores que la representan y de los contratistas, estos últimos vinculados al cumplimiento de las obligaciones generales de todo contrato y por ende supeditados al cumplimiento de los fines del Estado (…)

Corte Constitucional. Sentencia C-207/19
(…) Las finalidades de la actividad contractual del Estado fueron ampliamente desarrolladas en la sentencia C-932 de 2007, en que esta Corte se pronunció nuevamente sobre la constitucionalidad de la Ley 80 de 1993.

En aquella oportunidad, se recordó que el contrato es una de las formas de actuación pública de mayor utilización, pues es el instrumento del que se vale el Estado para relacionarse con los particulares con el fin de cumplir las complejas tareas a su cargo. Garantizar los derechos de los ciudadanos y prestar los servicios públicos requiere de la colaboración de los particulares para el efectivo desarrollo de la actividad estatal.

Por esa vía, habida cuenta de que el contrato estatal es una herramienta necesaria para el cumplimiento de los deberes estatales que surgen por el modelo de Estado Social de Derecho, uno de los elementos centrales que configura las finalidades del contrato público es la satisfacción del interés general. Así lo señaló la Corporación en la sentencia C- 932 de 2007:

"(…) el contrato público es uno de aquellos instrumentos jurídicos de los que se vale el Estado para cumplir sus finalidades, hacer efectivos los deberes públicos y prestar los servicios a su cargo, con la colaboración de los particulares a quienes corresponde ejecutar, a nombre de la administración, las tareas acordadas. (…)

La simple descripción, entonces, de la contratación pública muestra que está directamente asociada al cumplimiento del interés general, lo cual, incluso, sirvió de fundamento a la dogmática del contrato público para concluir que este tipo de contratación es distinta y autónoma respecto de los acuerdos y obligaciones comunes entre particulares (…)"

A partir de la jurisprudencia citada, encontramos que desde el año 2007 ha sido reconocida la relevancia de la participación de los particulares en la contratación estatal, no solo en la celebración del contrato, sino en su ejecución para procurar y garantizar la correcta prestación del servicio. Es por esto por lo que el particular está llamado a intervenir activamente en la ejecución solicitando revisiones, modificaciones y/o actualizaciones que vayan en beneficio del interés general y del servicio prestado. De esta manera, la UT RADCOL 2023 de manera propositiva ha venido adelantando y poniendo en conocimiento las diversas mejoras en la prestación del servicio que se pueden implementar en el presente contrato pública dentro del marco de la satisfacción de la necesidad pública, así como el interés general que le asiste a la celebración y ejecución del contrato estatal.

1.6. PRINCIPIO DE EFICICACIA COMO EJE DE LA ADMINISTRACIÓN PÚBLICA Y DEL CONTRATO PÚBLICO.

Corte Constitucional. Sentencia C-826/13.

En cuanto a los principios de eficacia y eficiencia, la Corte ha afirmado en relación con el primero, que la eficacia está soportada en varios conceptos que se hallan dentro de la Constitución Política, especialmente en el artículo 2º, al prever como uno de los fines esenciales del Estado el de garantizar la efectividad de los principios, deberes y derechos consagrados en la Constitución; en el 209 como principio de obligatorio acatamiento por quienes ejercen la función administrativa; en el 365 como uno de los objetivos en la prestación de los servicios públicos; en los artículos 256 numeral 4o., 268 numeral 2º, 277 numeral 5º y 343, relativos al control de gestión y resultados.

En este sentido, la Sala ha señalado ***que la eficacia constituye una cualidad de la acción administrativa en la que se expresa la vigencia del estado social en el ámbito jurídico-administrativo. Así mismo añade que, en definitiva, la eficacia es la traducción de los deberes constitucionales positivos en que se concreta el valor superior de la igualdad derivado directamente de la nota o atributo de socialidad del Estado.*** *Por su parte, en lo que atañe* ***al principio de eficiencia la jurisprudencia de este Tribunal ha señalado que se trata de la máxima racionalidad de la relación costos-beneficios, de manera que la administración pública tiene el deber de maximizar el rendimiento o los resultados, con costos menores, por cuanto los recursos financieros de Hacienda, que tienden a limitados, deben ser bien planificados por el Estado para que tengan como fin***

> ***satisfacer las necesidades prioritarias de la comunidad sin el despilfarro del gasto público***. *(…)*
>
> *En este orden de ideas, es evidente para esta Corporación que el principio de eficacia impide que las autoridades administrativas permanezcan inertes ante situaciones que involucren a los ciudadanos de manera negativa para sus derechos e intereses. Igualmente, que la eficacia de las medidas adoptadas por las autoridades debe ser un fin para las mismas, es decir, que existe la obligación de actuar por parte de la administración y hacer una real y efectiva ejecución de las medidas que se deban tomar en el caso que sea necesario, en armonía y de conformidad con el debido proceso administrativo. En síntesis, esta Corte ha concluido que el logro de la efectividad de los derechos fundamentales por parte de la administración pública se basa en dos principios esenciales: el de eficacia y el de eficiencia.*

Con fundamento en la jurisprudencia descrita, el principio de eficacia que rige a la administración pública conlleva, a que esta sea capaz de generar impacto positivo en lo que ejecuta, realice lo que tenga que realizar y sea efectiva en el logro de los fines estatales. El contrato público como instrumento para la realización de dichos fines, reviste de una especial atención por parte de la administración, la cual, en cumplimiento del principio esgrimido debe mantenerse atenta frente a situaciones que deban corregirse y/o revisarse del contrato y de su ejecución.

La presente modificación contractual se sustenta bajo la aplicación de estos dos principios esenciales de la contratación estatal, es decir, la eficiencia y la eficacia, por cuanto como se podrá observar a lo largo de este escrito, la solicitud de la UT RADCOL 2023 se resume en la satisfacción de la necesidad pública, en mejores condiciones al prestarse con tecnología más avanzada, con infraestructura adecuada para cada uno de los emplazamientos, incluso con una reducción del presupuesto público a emplearse, y minimizando riesgos de cara al futuro.

2. ACTUALIZACIÓN TECNOLOGICA:

2.1. ANTECEDENTES CONTRACTUALES

El 29 de diciembre de 2023 se suscribió el contrato No 23001020 H2 DE 2023 Lote 2 entre Aeronáutica Civil y UNIÓN TEMPORAL UT RADCOL 2023 (en adelante la UT RADCOL 2023) con un plazo de ejecución de (23) meses, contados a partir de la firma del Acta de inicio.

El contrato 23001020 H2 Lote 2 tiene por objeto:

Lote 2: "ADQUIRIR, INSTALAR, COMISIONAR Y PONER EN FUNCIONAMIENTO SISTEMAS DE VIGILANCIA PSR /MSSR - MODO S Y ADSB ENHANCED INTEGRADO REDUNDANTE DE ÚLTIMA TECNOLOGÍA- LOTE 2: "TMA BOGOTÁ, CALI PUERTO, MITÚ Y LETICIA".

De dicho objeto, se deriva un deber en cabeza de la UT consistente en garantizar la entrega de bienes de última tecnología que permitan la satisfacción de la necesidad que dio origen a las contrataciones que nos convocan.

Así mismo, en el literal v) del numeral 5 – OBLIGACIONES ESPECIFICA DEL CONTRATISTA (RI) del Formato 8- Especificaciones Técnicas del contrato, establece lo siguiente:

> *"(…) v) En caso de que el contratista cuente con alguna tecnología propia de características superiores a las descritas en las especificaciones el contratista podrá presentar su tecnología con todos los estudios que describan las ventajas tecnológicas para que sean avaladas por la Aerocivil. (…)"*

En concordancia con ello, la cláusula segunda de ambos contratos exigió el cumplimiento de lo previsto en el Formato 8 contentivo de las especificaciones técnicas, cuyo numeral 14 previó lo siguiente:

> *"14. ACTUALIZACIÓN TECNOLÓGICA (RI)*
>
> - *Si antes o durante el período de ejecución del contrato, los bienes objeto de este, son actualizados tecnológicamente en Software y/o Hardware, el contratista deberá entregar la versión mejorada de los mismos con su respectiva documentación, previo concepto favorable del Supervisor del Contrato, con el visto bueno del director de Telecomunicaciones y Ayudas a la Navegación Aérea.*
>
> - *En caso de que el Supervisor del Contrato acepte el cambio de algún elemento, los costos adicionales que se puedan causar quedan a cargo del contratista.*
>
> - *Los equipos ofrecidos deben ser fabricados de acuerdo con las últimas tecnologías desarrolladas en el mercado.*

- *Los bienes adjudicados cuando son descontinuados por el fabricante pueden ser reemplazados por uno mejor siempre y cuando sea autorizado por el Supervisor del Contrato, el Equipo de Gerencia con el visto bueno del director de Telecomunicaciones y Ayudas a la Navegación Aérea. Estos bienes que reemplazarán los originales ofrecidos no acarrearán ningún costo adicional al contrato.*

- *En la situación de requerirse el reemplazo de los bienes originalmente contratados, por motivos de actualización tecnológica de los mismos, el contratista hará la solicitud correspondiente al Supervisor del Contrato, manifestando las conveniencias del cambio propuesto y de ser aceptada, se suscribirá el acta modificatoria correspondiente.*

- *El contratista garantizara que una vez vencida la garantía prevista en el Contrato de los bienes suministrados, si alguno es descontinuado por el fabricante, el suministro de la información hardware compatible y suministrara el software compatible con el nuevo hardware por un periodo de 15 años."*

Con fundamento en dichas previsiones contractuales y fieles al compromiso que adquirió la UT como aliados estratégicos de la entidad, para ofrecer productos tecnológicos de alto valor, con un elevado componente de innovación, en el comité operativo No. 001 del Proyecto, realizado el 29 de febrero de 2024, la UT RADCOL 2023 manifestó lo siguiente:

> "*Nos encontramos adelantado análisis frente a las coberturas y diseño detallado de funcionamiento de los sensores de vigilancia Aeronáutica en cada uno de los sitios, para lo cual, dentro de los avances ejecutados, ha identificado la oportunidad de mejoramiento de la solución u optimización de ésta, relacionada con el objeto del contrato (…)*"

Consecuencia de lo anterior, el 29 de abril de 2024 la UT RADCOL 2023, presentó propuesta de actualización tecnológica, en la cual detalla una solución mediante la implementación del Radar PSR3D Banda L, el cual presenta como beneficios mayor ahorro de energía, reducción considerable de costos del ciclo vida como en mantenimientos, incorpora una antena de escaneo electrónico, comprende mejores capacidades de ajuste electrónico, tiene mejor capacidad de detección y adaptación, mayor resistencia a las condiciones meteorológicas adversas, mayor precisión y repercute en mejoras del diseño de distintos subsistemas, entre otros.

Una vez analizada la propuesta tecnológica presentada por la UT RADCOL 2023, la Supervisión del contrato en el transcurso del comité operativo 03 llevado a cabo el 21 de mayo de 2024, encontró ventajas y condiciones técnicas superiores a las ofertadas en la propuesta inicial, por lo que emitió concepto favorable a la propuesta de actualización

tecnológica presentada por la UT RADCOL 2023. Por lo cual, se dio viabilidad para que se pueda implementar el sistema PSR3D Banda L para los sitios TMA Bogotá, Cali Puerto, Leticia y Mitú.

En virtud de lo anterior, solicitamos de manera respetuosa que mediante un otrosí se permita la actualización de los anexos del contrato, en el sentido de remplazar las fichas técnicas de los radares PSR3D Banda S inicialmente ofertado, por las fichas técnicas de los radares PSR3D Banda L en virtud de la actualización.

Así mismo, que se establezca en una cláusula general que para los efectos de la interpretación del contrato y de todos sus documentos anexos, así como para las pruebas de FAT, SAT, PSAT, FSAT, OJT, PTT y demás actividades contractuales se entenderá que el radar PSR3D sobre el cual se ejecutará el contrato será sobre un radar PSR3D Banda L.

Ahora bien, en especial, resulta necesario modificar en el Formato 8 "*especificaciones técnicas",* así como en el formato 10 "*Ficha técnica*" la cobertura del radar PSR 3D, por cuanto en virtud de la actualización tecnológica, esta se amplió pasando de ser 80/100 NM a 100/120 NM

3. DISMINUCIÓN DE ALTURA TORRES: UNA VENTAJA ADICIONAL DE LA ACTUALIZACIÓN TECNOLÓGICA.

Como consecuencia de la actualización tecnológica del Radar PSR3D Banda S, a la versión Radar PSR3D Banda L, es preciso mencionar que la arquitectura de estos sistemas radar actualizados permite mitigar el efecto de clutter (Ruido) de obstáculos cercanos. Así, al incorporar una antena de escaneo con barrido electrónico tanto en ACIMUT como en ELEVACIÓN y, gracias a su tecnología de adaptabilidad, se pueden mapear los obstáculos para que no degraden el rendimiento del radar, permitiendo así que la altura de las torres no constituya un factor determinante para el rendimiento del sistema.

En otras palabras, con la implementación de la actualización tecnológica la altura de las torres deja de ser un factor determinante para la mitigación de obstáculos cercanos, en virtud de la posibilidad de llevar a cabo su programación y mapeo de exploración según cada sitio por su tecnología de antena de barrido electrónico.

Basado en lo anterior, principalmente en el cumplimiento de las especificaciones del contrato, la UT RADCOL 2023 propone que la torre autosoportada de 20 metros para los emplazamientos de TMA Bogotá, Mitú, Cali Puerto y una torre autosoportada de 25 metros para el sitio de Leticia, por tener este una capa vegetal permanente cercana, alturas medidas desde el nivel del piso a nivel de plataforma.

Con la finalidad de desarrollar la presente solicitud de disminución de la altura de las torres en las cuales se izarán los sistemas radar PSR3D Banda L se tendrá la siguiente línea argumentativa: 1) Descripción general de la torre a 35 metros, 25 metros y 20 metros. 2)

Análisis de línea de vista de una torre de 35 metros en comparación con una torre de 20 metros. 3) Análisis de cobertura de una torre de 35 metros en comparación con una torre de 20 metros o 25 metros según el emplazamiento. 4) Análisis estructural de una torre de 35 metros en comparación con una torre de 20 metros o 25 metros según el emplazamiento. 5) valoración sobre la menor cantidad de obra ejecutada. Finalmente, 6) conclusiones generales y particulares.

3.1. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LAS TORRES Y PESOS DEL SISTEMA RADAR:

3.1.1. Torres 35 m y Radar PSR3D Banda S

Para una torre de 35 m, los alimentadores de la antena primaria cosecante cuadrado estaría aproximadamente a una altura de la plataforma de la torre de 1,5 m, por el tipo de instalación que tiene este sistema de pedestal. Los motores y la junta rotativa están por debajo del nivel de la plataforma de la antena.

La antena MSSR estaría a una altura de la plataforma radar de 3m, instalada sobre la antena primaria.

Se tendría unos valores de alturas de instalación de antenas así:

- Antena Radar Primario: 36.5 m de altura del terreno.
- Antena radar secundario: 38 m de altura del terreno.

El peso del conjunto de antenas y pedestal se detalla a continuación:

- PSR:
  - Antena PSR: 800 Kg
  - Soporte de antena: 430 Kg.
  - Núcleo del pedestal: 1100 Kg.
  - Elemento intermedio: 354 Kg.

- MSSR:
  - Antena MSSR: 588 Kg.

- Antena ADS-B + mástil+ MHB: 36 Kg. Tres (3) conjuntos (ADS-B+Mastil+MHB) = 108 Kg.

- Peso total antenas (PSR+MSSR+ADS-B) y pedestal: 3.380 Kg.



Figura **¡Error! No hay texto con el estilo especificado en el documento.**-1 . Montaje antena primaria Cosecante cuadrado y antena MSSR.

3.1.2. Torres 20 m y Radar PSR3D Banda L:

Para una torre de 20 m, los alimentadores de la antena primaria ESA estarían aproximadamente a una altura de la plataforma de la torre de 5 m, por el tipo de instalación que tiene este sistema de pedestal. Los motores y la junta rotativa están instalados sobre una bancada de 2,5 m de la altura del nivel de la plataforma de la antena.

La antena MSSR estaría en este caso instalada a una altura de la plataforma radar de 6 m, está instalada sobre la antena primaria.

Se tendrían unos valores aproximados de así:

- Antena Radar Primario: 24 m de altura del terreno.
- Antena radar secundario: 26 m de altura del terreno.

El peso del conjunto de antenas y pedestal se detalla a continuación:

- PSR:
  - Antena PSR + Pedestal: 6370 kg

- MSSR:
- Antena MSSR + Antenas ADS-B: 588 Kg.

- Peso total antenas (PSR+MSSR+ADS-B) y pedestal: 6958 Kg.

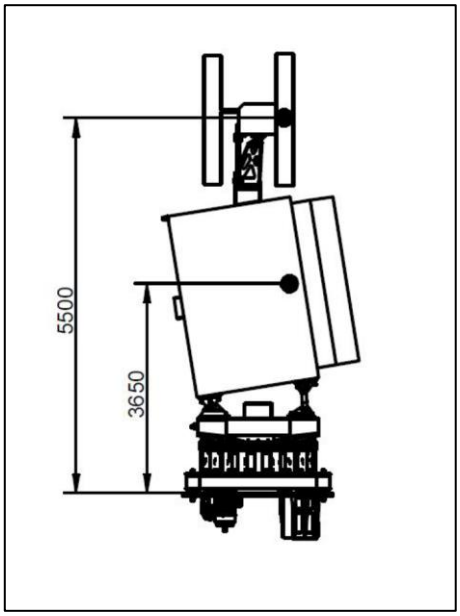


Figura **¡Error! No hay texto con el estilo especificado en el documento.**-6. Montaje antena primaria ESA y antena MSSR.

3.1.3. Torre 25 m y Radar PSR3D Banda L:

Para una torre de 25 m, los alimentadores de la antena primaria ESA estarían aproximadamente a una altura de la plataforma de la torre de 5 m, por el tipo de instalación que tiene este sistema de pedestal. Los motores y la junta rotativa están instalados sobre una bancada de 2,5 m de la altura del nivel de la plataforma de la antena.

La antena MSSR estaría en este caso instalada a una altura de la plataforma radar de 6 m, está instalada sobre la antena primaria.

Se tendrían unos valores aproximados de así:

- Antena Radar Primario: 29 m de altura del terreno.
- Antena radar secundario: 31 m de altura del terreno.

El peso del conjunto de antenas y pedestal se detalla a continuación:

- PSR:
  - Antena PSR + Pedestal: 6370 kg

- MSSR:
  - Antena MSSR + Antenas ADS-B: 588 Kg.

- Peso total antenas (PSR+MSSR+ADS-B) y pedestal: 6958 Kg.

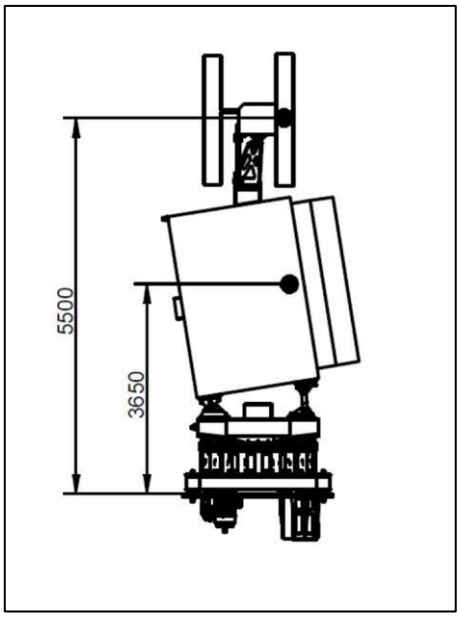


Figura **¡Error! No hay texto con el estilo especificado en el documento.**-7. Montaje antena primaria ESA y antena MSSR.

De esta manera se puede concluir que, la torre de 35m soportaría un peso menor por tener instalada una antena radar PSR3D Banda S, en cambio, con la actualización tecnológica surge la necesidad de reducir la altura de la torre a 20 o 25 metros según el emplazamiento y sus condiciones de entorno, en atención a que esta deberá soportar un peso mayor al instalarse sobre ella una antena Radar PSR3D Banda L, teniendo en consideración, como se podrá observar más adelante, al izar una torre a 35 metros con el peso del Radar PSR3D Banda L, con sus componentes adicionales como la antena MSSR, ADS-B independientes y el Radomo sería una actividad riesgosa, la cual se mitigaría con la reducción en la altura ya mencionada. Todo esto, sin degradar el rendimiento del sistema por la tecnología de antena PSR3D banda L.

3.2. CALCULO DE LÍNEA DE VISTA:

Siguiendo el mismo criterio expuesto por la Aerocivil en el documento denominado “ANÁLISIS DE COBERTURAS Y SERVICIOS PARA SENSORES DE VIGILANCIA”, publicado en los pliegos definitivos, en el cual se estableció lo siguiente:

1) "…*Debido a lo anterior para el estudio se plantea desarrollar diagramas de cobertura para el PSR. Como altura de referencia para todos los diagramas se utilizarán 5000 pies sobre el Terreno…*

Después de las visitas de sitios se ha propuesto como altura para las torres 35 metros, lo que además facilitará la integración con la red de microondas de la entidad que también requiere de línea de vista y que permitirá optimizar el gasto en infraestructura para este aspecto. Para la simulación se usarán entonces torres de 35m, y se seleccionarán los puntos de mayor altura en la estación aeronáutica con el fin de minimizar la cobertura que pueda se bloqueada por la curvatura de la Tierra como se aprecia en la gráfica.

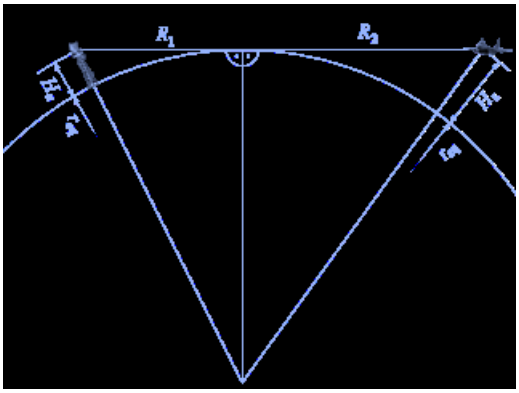


Ilustración 1. Efecto de la curvatura de la tierra

De esta manera se da cumplimento de la normatividad vigente para una óptima instalación, además de que las torres minimizan los obstáculos cercanos, para la señal en esas estaciones"

Con base en lo anterior, con la finalidad de demostrar que la modificación en la altura de torres garantiza el pleno funcionamiento del radar y cubrimiento de la cobertura exigida en el marco contractual, se realizan los cálculos de línea de vista para los emplazamientos, teniendo en cuenta una altura de las torres de 35 m y 20 m o 25 m según el emplazamiento desde la base hasta la plataforma.

En referencia al sistema de microondas empleado para las comunicaciones, de acuerdo al estudio de línea de vista en cada uno de los emplazamientos y con base a la información de la aeronáutica civil de los enlaces existentes, ningún emplazamiento tendrá impacto en las telecomunicaciones de las estaciones por cuanto en los emplazamientos o se cuenta con una torre autosoportada exclusiva para telecomunicaciones (TMA Bogotá) o se encuentran ubicadas en lugares que no son objeto de intervención por parte de la UT RADCOL 2023 en el marco del presente contrato.

Los resultados a diferentes niveles son los siguientes:

3.2.1. LINEA DE VISTA:

Las fórmulas de cálculo utilizadas para espacio libre son:

En el caso de una esfera perfecta sin montañas, las distancias R_1 y R_2 individuales de línea directa de visibilidad entre el punto 1 (Radar) y el punto 2 (blanco) y el horizonte de línea directa de visibilidad o de radio se pueden calcular mediante el teorema de Pitágoras (vea la imagen arriba referenciada en el documento de Aerocivil).

$$R_1^2=(r+H_1)^2+r^2$$
$$R_2^2=(r+H_2)^2+r^2$$

Donde:
H_1 es la elevación del punto 1 (Radar) respecto a la superficie de la Tierra, H_2 es la elevación respecto a la superficie de la Tierra del punto 2 (Blanco).
r = 6371 km es el radio promedio de la Tierra.
Observe que los valores de H, r y R deben estar en las mismas unidades (metros, kilómetros o pies).

Efecto de atmosfera 4/3.

Esta fórmula está incorporada al presente calculo, precisando que esta no toma en cuenta otros factores que influyen sobre la propagación de las señales de RF, como los de absorción, polarización, dispersión, reflexión y difracción.

CALI PUERTO	LINEA DE VISTA (espacio libre)				ALTURA DE CALI PUERTO - 958 m										
NIVEL FL	40	50	60	80	100	120	150	180	200	250	300	350	400	450	500
Altura Torre															
35 m															
PSR S NM	147.84	157.02	165.31	180.03	193.01	204.73	220.62	234.98	243.9	264.41	282.95	300.01	315.88	330.79	344.88
PSR L NM	147.84	157.02	165.31	180.03	193.01	204.73	220.62	234.98	243.9	264.41	282.95	300.01	315.88	330.79	344.88
MSSR NM	147.84	157.02	165.31	180.03	193.01	204.73	220.62	234.98	243.9	264.41	282.95	300.01	315.88	330.79	344.88
20 m															
PSR S NM	147.31	156.49	164.78	179.5	192.47	204.2	220.09	234.45	243.37	263.88	282.42	299.47	315.35	330.25	344.35
PSR L NM	147.31	156.49	164.78	179.5	192.47	204.2	220.09	234.45	243.37	263.88	282.42	299.47	315.35	330.25	344.35
MSSR NM	147.31	156.49	164.78	179.5	192.47	204.2	220.09	234.45	243.37	263.88	282.42	299.47	315.35	330.25	344.35

MITU	LINEA DE VISTA (espacio libre)				ALTURA DE MITU - 173 m										
NIVEL FL	40	50	60	80	100	120	150	180	200	250	300	350	400	450	500
Altura Torre															
35 m															
PSR S NM	109.81	118.98	127.27	142	154.97	166.7	182.59	196.95	205.87	226.38	244.92	261.97	277.84	292.75	306.85
PSR L NM	109.81	118.98	127.27	142	154.97	166.7	182.59	196.95	205.87	226.38	244.92	261.97	277.84	292.75	306.85
MSSR NM	109.81	118.98	127.27	142	154.97	166.7	182.59	196.95	205.87	226.38	244.92	261.97	277.84	292.75	306.85
20 m															
PSR S NM	108.63	117.8	126.1	140.82	153.79	165.52	181.41	195.77	204.69	225.2	243.74	260.79	276.66	291.57	305.67
PSR L NM	108.63	117.8	126.1	140.82	153.79	165.52	181.41	195.77	204.69	225.2	243.74	260.79	276.66	291.57	305.67
MSSR NM	108.63	117.8	126.1	140.82	153.79	165.52	181.41	195.77	204.69	225.2	243.74	260.79	276.66	291.57	305.67

LETICIA	LINEA DE VISTA (espacio libre)				ALTURA DE LETICIA - 77 m										
NIVEL FL	40	50	60	80	100	120	150	180	200	250	300	350	400	450	500
Altura Torre															
35 m															
PSR S NM	101.26	110.44	118.73	133.45	146.43	158.15	174.04	188.4	197.32	217.83	236.38	253.43	269.3	284.21	298.3
PSR L NM	101.26	110.44	118.73	133.45	146.43	158.15	174.04	188.4	197.32	217.83	236.38	253.43	269.3	284.21	298.3
MSSR NM	101.26	110.44	118.73	133.45	146.43	158.15	174.04	188.4	197.32	217.83	236.38	253.43	269.3	284.21	298.3
25 m															
PSR S NM	100.19	109.36	117.65	132.38	145.35	157.08	172.97	187.33	196.25	216.76	235.3	252.35	268.22	283.13	297.23
PSR L NM	100.19	109.36	117.65	132.38	145.35	157.08	172.97	187.33	196.25	216.76	235.3	252.35	268.22	283.13	297.23
MSSR NM	100.19	109.36	117.65	132.38	145.35	157.08	172.97	187.33	196.25	216.76	235.3	252.35	268.22	283.13	297.23

TMA BOG	LINEA DE VISTA (espacio libre)				ALTURA DE TMA BOG - 3666 m										
NIVEL FL	40	50	60	80	100	120	150	180	200	250	300	350	400	450	500
Altura Torre															
35 m															
PSR S NM	213.11	222.28	230.57	245.3	258.27	270	285.88	300.25	309.16	329.67	348.22	365.27	381.14	396.05	410.15
PSR L NM	213.11	222.28	230.57	245.3	258.27	270	285.88	300.25	309.16	329.67	348.22	365.27	381.14	396.05	410.15
MSSR NM	213.11	222.28	230.57	245.3	258.27	270	285.88	300.25	309.16	329.67	348.22	365.27	381.14	396.05	410.15
20 m															
PSR S NM	212.83	222.01	230.3	245.02	257.99	269.72	285.61	299.97	308.89	329.4	347.94	365	380.87	395.77	409.87
PSR L NM	212.83	222.01	230.3	245.02	257.99	269.72	285.61	299.97	308.89	329.4	347.94	365	380.87	395.77	409.87
MSSR NM	212.83	222.01	230.3	245.02	257.99	269.72	285.61	299.97	308.89	329.4	347.94	365	380.87	395.77	409.87

La tabla anterior permite visualizar el alcance de línea de vista vs la altura de la torre, por ejemplo, en Leticia a 25 metros:

1) Una torre de 35 metros de altura y un objetivo (blanco) a 4000 pies de altura, la máxima distancia a la cual puede ser visto es de 101,26 NM. Este mismo blanco, si la torre de radar es de 25 metros, la máxima distancia a la cual puede ser visto es de 100,19 NM (teniendo como referencia la altura del sitio donde está la torre de 77 MSL).

2) Podemos apreciar que la diferencia de alcance es solamente 1,07 NM, lo cual para la distancia de alcance seria de cerca del 1,05% de diferencia, para todos los niveles.

Ahora bien, el anterior ejercicio para una torre de 20 metros, por ejemplo, en TMA Bogotá se observa:

3) Una torre de 35 metros de altura y un objetivo (blanco) a 4000 pies de altura, la máxima distancia a la cual puede ser visto es de 213,11 NM. Este mismo blanco, si la torre de radar es de 20 metros, la máxima distancia a la cual puede ser visto es de 212,83 NM (teniendo como referencia la altura del sitio donde está la torre de 3.666 MSL).

4) Podemos apreciar que la diferencia de alcance es solamente 0,28 NM, lo cual para la distancia de alcance seria de cerca del 0,13% de diferencia, para todos los niveles.

3.2.2. LINEA DE VISTA VS ALCANCE RADAR:

En este numeral se procederá a realizar una comparación entre el alcance radar Banda S con una torre de 35 metros y un alcance instrumental de 100 NM (Instrumental espacio libre) vs una un radar Banda L con una torre de 20 metros para los sitios de TMA Bogotá, Mitú, Cali Puerto y una torre de 25 metros para Leticia todas con un alcance instrumental de120 NM (Instrumental espacio libre).

CALI PUERTO	LINEA DE VISTA (espacio libre)				ALTURA DE CALI PUERTO - 958 m										
NIVEL FL	40	50	60	80	100	120	150	180	200	250	300	350	400	450	500
Altura Torre															
35 m															
PSR S NM	42		65	85	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
PSR L NM															
20 m															
PSR S NM															
PSR L NM	40		65	85	102	118	120	120	120	120	120	120	120	120	120
PSR L NM															
20 m	-2	0	0	0	2	18	20	20	20	20	20	20	20	20	20

MITU	LINEA DE VISTA (espacio libre)				ALTURA DE MITU - 173 m										
NIVEL FL	40	50	60	80	100	120	150	180	200	250	300	350	400	450	500
Altura Torre															
35 m															
PSR S NM	73	82	92	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
PSR L NM	73	82	92	103	116	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120
20 m															
PSR S NM	70	79	88	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
PSR L NM	70	79	88	103	116	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120
PSR L NM															
20 m	-3	-3	-4	3	16	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20

LETICIA	LINEA DE VISTA (espacio libre)				ALTURA DE LETICIA - 77 m										
NIVEL FL	40	50	60	80	100	120	150	180	200	250	300	350	400	450	500
Altura Torre															
35 m															
PSR S NM	86	93	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
PSR L NM	86	110,44	118,73	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120
MSSR NM	101,26	110,44	118,73	133,45	146,43	158,15	174,04	188,4	197,32	217,83	236,38	253,43	256	256	256
25 m															
PSR S NM	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
PSR L NM	100,19	109,36	117,65	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120
MSSR NM	100,19	109,36	117,65	132,38	145,35	157,08	172,97	187,33	196,25	216,76	235,3	252,35	256	256	256
PSR S NM															
25 m	14	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PSR L NM															
25 m	14,19	16,36	17,65	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20

TMA BOG	LINEA DE VISTA (espacio libre)				ALTURA DE TMA BOG - 3666 m										
NIVEL FL	40	50	60	80	100	120	150	180	200	250	300	350	400	450	500
Altura Torre															
35 m															
PSR S NM	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
PSR L NM	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120
20 m															
PSR S NM	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
PSR L NM	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120
PSR S NM															
20 m	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PSR L NM															
20 m	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20

Al respecto se indica que, en la anterior tabla se expone en verde los niveles en los cuales optar por una torre de 20 o 25 metros, según el emplazamiento, para un radar PSR3D Banda L en comparación con el radar PSR3D Banda S con una torre de 35 metros, se obtiene una mayor distancia en línea de vista – cobertura radar. En sentido opuesto, en amarillo se hace referencia a los eventos en los cuales se presentaría una menor distancia de línea de vista – cobertura radar.

En conclusión, se observa que, con la actualización tecnológica en virtud de su mayor alcance, y con una torre de 20 o 25 metros, según el emplazamiento, la línea de vista se mejora en la mayoría de los niveles FL en comparación con una torre de 35 metros de altura.

Es importante resaltar que el alcance radar está determinado por su alcance instrumental y no por su línea de vista en espacio libre.

3.3. COBERTURA RADAR:

Mediante el cálculo de la cobertura radar, se analiza el funcionamiento del sistema con influencia del mapa de obstáculos de cada sitio a diferentes niveles de vuelo, haciendo la salvedad que con base en los requerimientos contractuales no existe un alcance exigido para cada nivel de vuelo al realizar el presente análisis. Solo existe un alcance máximo sin indicar el nivel de vuelo. Al respecto, como anexo del presente documento, se encuentra un análisis detallado sobre la cobertura radar con la actualización tecnológica.

Las coberturas son calculadas con bases de datos del terreno, por lo que estará afectado el alcance de conformidad con los obstáculos y particularidades de cada emplazamiento.

Al respecto, nos permitimos realizar una exposición por sitio sobre las diferencias que se presentarían en la cobertura del sistema radar respecto de una torre de 20 o 25 metros, según el emplazamiento, para el PSR3D Banda L en comparación con el PSR3D Banda S con una torre de 35 metros. Análisis que se realiza con mayor detalle en el anexo al presente documento denominado análisis de cobertura por mejora tecnológica.

3.3.1. CALI PUERTO:

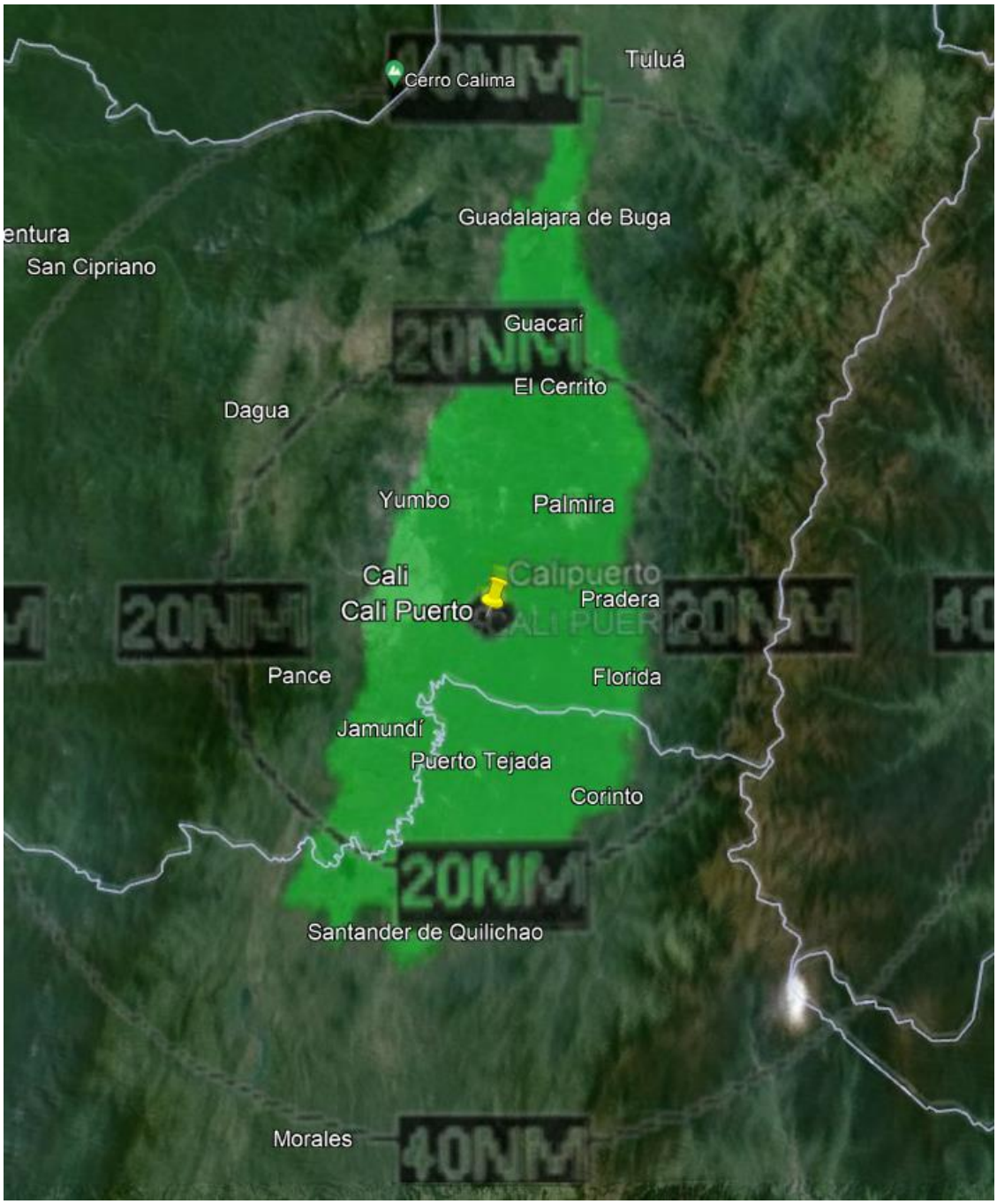
La localización de este radar se encuentra en las siguientes coordenadas:

- Latitud: 3º 23’8820’’ N.
- Longitud: 76º 24´´3860´´ W.

Para determinar la variación en cobertura de este radar, se realiza una superposición de la cobertura del radar Banda S versus el Radar Banda L. Se utilizan los diagramas de cobertura entregados en la fase de oferta y en la fase de actualización tecnológica.

La simulación de la cobertura del radar Banda S se realiza con una altura de torre de 35 metros mientras que la cobertura del radar Banda L se realiza a una altura de torre de 20 metros. (Ver página siguiente).

Se procede a mostrar las superposiciones de la cobertura radar a diferentes niveles:



Superposición a 4.000 ft. Banda S vs Banda L.
35m Banda S 20m Banda L

Se observan pequeñas diferencias en final de cobertura en espacios libres de obstáculos (sector norte, mayor alcance con torre de 35 m.)



Superposición a 10.000 ft. Banda S vs Banda L.
35m Banda S 20m Banda L

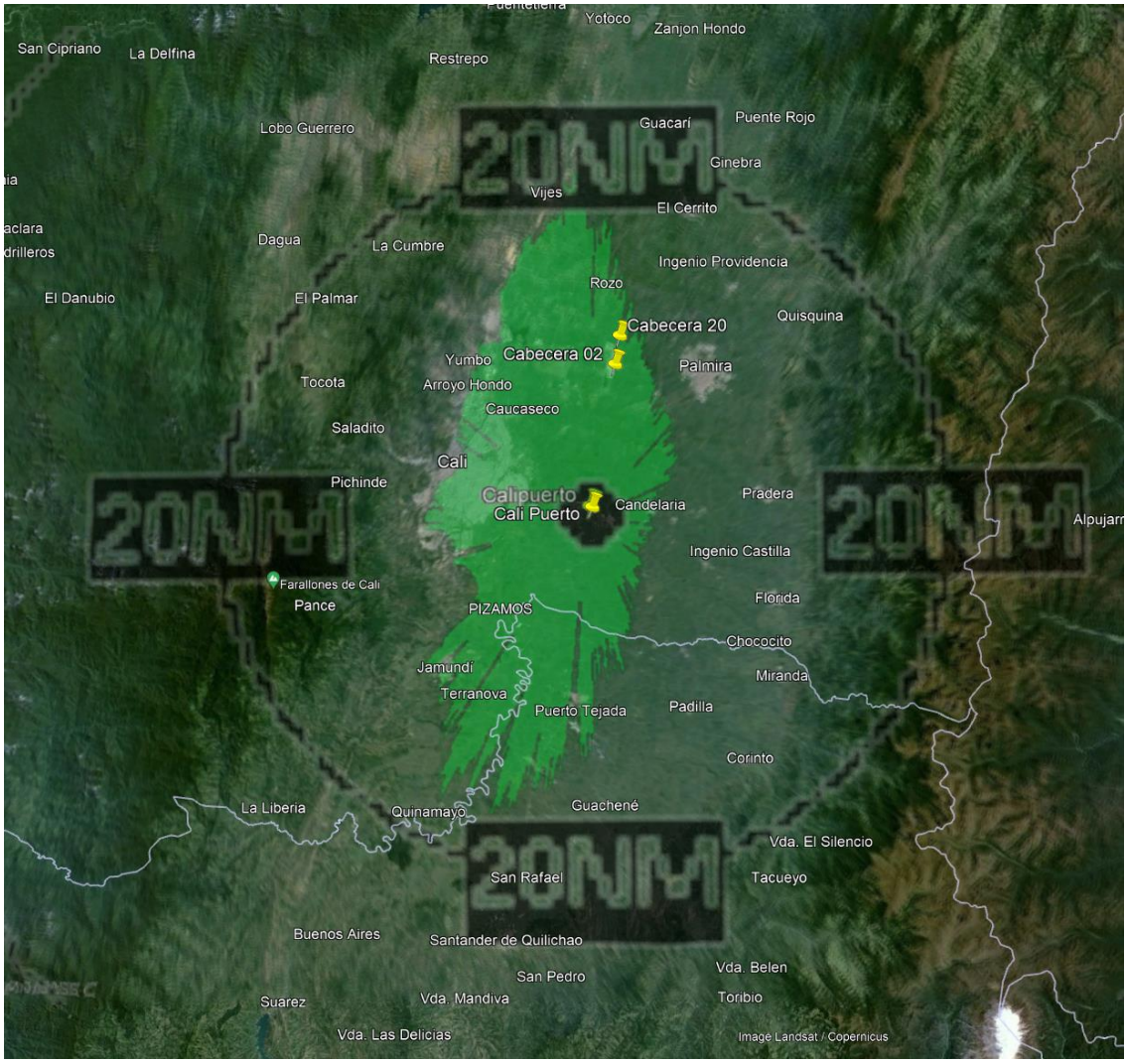
Se observa pequeñas diferencias en final de cobertura en espacios libres de obstáculos (sector norte y sur, mayor alcance con torre de 35 m.)



Superposición a 30.000 ft. Banda S vs Banda L.
35m Banda S 20m Banda L

Se observa mayor alcance del radar banda L, teniendo en cuenta que su alcance es de 120 NM Vs. 100 NM de la banda S, al final de cobertura radar en espacios libres de obstáculos (sector norte y sur).

Se incluyen la siguiente gráfica a 3200 pies, que detalla la línea de vista del radar con las pistas del aeropuerto Bonilla Aragón de la ciudad de Palmira.



Acorde a la comparación señalada, la UT RADCOL 2023 propone para este sitio la construcción de una torre autosoportada de 20 metros de altura, que, de acuerdo con el análisis de las gráficas presentadas, con su implementación se está obteniendo una mejor cobertura radar en la mayoría de los niveles de vuelo, todo esto, en virtud de la actualización tecnológica, cumpliendo en todo caso con los requerimientos solicitados por la Entidad.

Para este emplazamiento no se contempla la instalación de una torre autosoportada de 35 metros para telecomunicaciones, en atención a que actualmente las antenas están instaladas en la torre exclusiva para telecomunicaciones, la cual no es objeto de intervención por parte de la UT RADCOL, en la ejecución del presente contrato. Por lo cual, las telecomunicaciones de este emplazamiento no se ven afectadas de ninguna manera por la reducción en la altura de la torre.

La altura de dicha torre se mide desde la base de esta hasta la plataforma de instalación del radar. Adicional a lo anterior, se detalla la altura propuesta para esta torre.

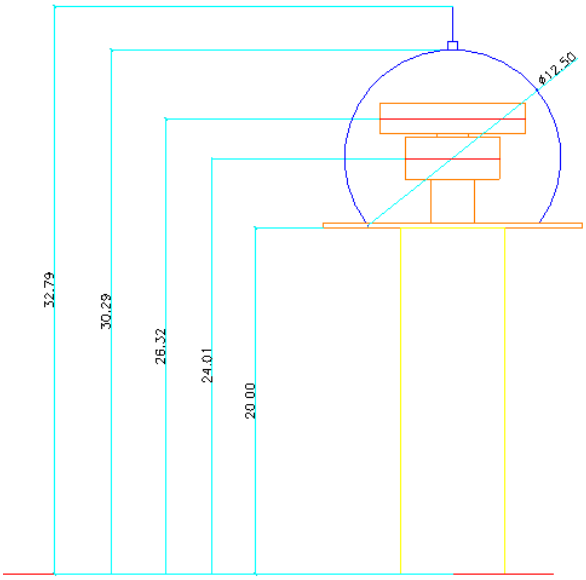


Imagen torre propuesta

3.3.2. LETICIA:

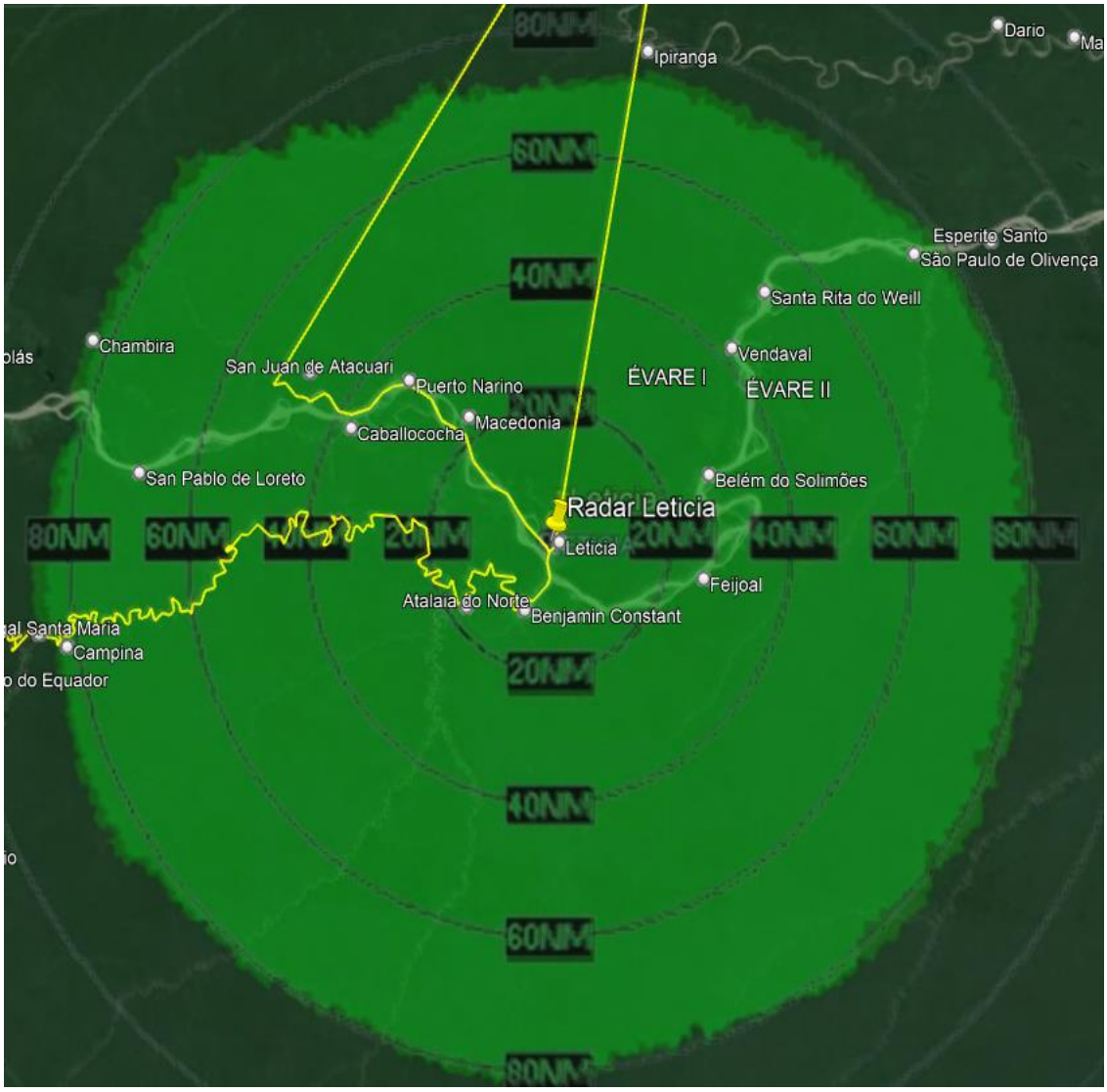
La localización de este radar se encuentra en las siguientes coordenadas:

- Latitud: 4º 12’0429’’ S.
- Longitud: 69º 56´32.60´´ W.

Para determinar la variación en cobertura de este radar, se realiza una superposición de la cobertura del radar Banda S versus el Radar Banda L. Se utilizan los diagramas de cobertura entregados en la fase de oferta y en la fase de actualización tecnológica.

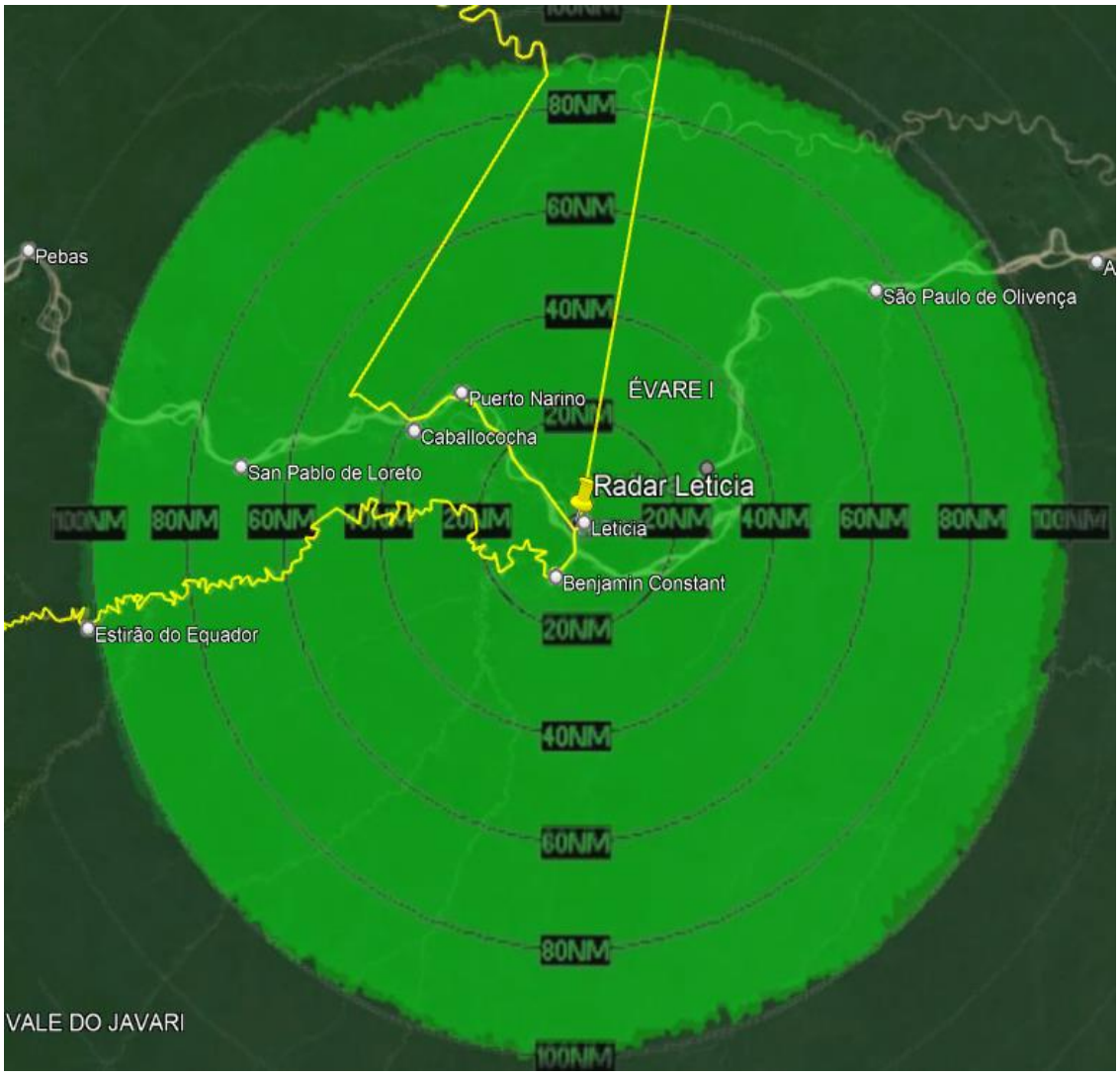
La simulación de la cobertura del radar Banda S se realiza con una altura de torre de 35 metros mientras que la cobertura del radar Banda L se realiza a una altura de torre de 25 metros.

Se muestran las superposiciones a diferentes alturas.



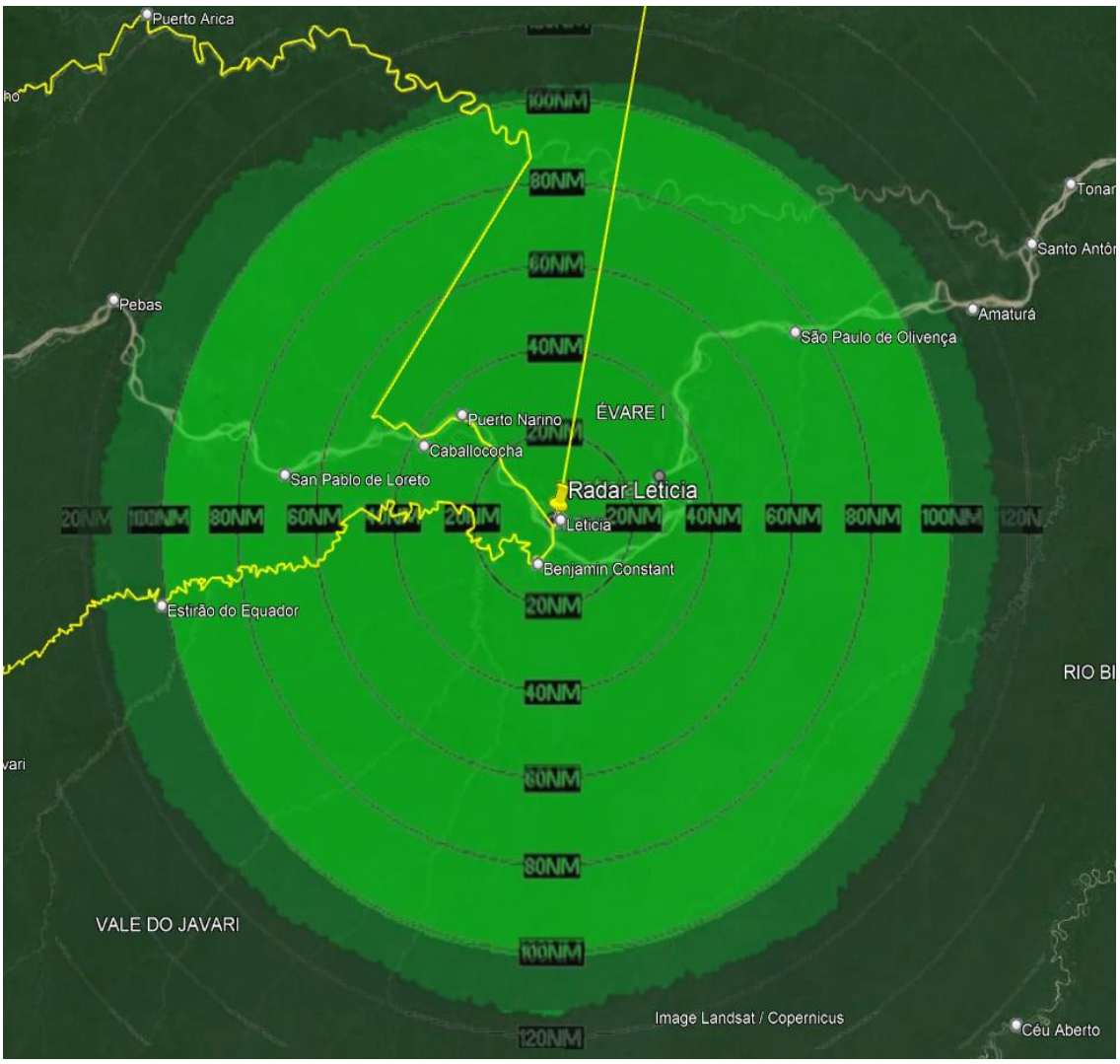
Superposición a 4.000 ft. Banda S vs Banda L.
35m Banda S 25m Banda L

Se observa algunas diferencias en final de cobertura en espacios libres de obstáculos, con un mayor alcance con la torre de 35 m.



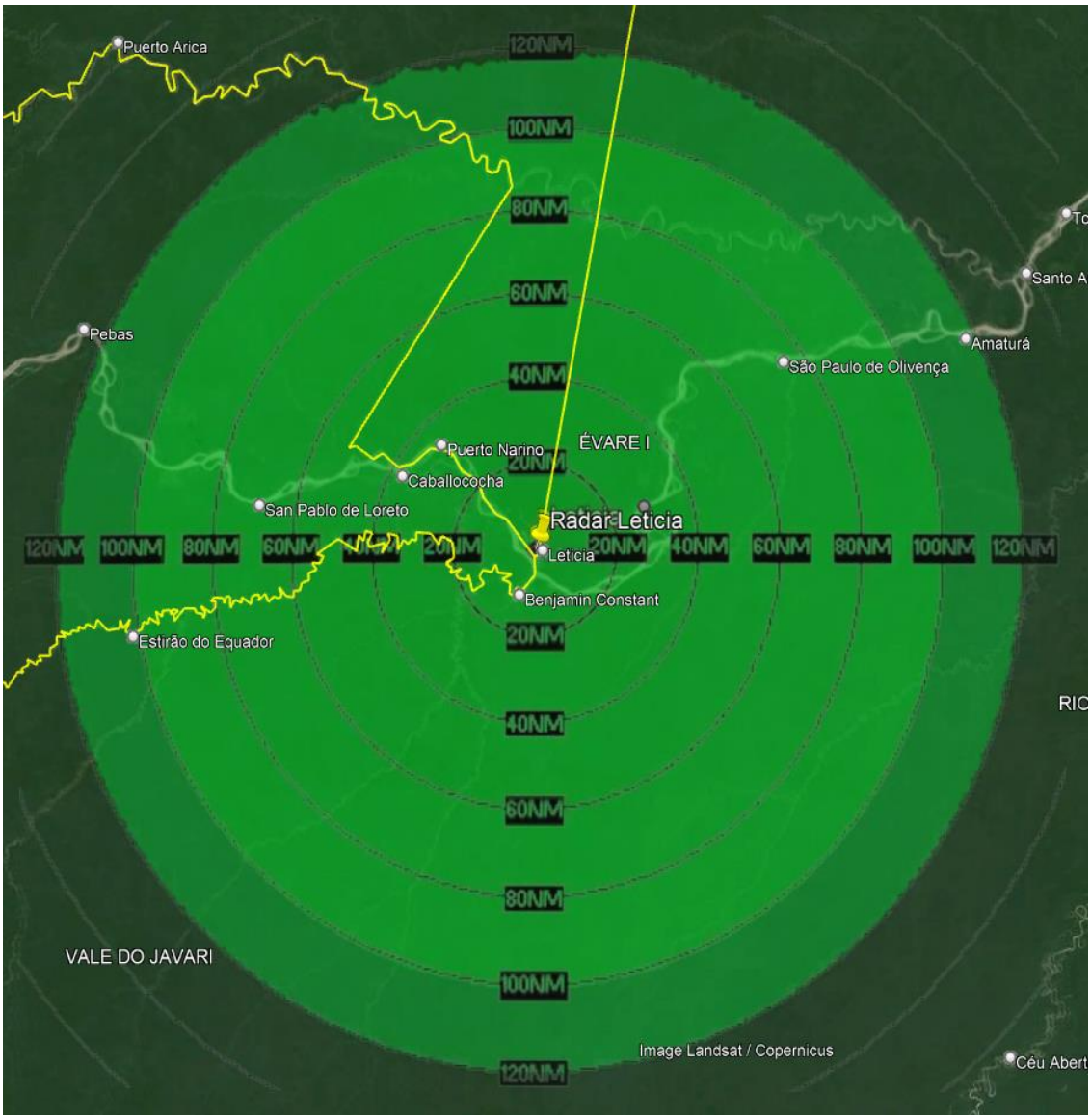
Superposición a 6.000 ft. Banda S vs Banda L.
35m Banda S 25m Banda L

Se observa pequeñas diferencias en final de cobertura en espacios libres de obstáculos, mayor alcance con torre de 35 m.



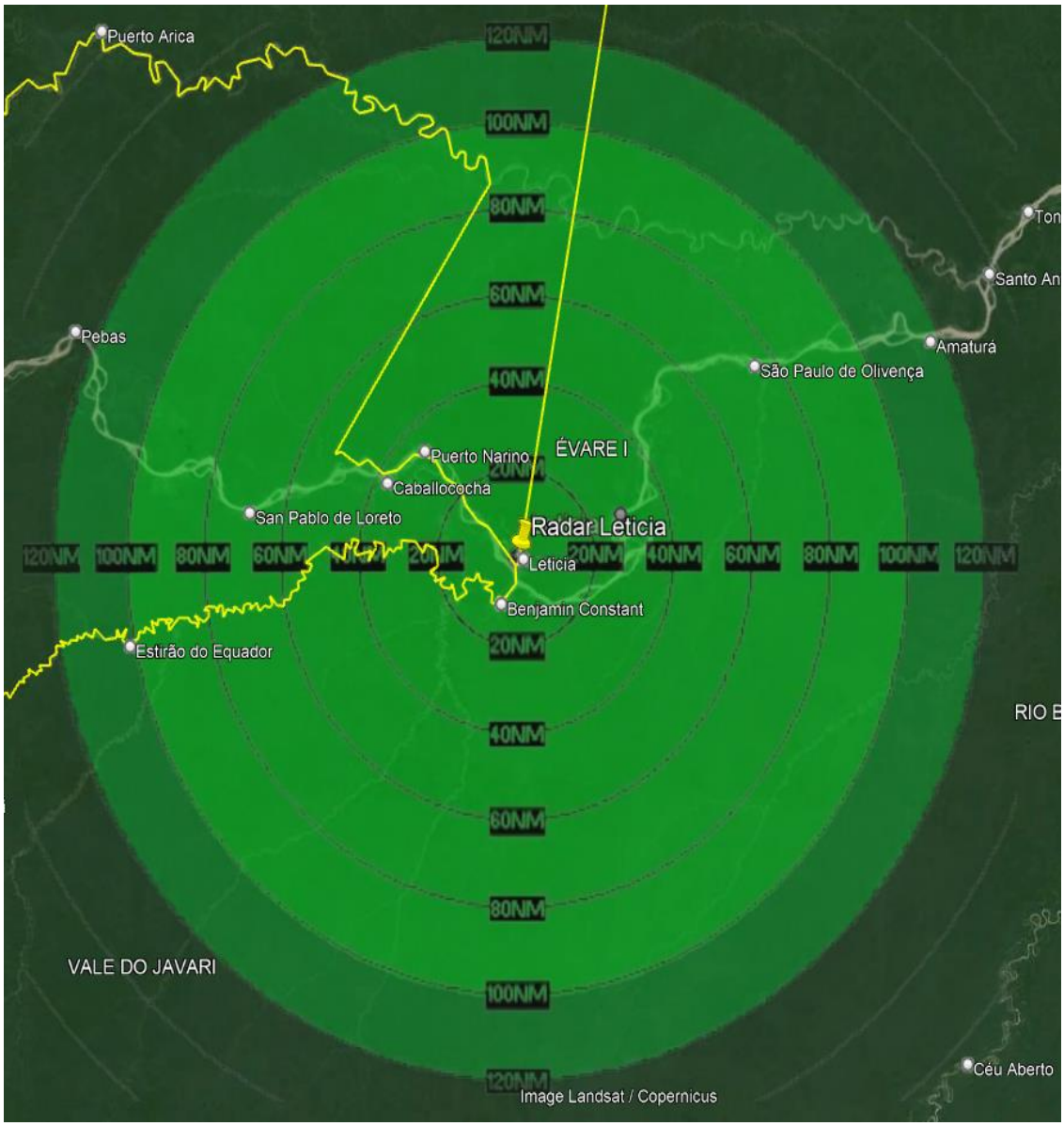
Superposición a 8.000 ft. Banda S vs Banda L.
35m Banda S 25m Banda L

Se observa mayor alcance del radar banda L, teniendo en cuenta que su alcance es de 120 NM Vs. 100 NM de la banda S, al final de cobertura radar en espacios libres de obstáculos.



Superposición a 10.000 ft. Banda S vs Banda L.
35m Banda S 25m Banda L

Se observa mayor alcance del radar banda L, teniendo en cuenta que su alcance es de 120 NM Vs. 100 NM de la banda S, al final de cobertura radar en espacios libres de obstáculos.



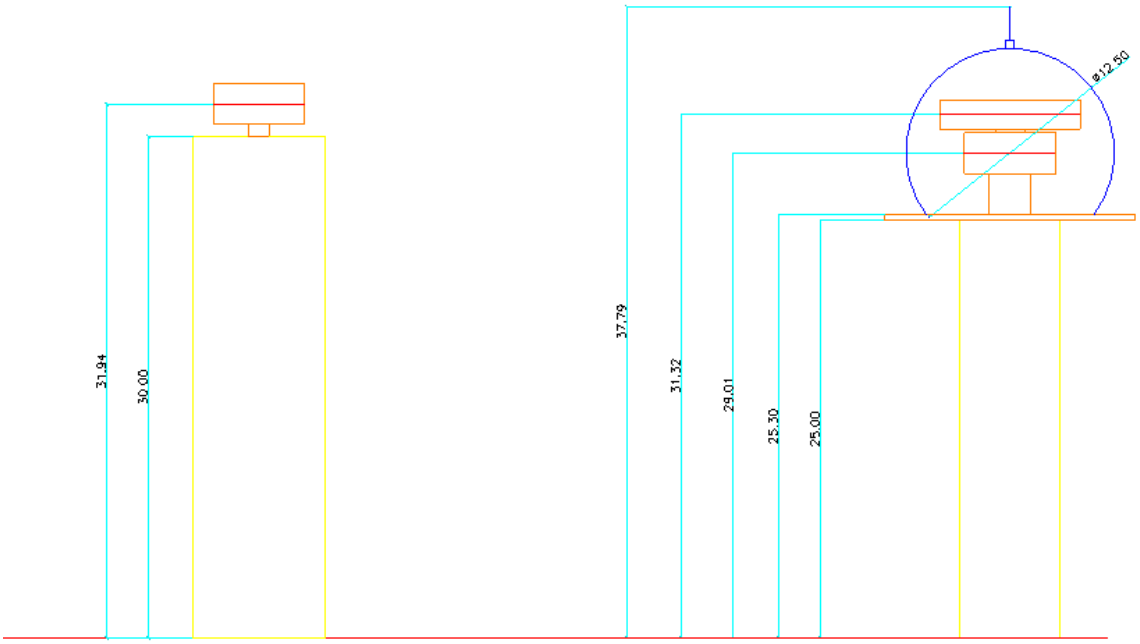
Superposición a 12.000 ft. Banda S vs Banda L.
35m Banda S 25m Banda L

Se observa mayor alcance del radar banda L, teniendo en cuenta que su alcance es de 120 NM Vs. 100 NM de la banda S, al final de cobertura radar en espacios libres de obstáculos (sector norte y sur).

Acorde a la comparación señalada, la UT RADCOL 2023 propone para este sitio la construcción de una torre autosoportada de 25 metros de altura, que, de acuerdo con el análisis de las gráficas presentadas, con su implementación se está obteniendo una mejor cobertura radar en la mayoría de los niveles de vuelo, esto en virtud de la actualización tecnológica, cumpliendo en todo caso con los requerimientos solicitados por la Entidad.

Para este emplazamiento no se contempla la instalación de una torre autosoportada de 35 metros para telecomunicaciones, en atención a que las antenas de microondas para garantizar la comunicación de la entidad se encuentran instaladas en el aeropuerto de esta ciudad, el cual no es objeto de intervención por parte de la UT RADCOL en la ejecución del presente contrato. Por lo cual, las telecomunicaciones de este emplazamiento no se ven afectadas de ninguna manera por la reducción en la altura de la torre.

La altura de dicha torre se mide desde la base de esta hasta la plataforma de instalación del radar. Adicional a lo anterior, se detalla el comparativo de alturas de la torre que está instalada en el sitio respecto de la torre sugerida por la UT RADCOL 2023 (una torre de 25 metros para un radar PSR 3D Banda L) evidenciando que al final por las especificaciones del nuevo radar, la altura final no tiene una diferencia significativa.



Comparativo torre actual vs torre propuesta

3.3.3. MITÚ:

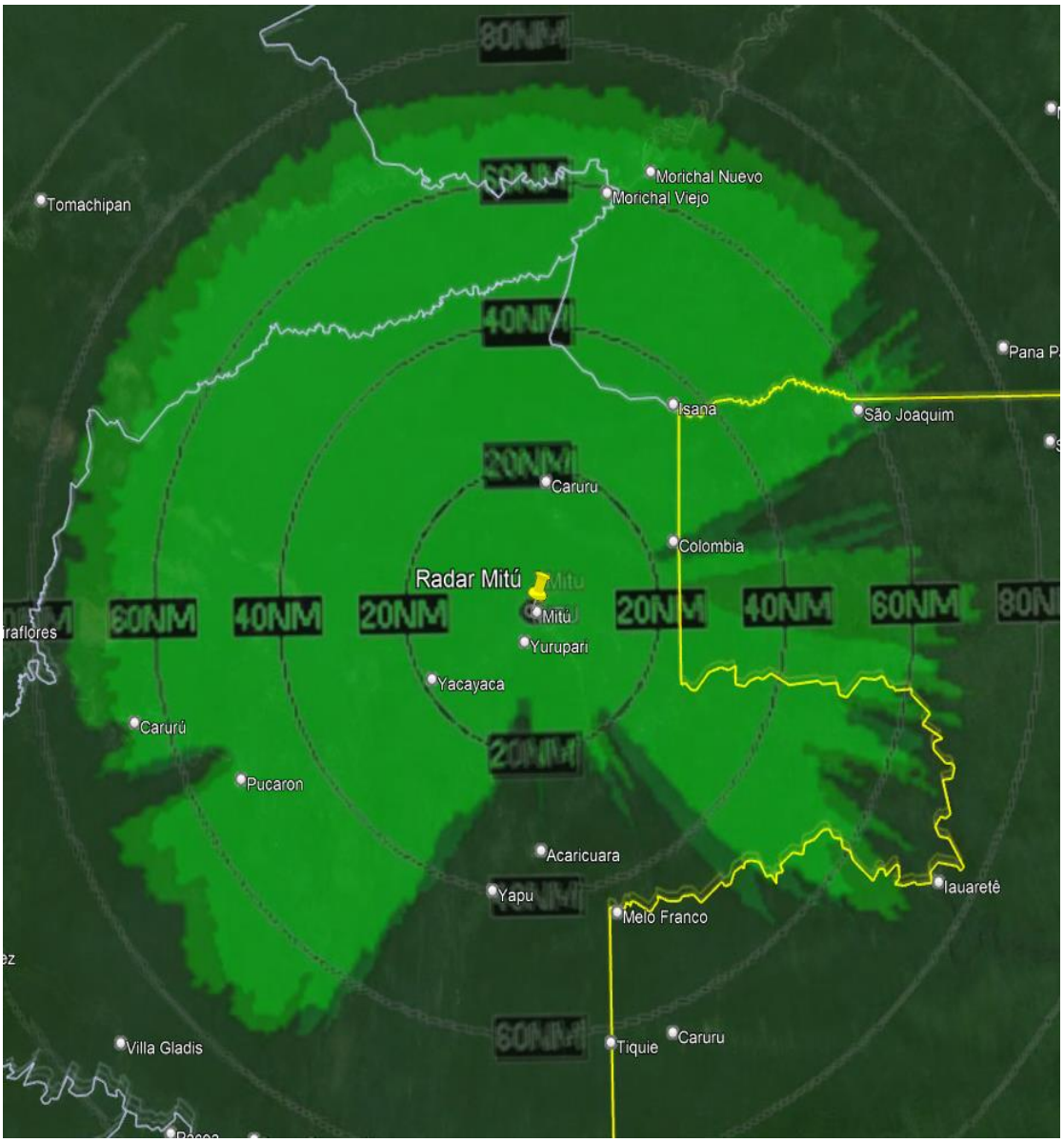
La localización de este radar se encuentra en las siguientes coordenadas:

- Latitud: 1°14,38"N
- Longitud: 70°13'50.1"W

Para determinar la variación en cobertura de este radar, se realiza una superposición de la cobertura del radar Banda S versus el Radar Banda L. Se utilizan los diagramas de cobertura entregados en la fase de oferta y en la fase de actualización tecnológica.

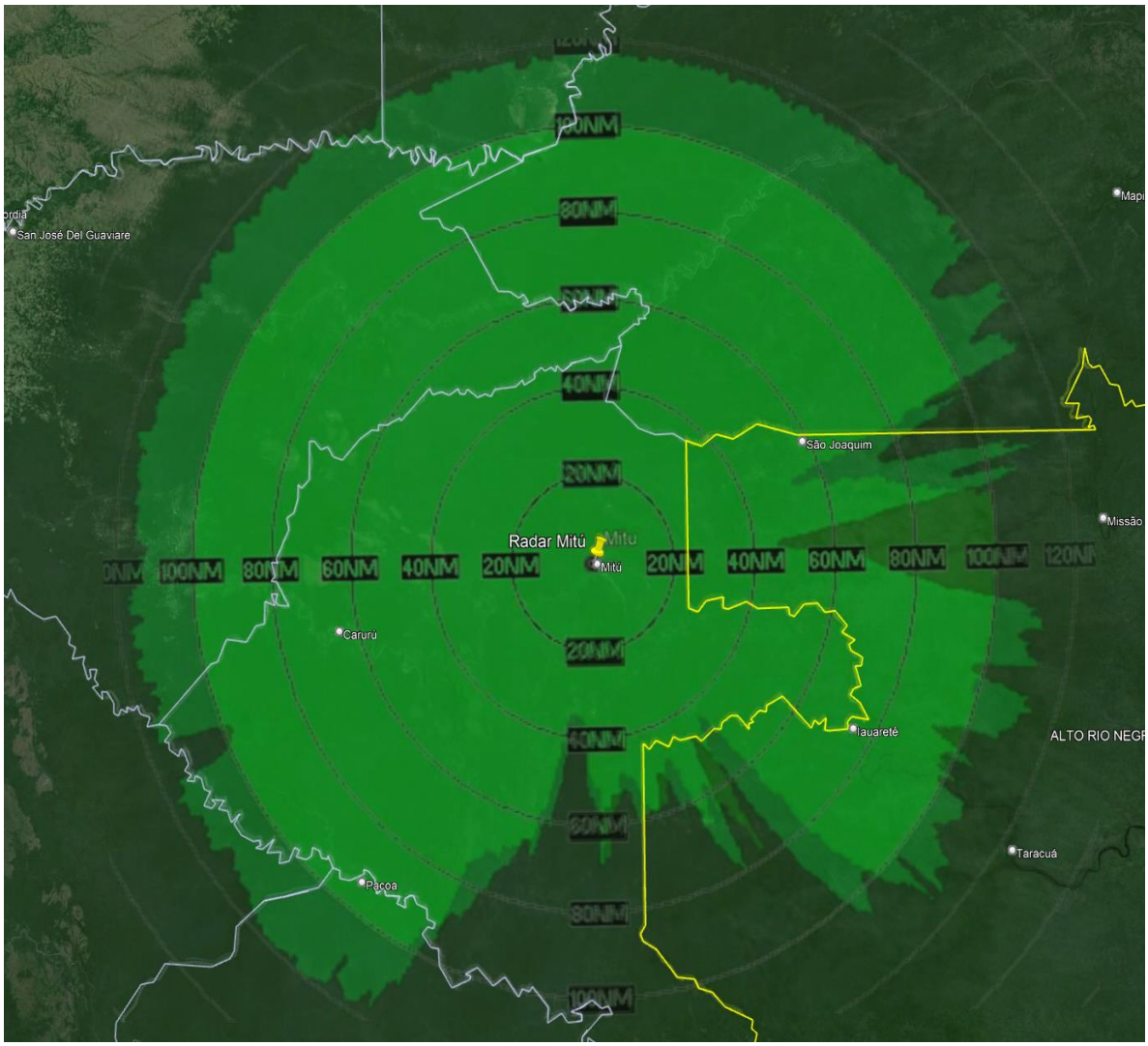
La simulación de la cobertura del radar Banda S se realiza con una altura de torre de 35 metros mientras que la cobertura del radar Banda L se realiza a una altura de torre de 20 metros.

Se procede a mostrar las superposiciones de la cobertura radar a diferentes niveles:



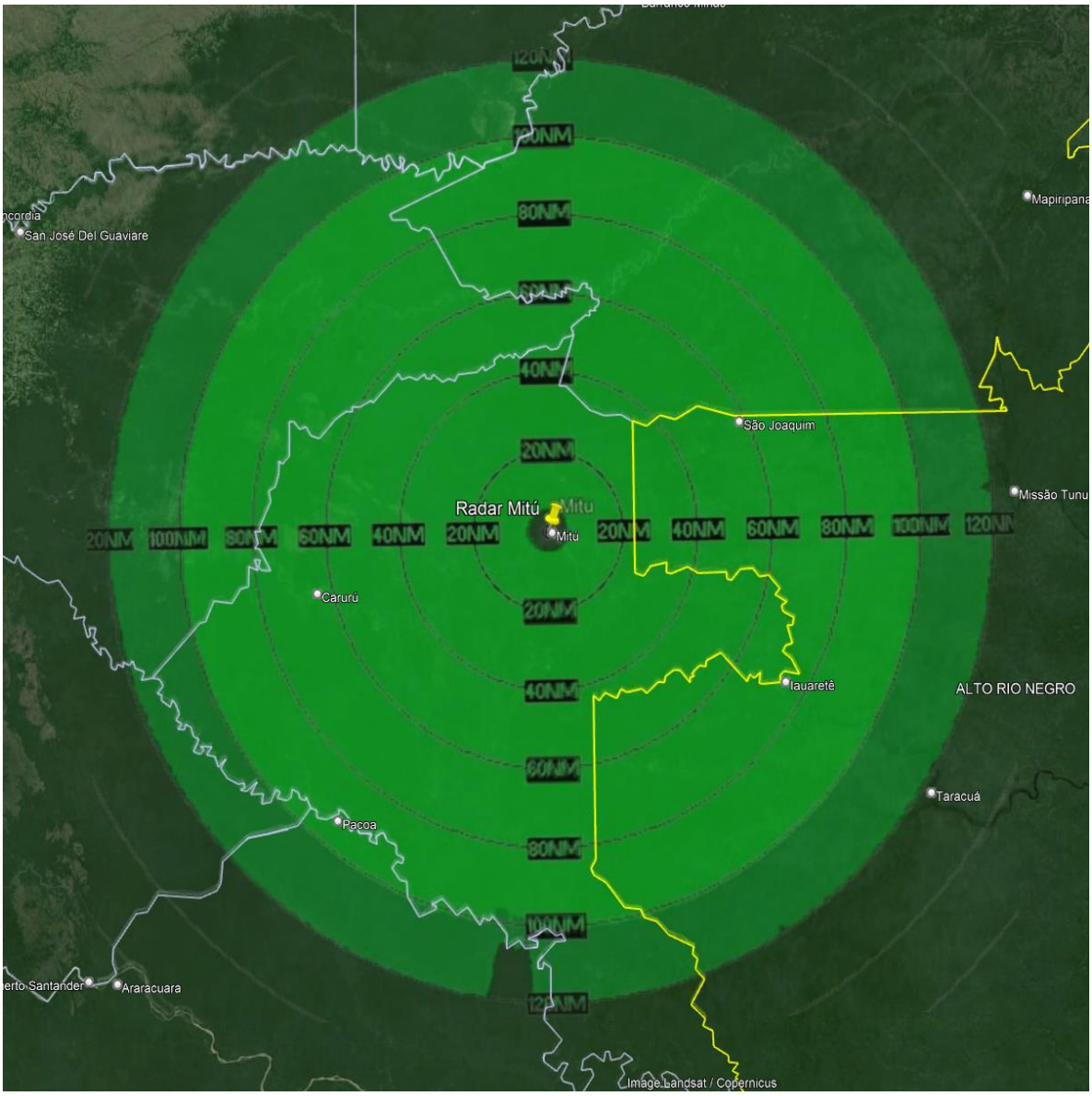
Superposición a 4.000 ft. Banda S vs Banda L.
35m Banda S 20m Banda L

Se observa algunas diferencias en final de cobertura en espacios libres de obstáculos, mayor alcance con torre de 35 m.



Superposición a 10.000 ft. Banda S vs Banda L.
35m Banda S 20m Banda L

Se observa mayor alcance del radar banda L, teniendo en cuenta que su alcance es de 120 NM Vs. 100 NM de la banda S, al final de cobertura radar en espacios libres de obstáculos.



Superposición a 30.000 ft. Banda S vs Banda L.
35m Banda S 20m Banda L

Se observa mayor alcance del radar banda L, teniendo en cuenta que su alcance es de 120 NM Vs. 100 NM de la banda S, al final de cobertura radar en espacios libres de obstáculos.

Acorde a la comparación señalada, la UT RADCOL 2023 propone para este sitio la construcción de una torre autosoportada de 20 metros de altura, que, de acuerdo con el análisis de las gráficas presentadas, con su implementación se está obteniendo una mejor cobertura radar en la mayoría de los niveles de vuelo, todo esto, en virtud de la

actualización tecnológica, cumpliendo en todo caso con los requerimientos solicitados por la Entidad.

Para este emplazamiento no se contempla la instalación de una torre autosoportada de 35 metros para telecomunicaciones, en atención a que actualmente las antenas están instaladas en la torre de control del Aeropuerto de este municipio, el cual no es objeto de intervención por parte de la UT RADCOL en la ejecución del presente contrato. Por lo cual, las telecomunicaciones de este emplazamiento no se ven afectadas de ninguna manera por la reducción en la altura de la torre.

La altura de dicha torre se mide desde la base de esta hasta la plataforma de instalación del radar. Adicional a lo anterior, se detalla la altura de la torre propuesta para este emplazamiento.

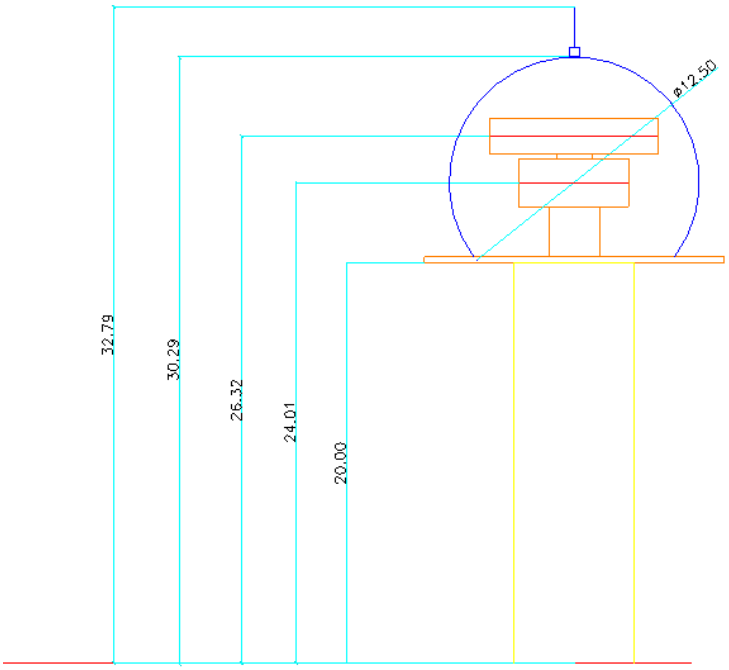


Imagen torre propuesta

3.3.4. TMA BOGOTÁ (LA VIGA):

La localización de este radar se encuentra en las siguientes coordenadas:

- Latitud: 04° 34’ 15.44’’ N
- Longitud: 74° 01’ 53.30´´ W

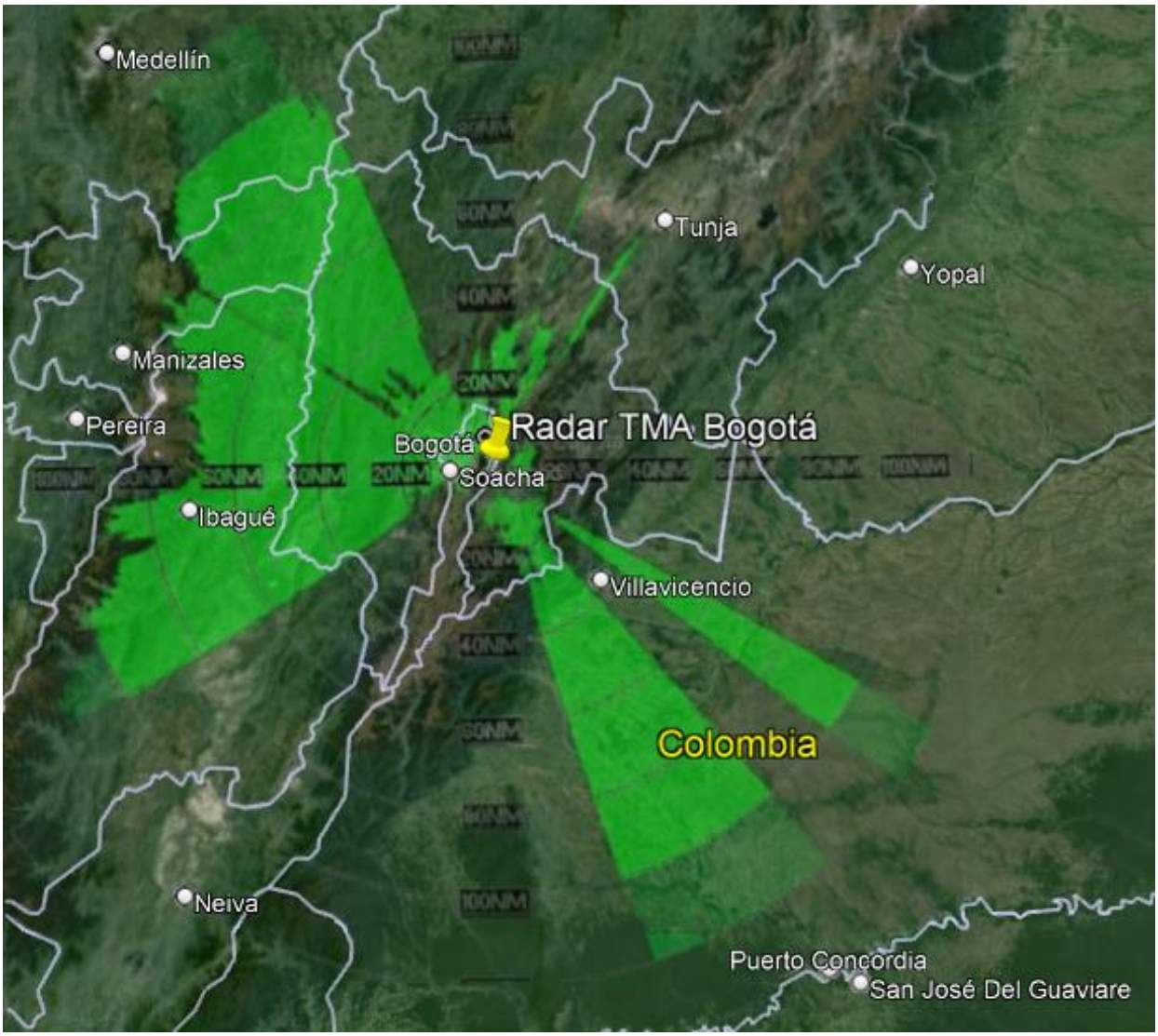
Para determinar la variación en cobertura de este radar, se realiza una superposición de la cobertura del radar Banda S versus el Radar Banda L. Se utilizan los diagramas de cobertura entregados en la fase de oferta y en la fase de actualización tecnológica.

La simulación de la cobertura del radar Banda S se realiza con una altura de torre de 35 metros mientras que la cobertura del radar Banda L se realiza a una altura de torre de 20 metros. Se procede a mostrar las superposiciones de la cobertura radar a diferentes niveles:



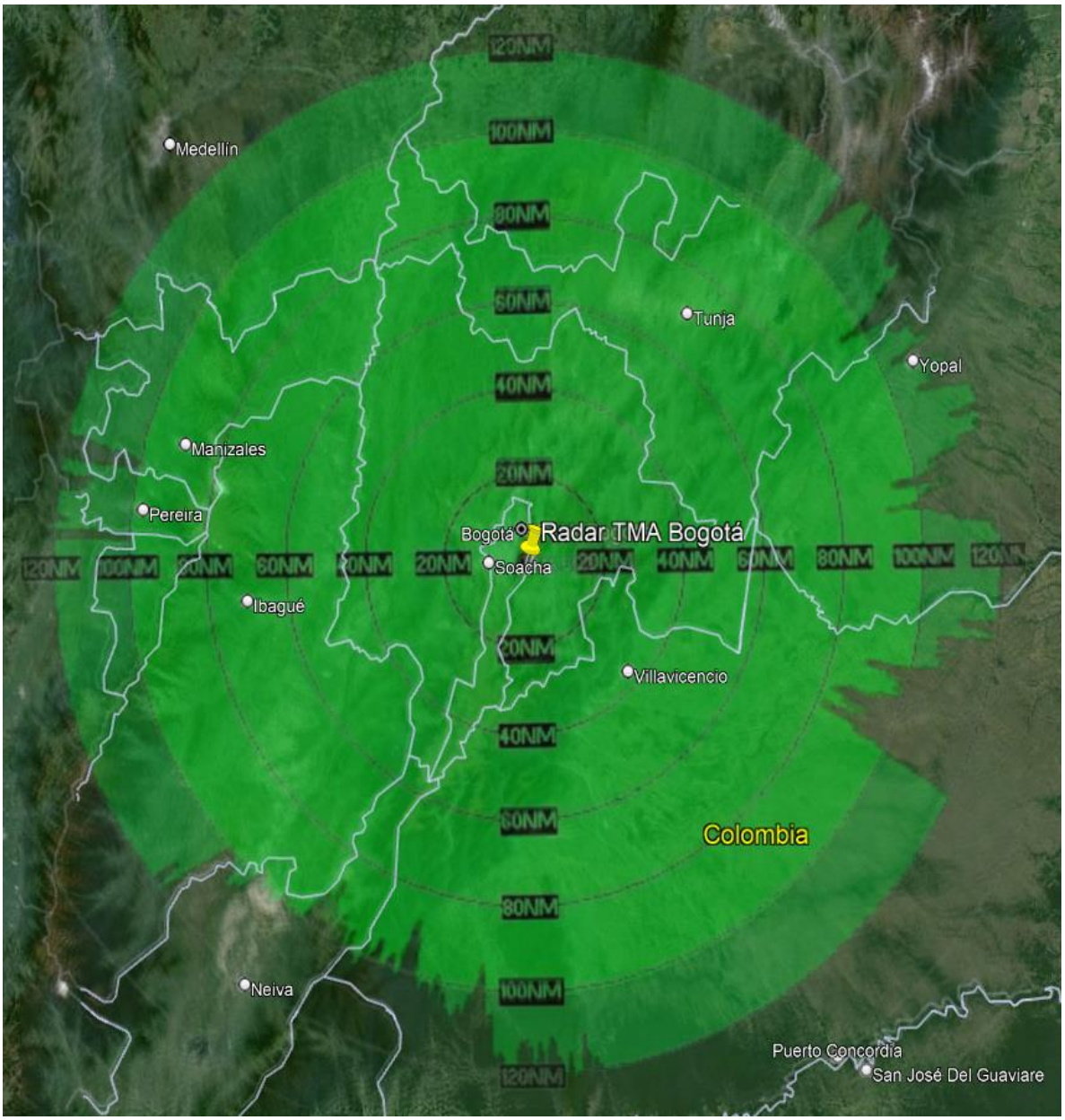
Superposición a 4.000 ft. Banda S vs Banda L.
35m Banda S 20m Banda L

Se observa mayor alcance del radar banda L, teniendo en cuenta que su alcance es de 120 NM Vs. 100 NM de la banda S, al final de cobertura radar en espacios libres de obstáculos.



Superposición a 10.000 ft. Banda S vs Banda L.
35m Banda S 20m Banda L

Se observa mayor alcance del radar banda L, teniendo en cuenta que su alcance es de 120 NM Vs. 100 NM de la banda S, al final de cobertura radar en espacios libres de obstáculos.



Superposición a 20.000 ft. Banda S vs Banda L.
35m Banda S 20m Banda L

Se observa mayor alcance del radar banda L, teniendo en cuenta que su alcance es de 120 NM Vs. 100 NM de la banda S, al final de cobertura radar en espacios libres de obstáculos

Se detalla la línea de vista Cerro La Viga – Aeropuerto El Dorado a 9000 ft.



Acorde a la comparación señalada, la UT RADCOL 2023 propone para este sitio la construcción de una torre autosoportada de 20 metros de altura, que, de acuerdo con el análisis de las gráficas presentadas, con su implementación se está obteniendo una mejor cobertura radar en la mayoría de los niveles de vuelo, todo esto, en virtud de la actualización tecnológica, cumpliendo en todo caso con los requerimientos solicitados por la Entidad.

Para este emplazamiento no se contempla la instalación de una torre autosoportada de 35 metros para telecomunicaciones, en atención a que actualmente las antenas están instaladas en una torre autosoportada de 35 metros en el mismo sitio, la cual no es objeto de intervención por parte de la UT RADCOL en la ejecución del presente contrato. Por lo cual, las telecomunicaciones de este emplazamiento no se ven afectadas de ninguna manera por la reducción en la altura de la torre.

La altura de dicha torre se mide desde la base de esta hasta la plataforma de instalación del radar. Adicional a lo anterior, se detalla la altura de la torre propuesta para este emplazamiento.

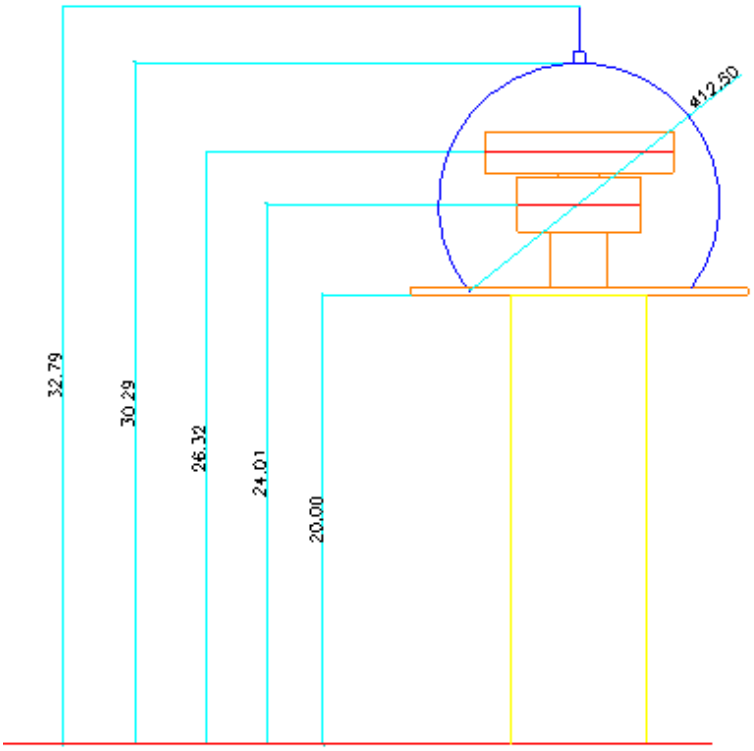


Imagen torre propuesta

3.4. ANÁLISIS ESTRUCTURAL TORRES AUTOSOPORTADAS:

Las estructuras de Torres de Radar se encuentran inicialmente contempladas de 35 metros de altura, no obstante, con la propuesta de la UT RADCOL 2023 se estima conveniente instalar las torres de máximo 20 metros de altura para los sitios Cali Puerto, Mitú, TMA Bogotá y para Leticia se considera una torre de 25 metros a fin de mitigar los árboles cercanos a la estación radar.

Para esta sustentación se han tenido en cuenta para cada torre, las reacciones por viento de las memorias de cálculo y por sismo mediante el método de fuerza horizontal equivalente.

La estructura propuesta está proyectada para servir de soporte a un radar tipo PSR3D “Tipo “L” con antena tipo MSSR instalados sobre una plataforma superior dentro de un Radomo de 12.5m de diámetro.

La torre autosoportada que está vigente en la actualidad tiene como características generales las siguientes:

- Altura: 35.0m
- Sección cuadrada o constante
- Ancho de la base: 6.00 m
- Sin futura extensión en altura
- Plataforma de 14m x 14m en la parte superior de la torre; la cual soportará el radar, equipos y un radomo de 12,5m de diámetro.

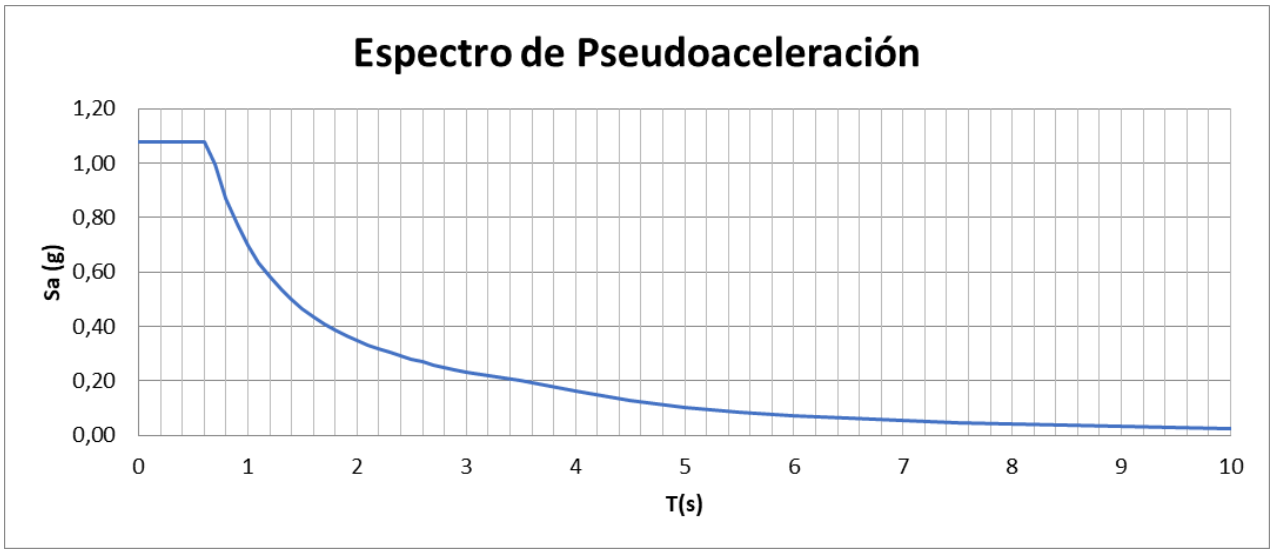
La torre autosoportada propuesta por la UT RADCOL 2023 tiene como características generales las siguientes:

- Altura: 20.0m - 25.0m
- Sección cuadrada o constante
- Ancho de la base: 6.00 m
- Sin futura extensión en altura
- Plataforma de 14m x 14m en la parte superior de la torre; la cual soportará el radar, equipos y un radomo de 12,5m de diámetro.

3.4.1. ANÁLISIS ESTRUCTURAL TORRES AUTOSOPORTADAS 20M VS 35M:

3.4.1.1. AMENAZA SÍSMICA

La comparación técnica de las diferentes aceleraciones para diferentes alturas de torres revela que, aunque la torre de menor altura tendrá un periodo fundamental menor y, por ende, experimentará una mayor aceleración espectral, esto no es necesariamente negativo. La aceleración espectral es un parámetro crítico en el diseño sísmico, ya que determina las fuerzas inerciales que la estructura debe soportar. Sin embargo, una estructura más alta con un periodo más largo puede estar en la resonancia con las frecuencias del suelo durante un terremoto, lo que amplifica las demandas sísmicas. En contraste, una torre más baja, con un periodo más corto, tiende a evitar estas frecuencias resonantes, lo que puede resultar en un comportamiento sísmico más favorable.



Ahora bien, aunque la torre de menor altura experimentará mayores aceleraciones, las fuerzas sísmicas absolutas pueden ser menores debido a su menor masa y altura. La relación masa-altura juega un papel crucial en las demandas sísmicas totales. Una estructura más baja y ligera no solo tiene menos masa que contribuye a las fuerzas inerciales, sino que también tiene un centro de masa más bajo, lo que reduce los momentos flectores inducidos por las cargas sísmicas. Esto resulta en menores demandas de diseño para los elementos estructurales y las conexiones, facilitando un diseño más eficiente y económico. En resumen, aunque las aceleraciones espectrales son mayores en una torre de menor altura, el diseño puede beneficiarse de una respuesta sísmica más controlada y menos demandante.

	35 m (S)	35 m (L)	20 m (L)
T (s)	1,036	1,036	0,681
Sa (g)	0,698	0,698	0,990

3.4.1.2. SUSTENTACIÓN POR SISMO:

Para llevar a cabo este análisis se utilizó el método por fuerza horizontal equivalente, el cual se expone de la siguiente manera:

Formulas: Tomadas. NSR-10

Sa=Aceleración espectral de diseño

Sa= 2.5 * Aa * I * Fa

Aa=respuesta de aceleración, dato del NSR-10 según el sitio, amenaza de riesgo sísmico

I= coeficiente de importancia según NSR-10

Fa=coeficiente de amplificación sísmica, según el suelo

R=Coeficiente de disipación de energía.

Cs= coeficiente sísmico = Sa/R

Vs= cortante en la base = Cs*W

W= sumatoria de cargas permanente, verticales

Fx = carga de sismo horizontal = CSh

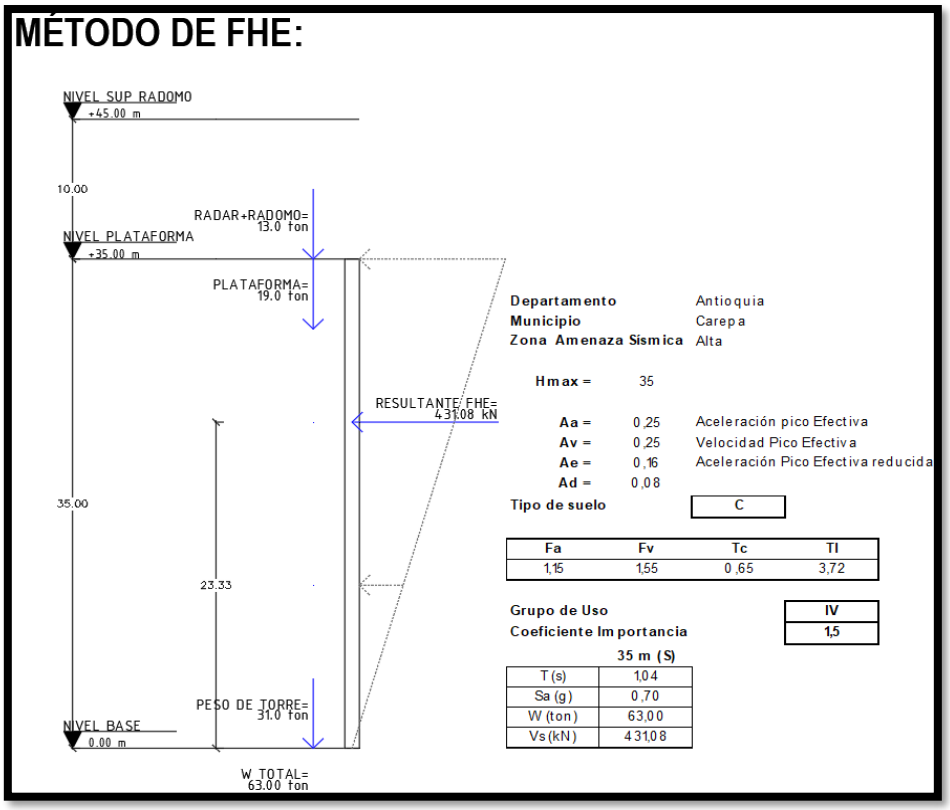
Px= caga vertical total

Mx = momento de volcamiento

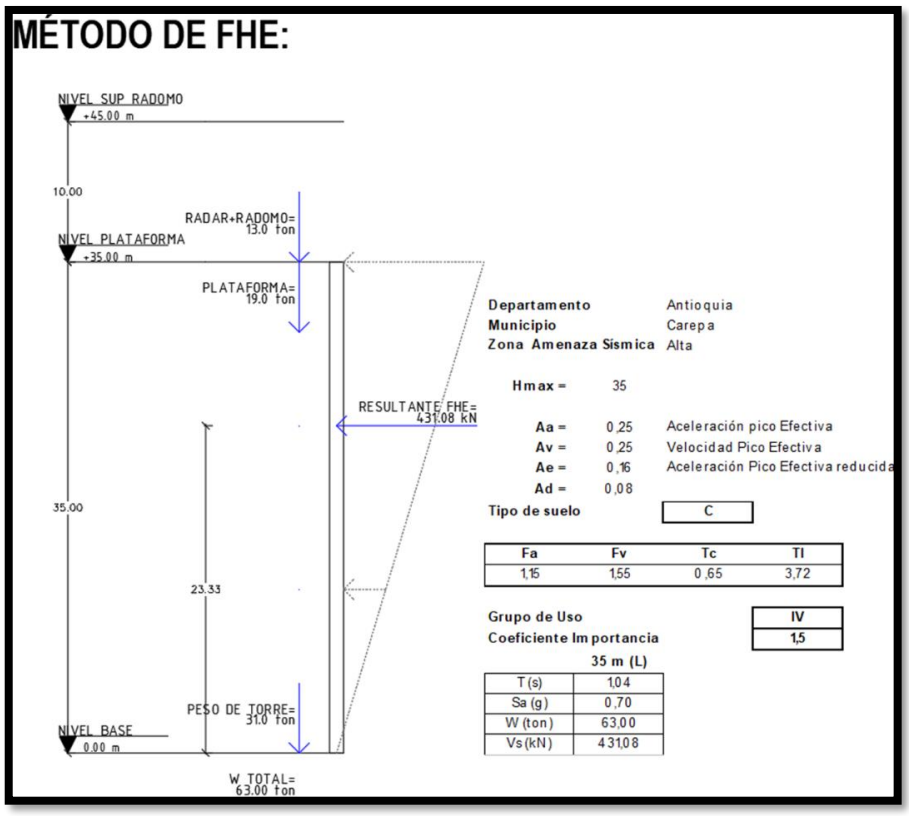
Vx= cortante horizontal en la base, = Vs

H= altura de aplicación de la carga de sismo.

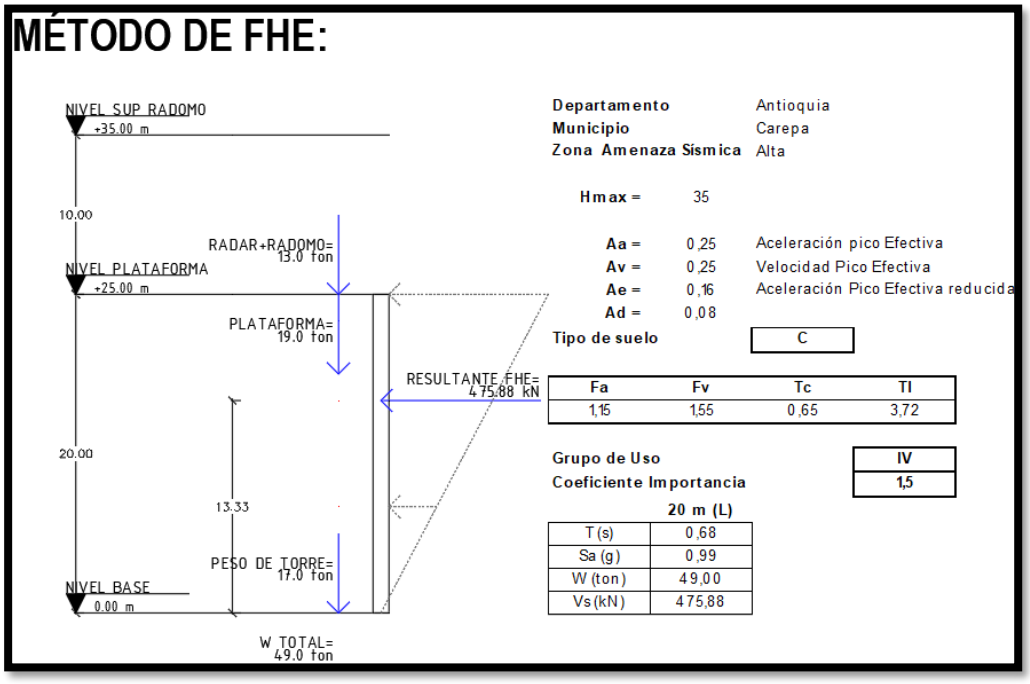
➢ TORRE TA35 –RADAR BANDA (S)



- **TORRE TA35 –RADAR BANDA (L)**



- **TORRE TA20 –RADAR BANDA (L):**



3.4.1.3. CORTANTE EN LA BASE (Vs)

La comparación técnica entre los cortantes en la base de una torre de mayor altura que otra revela que la edificación de menor altura experimenta fuerzas cortantes en la base significativamente menores. Este fenómeno ocurre debido a varias razones fundamentales relacionadas con la dinámica estructural y la distribución de masas.

En estructuras más altas, la masa total de la edificación es mayor, lo que aumenta la inercia de la estructura bajo cargas sísmicas. Esto se traduce en fuerzas sísmicas absolutas más grandes que deben ser resistidas por la base de la estructura. Adicionalmente, el efecto de apalancamiento debido a una mayor altura amplifica los momentos y fuerzas cortantes en la base.

Además, el cortante en la base (Vs) es directamente proporcional a la masa sísmica (m) y la aceleración espectral (Sa) según la ecuación Vs = m * Sa. Aunque la torre de menor altura puede tener una mayor aceleración espectral debido a su menor periodo, su masa total es considerablemente menor que la de una torre más alta. Esta reducción en la masa compensa el aumento en la aceleración, resultando en un cortante base menor. Adicionalmente, la distribución de la masa y rigidez en una torre más baja implica que las fuerzas se distribuyen de manera más uniforme a lo largo de la altura de la estructura, reduciendo las demandas concentradas en la base. En resumen, una torre de menor altura no solo experimenta menores fuerzas inerciales debido a su masa reducida, sino que también distribuye estas fuerzas de manera más eficiente, resultando en menores cortantes base y un comportamiento sísmico más favorable.

	35 m (S)	35 m (L)	20 m (L)
W (ton)	63,00	63,00	49,00
Vs (kN)	431,08	431,08	475,88

3.4.1.4. FUERZAS HORIZONTALES

En el contexto de la comparación técnica entre las fuerzas sísmicas, es crucial señalar que las estas fuerzas son aplicadas a una estructura que están directamente relacionadas con su masa total y su distribución de carga. Utilizando el método de análisis sísmico estático equivalente, las fuerzas sísmicas se calculan mediante la aplicación de una aceleración sísmica específica a la masa efectiva de la estructura. Esta aceleración se determina a partir del espectro de respuesta sísmica correspondiente al sitio de la construcción y se aplica en cada nivel de la estructura para calcular las fuerzas internas y las reacciones en los soportes.

En el caso de la torre de baja altura, la masa total de la estructura es considerablemente menor en comparación con la torre de mayor altura debido a su disminución en volumen y en altura y volumen. Esta reducción en la masa efectiva se traduce directamente en fuerzas sísmicas menores aplicadas a la estructura. Además, la distribución de la masa y la rigidez en la torre más baja es más uniforme a lo largo de su altura, lo que resulta en una

distribución más equitativa de las fuerzas sísmicas en comparación con la torre más alta.

Esta distribución más uniforme contribuye aún más a la reducción de las fuerzas sísmicas totales y promueve un comportamiento estructural más controlado y predecible durante eventos sísmicos. En consecuencia, la configuración de la torre más baja experimenta fuerzas sísmicas menores, lo que favorece un diseño estructural más eficiente y seguro.

	35 m (S)	35 m (L)	20 m (L)
Fs (kN)	431,08	431,08	475,88
Brazo (m)	23,33	23,33	13,33
Msismico (kN)	10058,44	10058,44	6345,11

3.4.1.5. EVALUACIÓN DE VOLCAMIENTO

Para el cálculo del volcamiento se realizó el siguiente procedimiento: el volcamiento de una torre se calcula teniendo en cuenta las cargas laterales que actúan sobre la estructura, las cuales pueden ser generadas tanto por el viento como por un evento sísmico. Estas cargas laterales inducen momentos que pueden hacer que la torre se incline.

Para calcular el riesgo de volcamiento, se evalúa la resistencia de la base de la estructura frente a estas cargas. Primero, se determina la magnitud de las cargas laterales, que dependen de factores como la velocidad del viento o la intensidad del terremoto. Luego, se considera la distribución del peso de la estructura y la capacidad del suelo para resistir las fuerzas laterales. Si las cargas laterales superan la resistencia de la base, existe un riesgo de volcamiento. Para prevenirlo, se diseñan cimientos sólidos y se emplean técnicas de anclaje que aseguran la estabilidad de la estructura ante las cargas laterales más exigentes.

Se presenta un resumen de las fuerzas estabilizantes y desestabilizantes teniendo en cuenta sus brazos o distancias de aplicación y el momento que estas generan sobre la estructura.

- **TORRE TA35 –RADAR BANDA (S):**

TORRE 35 m (S)				
	F (kN)	Brazo (m)	Mom (kN*m)	
Sismo	431,1	23,3	10058,4	Desestabilizante
Viento	491,2	35,0	17191,0	Desestabilizante
Peso de Torre	618,0	7,0	4326,2	Estabilizante
Cimentacion	5221,1	7,0	36547,9	Estabilizante
Factor de seguridad			1,50	

W cim	532,225	Ton
V cim	221,760	m3
h Losa	1,1	m

➢ TORRE TA35 –RADAR BANDA (L):

TORRE 35 m (L)				
	F (kN)	Brazo (m)	Mom (kN*m)	
Sismo	431,1	23,3	10058,4	Desestabilizante
Viento	491,2	35,0	17191,0	Desestabilizante
Peso de Torre	618,0	7,0	4326,2	Estabilizante
Cimentacion	5221,1	7,0	36547,9	Estabilizante
Factor de seguridad			1,50	

W cim	532,225	Ton
V cim	221,760	m3
h Losa	1,1	m

➢ TORRE TA20 –RADAR BANDA (L):

TORRE 20 m				
	F (kN)	Brazo (m)	Mom (kN*m)	
Sismo	475,9	13,3	6345,1	Desestabilizante
Viento	491,2	20,0	9823,4	Desestabilizante
Peso de Torre	480,7	7,0	3364,8	Estabilizante
Cimentacion	2984,0	7,0	20887,9	Estabilizante
Factor de seguridad			1,50	

W cim	304,178	Ton
V cim	126,741	m3
h Losa	0,6	m

➢ RESUMEN

-	35 m (S)	35 m (L)	20 m (L)
Sismo (kN*m)	10058,44	10058,44	6345,11
Viento (kN*m)	17190,95	17190,95	9823,40
PP (kN*m)	4326,21	4326,21	3364,83
CIM (kN*m)	36547,87	36547,87	20887,93
V cim (m3)	221,76	221,76	126,74
h cim (m)	1,13	1,13	0,65

Los cálculos presentados se proyectan para una cimentación de las mismas dimensiones de la plataforma superior de la torre (14x14 metros).

3.4.1.6. ESBELTEZ

La construcción de una torre de menor altura en lugar de una de 35 metros ofrece importantes mejoras en términos de esbeltez estructural y los efectos P-Delta. La esbeltez, definida como la relación entre la altura y la dimensión mínima en planta de la estructura, se reduce considerablemente con una menor altura, lo que mejora la estabilidad general de la torre.

Una estructura menos esbelta tiene una mayor rigidez lateral y una menor propensión a las deformaciones bajo cargas laterales, como el viento o sismos. Esto implica una menor demanda de refuerzos adicionales y una mayor capacidad de la estructura para resistir cargas sin comprometer su integridad.

Los efectos P-Delta, que son las fuerzas adicionales inducidas por las deflexiones laterales bajo cargas verticales, también se ven significativamente mitigados en una torre de menor altura. Estos efectos son directamente proporcionales a la magnitud de las deflexiones y a la carga axial aplicada; por lo tanto, al reducir la altura de la torre, se disminuye la magnitud de las deflexiones laterales, resultando en menores efectos P-Delta. Esto no solo mejora el comportamiento estructural de la torre bajo cargas laterales, sino que también reduce la necesidad de incrementar las secciones de los elementos estructurales para contrarrestar estos efectos, optimizando así el diseño y reduciendo costos materiales.

En resumen, una torre de menor altura presenta un comportamiento estructural más robusto y eficiente frente a las solicitaciones de carga, mejorando tanto su estabilidad como su desempeño general.

	35 m (S)	35 m (L)	20 m (L)
Base (m)	6,00	6,00	6,00
Alto / Ancho	5,83	5,83	3,33

3.4.2. ANÁLISIS ESTRUCTURAL TORRES AUTOSOPORTADAS 25M VS 35M:

3.4.2.1. AMENAZA SÍSMICA:

La comparación técnica de las diferentes aceleraciones espectrales entre una torre de 25 metros y una de 35 metros revela que, aunque la torre de menor altura tendrá un periodo fundamental menor y, por ende, experimentará una mayor aceleración espectral, esto no es necesariamente negativo. La aceleración espectral es un parámetro crítico en el diseño sísmico, ya que determina las fuerzas inerciales que la estructura debe soportar. Sin embargo, una estructura más alta con un periodo más largo puede estar en la resonancia con las frecuencias del suelo durante un terremoto, lo que amplifica las demandas sísmicas. En contraste, una torre más baja, con un periodo más corto, tiende a evitar estas frecuencias resonantes, lo que puede resultar en un comportamiento sísmico más favorable.

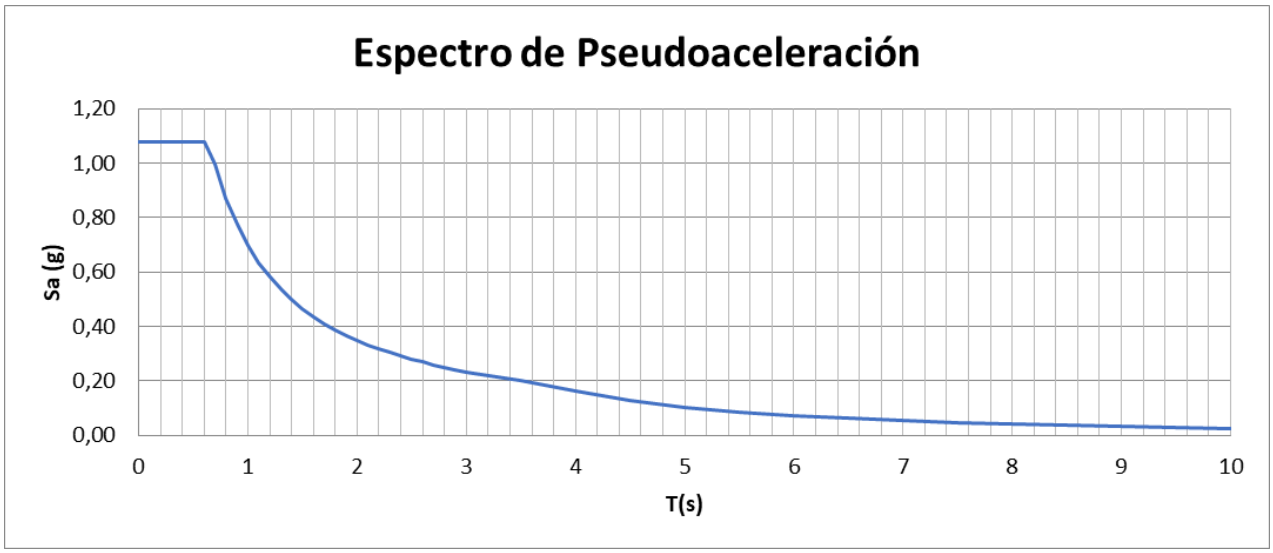


Ilustración 2. Espectro de pseudoaceleraciones para Leticia.

Ahora bien, aunque la torre de 25 metros experimentará mayores aceleraciones, las fuerzas sísmicas absolutas pueden ser menores debido a su menor masa y altura. La relación masa-altura juega un papel crucial en las demandas sísmicas totales. Una estructura más baja y ligera no solo tiene menos masa que contribuye a las fuerzas inerciales, sino que también tiene un centro de masa más bajo, lo que reduce los momentos flectores inducidos por las cargas sísmicas. Esto resulta en menores demandas de diseño para los elementos estructurales y las conexiones, facilitando un diseño más eficiente y económico. En resumen, aunque las aceleraciones espectrales son mayores en una torre de menor altura, el diseño puede beneficiarse de una respuesta sísmica más controlada y menos demandante.

	35 metros	25 metros	Diferencia	
T (s)	1,036	0,805	22,3%	Disminuyo
Sa (g)	0,698	0,872	-25,0%	Aumento

Tabla 1. Resumen de periodo para torre de 35 y 25 metros.

3.4.2.2. CORTANTE EN LA BASE:

La comparación técnica entre los cortantes en la base de una torre de 25 metros y una de 35 metros revela que la edificación de menor altura experimenta fuerzas cortantes base significativamente menores. Este fenómeno ocurre debido a varias razones fundamentales relacionadas con la dinámica estructural y la distribución de masas.

En estructuras más altas, la masa total de la edificación es mayor, lo que aumenta la inercia de la estructura bajo cargas sísmicas. Esto se traduce en fuerzas sísmicas absolutas más grandes que deben ser resistidas por la base de la estructura. Adicionalmente, el efecto de apalancamiento debido a una mayor altura amplifica los momentos y fuerzas cortantes en la base.

Además, el cortante en la base (Vs) es directamente proporcional a la masa sísmica (m) y la aceleración espectral (Sa) según la ecuación Vs = m * Sa. Aunque la torre de menor altura puede tener una mayor aceleración espectral debido a su menor periodo, su masa total es considerablemente menor que la de una torre más alta. Esta reducción en la masa compensa el aumento en la aceleración, resultando en un cortante base menor. Adicionalmente, la distribución de la masa y rigidez en una torre más baja implica que las fuerzas se distribuyen de manera más uniforme a lo largo de la altura de la estructura, reduciendo las demandas concentradas en la base. En resumen, una torre de menor altura no solo experimenta menores fuerzas inerciales debido a su masa reducida, sino que también distribuye estas fuerzas de manera más eficiente, resultando en menores cortantes base y un comportamiento sísmico más favorable.

	35 metros	25 metros	Diferencia	
W (ton)	63,00	53,00	15,9%	Disminuyo
Vs (kN)	431,08	453,33	-5,2%	Aumento

Tabla 2. Resumen de peso y cortante sísmico para torre de 35 y 25 metros.

3.4.2.3. FUERZAS HORIZONTALES:

En el contexto de la comparación técnica entre las fuerzas sísmicas, es crucial señalar que las estas fuerzas son aplicadas a una estructura que están directamente relacionadas con su masa total y su distribución de carga. Utilizando el método de análisis sísmico estático equivalente, las fuerzas sísmicas se calculan mediante la aplicación de una aceleración sísmica específica a la masa efectiva de la estructura. Esta aceleración se determina a partir del espectro de respuesta sísmica correspondiente al sitio de la construcción y se

aplica en cada nivel de la estructura para calcular las fuerzas internas y las reacciones en los soportes.

En el caso de la torre de 25 metros, la masa total de la estructura es considerablemente menor en comparación con la torre de 35 metros debido a su menor altura y volumen. Esta reducción en la masa efectiva se traduce directamente en fuerzas sísmicas menores aplicadas a la estructura. Además, la distribución de la masa y la rigidez en la torre más baja es más uniforme a lo largo de su altura, lo que resulta en una distribución más equitativa de las fuerzas sísmicas en comparación con la torre más alta.

Esta distribución más uniforme contribuye aún más a la reducción de las fuerzas sísmicas totales y promueve un comportamiento estructural más controlado y predecible durante eventos sísmicos. En consecuencia, la ubicación de la torre de 20 metros experimenta fuerzas sísmicas menores, lo que favorece un diseño estructural más eficiente y seguro.

	35 metros	25 metros	Diferencia	
Fs (kN)	431,1	453,3	-5,2%	Aumento
Brazo (m)	23,3	16,7	28,6%	Disminuyo
Msismico (kN)	10058,4	7555,4	24,9%	Disminuyo

Tabla 1.. Resumen de Fuerza sísmica y momento para torre de 35 y 20 metros.

Las fuerzas sísmicas generan inestabilidad en una estructura debido a la aplicación de cargas horizontales que pueden exceder la capacidad de resistencia de esta. Estas fuerzas inducen momentos y fuerzas cortantes en la base de la estructura, que pueden provocar desplazamientos laterales significativos. Cuando estas fuerzas sísmicas superan la capacidad de resistencia de la estructura para contrarrestarlas, se puede producir una pérdida de estabilidad, lo que potencialmente lleva al volcamiento de la estructura.

Reducir las fuerzas sísmicas, como en el caso de una torre de 25 metros en comparación con una de 35 metros, conlleva varios beneficios en términos de estabilidad. Al disminuir la magnitud de las fuerzas horizontales aplicadas a la estructura, se reduce la probabilidad de exceder su capacidad de resistencia, lo que disminuye el riesgo de inestabilidad y volcamiento. Esto resulta en una estructura más segura y estable durante eventos sísmicos, lo que se traduce en una mayor capacidad de resistencia a fuerzas externas y una menor vulnerabilidad ante potenciales daños estructurales. En resumen, la reducción de las fuerzas sísmicas contribuye significativamente a mejorar la estabilidad y seguridad de la estructura, mitigando los riesgos de volcamiento.

3.4.2.4. EVALUACIÓN VOLCAMIENTO:

Para el cálculo del volcamiento se realizó el siguiente procedimiento: el volcamiento de una torre se calcula teniendo en cuenta las cargas laterales que actúan sobre la estructura, las

cuales pueden ser generadas tanto por el viento como por un evento sísmico. Estas cargas laterales inducen momentos que pueden hacer que la torre se incline.

Para calcular el riesgo de volcamiento, se evalúa la resistencia de la base de la estructura frente a estas cargas. Primero, se determina la magnitud de las cargas laterales, que dependen de factores como la velocidad del viento o la intensidad del terremoto. Luego, se considera la distribución del peso de la estructura y la capacidad del suelo para resistir las fuerzas laterales. Si las cargas laterales superan la resistencia de la base, existe un riesgo de volcamiento. Para prevenirlo, se diseñan cimientos sólidos y se emplean técnicas de anclaje que aseguran la estabilidad de la estructura ante las cargas laterales más exigentes.

Se presenta un resumen de las fuerzas estabilizantes y desestabilizantes teniendo en cuenta sus brazos o distancias de aplicación y el momento que estas generan sobre la estructura.

- **MOMENTOS PARA TORRE DE 35m:**

TORRE 35 m				
	F (kN)	Brazo (m)	Mom (kN*m)	
Sismo	431,1	23,3	10058,4	Desestabilizante
Viento	491,2	35,0	17191,0	Desestabilizante
Peso de Torre	618,0	7,0	4326,2	Estabilizante
Cimentacion	5221,1	7,0	36547,9	Estabilizante
Factor de seguridad			1,50	

W cim	532,225	Ton
V cim	221,760	m3
h Losa	1,1	m

Tabla 4. Cálculo de volcamiento para torre de 35 metros.

- **MOMENTOS PARA TORRE DE 25m:**

TORRE 25 m				
	F (kN)	Brazo (m)	Mom (kN*m)	
Sismo	453,3	16,7	7555,4	Desestabilizante
Viento	491,2	25,0	12279,3	Desestabilizante
Peso de Torre	519,9	7,0	3639,5	Estabilizante
Cimentacion	3730,4	7,0	26112,5	Estabilizante
Factor de seguridad			1,50	

W cim	380,261	Ton
V cim	158,442	m3
h Losa	0,8	m

Tabla 5. Cálculo de volcamiento para 25 metros.

- **COMPARACIÓN ENTRE TORRE DE 25m Y 35m:**

-	35m	20m	DIF	
Sismo (kN*m)	10058,4	7555,4	24,88%	Disminuyo
Viento (kN*m)	17191,0	12279,3	28,57%	Disminuyo
PP (kN*m)	4326,2	3639,5	15,87%	Disminuyo
CIM (kN*m)	36547,9	26112,5	28,55%	Disminuyo
V cim (m3)	221,760	158,442	28,55%	Disminuyo
h cim (m)	1,13	0,81	28,55%	Disminuyo

Tabla 6. Comparación de volcamientos para torre de 35 y 20 metros.

En general con una losa de cimentación de 14X14 metros para la torre de 35 metros se obtiene una sección inicial de 1.1 metros de altura y un volumen de 221 m3 en contraste con una torre de 25 metros con una sección de 0.8 metros de altura y un volumen de 158 m3. Según estos datos se produciría una reducción cercana al 65%.

3.4.2.5. ESBELTEZ:

La construcción de una torre de 25 metros en lugar de una de 35 metros ofrece importantes mejoras en términos de esbeltez estructural y los efectos P-Delta. La esbeltez, definida como la relación entre la altura y la dimensión mínima en planta de la estructura, se reduce considerablemente con una menor altura, lo que mejora la estabilidad general de la torre.

Una estructura menos esbelta tiene una mayor rigidez lateral y una menor propensión a las deformaciones bajo cargas laterales, como el viento o sismos. Esto implica una menor demanda de refuerzos adicionales y una mayor capacidad de la estructura para resistir cargas sin comprometer su integridad.

Los efectos P-Delta, que son las fuerzas adicionales inducidas por las deflexiones laterales bajo cargas verticales, también se ven significativamente mitigados en una torre de menor altura. Estos efectos son directamente proporcionales a la magnitud de las deflexiones y a la carga axial aplicada; por lo tanto, al reducir la altura de la torre, se disminuye la magnitud de las deflexiones laterales, resultando en menores efectos P-Delta. Esto no solo mejora el comportamiento estructural de la torre bajo cargas laterales, sino que también reduce la

necesidad de incrementar las secciones de los elementos estructurales para contrarrestar estos efectos, optimizando así el diseño y reduciendo costos materiales.

En resumen, una torre de menor altura presenta un comportamiento estructural más robusto y eficiente frente a las solicitaciones de carga, mejorando tanto su estabilidad como su desempeño general.

	35 metros	25 metros	Diferencia	
Base (m)	6	6	0,0%	-
Alto / Ancho	5,83	4,17	28,6%	Disminuyo

Tabla 7. Resumen de esbeltez para torre de 35 y 25 metros.

3.4.3. RESULTADOS DEL ANÁLISIS ESTRUCTURAL

3.4.3.1. Teniendo en cuenta las reacciones por SISMO calculadas por el método de fuerza horizontal equivalente, encontramos que la carga por sismo que se produce en la torre de 35m de altura es mucho mayor que la producida en la de 20 o 25 metros según el emplazamiento; la torre de 20 metros se comportaría de una manera más estable desde todo punto de vista (operatividad y estabilidad).

3.4.3.2. Teniendo en cuenta las reacciones por SISMO calculadas por el método de fuerza horizontal equivalente, encontramos que el momento que produce la torre de 35m de altura es mucho mayor que el que se produce en la de 20 o 25 metros según el emplazamiento; esto quiere decir que durante un sismo en la torre de 20 o 25 metros, según el emplazamiento, de altura es menor la fuerza que se ejerce para inducir el volcamiento de la misma; igualmente hace que el cimiento a construir será de menor complejidad, dimensiones y peso.

3.4.3.3. El cortante es la reacción que genera fracturas en el concreto o erosión en el suelo al intentar desplazarla. Teniendo en cuenta las reacciones por SISMO calculadas por el método de fuerza horizontal equivalente, encontramos que el cortante que se produce en la torre de 35m de altura es mucho mayor al que se produce en la de 20 o 25 metros según el emplazamiento; esto hace que la fuerza ejercida en la base de la estructura para producir un desplazamiento sea mucho menor; Igualmente el cimiento a construir será de menor complejidad, dimensiones y peso.

3.4.3.4. Teniendo en cuenta el momento por VIENTO que se produce en las bases de la estructura; encontramos que en la torre de 35m de altura es mucho mayor al que se produce en la de 20 o 25 metros según el emplazamiento; esto quiere decir que cuando el viento golpea de frente el radomo de la estructura, en la torre de 20 o 25 metros de altura según el

emplazamiento es menor la fuerza que se ejerce para inducir el volcamiento de la misma; igualmente hace que el cimiento a construir será de menor complejidad, dimensiones y peso.

3.4.3.5. Debido a la complejidad de acceso de la mayoría de los sitios donde se van a instalar las estructuras, con una torre de 20 o 25 metros según el emplazamiento se pueden fabricar elementos de menor volumen y peso que van a facilitar el transporte y montaje (izaje hasta su máxima altura).

3.4.3.6. Desde el punto de vista técnico la parte del proyecto que requiere mayor trabajo de ingeniería especializada, diseño de detalles, complejidad, horas hombre en temas de planos de fabricación, transporte y montaje; no obstante, la plataforma superior sería la misma para cualquier tipo de altura.

3.4.3.7. La torre de mayor altura produce unas reacciones en las bases del cimiento que lo harían más robusto; por lo tanto, ocuparía mayor terreno para construir el cimiento y como en todos los sitios hay construcciones cercanas al lugar donde se ubicaría la torre radar no sería conveniente.

3.4.4. VENTAJAS DISMINUCIÓN ALTURA DE TORRES / MINIMIZACIÓN DE RIESGOS:

3.4.4.1. MINIMIZACIÓN RIESGO DE VOLCAMIENTO:

Para minimizar el riesgo de volcamiento, optar por una torre de 20 o 25 metros según el emplazamiento en lugar de una de 35 metros es altamente beneficioso debido a la mayor estabilidad y seguridad operativa que ofrece. La torre de menor altura experimenta fuerzas laterales significativamente reducidas tanto por viento como por sismos, lo que disminuye la probabilidad de inestabilidad sumado a esto los momentos estabilizantes generan un efecto mayor. En cifras se puede estimar una reducción del 42% entre el riesgo de volcamiento para la torre de menor altura.

3.4.4.2. MINIMIZACIÓN RIESGO DE PARALIZACIÓN DE OPERACIONES:

Optar por una torre de 20 o 25 metros según el emplazamiento en lugar de una de 35 metros minimiza un 20% el riesgo de paralización de las operaciones debido a eventos sísmicos. Las estructuras más bajas experimentan desplazamientos totales menores bajo cargas sísmicas, lo que reduce considerablemente el riesgo de daños a los equipos instalados, como radares. En sitios remotos, cualquier daño, incluso menor, puede llevar meses para ser reparado, lo que compromete la operatividad de toda la estación de radar.

Al tener una torre más baja, se garantiza una mayor estabilidad y seguridad para los equipos, disminuyendo la probabilidad de interrupciones prolongadas y asegurando una operación continua y eficiente de la estación radar.

3.4.4.3. MINIMIZACIÓN RIESGO DE EVACUACIÓN:

Una torre de 20 o 25 metros según el emplazamiento reduce hasta un 40% los riesgos de atrapamiento y pérdida de vidas humanas durante eventos extremos. La menor altura de la torre acorta las rutas de evacuación, permitiendo una evacuación más rápida y segura en situaciones de emergencia. Además, las estructuras más bajas experimentan menores desplazamientos y fuerzas inducidas durante eventos sísmicos, disminuyendo la probabilidad de colapso y la caída de escombros. Esto asegura que las vías de escape permanezcan despejadas y accesibles, mejorando la seguridad operativa y protegiendo la integridad física del personal. En términos gerenciales, esta mejora en la seguridad se traduce en una mayor resiliencia y continuidad operativa, minimizando los riesgos y asegurando un entorno de trabajo más seguro para todos los involucrados

3.4.4.4. MINIMIZACIÓN RIESGO DE TRABAJO EN ALTURA:

La reducción de la altura de la torre de 35 metros a 20 o 25 metros según el emplazamiento genera una mayor sensación de seguridad y estabilidad en los trabajadores montaje, mantenimiento y operación, lo cual repercute positivamente en su desempeño y bienestar. Al trabajar a menor altura, se reduce de manera significativa la exposición al riesgo de caídas desde alturas elevadas, uno de los mayores temores en la industria de la construcción.

Esta percepción de seguridad no solo promueve un ambiente laboral más confiable y confortable, sino que también fortalece la estabilidad de los trabajadores en sus condiciones laborales, fomentando una mayor concentración en las tareas asignadas y una actitud más proactiva hacia las medidas de seguridad implementadas. Además, la accesibilidad mejorada a equipos de protección y plataformas de trabajo estables y menos robustas que facilita la ejecución eficiente de las labores diarias, lo que resulta en una mayor productividad operativa. En resumen, la reducción de altura no solo optimiza la seguridad física, mental y emocional de los trabajadores, sino que también contribuye significativamente a un entorno laboral más seguro, y estable para un desempeño laboral superior.

3.5. MENOR CANTIDAD DE OBRA EJECUTADA POR DISMINUCIÓN ALTURA DE TORRES:

En atención a la propuesta planteada por UT RADCOL 2023 de reducción de la altura de las torres a la inicialmente establecida, necesariamente esto implica una ejecución de menor cantidad de materiales de obra, que en principio se centra para las torres autosoportadas en una reducción del acero a utilizar en la parte media de la torre, menos pintura por aplicar, así como una escalera de menor dimensión a instalar.

No obstante, es necesario tener en cuenta que la cimentación de las torres autosoportadas no tienen mayor variación, en cuanto a que se reduce la altura de las torres, pero esta tendrá que soportar un peso similar por el aumento en el peso del radar primario banda L. Así mismo, la plataforma en la cual se instalará el sistema radar, la cual dicho sea de paso es un componente determinante en el valor de torre, mantiene sus especificaciones inicialmente establecidas.

En virtud de lo anterior, la reducción estimada por la menor cantidad de obra ejecutada para el Lote 2 es la suma de NOVECIENTOS SETENTA Y OCHO MILLONES SETECIENTOS MIL PESOS MCTE (978.700.000), cifra que se discrimina de la siguiente manera:

ESTACIONES LOTE 2	TOTAL TORRE (CON AIU) F7	DESCUENTO POR MENOR ALTURA	TOTAL CON DESCUENTO
MITU	$ 4.117.661.021	$ 291.100.000	$ 3.826.561.021
LETICIA	$ 4.380.851.026	$ 206.500.000	$ 4.174.351.025
CALI	$ 3.307.691.965	$ 239.500.000	$ 3.068.191.965
LA VIGA	$ 3.307.691.965	$ 241.600.000	$ 3.066.091.965

De esta manera, la Aerocivil estaría garantizando la satisfacción de la necesidad pública que dio origen a la suscripción del contrato entre las Partes, con una reducción en el valor del presupuesto público a utilizarse, siendo este un beneficio adicional que se garantiza con la actualización tecnológica del sistema radar PSR 3D banda L.

3.6. CONCLUSIONES GENERALES:

3.6.1. La reducción en la altura de una torre, como en el caso de la estructura de 20 o 25 metros según el emplazamiento frente a una de 35 metros, implica una disminución significativa en las fuerzas sísmicas y la masa total de la estructura. Esta reducción conlleva a una mejor distribución de las cargas y una menor probabilidad de inestabilidad estructural, lo que se traduce en una mayor seguridad y estabilidad durante eventos sísmicos.

3.6.2. La construcción de una torre de menor altura resulta en una distribución más uniforme de la masa y rigidez a lo largo de la estructura, lo que reduce las demandas concentradas en la base. Esto no solo disminuye los cortantes y momentos en la base de la estructura, sino que también mejora el comportamiento sísmico general y reduce el riesgo de daños estructurales.

3.6.3. Una torre más baja presenta una esbeltez estructural menor, lo que contribuye a una mayor rigidez lateral y una menor propensión a las

deformaciones bajo cargas laterales, como el viento o sismos. Esta característica produce una respuesta estructural más controlada y predecible, minimizando los riesgos asociados a eventos sísmicos y mejorando la confiabilidad de la estructura.

3.6.4. La instalación de equipos complejos, como radares, en una torre de menor altura reduce los riesgos asociados a las operaciones de montaje y mantenimiento. La menor altura facilita el acceso a los equipos, lo que permite una respuesta más rápida ante cualquier eventualidad y contribuye a una ejecución más eficiente y segura del proyecto.

3.6.5. La reducción de las fuerzas sísmicas y la mejora en la estabilidad estructural en una torre de menor altura contribuyen a una menor vulnerabilidad ante potenciales daños estructurales y una mayor capacidad de resistencia a fuerzas externas. Esto asegura un comportamiento estructural más confiable y seguro, garantizando la protección de la vida.

3.6.6. Sin importar la altura de las torres, estas mantienen en todo caso la misma plataforma superior. Esto significa que la estructura de soporte debe cumplir con los mismos estándares de resistencia y estabilidad, independientemente de la altura de la torre.

3.6.7. Aunque la torre es más corta, la cimentación puede ser similar a una de 35 metros por el mayor peso de carga. Estos elementos estructurales son cruciales para mantener la estabilidad de la torre.

3.6.8. Cumplir con las normativas de construcción y seguridad puede ser más riguroso cuando se trata de estructuras que soportan cargas mayores. Por las inspecciones, certificaciones y aprobaciones requeridas.

3.7. CONCLUSIONES POR SITE:

3.7.1. SITE: CALI PUERTO – VALLE DEL CAUCA:

3.7.1.1. En zonas de alta amenaza sísmica como Cali, la construcción de una torre de gran altura presenta desafíos significativos debido a la inviabilidad de emplear cimentaciones superficiales que aseguren la estabilidad estructural necesaria. Las condiciones del suelo y la amenaza constante de movimientos sísmicos hacen que las cimentaciones de esta envergadura no sean constructivamente viables, ya que no solo aumentan los costos y la complejidad de construcción, sino que también incrementan el riesgo de asentamientos diferenciales y daños

estructurales severos durante eventos sísmicos.

3.7.1.2. Optar por una torre de menor altura no solo reduce la carga sobre el suelo, permitiendo el uso de cimentaciones más adecuadas, sino que también asegura la viabilidad técnica del proyecto al mitigar los riesgos asociados con la sismicidad alta, promoviendo así la seguridad estructural y la eficiencia constructiva en la región.

3.7.1.3. Por la actualización tecnológica, la característica de la antena ESA permite mitigar los obstáculos cercanos, permitiendo menor altura de la Torre sin perder el rendimiento del sistema radar.

3.7.2. SITE: MITÚ – VAUPÉS:

3.7.2.1. La disponibilidad limitada de materiales de construcción en un sitio tan remoto como Mitú representa un desafío significativo para la ejecución de proyectos de infraestructura. La construcción de una torre más baja implicaría una reducción en la cantidad total de materiales necesarios, lo cual es crucial dado que la obtención y el transporte de materiales adicionales por vía fluvial tiene restricciones temporales por niveles bajos del rio navegable y así logísticamente es mucho más complejo. Esto no solo optimizaría los recursos disponibles, sino que también mitigaría el impacto ambiental al reducir la huella de carbono asociada con el transporte de materiales de construcción a través del río.

3.7.2.2. Por la actualización tecnológica, la característica de la antena ESA permite mitigar los obstáculos cercanos, permitiendo menor altura de la Torre sin perder el rendimiento del sistema radar.

3.7.3. SITE: LETICIA – AMAZONAS:

3.7.3.1. Leticia presenta un nivel freático alto, lo cual dificulta la implementación de cimentaciones profundas necesarias para una torre de mayor altura, ya que el mantenimiento circundante a las edificaciones será mayor y por otro lado sufrirá más afectación directa por el agua con gran contenido de hierro que acelerará la oxidación de los concretos y aceros. Optar por una torre más baja reduciría la carga estructural sobre el suelo y permitiría el uso de cimentaciones menos profundas y más adecuadas para las condiciones del nivel freático alto. Esto aseguraría la estabilidad de la estructura sin comprometer la seguridad ni la integridad del suelo circundante y el mantenimiento será menos frecuente.

3.7.3.2. Las restricciones ambientales en Leticia complican la disposición de materiales de construcción. Reducir la altura de la torre no solo minimizaría la cantidad de residuos producidos en la excavación y construcción, sino que también facilitaría su transporte y disposición de manera más eficiente y sostenible. Esto no solo cumpliría con las regulaciones ambientales locales, sino que también reduciría el impacto ambiental general del proyecto.

3.7.3.3. Una torre de 35 metros de altura requeriría el uso de equipos de mayor envergadura para su construcción y mantenimiento. El transporte de estos equipos por la única vía de acceso, el río, presenta restricciones considerables en términos de transporte, accesibilidad y seguridad logística. Optar por una torre más baja no solo reduciría la necesidad de equipos grandes y pesados, sino que también simplificaría el proceso de instalación y mantenimiento de la estructura. En Mitú una estructura de menor altura garantizaría una ejecución más eficiente y segura del proyecto, asegurando así la integridad estructural y la viabilidad operativa en un entorno tan desafiante como este.

3.7.3.4. Por la actualización tecnológica, la característica de la antena ESA permite mitigar los obstáculos cercanos, permitiendo menor altura de la Torre sin perder el rendimiento del sistema radar.

3.7.4. TMA BOGOTÁ:

3.7.4.1. El lote en La Viga se encuentra dentro de una reserva forestal, lo que implica la obligación de reducir al máximo los impactos ambientales durante la construcción. Optar por una torre de menor altura permitiría limitar la cantidad de excavación y reducir la alteración del ecosistema circundante. Además, al disminuir la necesidad de cimentaciones profundas, se minimiza el consumo de agua utilizado en los procesos de perforación para pilotes o anclajes en suelos rocosos. Esto es crucial dado que el agua es un recurso escaso y de difícil acceso en la zona y su uso racional es fundamental en zonas ambientalmente sensibles como una reserva Natural, el tipo de suelo rocoso presente en La Viga hace que para pilotes o anclajes en roca se necesario el uso intensivo de equipos y recursos, como taladros y explosivos, que pueden ser ambientalmente intrusivos. Optar por una torre de menor altura reduce la necesidad de técnicas invasivas, como la perforación profunda, y minimiza el riesgo de alteraciones significativas en el entorno natural.

4. MODIFICACIÓN CRONOGRAMA CONTRACTUAL:

4.1. HITO 2: ENTREGA Y AVANCE DEL SUMINISTRO DE ESTRUCTURAS NECESARIAS PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE LOS SISTEMAS DE VIGILANCIA.

De conformidad con el numeral 32 CRONOGRAMA del formato 8, establece la obligación a cargo del contratista de hacer entrega y obtener aprobación del avance del suministro de las estructuras necesarias para la implementación de los sistemas de vigilancia recibidas a satisfacción por la Supervisión conforme a lo establecido en el Programa Detallado de Trabajo (PDT) y firma del Protocolo de Aceptación.

No obstante, se debe precisar que el cumplimiento de esta obligación requiere de la ejecución estricta del PDT en los términos previstos por el Contratista y aprobados por la Supervisión del contrato. Así mismo, es pertinente indicar que el porcentaje de avance del mencionado PDT se mide por lote y de forma global por la cantidad de actividades ejecutadas y cumplidas, por lo cual el retraso en cualquiera de las actividades contractuales sin importar el sitio necesariamente va a impactar en el porcentaje de avance que se debe entregar a la supervisión del contrato.

En este sentido, la UT RADCOL 2023 ha evidenciado un retraso en la correcta ejecución del PDT por situaciones no imputable a las Partes contractuales que es de conocimiento de estas, en virtud de los oficios que se han radicado para cada una de las situaciones presentadas. Las cuales nos permitimos describir de la siguiente manera:

4.1.1. TMA BOGOTÁ

A través del comunicado 33522S/129 de fecha 30 de abril de 2024, la UT RADCOL 2023, puso en conocimiento de la entidad las dificultades para tener acceso al cerro “La Viga” toda vez que la vía se encuentra deteriorada y debido a factores climáticos adversos ésta presenta socavones y depresiones muy grandes que impiden el tránsito vehicular.

Sobre el particular la Aerocivil se pronunció por medio del oficio 2024292030013655 Id: 1301625 de fecha 6 de mayo de 2024, indicando que el contratista desde de la etapa pre contractual debía conocer las condiciones en las cuales se encontraba la vía de acceso para cada uno de los sitios esto con el fin de planear la implementación de proyecto y asegurar así los plazos contractualmente establecidos, no obstante la entidad refirió que estaba analizando y llevando las gestiones para contratar el mantenimiento de la vida acceso al cerro.

La UT refirió por medio del oficio 33522S/114 de fecha 31/07/2024, que si bien el estado de la vía de era conocido por la UT RADCOL 2023 desde la etapa precontractual, no se puede desconocer que el mismo, es un factor cambiante durante la ejecución del contrato por situaciones que están por fuera de la esfera de dominio y gestión de la UT RADCOL 2023, como lo son situaciones climáticas, la falta de canalización de las aguas lluvias o el

mal uso de la misma por parte de los transeúntes, situación que no es ajena para las Partes tal como quedó consignado en el SDD[6].

No obstante, es de conocimiento entre las Partes el mantenimiento la vía de acceso a este emplazamiento no corresponde a las Partes contractuales, sino que se configura el hecho de un tercero al ser la intervención de esta vía competencia exclusiva de gobierno Distrital de Bogotá, mediante el Instituto de Desarrollo Urbano, por ser dicha zona parte de circunscripción territorial del Distrito. Sin embargo, no existe a la fecha pronunciamiento alguno por parte del mencionado instituto.

A la fecha se han intentado optar por soluciones que no afecte los intereses y responsabilidad tanto de la entidad como de la UT RADCOL 2023, Maxime, cuando el cerro La Viga se encuentra dentro del área delimitada como páramo de Cruz Verde- Sumapaz, el cual se traslapa con la reserva forestal protectora Nacional Bosque Oriental de Bogotá y Reserva Forestal protectora regional Futuras Generaciones de Sibaté I y II. Área de páramo que fuera delimitada por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible mediante la resolución 1434 de 2017.

Adicionalmente, es necesario reiterar que, en virtud de las disposiciones legales, entre las que destaca los artículo 17[7] y 19[8] de la Ley 105 de 1993 en consonancia del artículo 76[9] de la Ley 715 de 2001, la competencia para realizar dicha intervención en una vía terciaria o veredal no puede ser asumida por las Partes, sino que le compete a la entidad territorial correspondiente.

Adicionalmente, y como otro evento constitutivo de hecho de un tercero que está impidiendo a la UT RADCOL 2023 ejecutar en debida forma el Plan Detallado de Trabajo, es necesario tener en cuenta que en este emplazamiento existe equipamiento de algunas entidades que actualmente tienen servicios activos (acueducto, bomberos y gobernación

---

[6] **Supuestos y restricciones**: Las condiciones de acceso a los sitios de trabajo, incluyendo carreteras y caminos de acceso, tendrán que estar en condiciones que permitan su acceso y encontrarse libres de obstrucciones durante la duración del proyecto, minimizando así cualquier impacto en la movilidad del personal y la entrega de suministros. En el caso que se imposibilite por cualquier causa el acceso hasta el emplazamiento radar, se acordará de forma conjunta el plan detallado de trabajo previsto para el emplazamiento afectado, vinculando las autoridades que correspondan para garantizar el acceso a cada sitio.

[7] ARTÍCULO 17.- Integración de la infraestructura distrital y municipal de transporte. Hace parte de la infraestructura Distrital Municipal de transporte, las vías urbanas, suburbanas y aquellas que sean propiedad del Municipio, las instalaciones portuarias fluviales y marítimas, los aeropuertos y los terminales de transporte terrestre, de acuerdo con la participación que tengan los municipios en las sociedades portuarias y aeroportuarias, en la medida que sean de su propiedad o cuando estos le sean transferidos.

[8] ARTÍCULO 19.- Construcción y conservación. Corresponde a la Nación y a las Entidades Territoriales la construcción y la conservación de todos y cada uno de los componentes de su propiedad, en los términos establecidos en la presente Ley.

[9] ARTÍCULO 76. COMPETENCIAS DEL MUNICIPIO EN OTROS SECTORES. Además de las establecidas en la Constitución y en otras disposiciones, corresponde a los Municipios, directa o indirectamente, con recursos propios, del Sistema General de Participaciones u otros recursos, promover, financiar o cofinanciar proyectos de interés municipal y en especial ejercer las siguientes competencias:

…

76.4.1. Construir y conservar la infraestructura municipal de transporte, las vías urbanas, suburbanas, veredales y aquellas que sean propiedad del municipio, las instalaciones portuarias, fluviales y marítimas, los aeropuertos y los terminales de transporte terrestre, en la medida que sean de su propiedad o cuando éstos le sean transferidos directa o indirectamente.

de Cundinamarca entre otros), lo anterior teniendo en cuenta que con el inicio de obra, las primeras actividades a realizar corresponden a demoliciones, por lo que es necesario que los espacios estén desocupados para poder llevar a cabo esta actividad.

Estas situaciones necesariamente han impactado la ejecución de obras civiles en este emplazamiento, y consecuencialmente en el porcentaje de avance del PDT previsto para el cumplimiento del hito 2.

4.1.2. MITÚ

Durante la fase de planeación se llevaron a cabo mesas de trabajo con el equipo ambiental de la Aerocivil a fin de cumplir con normatividad vigente en la materia. Resultado de esas reuniones, la Aerocivil informó a la UT RADCOL 2023 que el documento ambiental aplicable a esta Estación debía ser la adhesión al PMA del aeropuerto, teniendo en cuenta que el área donde se va a llevar a cabo la implantación se encuentra dentro del área concesionada.

En virtud de lo manifestado, la UT RADCOL 2023 mediante el oficio 33522S-048 de fecha 20/05/2024, radicó el documento ambiental de Mitú el cual fue observado por la Aerocivil a través de correo electrónico con el memorando 2024361030015190 Id: 1322265 de fecha 29/05/2024. Al respecto, la UT RADCOL 2023, realizó los ajustes respectivos y radicó el documento 33522S-066 por el cual se hizo entrega del documento ambiental de Mitú en su versión A1.

En sentido, y para seguir el debido proceso administrativo, la Aerocivil compartió oficio 2024261030021370 Id: 1357512 de fecha 3 de julio de 2024, en el cual el Grupo de Gestión Ambiental y Control de Fauna de la entidad, remitió a la CORPORACIÓN PARA EL DESARROLLO SOSTENIBLE DEL NORTE Y EL ORIENTE AMAZÓNICO oficio informando que en el sitio se adelantarán obras consideradas como cambios menores, por lo cual no se requiere de la expedición de nuevas licencias ambientales. En ese sentido, mediante dicho oficio, se pone en conocimiento de la Corporación citada la necesidad de adherirnos al PMA del aeropuerto.

Sin embargo, a la fecha no se ha obtenido una respuesta formal por parte de la Aerocivil por medio de la cual se indique que fue aprobada al adherencia al PMA del aeropuerto Fabio Alberto León, y que en consecuencia se cuenta con la habilitación de la entidad ambiental para ejecutar las actividades de obra y civil y sus derivados con instalación del sistema radar.

Los anteriores hechos relatados, se enmarcan necesariamente en el hecho de un tercero, el cual está imposibilitando la correcta ejecución del Plan Detallado de Trabajo, y fundamentan la necesidad de ampliar el plazo para este hito contractual, a efectos de obtener la respectiva autorización ambiental por parte de la entidad competente.

En virtud de lo manifestado en los párrafos precedentes, de manera respetuosa la UT RADCOL 2023 solicita se estudie la viabilidad de prorrogar el hito 2 del contrato, relativo a la entrega y aprobación del avance del suministro de las estructuras necesarias para la implementación de los sistemas de vigilancia, recibidas a satisfacción por la supervisión conforme a lo establecido en el Programa Detallado de Trabajo (PDT), de tal forma que por los impactos previamente narrados se puede trasladar el mes contractual en el cual se va a medir dicho avance, pasando del mes 8 al mes 10 contados a partir de la suscripción del acta de inicio.

5. RESUMEN MODIFICACIÓN CONTRACTUAL

Con base en los argumentos planeados previamente, en esta sección nos permitimos resumir de forma general la solicitud de modificación contractual, de la siguiente manera:

5.1. La actualización tecnológica aprobada.

En atención a la solemnidad del contrato estatal y el ejercicio pleno de la autonomía de la voluntad de las partes que previó desde la gestación del contrato posibles modificaciones – siempre para mejorar la prestación del servicio público – se requiere formalizar la actualización tecnológica que fue aprobada por la entidad y deberá ser plasmada en los documentos contractuales de tal manera que exista claridad respecto de las condiciones de tiempo, modo y lugar bajo las cuales se ejecutarán las obligaciones allí consignadas.

Por ello como primera medida, la actualización hace imperioso solicitar el reemplazo de las fichas técnicas de los radares PSR3D Banda S inicialmente ofertados, por las fichas técnicas de los radares PSR3D Banda L en virtud de la actualización aprobada por la entidad. Así mismo, resulta necesario modificar tanto en el Formato 8 “especificaciones técnicas”, como en el formato 10 “Ficha técnica” la cobertura del radar PSR 3D, pues en virtud de la actualización tecnológica, esta se amplió a 100/120 NM.

Finalmente, a propósito de abarcar cualquier ámbito del proyecto, será preciso establecer en una cláusula general que para efectos de interpretar el contrato y todos sus documentos anexos, así como para las pruebas FAT, SAT, PSAT, FSAT, OJT, PTT y demás actividades contractuales previstas en torno al radar PSR3D Banda S, deberá entenderse que se hace referencia al radar PSR3D Banda L, sobre el cual se ejecutará el contrato con fundamento en la actualización tecnológica.

5.2. Disminución de la altura de torres:

Conforme al amplio análisis técnico contenido en el presente documento, se solicita incluir dentro del modificatorio contractual, la reducción de altura de las torres autosoportadas para los emplazamientos de TMA Bogotá, Cali Puerto, y Mitú, pasando de ser de 35 metros

a 20 metros medidos desde la superficie del terreno; y para el emplazamiento de Leticia una reducción en el sentido de disminuir la altura de la torre pasando de ser de 35 metros a 25 metros medidos desde la superficie del terreno.

Al respecto se propone actualizar el formato 7, 8 y 10 del contrato en el cual se de precisión sobre la altura exigida, así como el respectivo valor de cada una de las torres.

5.3. Modificación del cronograma contractual:

Considerando los impactos que ha sufrido el cronograma inicialmente propuesto por cuenta de situaciones no previstas e inimputables a las partes, tal como fue expuesto, se solicita la modificación del mes en el cual se medirá el avance del suministro de la infraestructura necesaria para el funcionamiento del sistema, el cual está previsto para ser entregado en el mes 8 contado a partir de la firma de acta de inicio. Lo anterior, en atención a los hechos no atribuibles a las Partes y si a entidades administrativas tales como el Instituto de Desarrollo Urbano o la Corporación para el Desarrollo Sostenible Del Norte Y El Oriente Amazónico, por lo cual se requiere que dicha entrega de avance se realice en el mes 10 (9 de noviembre de 2024) contados a partir de la firma de acta de inicio, garantizando en todo caso, la entrega final de las estructuras en el mes establecido. En consecuencia, se propone modificar el numeral 32 (cronograma) del Formato 8.

Es preciso indicar que la presente solicitud de modificación contractual en todos sus apartes es respetuosa de la normativa aplicable, los principios que rigen la contratación estatal y los límites jurisprudencialmente previstos para la modificación de contratos. Encontrando que esta resultaría viable de cara a materializar los acuerdos que devienen desde la celebración del negocio jurídico y en tanto propende por satisfacer a plenitud las necesidades de la entidad.

6. ANEXOS:

6.1. Memorias de cálculo torre autosoportada a 20 metros.
6.2. Memorias de cálculo torre de autosoportada a 25 metros.
6.3. Análisis de coberturas de radares PSR 3D banda L.
6.4. Diseño y cimentación de torres autosoportadas.

Dichos anexos se encuentran en el siguiente enlace: MODIFICATORIO CONTRACTUAL 23001020 H2 LOTE 2

Por todo lo anterior, la UT RADCOL 2023 solicita a la Aerocivil se estudie la presente solicitud, teniendo en consideración los motivos expuestos y las dinámicas particulares que ha tenido la ejecución del contrato. Gracias por su atención y quedo atento a su pronta respuesta.

Atenta y respetuosamente,



JOSE FERNANDO QUINTERO VARGAS
Representante Legal
UT RADCOL 2023