FORMATO No.	FUERZA AÉREA COLOMBIANA	DIRECCIÓN DE INFRAESTRUCTURA
CONCEPTO TÉCNICO		
No.	FECHA: 05/2/2023	UNIDAD SOLICITANTE: GACAR

ANTECEDENTE

Se solicita mediante oficio No FAC-S-2023-049622-CI del 16 de marzo de 2023 / MDN-COGFM-FAC-COFAC-JEMFA-CODAF-JETIC-DITAE-SEDCO, visita técnica a la GACER, con el fin de evaluar el estado actual de la torre de control para apoyar con la estructuración técnica de mantenimiento mayor y consultoría.

ASUNTO

Visita técnica con el fin de verificar estado actual de la torre de control del GACAR.

CONSIDERACIONES

1. **Lugar y ubicación de la estructura a realizar concepto técnico:**

   1.1. Localización:



Imagen 1. Localización general

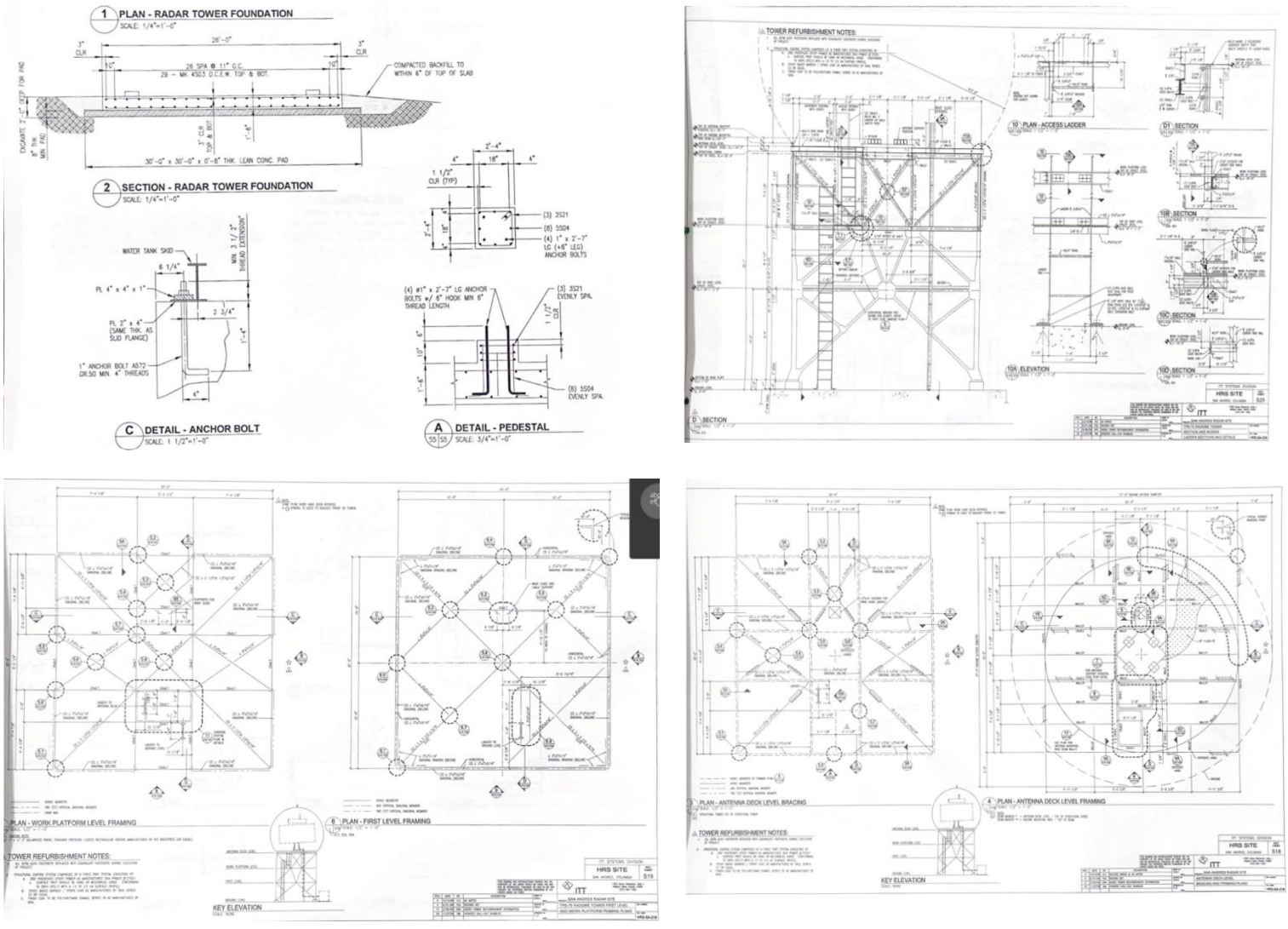
2. **Fecha de la visita**
   La visita técnica se realizó el día 27-12-2022
3. **Alcance de la visita**

Llevar a cabo inspección visual de la torre de radar del GAAMA, verificar el actual de la perfilería metálica de la torre, e identificar las patologías presentes en la estructura y su posible procedimiento de mitigación y conservación de la estructura metálica.

4. Aspectos observados:

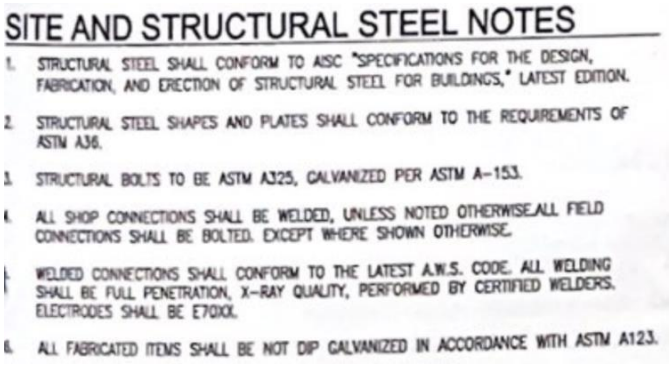
4.1. Descripción de actividades realizadas

4.1.1. Durante la visita realizada, se pudo tener acceso a registros planimétricos de la actual estructura los cuales se encuentran en el archivo del radar y se muestran algunos a continuación:



Planos 1: Planos encontrado en las instalaciones de radar

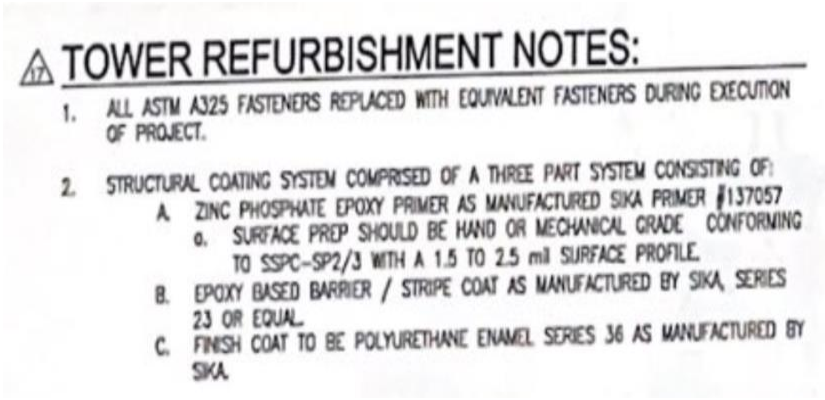
4.1.2. Dentro de los planos se logró evidenciar de igual forma los materiales, normas utilizadas y criterios para el diseño y construcción de la presente torre de radar como se muestra a continuación:



SITE AND STRUCTURAL STEEL NOTES

1. STRUCTURAL STEEL SHALL CONFORM TO AISC "SPECIFICATIONS FOR THE DESIGN, FABRICATION, AND ERECTION OF STRUCTURAL STEEL FOR BUILDINGS," LATEST EDITION.
2. STRUCTURAL STEEL SHAPES AND PLATES SHALL CONFORM TO THE REQUIREMENTS OF ASTM A36.
3. STRUCTURAL BOLTS TO BE ASTM A325, GALVANIZED PER ASTM A-153.
4. ALL SHOP CONNECTIONS SHALL BE WELDED, UNLESS NOTED OTHERWISE.ALL FIELD CONNECTIONS SHALL BE BOLTED. EXCEPT WHERE SHOWN OTHERWISE.
5. WELDED CONNECTIONS SHALL CONFORM TO THE LATEST A.W.S. CODE. ALL WELDING SHALL BE FULL PENETRATION, X-RAY QUALITY, PERFORMED BY CERTIFIED WELDERS. ELECTRODES SHALL BE E70XX.
6. ALL FABRICATED ITEMS SHALL BE NOT DIP GALVANIZED IN ACCORDANCE WITH ASTM A123.

Imagen 1: Materiales utilizados para el diseño y construcción de la torre de radar



⚠17 TOWER REFURBISHMENT NOTES:

1. ALL ASTM A325 FASTENERS REPLACED WITH EQUIVALENT FASTENERS DURING EXECUTION OF PROJECT.
2. STRUCTURAL COATING SYSTEM COMPRISED OF A THREE PART SYSTEM CONSISTING OF:
   - A. ZINC PHOSPHATE EPOXY PRIMER AS MANUFACTURED SIKA PRIMER #137057
     - a. SURFACE PREP SHOULD BE HAND OR MECHANICAL GRADE CONFORMING TO SSPC-SP2/3 WITH A 1.5 TO 2.5 mil SURFACE PROFILE.
   - B. EPOXY BASED BARRIER / STRIPE COAT AS MANUFACTURED BY SIKA, SERIES 23 OR EQUAL.
   - C. FINISH COAT TO BE POLYURETHANE ENAMEL SERIES 36 AS MANUFACTURED BY SIKA.

Imagen 2: Notas de diseño para la aplicación de recubrimiento de todos los elementos de la torre de radar



DESIGN LOAD NOTES

THE FOLLOWING IS A SUMMARY OF DESIGN CRITERIA FOR THE CBRN SITE 2. SEE SEPARATE CONTRACT DOCUMENTS FOR ADDITIONAL SPECIFICATIONS.

DESIGN LOADS

THE TOWER HAS BEEN DESIGNED FOR THE FOLLOWING LOADING IN ACCORDANCE WITH APPLICABLE CONTRACT DOCUMENTS:

LIVE LOADS	TOTAL AREA LOADS	INDIVIDUAL MEMBER LOADS
1. ANTENNA DECK	50 PSF	60 PSF
2. WORK PLATFORM	50 PSF	60 PSF

SNOW / ICE LOADS	
1. SNOW LOAD ON ANT. DECK	40 PSF
2. BUILT-UP CLEAR ICE (56 PCF)	1 /2 - IN THK.

WIND	
1. BASIC WIND SPEED (EWS)	80 MPH
2. SURVIVAL WIND SPEED	125 MPH
3. BUILDING CATEGORY	III
4. IMPORTANCE FACTOR (I)	1.11
5. EXPOSURE CATEGORY	C

ANTENNA (AN/TPS-70)	
1. ANTENNA WRIGHT	4600 LBS
2. ECCENTRIC MOM. (OPERATING)	95000 IN-LBS
3. ECCENTRIC MOM. (NON-OPER.)	87000 IN-LBS

RADOME (ESSCO MODEL 527-83)	80 MPH	125 MPH
1. RADOME WEIGHT, LBS	2937	2937
2. NETT LIFT, LBS	5914	11842
3. DRAG, LBS	5552	9291
4. OVERTURNING MOM., FT-LBS	57904	95339

NOTES:
SOME DRAWINGS FOR THIS SITE HAVE BEEN REDRAWN/CHANGED FOR CLARIFICATION AND STANDARDIZATION OF DETAILS WHICH WERE SHOWN ON PREVIOUS SITE DRAWINGS.

PLEASE NOTE REFERENCE AND DATE ON INDIVIDUAL DRAWINGS.

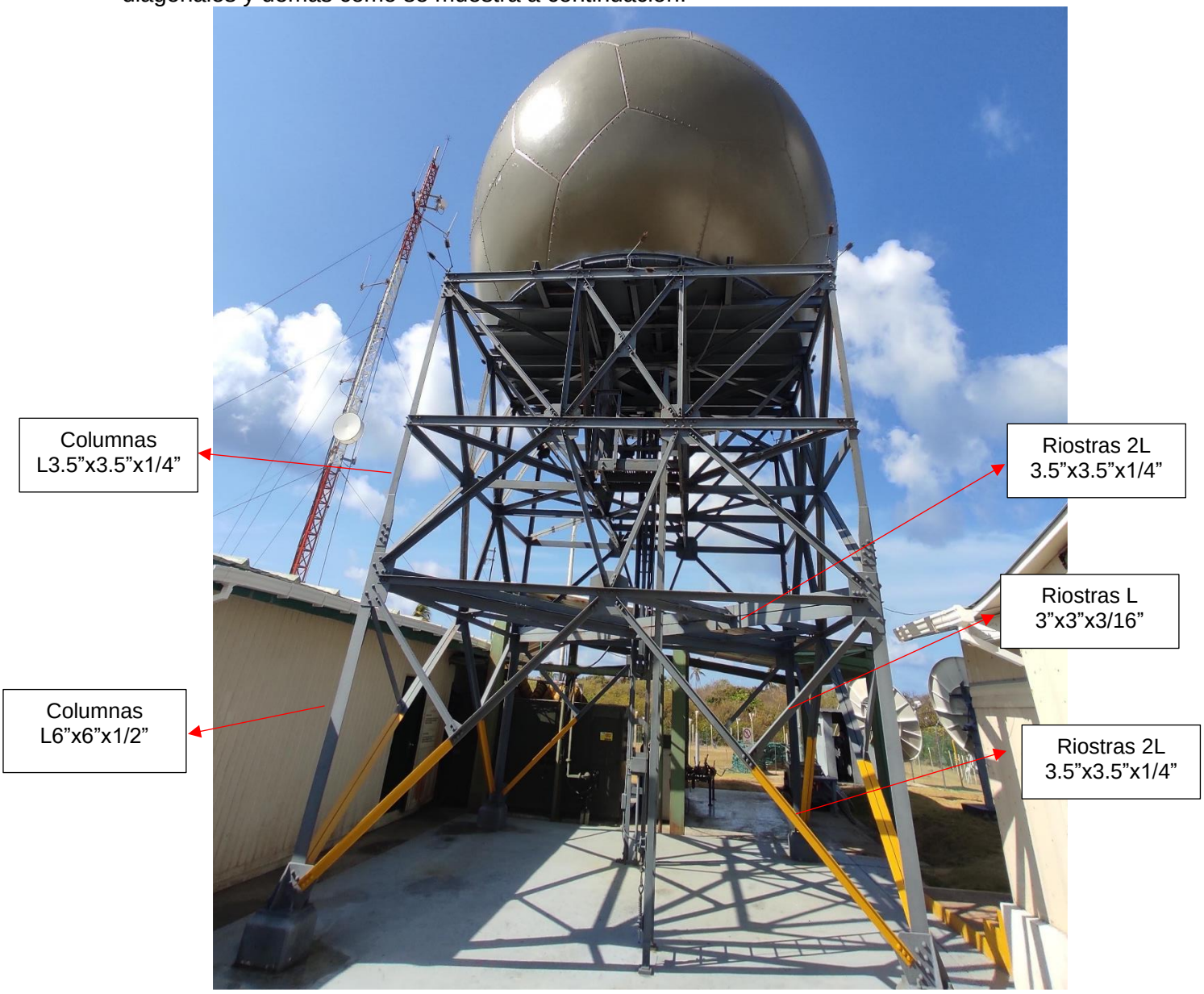
Imagen 3: Notas de diseño para calculo estructural de la torre de radar

4.1.3. Se realiza la verificación de la perfilería existente, contrastando la información con los planos con la estructura existente y se toman medidas de la periferia como se muestra a continuación:

		
Fotografía 1: Verificación de medidas de platina de anclaje de columnas de la estructura.	***Fotografía 2: Verificación de dimensiones de pedestal para soporte de la estructura.***	***Fotografía 3: Verificación de pernos de anclaje de la estructura en el pedestal.***

		
Fotografía 4: Se corrobora el calibre de la perfilería.	***Fotografía 5: Se verifica perímetro de las secciones compuestas de la estructura.***	***Fotografía 6: Se verifica el espaciamiento ente pernos en las conexiones.***

4.1.4. Se realiza la verificación de los elementos que conforman la estructura como perfilería vertical y horizontal, diagonales y demás como se muestra a continuación:



Fotografía 7 Elementos de la torre de radar

Se obtiene información de que el ultimo mantenimiento realizado a la torre fue en diciembre de 2021, llevando a cabo actividades tales como:

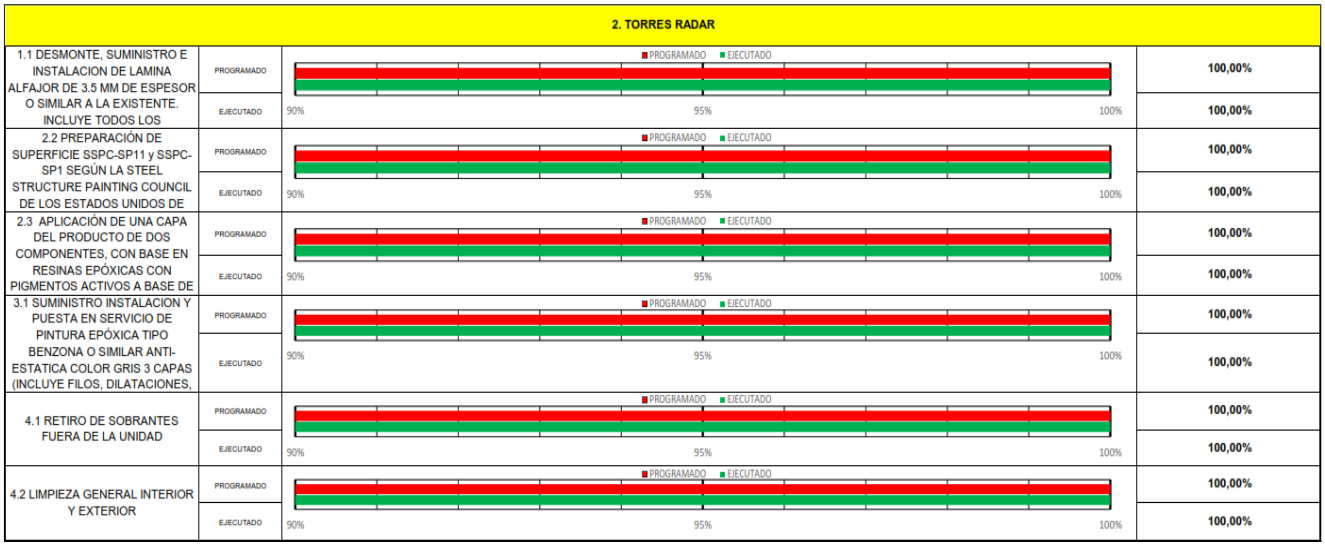


Imagen 4 Actividades de mantenimiento realizadas en la estructura de la torre de radar a finales del 2021.

No Obstante, aunque las actividades de mantenimiento prolongaron la vida de la estructura y la protegieron, durante la visita logro evidenciar lesiones por agentes biológicos, químicos o mecánicas.

- Para el caso de las lesiones de origen biológico se debe tener en cuenta que por localización de la infraestructura esta se ve afectada por bacterias, hongos y algas microscópicas que se alimentan del metal y afecten la misma, lo que puede resultar en una aceleración de los procesos de corrosión.

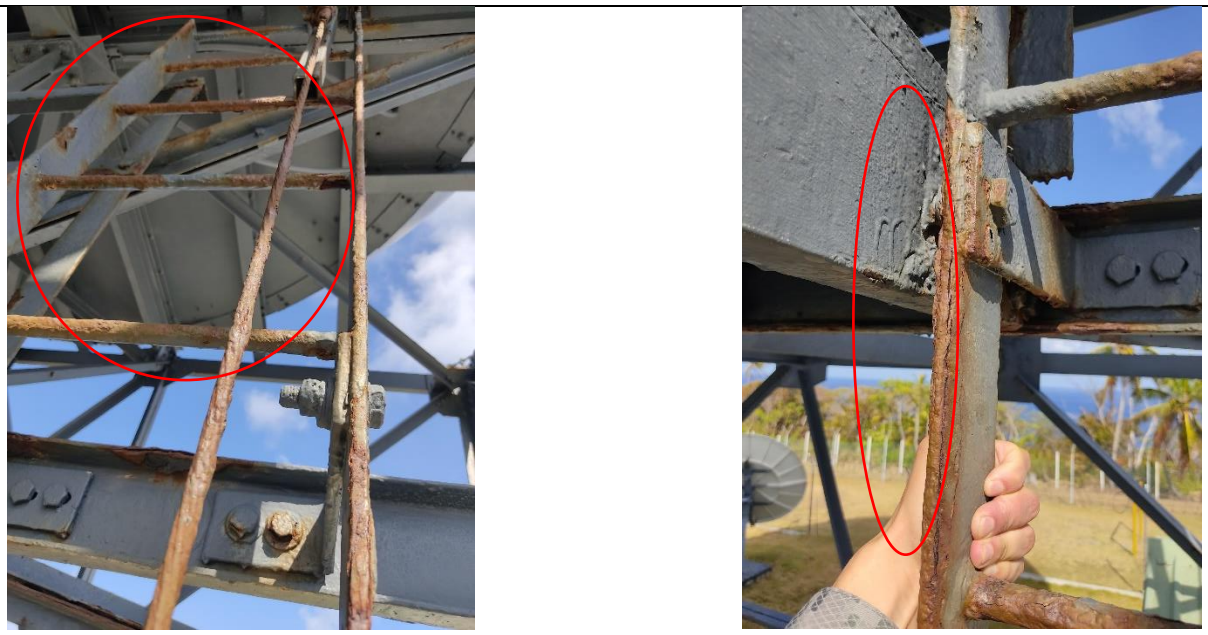
- Cuando se trata de lesiones químicas, las cuales son las patologías más frecuentes en las estructuras metálicas, estas son causadas por la exposición del material a ambientes húmedos, lo cual se puede observar en el siguiente registro fotográfico, en el cual la integridad de los elementos de la estructura en cuestión ha sido afectada por un proceso corrosivo.

Por lo anterior:



Fotografía 8 Daño presente en pernos, platinas y secciones de perfilería

- Se logra evidenciar el deterioro continuo que se ha presentado en elementos como platinas, pernos y sección de perfil.



Fotografía 9 Daño presente en escalera de acceso y línea de vida para ascenso

- Se logra evidenciar proceso de lajacion y oxidacion en los elementos que confinan los peldaños de la escalera, oxidacion a lo largo de la linea de vida para el acenso y decenso del personal y perdidad deseccion por oxido y lajacion en cada uno de los peldaños de la escalera de acceso.



Fotografía 10 Daño presente en pernos

- Se logra evidenciar proceso de oxidacion en pernos, tuercas y perdida de seccion en las conexiones de la estructura.



Fotografía 11 Daño presente en platinas y perfilería metálica

- Se logra evidenciar oxidación en las platinas de conexión de soporte de la torre, y en los elementos como vigas de soporte para la planta N°2.

- Por otra parte, si se trata de lesiones provocadas por factores mecánicos, como la fatiga o las deformaciones excesivas debido a cargas de trabajo, no se pudo encontrar evidencias de daños que puedan sugerir una falla mecánica en la estructura. Esto indica que es probable que la estructura no vaya a presentar fallas en su integridad por acciones mecánicas.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Teniendo en cuenta lo indicado anteriormente, se concluye:

- Se debe realizar un mantenimiento consistente en:

A. Para preparar la superficie, se utilizará un método de limpieza abrasiva de acuerdo con la norma SSPC de la Steel Structure Painting Council de los Estados Unidos (por ejemplo, SSPC-SP6, SSPC-SP10, SSPC-SP5, etc.). El objetivo de este proceso es conseguir una superficie limpia con un acabado de grado comercial, eliminando por completo cualquier tipo de contaminante presente en la superficie como aceite, grasa, suciedad, cascarilla de laminación y otras impurezas.

B. Después de completar este proceso de limpieza, es necesario llevar a cabo una revisión junto con el contratista de la obra, un patólogo y un asesor estructural para identificar los perfiles, platinas, pernos y otros elementos que necesiten ser sustituidos. Esto es importante ya que el proceso de preparación puede revelar cualquier daño o afectación que haya disminuido la capacidad de estos elementos, lo que puede requerir su reemplazo para garantizar la seguridad y el rendimiento adecuado de la estructura.

C. Para el proceso de aplicación de pintura se recomienda seguir lo siguiente:

- Se debe aplicar una imprimación de acuerdo con las especificaciones del fabricante de la pintura y del proyecto. Se puede utilizar una imprimación epoxi de dos componentes o una imprimación de zinc de dos componentes para lograr una protección adecuada contra la corrosión.

- La aplicación de la pintura se debe realizar de acuerdo con las especificaciones del fabricante y del proyecto. Se pueden aplicar varias capas de pintura utilizando un método de pulverización, brochado o rodillo.

- Se recomienda la utilización de pinturas del siguiente tipo:
  - Pinturas epoxi de dos componentes: Estas pinturas ofrecen una excelente protección contra la corrosión, y son altamente resistentes al agua salada y a los rayos UV. También tienen una buena adherencia y durabilidad.

  - Pinturas de poliuretano de dos componentes: Estas pinturas también ofrecen una excelente resistencia a la corrosión y a la exposición al ambiente marino. Son altamente resistentes a la abrasión, y tienen una buena retención de brillo y color.

  - Pinturas de zinc: Las pinturas de zinc pueden ser una buena opción para estructuras metálicas en ambientes marinos, ya que ofrecen una excelente protección contra la corrosión. Se pueden aplicar como imprimación o como capa final, y proporcionan una barrera protectora efectiva contra la humedad y los productos químicos.

  - O en su defecto se sugiere solicitar el asesoramiento de expertos en la selección de materiales y procesos para llevar a cabo este curso de acción. Se pueden buscar asesorías de firmas especializadas como SIKA, BASF u otra empresa proveedora de materiales para intervenciones similares.

- Después de la aplicación de la pintura, se deben realizar pruebas y evaluaciones para asegurarse de que se ha logrado la calidad y durabilidad requerida. Se debe realizar una inspección visual para detectar cualquier imperfección y se pueden realizar pruebas de adherencia, espesor y dureza de la pintura.

D. Se debe tener en cuenta que, durante el proceso de preparación y sustitución de elementos estructurales, es posible que se requiera la instalación de apuntalamientos para garantizar la estabilidad y seguridad de la estructura.

Por otra parte, se recomienda que con el fin de evaluar a profundidad el estado de la estructura, realizar por parte de la unidad, la estructuración de un proceso de estudio de patologías y vulnerabilidad sísmica y/o reforzamiento estructural, modelamiento matemático entre otros.

Después de realizar el estudio correspondiente, el consultor determinará el nivel de riesgo de la estructura, identificará las causas subyacentes de las patologías halladas y sugerirá el tipo de intervención necesaria, como reforzamiento o recuperación, entre otras opciones. Además, como parte del informe patológico, se entregará un desglose de los costos de la intervención propuesta y los planos constructivos correspondientes.

Otros aspectos contenidos en el presente informe:

		
Fisura por expansión de acero en el acero	Fisura por expansión de acero en el acero	Acero afectado por agentes bilógicos y químicos

Como primera instancia se desconoce el material del cual está conformado la viga en voladizo (Concreto y acero de refuerzo)

Dentro de lo que se realiza en los estudios de patología se evalúan cuatro factores que inciden en las estructuras como lo son el fisco, químico, biológico y mecánico.
Para este caso en particular se llevó a cabo una inspección de verificación en una viga en voladizo ubicado en el auditorio de la UMA, logrando evidenciar presenta grietas en la parte inferior; lográndose evidenciar que el acero de refuerzo del elemento se encuentra expuesto a la intemperie y se ve afectado por agentes biológicos y químicos, por lo que se encuentra lajas de oxido, perdida de sección y muy posiblemente perdida de las características iniciales del acero de refuerzo y del concreto de recubrimiento.

Considerando los puntos anteriores, se puede dar un diagnóstico preliminar en el sentido de establecer que los desprendimientos pueden estar asociados a efectos físicos o químicos que originan el deterioro del acero de refuerzo. Y para el caso asociado a efectos físicos están relacionados con problemas internos en la humedad del concreto, cambios de temperatura y cambios en la masa endurecida.

Por otro lado, para el caso asociado a efectos químicos, es posible la presencia de carbonatación (la cual pudo generar micro fisuras en el concreto desprotegiendo el acero de refuerzo, lo cual se traduce en un proceso de corrosión que genera presiones internas que causan desprendimiento del concreto), entre otras.

Recomendaciones:
Por lo anterior en mención se recomienda realizar la demolición de este elemento, el cual debe incluir tanto el área transversal como longitudinal que soporta (área aferente) esta viga en voladizo.

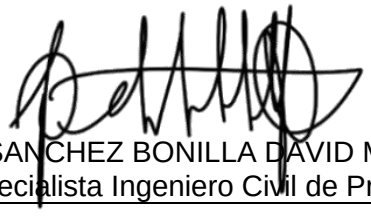
Para llevar a cabo el proceso de demolición, se debe comenzar apuntalando los elementos adyacentes, como vigas y viguetas del área adyacente que no se van a intervenir, para evitar la caída, fisuras o daños que puedan ocasionarse durante la intervención.

Seguido de lo anterior se comienza realizando la demolición del área de la placa de cubierta, viga perimetral, y desmonte de elementos de bajantes y aguas lluvias, y limpieza de las áreas donde se va a anclar el acero nuevo.

Posterior a lo anterior se deben realizar perforaciones en el área donde se eliminó la viga y ubicar los anclajes con epoxi o cualquier otra resina permita la instalación de los anclajes en los lugares donde se proyectaba la viga en voladizo.

Se recomienda que las dimensiones y el acero utilizados para reparar esta sección de la cubierta deben corresponder con las mismas que se encuentran en el lugar, es decir, diámetro, cantidad y separación entre flejes, así mismo debe cumplir el nuevo elemento con la NSR-10.

ELABORO



ST SANCHEZ BONILLA DAVID MARCEL
Especialista Ingeniero Civil de Proyectos