

Degradación en losa de hormigón en unidad COKER: Inspección, control y mantenimiento.

Jose Massano, Raízen Argentina, Jose.Massano@raizen.com.ar

Sinopsis:

“El trabajo a presentar es el resultado de un proceso de inspección, análisis técnico, gestión del riesgo, desarrollo de ingeniería específica y ejecución para lograr la resolución de un problema estructural complejo detectado en la losa de soporte de las cámaras de corte del COKER.

En la disertación se buscará compartir la experiencia de todos los puntos antes mencionados que nos llevaron a solucionar la amenaza de una forma segura y evitando afectaciones a la operación normal de la unidad.

Resumidamente, en el año 2018 durante una Inspección General (parada de planta) de la unidad se detectó que, debido a la degradación de la losa de apoyo por el avance de la corrosión de las armaduras internas del hormigón armado, se generó una inclinación del equipo, el cual pesa 250Tn, dado que se había afectado parte de la superficie de apoyo del mismo.

En ese momento se realizó la reparación de la losa de una de las cámaras y surgió como desafío el análisis de la estructura de soporte de la cámara contigua. Este proceso el que se desea presentar, y el cual a modo de resumen lo dividimos en las siguientes tareas:

- Se analizaron las características físicas y químicas del hormigón armado que forma la estructura de soporte de las cámaras.
- Se determinó secuencia de inspecciones con una frecuencia establecida para ir analizando el avance de la degradación y lograr predecir o estimar el tiempo en el cual la situación se volvería crítica, permitiéndonos planificar la reparación para que sea un mantenimiento predictivo en lugar de correctivo como nos sucedió en el 2018.
- Se desarrolló un análisis técnico y en base a los resultados del mismo un plan de acción.
- Se plantearon de diversos escenarios y en virtud del resultado de cada uno de ellos de forma multidisciplinaria se fue determinando el camino a tomar.

Finalmente, la ejecución de las tareas se dividió en varias etapas y en el 2021 se terminaron todas las tareas asociadas para lograr solucionar el problema detectado y generar una reparación de calidad para brindarle a la unidad confiabilidad en la operación.”

Introducción

El objetivo del presente documento busca explicar cómo se logró resolver un problema estructural complejo surgido por la degradación de una losa de Hormigón Armado, la cual soporta las cámaras de corte de la unidad COKER de la Refinería Buenos Aires.

Para tener un panorama completo de lo que se busca presentar en este informe debemos comenzar por desarrollar una pequeña cronología de los hechos sucedidos. Comenzando en el año 2018, cuando se realizó una Inspección General de la unidad de COKER, perteneciente al sector de Craqueo Térmico.

Explicado muy básicamente en las unidades de Craqueo Térmico se obtienen fracciones más livianas a partir de Short Residue, mediante reacciones de craqueo. El parámetro que define las reacciones de craqueo térmico es la severidad (condiciones de presión y temperatura) a la que se realizan. En el COKER, la severidad es mayor, obteniendo mayores rendimientos en productos livianos, pero generando carbón coke.

Durante la IG (IG = Inspección General) se realizan todo tipo de tareas para darle la confiabilidad que la unidad requiere para alcanzar una nueva corrida hasta la próxima intervención. Por lo tanto, en la mayoría de los casos se ejecutan trabajos que no se pueden llevar adelante con la unidad en servicio.

Volviendo a nuestro caso de estudio, en noviembre de 2018, durante la parada de planta COKER por Inspección General, y ejecutando el trabajo de renovación de lanza de corte de la cámara V-101B, se detectó una gran desalineación entre la estructura de la lanza y dicha cámara en el nivel +68.00. Esta significativa diferencia haría que el corte se ejecutase descentrado, pudiendo poner en riesgo el proceso e incluso algunos equipos.

La cámara de corte taggeada V101B posee una pollera metálica de apoyo que transmite todo su peso sobre una losa de hormigón armado de 1780mm de espesor. A su vez, se vincula a la misma por medio de 12 anclajes distribuidos radialmente y equidistantes.

La descarga del producto hacia los silos es a través de un cono inferior a la cámara, éste atraviesa la losa por un hueco con forma de octógono, a continuación, una simplificación del funcionamiento:

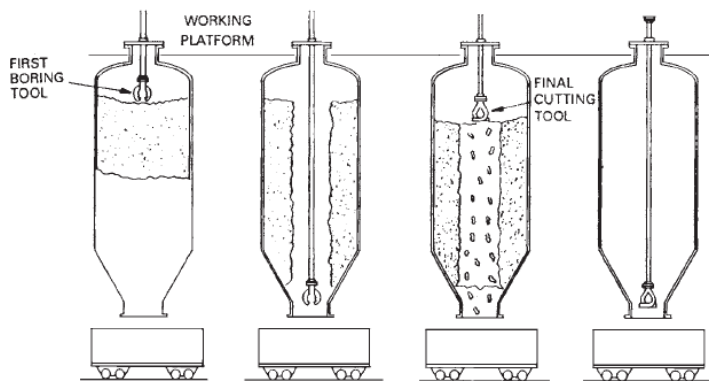


Imagen 1: Esquema simplificado de corte en cámara

Vista en corte de nuestra cámara de corte y en el que se puede ver la pollera de apoyo, la válvula inferior, la losa de H°A° (Hormigón Armado) y el hueco que se forma:

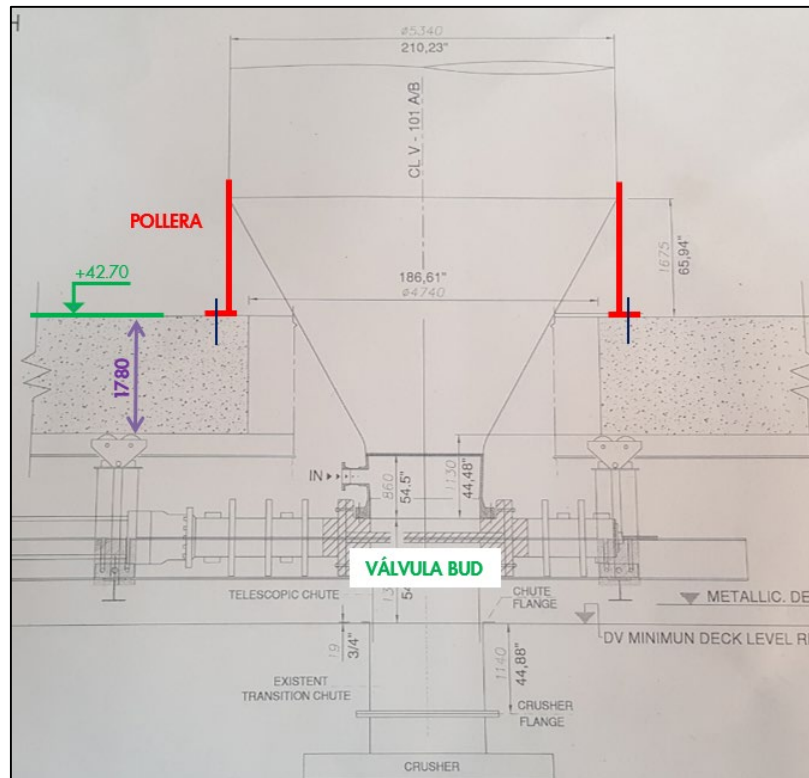
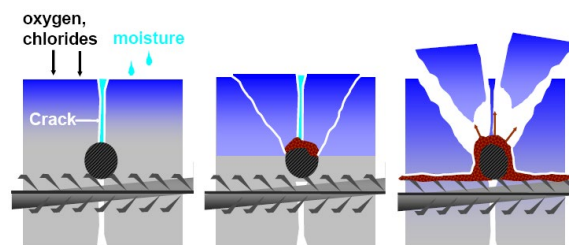


Imagen 2: Vista en corte de la cámara V101A/B

A raíz de la falta de alineación detectada se decidió retirar aislación y despejar la zona del apoyo, en el nivel +42.70, para inspeccionar si en ese sector teníamos problemas que pudieran dar con la inclinación de la cámara.

En base a las inspecciones que se realizaron desde los diferentes niveles de la losa y más precisamente en el sector de apoyo entre la cámara V101B y estructura se determinó que esta última se encontraba deteriorada generando una inclinación en la cámara.

Investigando a través de consultas en foros y grupos de la industrial si alguna vez había sucedido algo similar en otra planta COKER, se contactó a dos empresas de ingeniería (ambas extranjeras) que habían trabajado alguna vez en casos como este. Nos comentaron que la causa raíz del daño en la losa de hormigón es química, debido **la combinación del material fino pulverulento del ambiente de la planta, el agua y los ciclos de temperatura.**



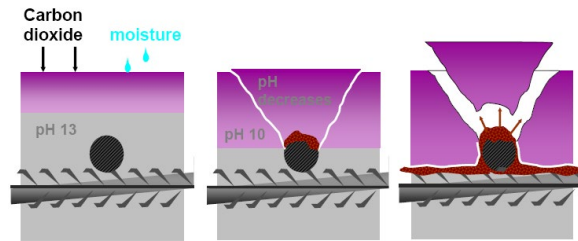


Imagen 3: Ilustración del proceso de afectación de las estructuras de Hormigón Armado

El deterioro observado resulta más probable en plantas que funcionan con apertura de cámara manual, por lo tanto, este dato nos dio el indicio de que seguramente la mayor contaminación del hormigón de la losa se produjo antes de la implementación del sistema hidráulico de apertura y cierre de las válvulas BUD y TUD. Dicho efecto, una vez iniciado, continuó avanzando exponencialmente en el tiempo.

Todos estos factores son los que aceleraron los procesos que fueron dañando la estructura y generando que en los puntos de apoyo de las cámaras se vayan deteriorando y debido a esto se pierda la verticalidad de la misma.

En ese momento se formó un equipo dedicado a la resolución de este hallazgo y el mismo consiguió reparar la estructura de apoyo de la cámara para poder volver a tener a la unidad funcionando correctamente.

Ahora, el desafío se plantea para ejecutar la reparación de la cámara continua, la cual también se percibió con una degradación avanzada debido al daño exponencial antes mencionado.

Este trabajo buscar centralizar la atención en el proceso que se realizó para llegar al objetivo de solucionar la amenaza encontrada en la cámara continua y llevar a cabo una reparación exitosa de manera segura y sin afectaciones a la operación de nuestras plantas, pero sin dejar de lado el problema estructural detectado, la ejecución poco convencional que se utilizó para resolverlo y todo esto inmerso en el complejo marco sanitario que se desarrolló debido a la pandemia, lo cual generó que toda esta tarea sea mucho más desafiante.

La importancia de hacer hincapié en este desarrollo es poder plasmar el excelente resultado que se obtuvo luego de un trabajo en equipo en el cual se incluyeron diversas etapas y en las que participaron distintos actores de distintos sectores tanto de seguridad, técnico, operativo, económico, de ejecución, etc.

Desarrollo

Luego de esta pequeña introducción y generando el marco de referencia necesario para entender en qué situación nos encontrábamos vamos a detallar el proceso que llevamos a cabo para frenar la degradación en la losa de soporte de la cámara de la unidad COKER.

Para ello vamos a explyarnos en varias aristas principales:

1. Análisis estructural.
2. Inspecciones y análisis técnico de lo observado.
3. Gestión de riesgos y planes de acción
4. Escenarios posibles
5. Ejecución

Análisis estructural

Partiendo por el análisis estructural, se tomaron los datos de los ensayos realizados en la estructura de soporte, los cuales se utilizaron para evaluar el estado actual del hormigón y armaduras afectados, se realizaron distintas tareas, estudios en obra y en laboratorio, con el soporte del Instituto Tecnológico del Hormigón (ITH).

Se extrajeron testigos y muestras para la ejecución de ensayos físicos y químicos. Entre ellos:

- Profundidad de carbonatación;
- Ensayo a compresión;
- Análisis químico sobre muestras de hormigón;
- Observación mineralógica y petrográfica;
- Análisis termogravimétrico diferencial comparativo;
- Ensayo a tracción;
- Análisis químico sobre los productos de corrosión de barras de acero.

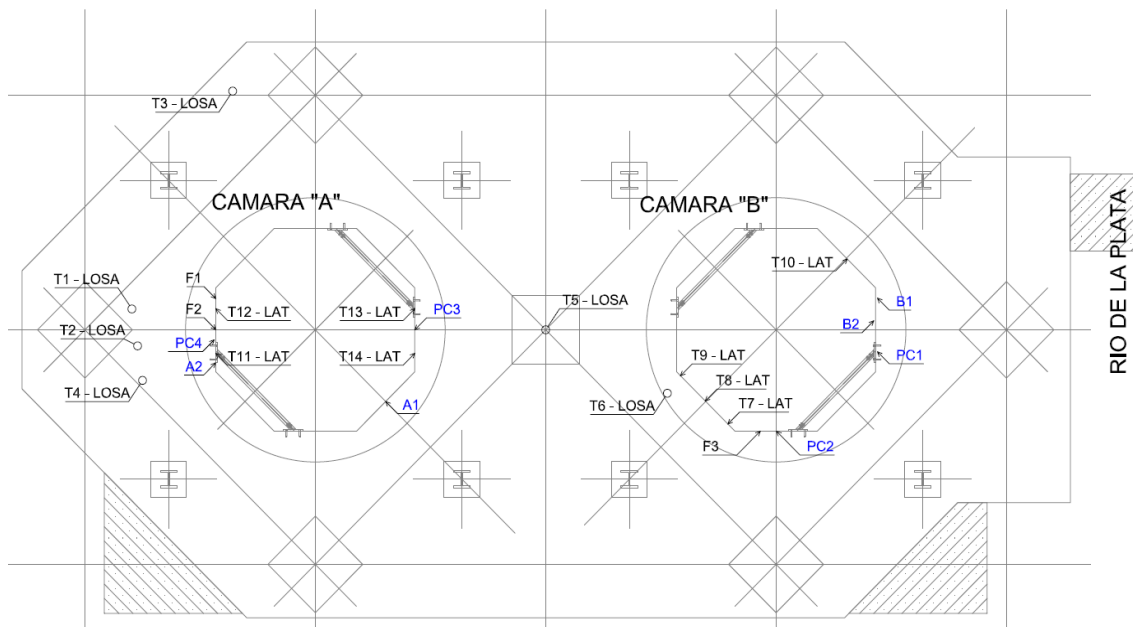


Imagen 4: Mapa de muestreo realizado en 2018

En esta oportunidad se utilizaron todos los resultados que involucran a la cámara V101 A, los cuales mostraron que en general la afectación de la losa debía considerarse localmente intensa en proximidades de las cámaras, neutralizándose a distancias de aproximadamente 0,50 m de sus bordes. Tanto el hormigón como las armaduras ubicadas a distancias menores estaban afectados en mayor o menor medida, produciéndose en numerosos casos la desintegración total y hasta la desaparición de dichos materiales, lo cual dio origen a la falta de sustentación en zonas puntuales de la cámara provocando su inclinación.

Las reducciones de sección en las armaduras que al momento de efectuarse los muestreos se encontraban expuestas o solo parcialmente empotradas, así como la alteración de las capas exteriores de hormigón de los bordes de losa, indicaron la necesidad de su retiro hasta profundidades que aseguren la existencia de un sustrato sano, firme y resistente, y el posterior reemplazo de dichas secciones afectadas.

Con el objetivo de verificar la capacidad portante de la losa apoyo de las cámaras, se realizó un cálculo numérico. Este trabajo fue realizado en conjunto con el ITH.

Se modeló la losa mediante el uso de dos programas de elementos finitos: *SAP 2000 “Linear and nonlinear static and dynamic analysis and design of three dimensional structures”* y *CYPECAD*. Los datos de entrada fueron tomados de planos y memorias de cálculo de la estructura de hormigón y de la cámara.

En todos los casos las cargas originadas por ambas cámaras se distribuyen sobre el borde de los octógonos de apoyo.

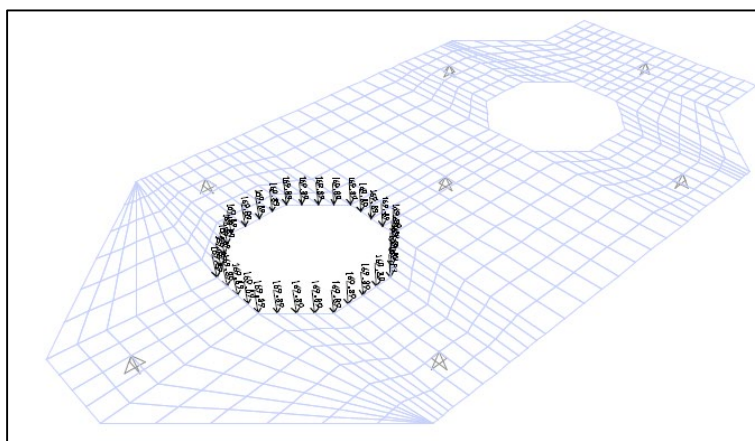


Imagen 5: Cargas en programa de elementos finitos

Inspecciones y análisis técnico de lo observado

Con toda esta información, se entendió que debían realizarse inspecciones visuales del estado del sector de apoyo de la pollera de la columna, debido a que la estructura no corría ningún peligro y que la condición de riesgo se estaba dando por el deterioro puntual de la losa de Hormigón Armado.

Se determinó que la frecuencia de las recorridas debía ser mínimamente cada 4 meses para poder ir registrando el avance de la degradación y de esta forma otorgar una estimación de tiempo de operación sin mayores conflictos y adicionalmente ir armando todos los preparativos para la ejecución de esta tarea de gran complejidad.

En cada una de las revisiones realizadas se efectuó una recorrida de toda la zona de apoyo de la cámara V101 A, primero desde el nivel de circulación sobre losa (+42,70), luego desde el nivel inferior (+39,00) de la cámara, por sobre la válvula Slide Valve BUD y por último en el nivel +68,00 para relevar la ubicación de la lanza en la cual se observaban diversos puntos:

- Pernos de anclaje
- Placa de apoyo y pollera del equipo
- Anclajes de válvula BUD
- Superficie de la losa inspección superior
- Superficie de la losa inspección inferior
- Paredes interiores del octógono
- Alineación de la lanza de corte
- Nivelación de la válvula BUD

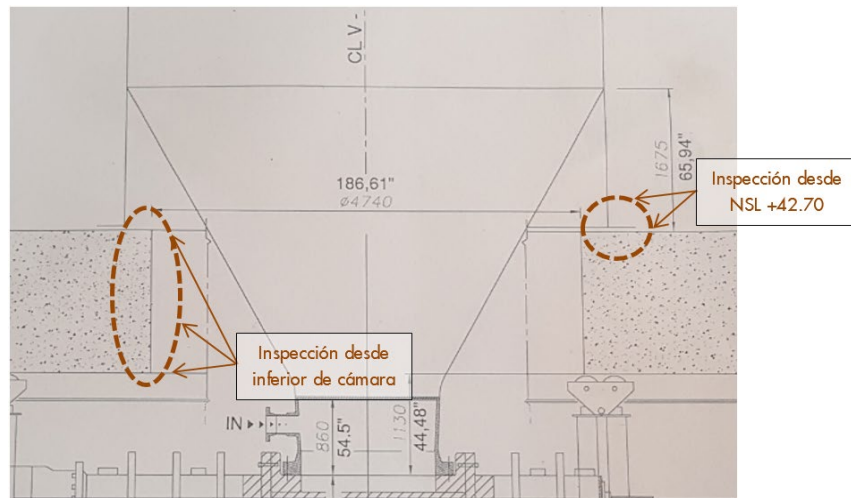


Imagen 6: Ubicación de sectores inspeccionados

Adicionalmente a los sectores indicados en la foto, en el nivel +68,00 se midió la alineación de la lanza de corte.

Cuando realizamos las inspecciones en la parte inferior de la cámara nos encontramos con un avanzado deterioro de la losa. Había armadura expuesta, deteriorada y desprendimiento de bloques de hormigón.

Estas anomalías redujeron la superficie de apoyo. También detectamos una significativa pérdida de espesor por corrosión en sectores de la placa de descanso de la pollera (annular plate).



Imagen 7: Pared interior de losa de soporte



Imagen 8: Pared interior de losa de soporte



Imagen 9: Pared interior de la losa de soporte

Observando desde el nivel superior de losa, identificamos grandes deformaciones en el anular plate, anclajes desajustados, deformados y cortados.

Debido a este deterioro, se confirmó que la razón de la desalineación hallada se debía a que la cámara ya no se encontraba en su posición original. Para entender el grado de inclinación de la cámara, relevamos niveles alrededor de la pollera en toda la vuelta, comparándolos con el nivel de diseño. Encontramos que en la zona Noroeste había un importante descenso, de hasta 4cm en algunos puntos. Estos resultados nos plantearon la imposibilidad de operar en esta condición sin antes realizar un estudio y análisis del caso.

En el nivel +68 se observó la alineación de la lanza de corte con respecto a la cámara V 101 A.

Se analizó la ubicación de la lanza respecto del centro de la cámara, tomando distancias desde los filos interiores y exteriores en la boca de acceso.



Imagen 10: Lanza de corte

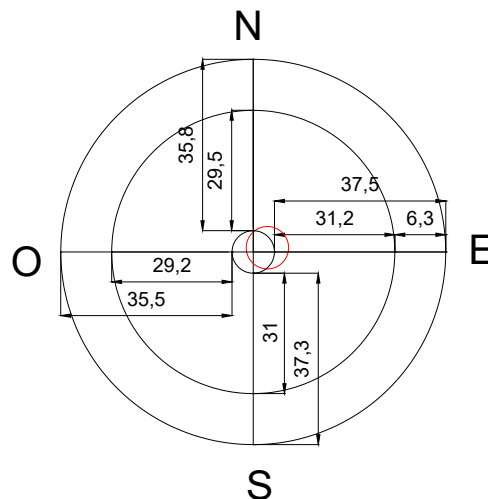


Imagen 11: En rojo es ubicación de la lanza de corte

Para cada uno de los elementos detallados se materializó un análisis de criticidad definiendo el nivel de daño que cada uno de los mismos presentaba y con esto se fue consolidando el historial del activo, para ir documentando los avances del proceso de degradación.

Este análisis de criticidad está basado en las recomendaciones que brinda Shell y siguiendo los lineamientos que ellos indican, de modo de obtener resultados que siempre se analizaron bajo el mismo marco de referencia para evitar que interpretaciones personales puedan afectar el resultado final de la inspección.

Referencias

Daño	Costos de mantenimiento	Actividades de mantenimiento
Mínimo	Bajo costo de mantenimiento	Investigar los primeros signos de deterioro, establecer la causa de los defectos y llevar a cabo la limpieza preventiva
Moderado	Medio costo mantenimiento	Investigar la magnitud de los daños o el deterioro. Realizar las reparaciones puntuales.
Severo	Alto costo mantenimiento	Investigar el alcance y la causa del daño o deterioro. Reparaciones mayores
Extremo	Se debe considerar la alternativa de sustituir el sistema.	Reformas importantes

Tabla 1: Tabla de referencias de daños

A partir de este historial que se fue generando es que se comenzó a obtener un horizonte de ejecución, pudiendo ir determinando el grado de avance de la amenaza y así empezar a formalizar los planes de acción y gestión del riesgo.

Planes de acción y gestión del riesgo

Con el objetivo claro de lograr realizar la reparación estructural antes de que se vea afectado algún activo de la unidad se idearon varios planes de acción para poder alcanzar nuestra meta, cada uno de ellos fue presentado desde la especialidad y discutido con los demás sectores de la organización, como son SSMA, Operaciones, Planificación de Paradas de Planta, Mantenimiento, etc. En cada uno de los encuentros con los diversos departamentos se fue puliendo y mejorando nuestro plan y gestionando de mejor manera el riesgo.

Finalmente, generamos el plan deseado y aprobado por todo el equipo, el mismo dividía las tareas a realizar en dos (2) etapas, en la primera se realizaron todas las tareas mecánicas sobre la cámara V101A necesarias para luego realizar las tareas de reparación civil.

Con este plan cada etapa se desarrolló durante una Parada de Planta de limpieza (IL), las cuales son de menor extensión y complejidad, sin afectar el normal desarrollo de estas, evitando así un incremento en el tiempo de parada de la unidad.

El plan comenzó a ejecutarse en la IL del año 2020 y se finalizó en la IL 2021, con lo cual a todos los factores antes vistos nos vimos obligados a sumarle la afectación que produjo la situación sanitaria que vivimos debido al COVID-19, generando un desafío extra a todo lo antes planificado.

Escenarios posibles

Ahora bien, comenzado nuestro plan de acción para la resolución del problema detectado se tuvo que tener en cuenta que el proceso de degradación explicado anteriormente era un problema en continuo avance y al que necesitábamos seguir mirando e inspeccionando para registrar los cambios y evitar que algo nos sorprenda y nos obligue a cambiar repentinamente nuestro plan de acción, para ellos se fueron desarrollando diferentes escenarios posibles, desde el ideal y deseado, en el cual seguíamos nuestro plan de acción desarrollado hasta la peor condición en la que teníamos que iniciar la reparación inmediatamente generando una parada no planeada de la unidad.

A modo de resumen, el detalle de los escenarios mencionados:

1. Descenso o desalineación repentina de la cámara

Puede suceder que durante la corrida de la unidad se observe un descenso en algún sector de la cámara debido a la pérdida de capacidad de carga de algún punto específico, lo cual indicaría un cambio en la estabilidad de la cámara y se deberán realizar las reparaciones integrales recomendadas inmediatamente, para minimizar los riesgos asociados a la nueva condición de la estructura.

2. Cambio de condición durante inspección cuatrimestral

En este escenario, se plantea la idea de que alguna elemento o estructura presente un grado de avance mayor al esperado y ponga al equipo en una situación de riesgo en la que no se puedan dilatar en el tiempo las tareas de reparación recomendadas.

3. Avance de degradación controlada

Este es el escenario deseado, en el cual obviamente seguirán avanzando los procesos de degradación de las estructuras y elementos asociados, pero sin aumentar el riesgo que hoy en día existe, de modo que podríamos realizar las reparaciones recomendadas en el corto tiempo, pero dentro de la próxima ventana programada.

Ejecución

Finalmente, luego de transcurrido el proceso de análisis que consideramos que fue sumamente importante y enriquecedor, llegamos al punto de ejecución de las tareas, lo cual fue una tarea por demás desafiante y compleja. La misma involucró a diversos departamentos y contratistas para lograr una reparación efectiva utilizando métodos poco convencionales.

Se determino la metodología de reparación, al igual de con la cámara V101-A, se levantó la cámara 12 centímetros y se mantuvo suspendida de forma segura mientras se ejecutó la reparación civil de la losa para posteriormente bajarla a su posición original.

Habiendo estudiado las posibles zonas de empuje decidimos que lo más seguro era hacerlo desde la envuelta (por encima de la pollera), en donde el espesor de la placa nos brindaba un coeficiente de seguridad acorde a la criticidad del trabajo.

Diseñamos 6 puntos de empuje simétricos alrededor del cilindro y los materializamos mediante ménsulas que se vinculaban a la envuelta mediante placas soldadas.

Los elementos de elevación estaban conformados por:

- Un sistema electrohidráulico de presurización, el cual constaba de redundancia en su accionamiento hidráulico;
- Seis Powers hidráulicos de capacidad 50tn;
- Un sistema de conexionado de mangueras de alta presión

Una vez asegurados todos los elementos y conexionadas las mangueras de los Power a la central hidráulica, se comenzó con el procedimiento de levantamiento.

Se fue aumentando la carga a través de la presión suministrada a los Powers en intervalos del 20% de la carga teórica esperada y entre cada etapa se dejó un tiempo prudencial de espera para realizar un chequeo visual 360 para garantizar que no haya anomalías en la estructura.

Una vez elevada, se corrigió la verticalidad de la cámara y se esperó un tiempo para verificar toda la estructura chequeando que los dispositivos de elevación estecen bien.

Por último, se dejó un set de carga de 80/20, es decir 80% de la carga soportado por el sistema mecánico y el 20% restante sobre la presión hidráulica en los Power.

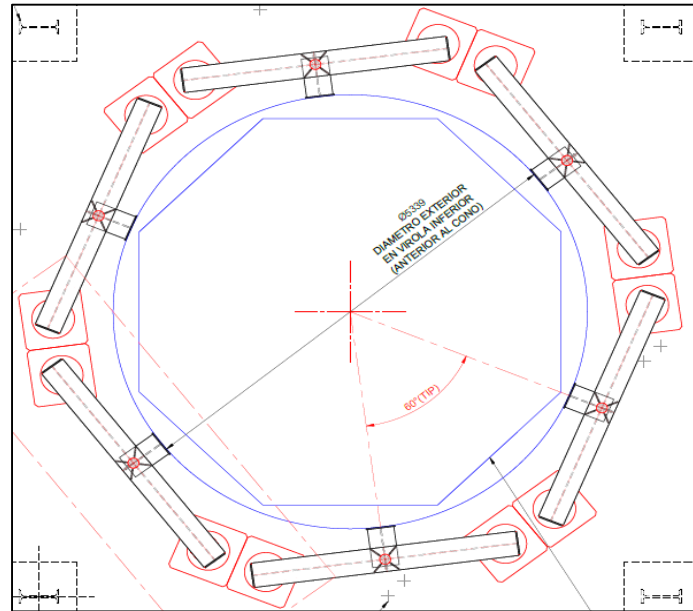


Imagen 12: Esquema en planta de la distribución de elementos de elevación

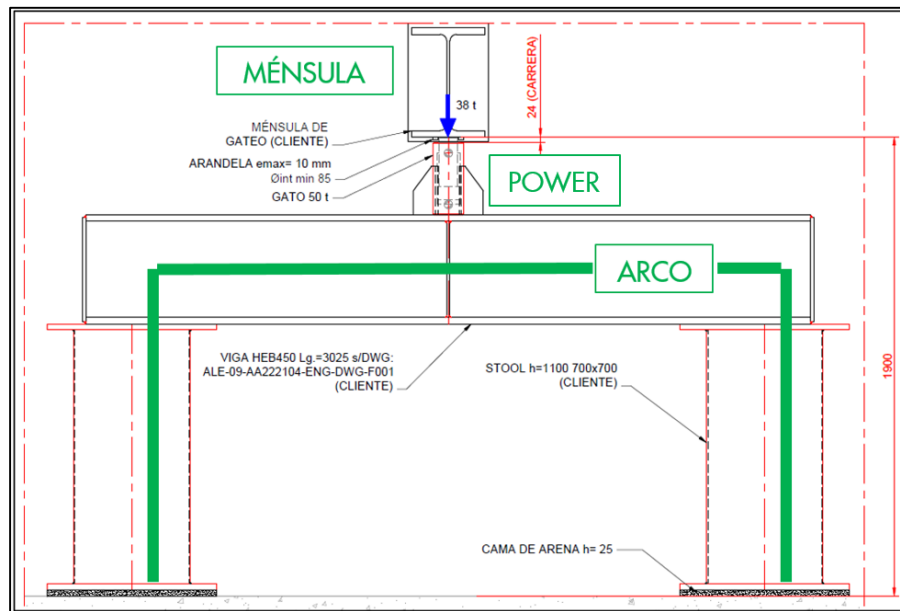


Imagen 13: Vista lateral de estructura de soporte de del sistema de elevación



Imagen 14: Fotografía de sistema de elevación



Imagen 15: Fotografías de sistema de elevación y ménsulas de soporte en la estructura



Imagen 16: Fotografía de cámara elevada

Se eliminaron las zonas con hormigón en malas condiciones o desprendido, delimitando los sectores mediante cortes horizontales y verticales. Se dejó la superficie firme y lo más plana posible, para poder aplicar sobre ella los materiales de reparación.



Imagen 17: Demolición de hormigón en malas condiciones

Una vez retirados los anclajes existentes se posicionaron los 12 nuevos tomando en cuenta la posición de los anteriores. Se rellenaron de acuerdo al detalle original con vermiculita e impermeabilizante.

Se realizó mediante hidro arenado. La superficie del hormigón y de las armaduras expuestas quedó limpia, sana, resistente, libre de cualquier sustancia extraña, y suficientemente plana y rugosa, sin oquedades o recovecos de difícil llenado.

Se aplicó recubrimiento anticorrosivo de base cementicia bicomponente modificado con polímeros sobre las armaduras expuestas en dos capas.

Todas las barras nuevas fueron ADN420 de diámetro mínimo 10mm. Para la armadura vertical se vinculó las nuevas barras mediante un anclaje químico de rápido curado para barras conformadas.

Las barras de refuerzo respecto las estructurales con pérdida de sección se vincularon de acuerdo con el detalle de recomendación debajo.

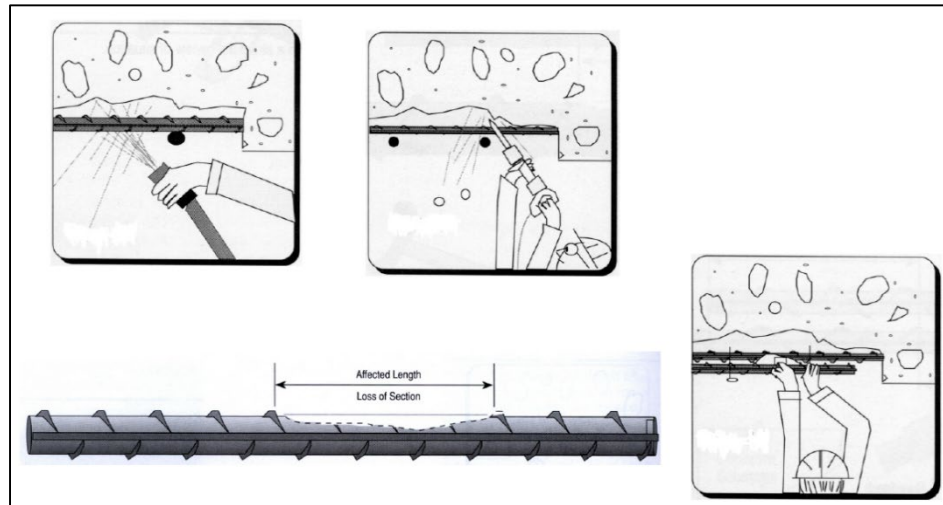


Imagen 18: Ilustración de refuerzo de armaduras

Se colocó armadura adicional tanto en horizontal como en vertical, también una malla electrosoldada en todas las caras del octógono.



Imagen 19: Fotografía desde interior de refuerzo de armaduras y malla



Imagen 20: Fotografía desde interior de refuerzo de armaduras y malla



Imagen 21: Fotografía desde exterior de refuerzo de armaduras y malla

Para el hormigonado se solicitó un hormigón calidad H30 a los 3 días. Previamente se aplicó una imprimación con carácter de puente de adherencia.

La metodología de aplicación fue bombeando el hormigón desde el mixer en el nivel +0.00 utilizando una bomba pluma de 36 m, a partir de allí un tramo vertical de cañería rígida hasta el nivel de aplicación.

Se realizaron probetas por cada camión mixer a pie de obra y se ensayaron siguiendo los lineamientos del CIRSOC 301.



Imagen 22: Fotografía de colocación de puente de adherencia



Imagen 23: Fotografía de ejecución de probetas



Imagen 24: Fotografía de hormigonado terminado

Se procedió al descenso de la cámara en forma progresiva y chequeando su verticalidad.

Una vez alcanzado el nivel deseado para finalizar con el grouteo, la cámara quedó completamente descansando mecánicamente sobre los elementos de elevación.

Luego se realizó un grouting cementicio de precisión de alta resistencia y fluidez, libre de retracción y tiempo de aplicación extendido de 25mm de espesor todo el perímetro de la placa de apoyo de la pollera. Para el sellado se utilizó un sellador elástico a base de poliuretano mono componente resistente a hidrocarburos en toda la vuelta.

Pasadas 24hs del grouteo, se retiraron los Power hidráulicos y elementos de elevación. Comenzaron tareas complementarias de vinculación de la válvula BUD, conexión de cañerías e instrumentos.



Imagen 25: Fotografía de grouting y sellado finalizado

Luego de enfocarnos en orden y limpieza, pudimos registrar los buenos resultados de las reparaciones ejecutadas logrando finalmente la recomposición completa de la losa, verticalizado de la cámara, apoyo completo y continuo.



Imagen 26: Fotografías interiores de trabajo terminado



Imagen 27: Fotografía exterior de trabajo terminado

Como parte de los trabajos de complemento, ejecutamos aislación y pintura de annular plate, parte de la pollera de apoyo y anclajes de válvulas BUD. También recompusimos la aislación de la cámara que habíamos retirado para la reparación, dejando los anclajes nuevos expuestos para poder ser inspeccionados debidamente.

Dado que retirar las 6 ménsulas vinculadas a la cámara implicaba mucho tiempo, se tomó la decisión de dejarlas instaladas hasta la próxima oportunidad que la planta se encuentre parada por Inspección de Limpieza y se disponga de tiempo para su retiro. A modo de protección, para no tener puntos fríos en la cámara, se realizaron cajas de material aislante.

Conclusiones

Como conclusión de este documento tenemos que hacer principal hincapié en la importancia de las inspecciones visuales, que son nuestra principal arma de revisión de estructuras de forma rápida pero a partir de las cuales se pueden mitigar y solucionar un montón de problemas que si no se solucionan a tiempo pueden desencadenar en condiciones de riesgo.

Para el sector de Confiabilidad, al cual pertenezco, es muy importante anticiparse a los problemas de modo de que con trabajos menores se puedan evitar grandes intervenciones, el caso presentado es un claro ejemplo de esto.

En muchas situaciones, lo que terminan siendo problemas estructurales complejos se podrían haber mitigado tiempo atrás con un reemplazo del esquema de pintura para la protección del perfiles o pasivar armaduras y sellar grietas puntuales, para algunos ejemplos de los problemas de la especialidad más comunes que podemos observar y que si son detectados y resueltos a tiempo pueden brindar una buena solución que perdure en el tiempo mejorando la vida útil de los elementos estructurales.

A lo largo de este escrito se hizo principalmente referencia a que lo más importante fue la forma en la que se abordó el problema desde su descubrimiento hasta su reparación. Considero que esto es un punto muy importante y destacable ya que se alcanzó el objetivo final de resolución del problema estructural complejo y se le aseguró a la unidad la seguridad para continuar con su normal funcionamiento.

Este proceso que englobó a muchas disciplinas y personas fue muy enriquecedor y demostró que es la forma ideal de buscar desarrollar ideas y ejecutar tareas generando soluciones seguras y de calidad.

Bibliografía

- CIRSOC 101 - 2005 “Reglamento argentino sobrecargas mínimas de diseño para edificios y otras estructuras”
- CRISOC 201 – 2005 “Reglamento argentino de estructuras de hormigón”
- CIRSOC 301 – 2005 “Reglamento Argentino de Estructuras de Acero para Edificios”
- Shell Global Solution “Civil Infobase - Concrete structures and foundations”
- Shell Global Solution “Civil Infobase - Steel Structural Elements”
- DEP 34.00.01.30-Gen. “Structural design and engineering of onshore structures”
- DEP 34.19.20.31-Gen. “Onshore concrete design and construction”
- DEP 34.28.00.31-Gen. “Onshore steel structures”

Breve Cv

Título y lugar de estudio:

- Ingeniero Civil; Universidad Nacional de La Plata
- Ingeniero Hidráulico; Universidad Nacional de La Plata

Cargo actual en la empresa:

- Inspector Civil – Departamento de Confiabilidad y Especialistas

Trayectoria (diferentes empresas en las que hizo su carrera):

- Somenson – Loudet puentes y estructuras
- Raízen Argentina