RESUMEN DE RESULTADOS DE ENSAYOS ENTRE EL APOYO 74 y 80.

NO. REV.	DÍA	DESCRIPCION	PREPARADO	REVISADO	APPROVED
2	28/septiembre/2018	Para Revisión	CIPTS	PROYECO-SEG	ENA
1	27/Agosto/2018	Para Revisión	AAV / CL	DRS/RR/JZ	
			CIPTS	PROYECO-SEG	ENA
0	24/Julio/2018	Para Revisión	AAV / CL	DRS/RR/JZ	
			CIPTS	PROYECO-SEG	ENA

Índice

1 Introducción 3

2 Resultados 4

2.1 Localización de los ensayos 4

2.2 Ensayos destructivos 7

2.2.1 Detección de acero y extracción de núcleos de concreto 7

2.3 Ensayos no destructivos 8

2.3.1 Esclerometría 8

2.3.2 Verificación de recubrimiento 9

2.4 Análisis Químicos 15

2.4.1 Carbonatación (in situ) 15

2.4.2 Perfil de cloruros (in situ) 19

2.4.3 Potencial de corrosión 23

1 Introducción

La Empresa Nacional De Autopistas contrata al Consorcio ICONSA-PCS Tramo Sur para la rehabilitación del tramo marino del corredor sur. El alcance de los trabajos a realizar se basa inicialmente en los hallazgos de un estudio patológico realizado por SEG Ingeniería. Lo documentado en el estudio patológico y las primeras evaluaciones visuales del Consorcio, indican que las vigas cabeceras ubicadas más allá de la viga cabecera 74, en la dirección hacia Tocumen, se encuentran en buen estado por lo que no requerirían del mismo tratamiento ideado para el resto del tramo marino.

A fin de tener una mejor medición del estado actual de las estructuras más allá del cabezal 74 y determinar cuál sería el tratamiento recomendable para estas estructuras, se realizó una campaña de ensayos específica para estas estructuras, la cual se detalló en el documento CIPTS-18-805-GP-EP-03.

Ilustración 1. Localización del área de muestreo

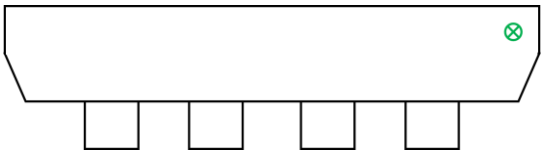
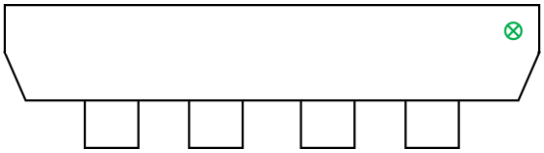
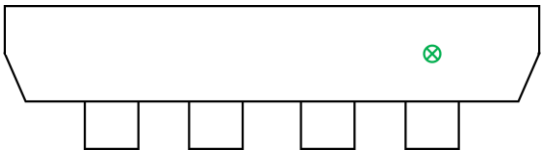
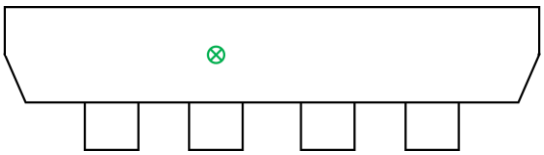
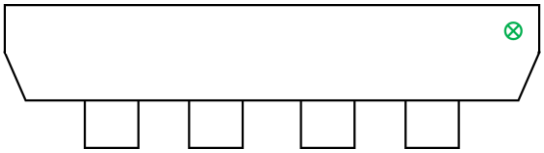
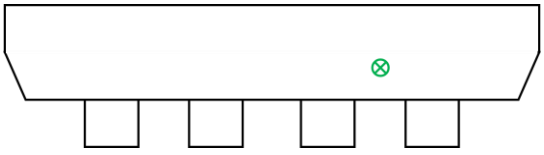
En este documento se detallan los resultados de los ensayos realizados en campo, ensayos destructivos, ensayos no destructivos y análisis químicos varios. En la viga cabecera del apoyo 74 la afectación por corrosión es obvia, por lo que dicha pila está incluida dentro de la rehabilitación propuesta por el Consorcio, independientemente del resultado de esta campaña de ensayo. Se tomo muestras de la viga cabecera del apoyo 74 para contrastar el estado con otras vigas que aparentan estar en mejor estado.

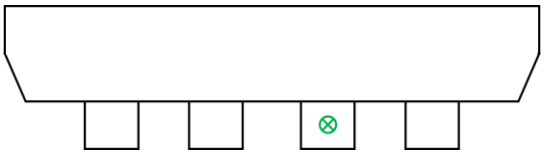
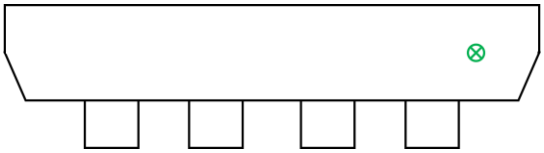
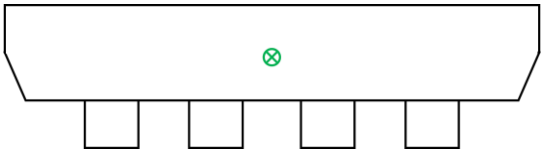
2 Resultados

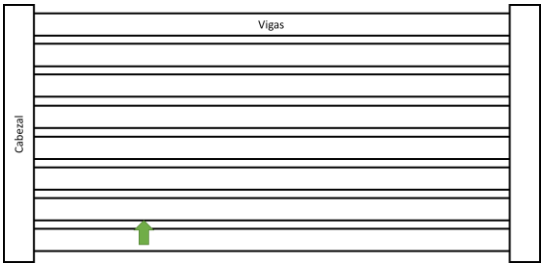
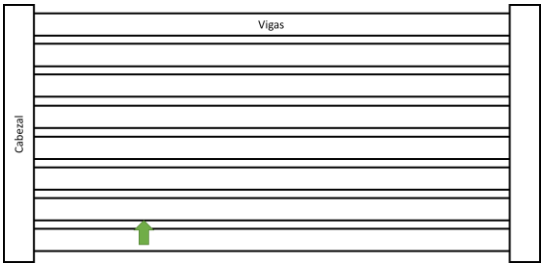
2.1 Localización de los ensayos

La Tabla 1 muestra un esquema del lugar donde se tomó la muestra, así como la identificación que se le dio a cada una de estas.

Tabla 1. Identificación y localización de los puntos de muestreo.

Muestra	Elemento	Numero	Ubicación del ensayo
VC - 78 - 02	Cabezal	78	
VC - 77 - 03	Cabezal	77	
VC - 76 - 04	Cabezal	76	
VC - 76 - 05	Cabezal	76	
VC - 75 - 06	Cabezal	75	
VC - 75 - 07	Cabezal	75	

P - 75 - 08	Pila	75	
VC - 74 - 09	Cabezal	74	
VC - 74 - 10	Cabezal	74	
P - 74 - 11	Pila	74	

V - 74 - 75 - 01	Viga	74-75	
V - 74 - 75 - 02	Viga	74-75	
V - 75 - 76 - 01	Viga	75-76	
V - 75 - 76 - 02	Viga	75-76	

2.2 Ensayos destructivos

2.2.1 Detección de acero y extracción de núcleos de concreto

Previo a la extracción de núcleos, se realizó una detección de acero en el área para determinar el lugar exacto donde realizar la extracción. Estos núcleos de concreto se utilizarán para realizar los diferentes ensayos químicos previamente mencionados.

Ilustración 2. a) Detección de acero previo a la extracción del núcleo de concreto. b) Extracción de núcleo de concreto en uno de los cabezales. c) Extraccion de nucleo de concreto en una de las pilas.

Se realizaron extracciones de cabezales y pilas, no se realizó la extracción de ningún núcleo en las vigas. Para la evaluación de las vigas se utilizarán otros métodos no destructivos que serán descritos en otra sección de este reporte.

2.3 Ensayos no destructivos

2.3.1 Esclerometría

El esclerómetro o martillo de rebote (Schmidt) sirve para determinar la respuesta que ofrece la superficie del concreto a el impacto de una masa metálica caída desde una altura determinada.

Se preparo un área de un metro cuadrado y se dividió en 9 cuadros de igual tamaño. En este caso, los resultados del esclerómetro se utilizaron para determinar la calidad (relativa) del concreto y comparar los distintos elementos entre si.

Ilustración 3. a) Preparación del área para realizar el ensayo de esclerometria. b) Ensayo de esclerometria en cabezal.

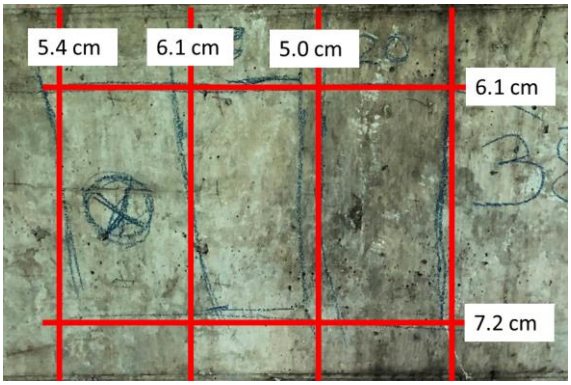
Tabla 2. Resultados del ensayo de esclerometria

Muestra	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Promedio	Posición	Resistencia
VC - 78	44	40	40	44	48	42	44	40	40	42	Horizontal	43.52
VC - 77	42	44	46	42	48	46	46	38	50	45	Horizontal	46.48
VC - 76 - 01	46	48	36	44	40	52	48	46	46	45	Horizontal	47.08
VC - 76 - 02	48	50	40	54	46	44	46	44	48	47	Horizontal	48.26
VC - 75 - 01	50	52	52	52	46	48	52	46	46	49	Horizontal	51.22
VC - 75 - 02	48	50	44	50	46	48	50	50	44	48	Horizontal	49.74
VC - 74 - 01	46	48	56	50	56	56	54	54	54	53	Horizontal	55.07
VC - 74 - 02	44	54	52	52	50	54	56	52	50	52	Horizontal	53.89
P - 75	42	46	44	46	46	36	46	46	46	45	Horizontal	46.78
P - 74	50	46	40	48	52	48	38	54	46	47	Horizontal	48.85
V - 74 - 75 - 01	56	60	56	58	62	56	58	60	62	59	Vertical hacia arriba	61.65
V - 74 - 75 - 02	60	60	48	54	62	56	60	54	58	57	Vertical hacia arriba	60.45
V - 75 - 76 - 01	48	58	54	56	54	56	52	46	54	53	Vertical hacia arriba	56.24
V - 75 - 76 - 02	50	52	56	58	60	56	58	56	56	56	Vertical hacia arriba	58.95

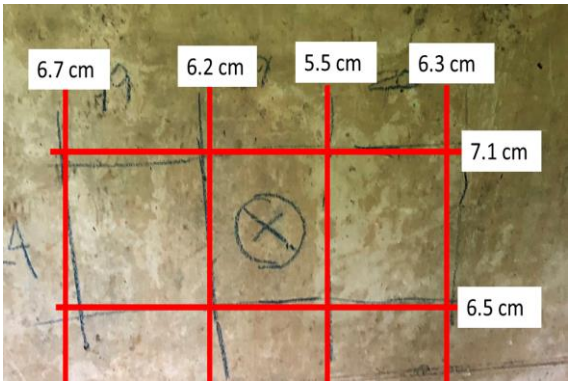
2.3.2 Verificación de recubrimiento

El adecuado recubrimiento del acero de refuerzo en un elemento de concreto es muy importante ya que este ayuda a prevenir la corrosión de este. Se verifico el recubrimiento en algunos puntos de los cabezales para verificar que se cumplió con los valores mínimos establecidos en la norma para este tipo de estructuras, que en este caso son 7.5 cm para el hormigón expuesto permanentemente a el suelo.

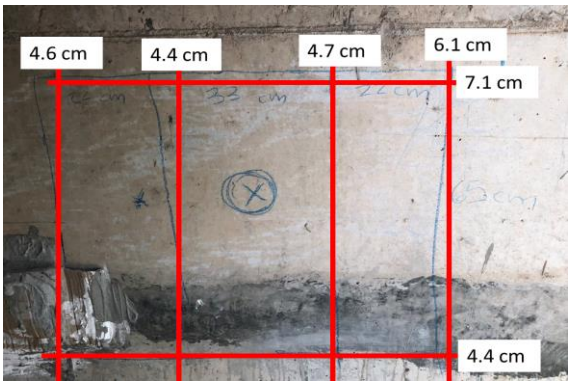
VC – 76 – 04



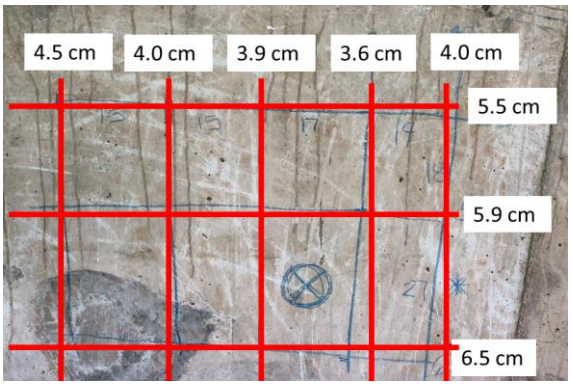
VC – 76 – 05



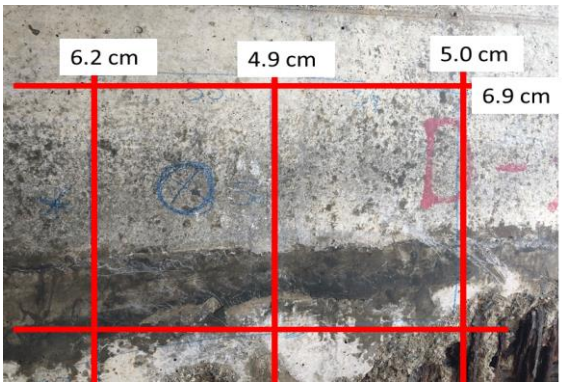
VC – 75 – 06



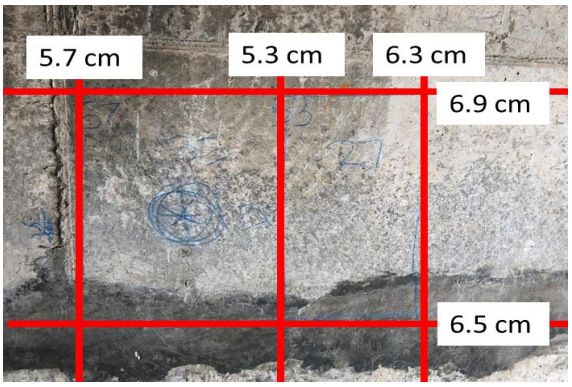
VC – 75 – 07



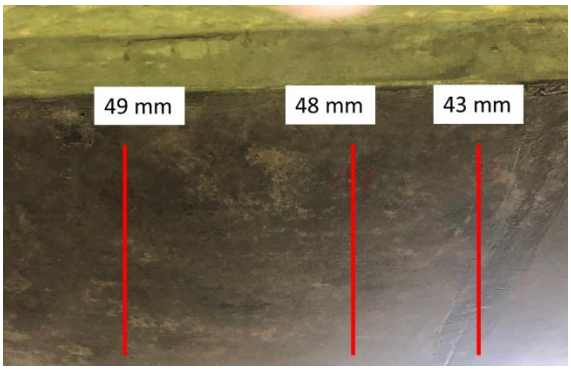
VC – 74 – 09



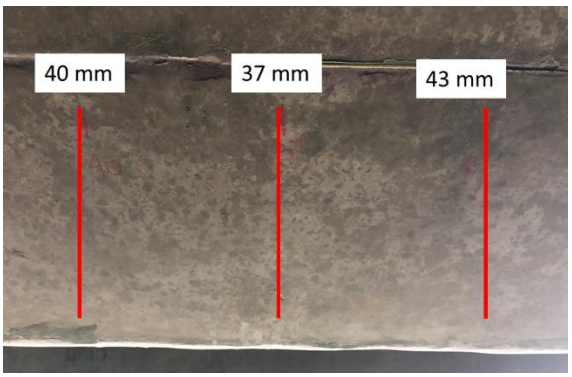
VC – 74 – 10



V – 74 – 75 – E – 08

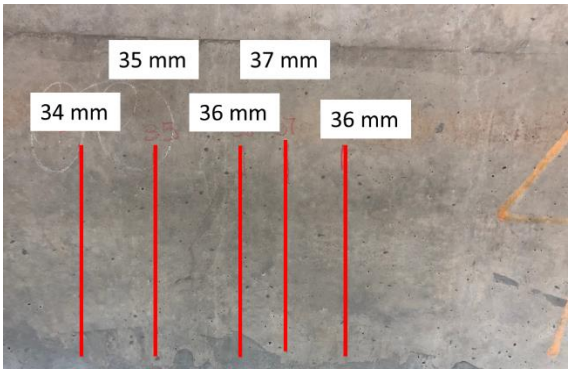


V – 74 – 75 – I - 02

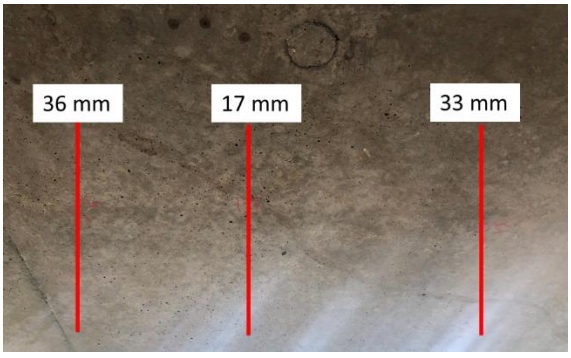


V – 77 – 78 – E – 01

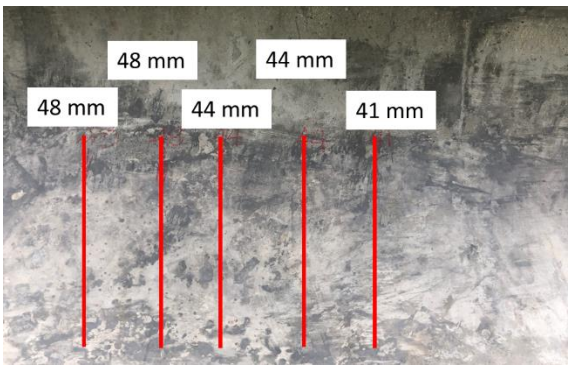
V – 78 – 79 – E – 01



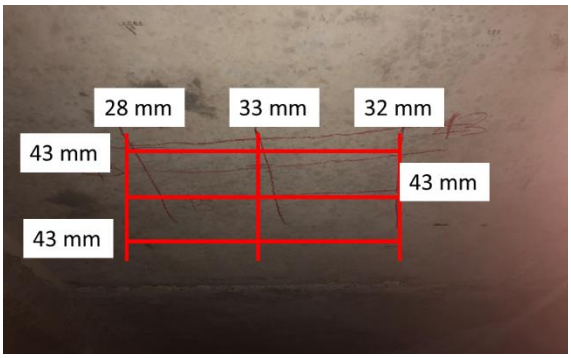
V – 75 – 76 – E – 01



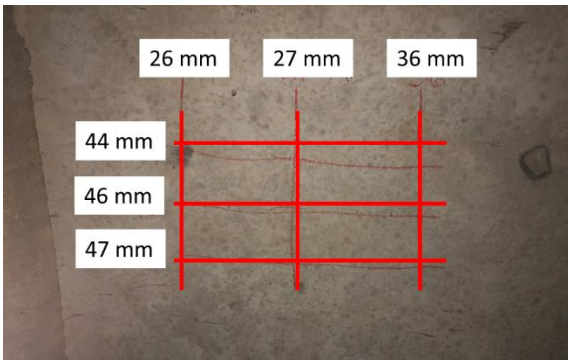
V – 78 – 79 – E – 08



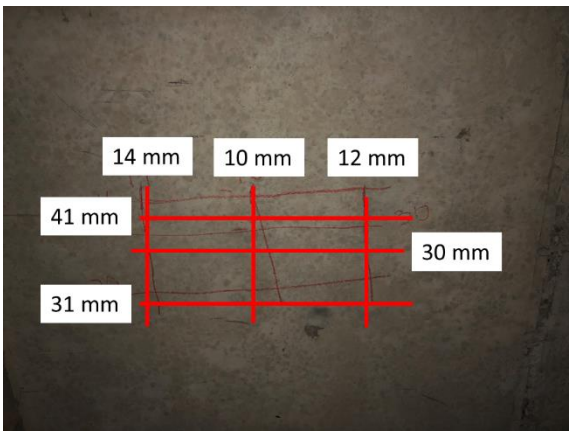
PL – 75 – 76 – 01



PL – 75 – 76 – 02



PL – 74 – 75 – 01



2.3.3 Levantamiento visual

Mediante un levantamiento visual, se evaluó la condición actual de los diferentes elementos estructurales comprendidos entre los apoyos 74 y 80. Esto con el fin de evaluar la existencia de presencias de manchas de oxido, fisuración y estallido del recubrimiento.

VC – 76 – W
La viga cabecera 76 no tiene presencia de machas de oxido, ni de estallido por recubrimiento.

VC – 75 – E
La viga cabecera 75 no tiene presencia de machas de oxido, ni de estallido por recubrimiento.

VC – 75 – W
La viga cabecera 75 no tiene presencia de machas de oxido, ni de estallido por recubrimiento.

VC – 74	
La viga cabecera 74 no tiene presencia de machas de oxido, ni de estallido por recubrimiento.	En la viga cabecera 74, se pudo observar la presencia de manchas de oxido.Tal como se aprecia en la imagen, existe un desprendimiento en el concretro, producto de la corrosion en el asero.

2.4 Análisis Químicos

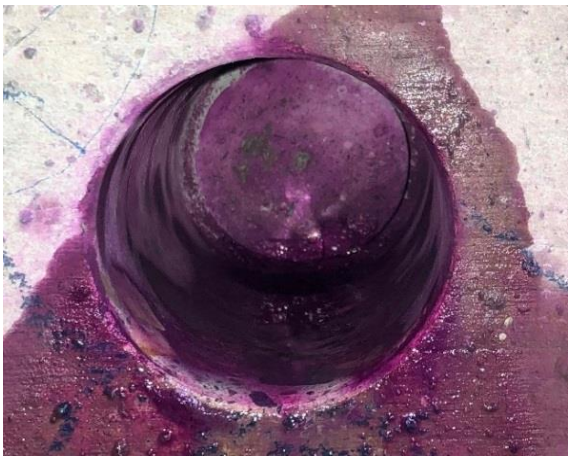
2.4.1 Carbonatación (in situ)

El porcentaje de hidrógeno en el concreto es indicador de su alcalinidad. La alcalinidad de concreto es una propiedad intrínseca inhibidora de corrosión. Bajo ciertas condiciones, el concreto puede acidificarse y perder su característica protectora del acero. Similarmente, la presencia de dióxido de carbono y agua puede resultar en la carbonatación del concreto. La carbonatación del concreto tiende a acidificar el concreto, haciéndole perder la alcalinidad que inhibe la corrosión.

El concreto sano tiene un porcentaje de hidrógeno (pH) entre 12 y 14. Cuando ocurre la carbonatación, el pH del concreto puede bajar hasta aproximadamente 8.4. La solución indicadora de fenolftaleína aplicada al concreto se torna purpura

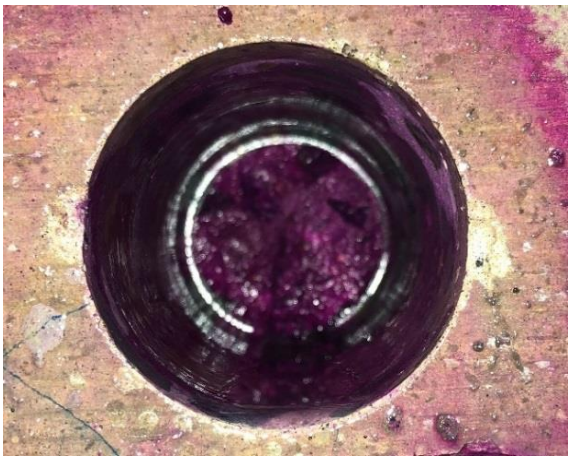
siempre que el pH supere un valor aproximado de 9.0. Cuando al aplicarse la solución indicadora de fenolftaleína no se visualiza el cambio a color purpura, se considera que el concreto ha perdido su calidad protectora del acero y conforma un ambiente favorable a la corrosión.

VC – 78 – 01



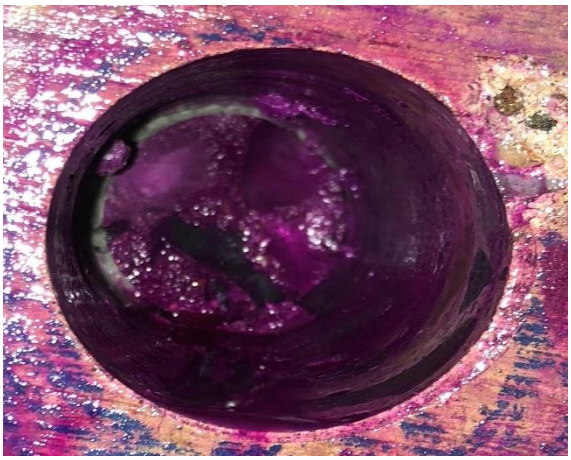
El concreto se tornó purpura, pH mayor a 9.0.

VC – 78 – 02



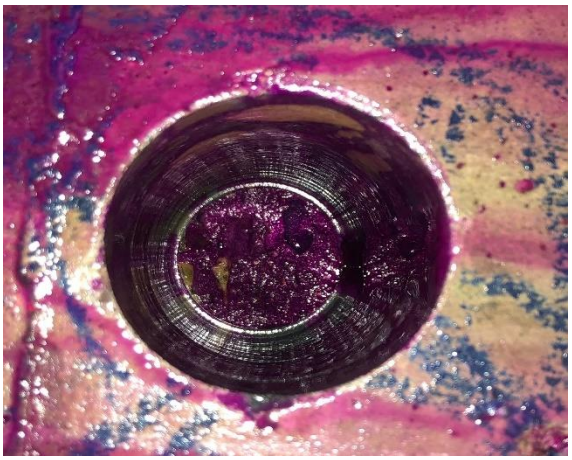
El concreto se tornó purpura, pH mayor a 9.0.

VC – 77 – 03



El concreto se tornó purpura, pH mayor a 9.0.

VC – 76 – 04

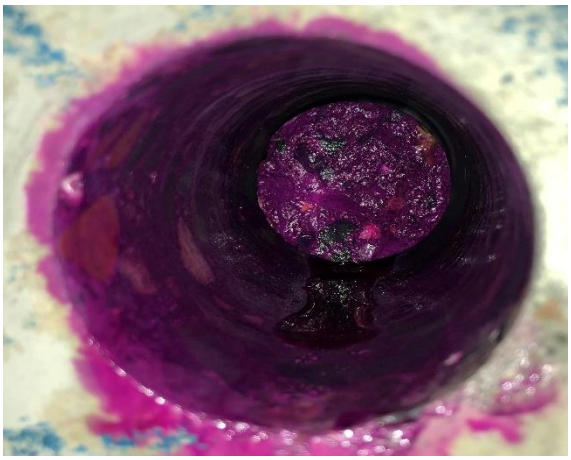


El concreto se tornó purpura, pH mayor a 9.0.

VC – 76 – 05

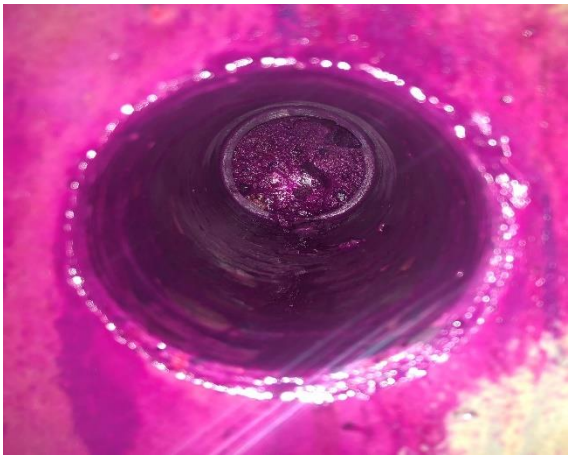
El concreto se tornó purpura, pH mayor a 9.0.

VC – 75 – 06



El concreto se tornó purpura, pH mayor a 9.0.

VC – 75 – 07



El concreto se tornó purpura, pH mayor a 9.0.

P – 75 – 08

El concreto se tornó purpura, pH mayor a 9.0.

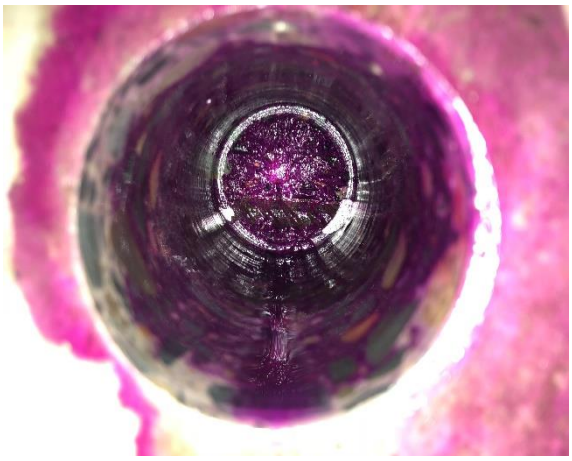
VC – 74 – 09

El concreto se tornó purpura, pH mayor a 9.0.

VC – 74 – 10

El concreto se tornó purpura, pH mayor a 9.0.

P – 74 – 11



Se puede observar que, al aplicar la solución de fenolftaleína, el concreto se tornó de un color purpura; sin embargo, en los primeros centímetros del orificio el concreto no cambio de color, lo cual indica que el pH del concreto es menor a 9.0. Esto es un indicativo de que superficialmente se pudiera estar dando un proceso de carbonatación del concreto.

2.4.2 Perfil de cloruros (in situ)

La determinación de la concentración de iones de cloruro en el concreto es esencial para evaluar la necesidad del mantenimiento en las diferentes estructuras.

Se evaluó la concentración de cloruros solubles en acido, que en muchos casos es equivalente a la concentración total de cloruros, utilizando el Clorimetro CL-3000 (NDT James Instruments). El Clorimetro produce resultados en el sitio en cuestión de minutos, el cual es precio y comparable con los costosos ensayos de laboratorio.

Una muestra de polvo es obtenida taladrando sobre el área de estudio a evaluar (Ilustración 4) y 3 g de muestra son disueltos en 20 ml de extracción liquida de ácido. Se muestreo a 4 profundidades distintas para poder obtener un perfil de la penetración del cloruro en el concreto.

Como se mencionó anteriormente, con este método se pueden obtener valores en menos de 5 minutos. Estos valores iniciales se pueden tomar como un indicador de los valores de concentraciones de cloruro; sin embargo, resultados más precisos son obtenidos luego de que la muestra estuvo en liquido de extracción al menos 24 horas.

Ilustración 4. Proceso de recolección de muestra del ensayo para determinar los contenidos de cloruro utilización el Clorimetro CL-3000

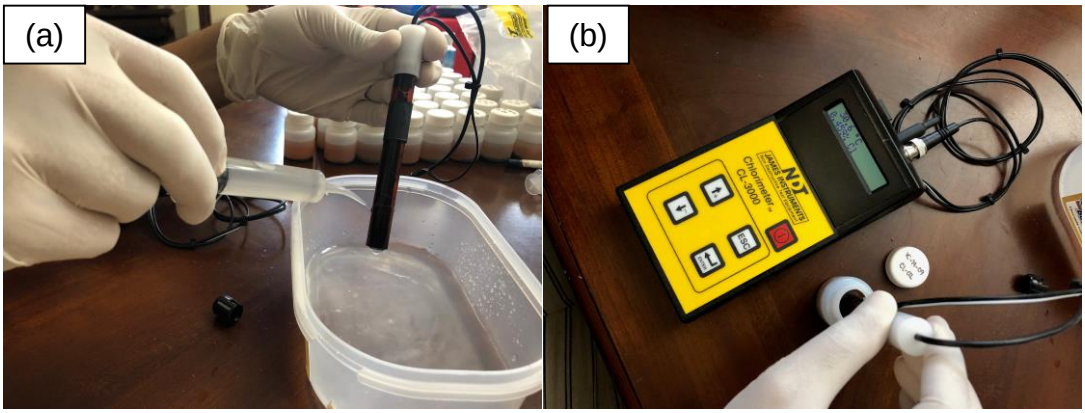
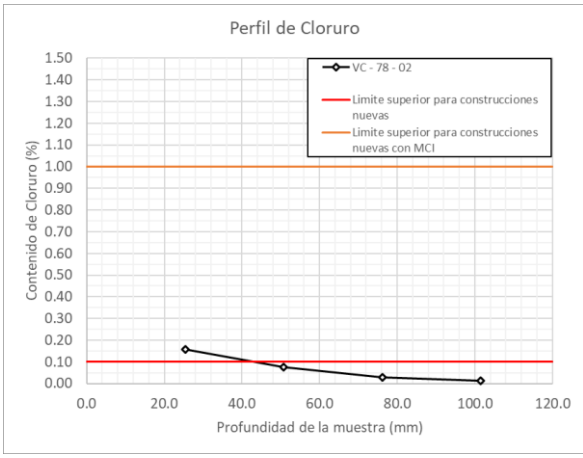
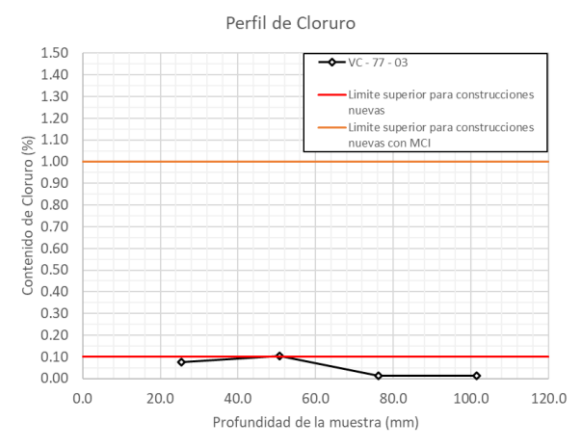
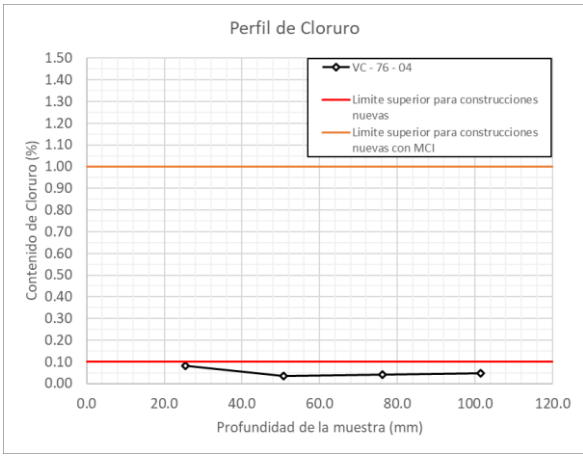
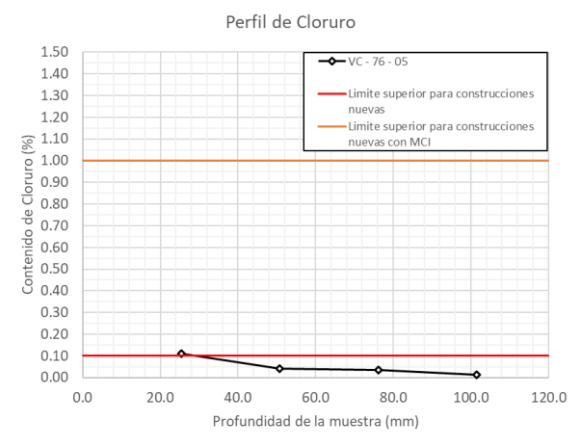


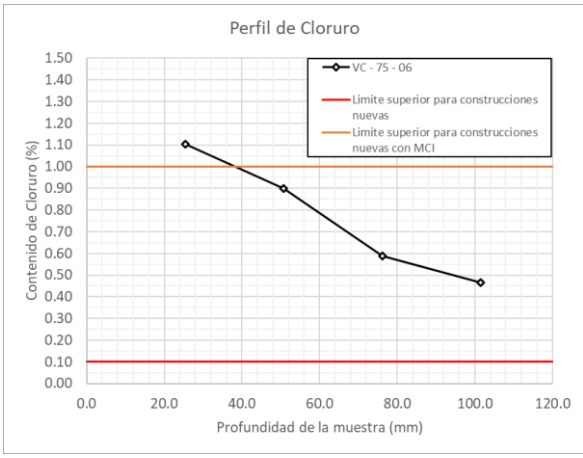
Ilustración 5. a) Limpieza de la probeta entre la realización de cada medición para evitar contaminación cruzada. b) Medición de los contenidos de cloruro utilizando el Clorimetro CL-3000.

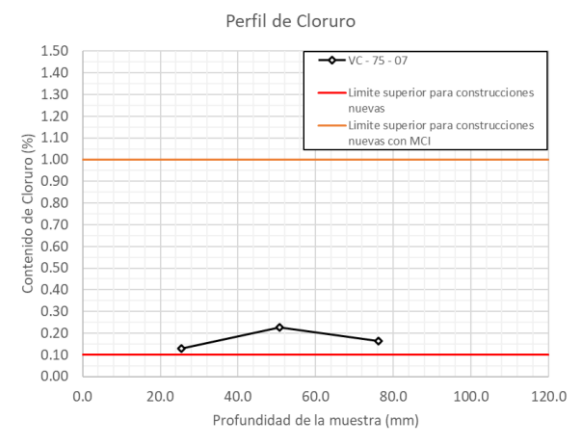

Perfil de Cloruro
VC - 78 - 02
Limite superior para construcciones nuevas
Limite superior para construcciones nuevas con MCI
Contenido de Cloruro (%)
Profundidad de la muestra (mm)

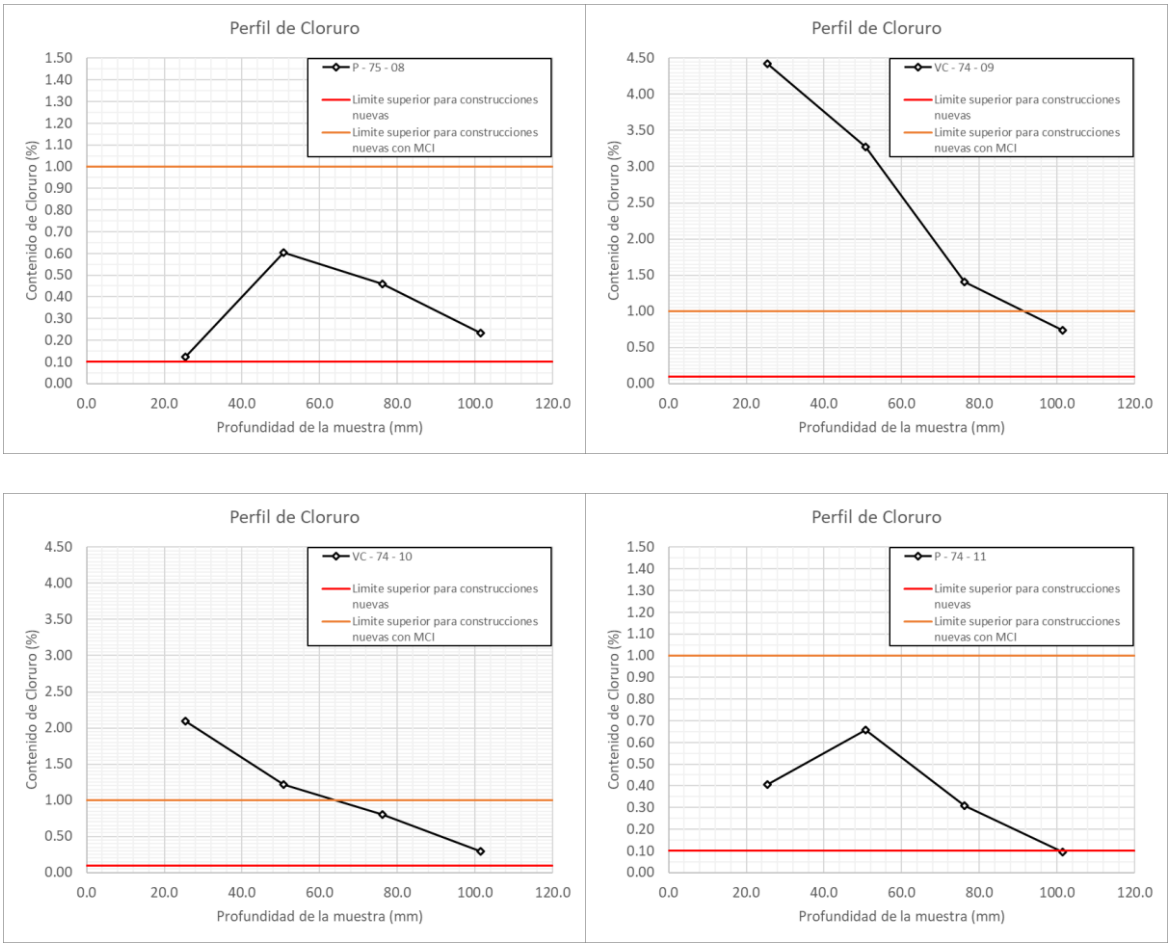

Perfil de Cloruro
VC - 77 - 03
Limite superior para construcciones nuevas
Limite superior para construcciones nuevas con MCI
Contenido de Cloruro (%)
Profundidad de la muestra (mm)


Perfil de Cloruro
VC - 76 - 04
Limite superior para construcciones nuevas
Limite superior para construcciones nuevas con MCI
Contenido de Cloruro (%)
Profundidad de la muestra (mm)

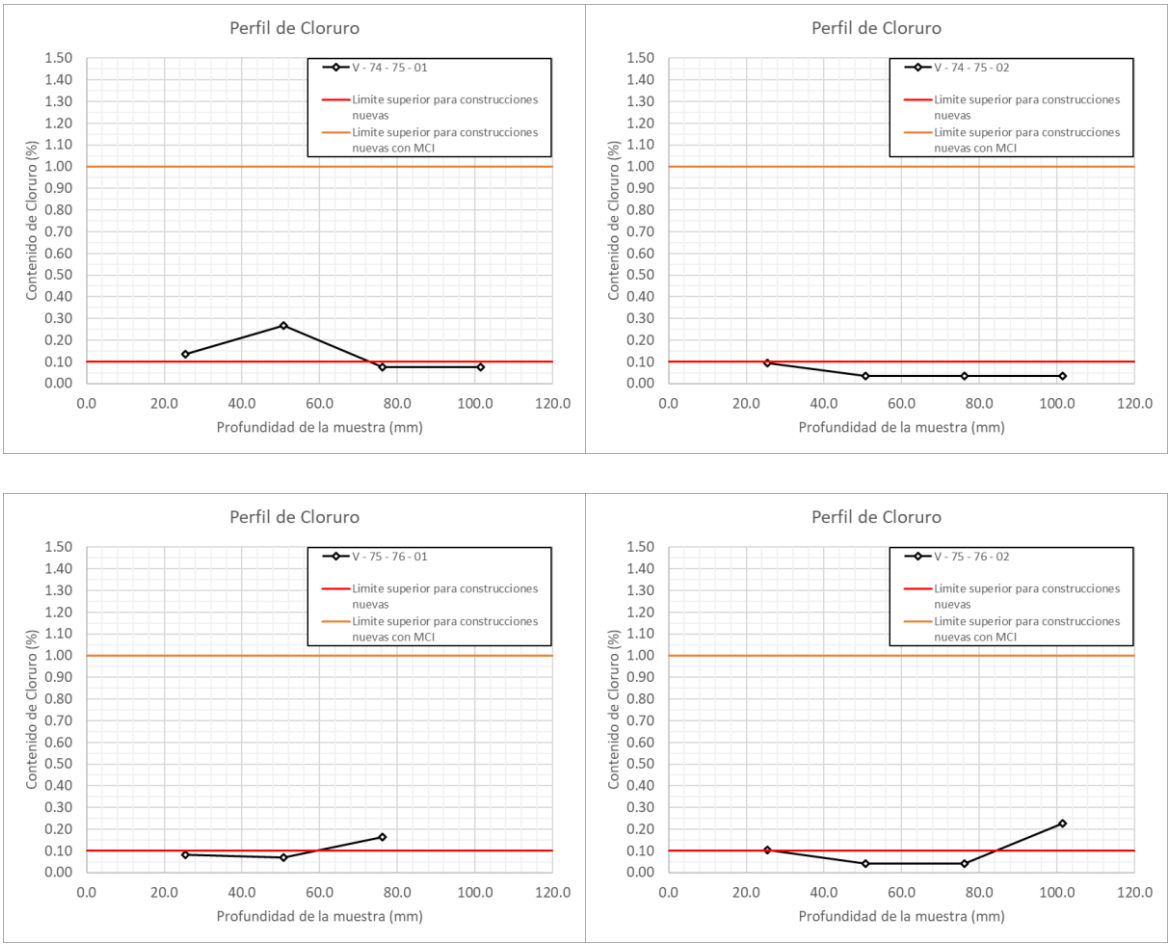

Perfil de Cloruro
VC - 76 - 05
Limite superior para construcciones nuevas
Limite superior para construcciones nuevas con MCI
Contenido de Cloruro (%)
Profundidad de la muestra (mm)


Perfil de Cloruro
VC - 75 - 06
Limite superior para construcciones nuevas
Limite superior para construcciones nuevas con MCI
Contenido de Cloruro (%)
Profundidad de la muestra (mm)


Perfil de Cloruro
VC - 75 - 07
Limite superior para construcciones nuevas
Limite superior para construcciones nuevas con MCI
Contenido de Cloruro (%)
Profundidad de la muestra (mm)



Tal como se puede observar en las gráficas los cabezales 74 y 75 así como las pilas, tienen concentraciones de cloruros que están por encima de los limites recomendados por el código ACI 318. En los cabezales 76, 77 y 78 se observan concentración de cloruro por debajo del 0.1%, lo cual es permitido por la norma.



2.4.3 Potencial de corrosión

El potencial de corrosión es un método practico y efectivo para evaluar la severidad de la corrosión en estructuras de concreto reforzado. La corrosión es un fenómeno electroquímico, en el cual existe una corriente de electrones entre un metal y un electrolito. Para determinar el estado de corrosión del acero en un elemento de concreto reforzado se utiliza una media celda, normalmente de sulfato de cobre.

Un electrodo de referencia se conecta al extremo negativo de un voltímetro y el extremo positivo se conecta al acero de refuerzo. Dependiendo del valor del potencial de corrosión medido, se puede establecer la probabilidad de que exista o no el fenómeno de corrosión.

Según la norma ASTM C876, los rangos para la probabilidad de corrosión son:

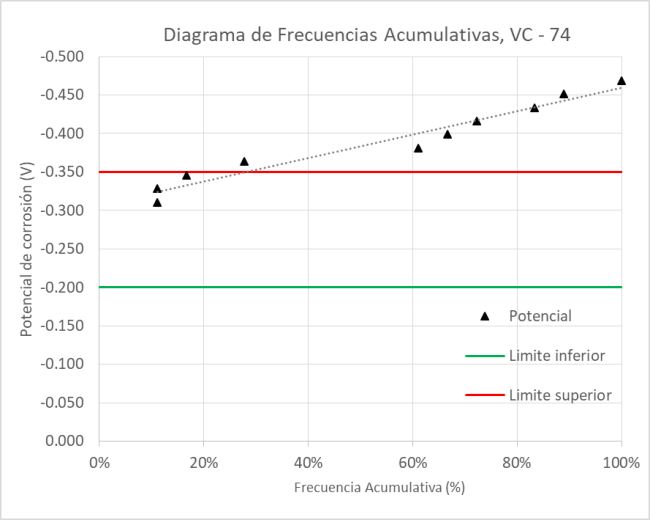
Lectura del potencial	Probabilidad de corrosión
Menos negativo que -0.200 V	90% de probabilidad de no corrosión
Entre -0.200 V y -0.350 V	Incremento en la probabilidad de corrosión
Mas negativo que -0.350 V	90% de probabilidad de corrosión

Para la medición de los potenciales, se realizó un mallado de 9 x 2 puntos espaciados a cada 30 cm, tal como se muestra en la Ilustración 6. Se realizo la medición de los cabezales 74, 75 y 76. La Tabla 3 muestra los resultados de dichas mediciones.

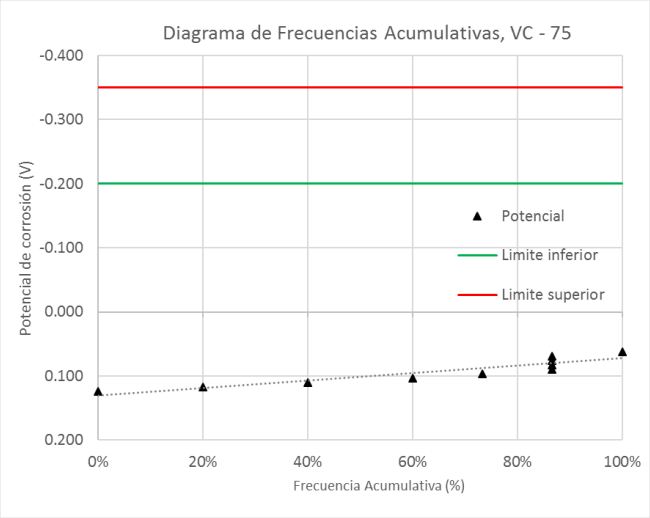
Ilustración 6. Mallado utilizado para la medición del potencial de corrosión

Tabla 3. Mediciones de potenciales de media celda

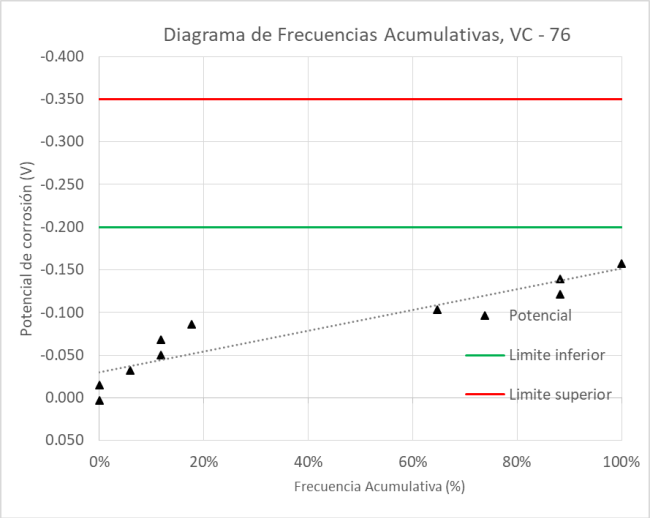
Muestra	Potenciales (V)								
VC - 74	-0.355	-0.362	-0.341	-0.375	-0.372	-0.380	-0.293	-0.368	-0.310
	-0.417	-0.389	-0.410	-0.469	-0.462	-0.428	-0.367	-0.445	-0.380
VC - 75	0.063	0.091	0.101	0.113	0.119	0.114	0.109	0.126	0.129
	0.062	0.090	0.101	0.111	0.119	0.131	0.106	0.124	0.105
VC - 76	-0.111	-0.087	-0.090	-0.072	-0.097	-0.097	-0.040	0.021	-0.015
	-0.157	-0.145	-0.096	-0.101	-0.099	-0.106	-0.105	-0.088	-0.110



En el cabezal No. 74, la mayoría de los potenciales son más negativos que -0.350 V; por lo que existe un 90% de probabilidad que el acero de refuerzo en este elemento se encuentre en un proceso de corrosión.



En el cabezal No. 75, la mayoría de los potenciales son menos negativos que -0.200 V; por lo que existe un 90% de probabilidad que el acero de refuerzo en este elemento, al momento de realizar la medición, no se encuentre en un proceso de corrosión.



En el cabezal No. 76, la mayoría de los potenciales son menos negativos que -0.200 V; por lo que existe un 90% de probabilidad que el acero de refuerzo en este elemento, al momento de realizar la medición, no se encuentre en un proceso de corrosión.

3 Conclusiones

En base a los resultados obtenidos hasta el momento, se puede observar que las vigas cabeceras 76 en adelante están en buen estado y no ameritan intervención. La viga cabecera 75 se excede en los límites de cloruro permisible para concretos nuevos según lo descrito en el ACI 222.1; sin embargo, la concentración de cloruros está en el rango de acción del inhibidor de corrosión migratorio. La aplicación de este inhibidor de corrosión migratorio se ampliará más en el informe mensual del proyecto, en la sección del alcance de la reparación.

Deberán ratificarse estas conclusiones cuando se obtengan los resultados de los ensayos de laboratorio solicitados en la Universidad Tecnológica de Panamá.

ESTUDIO PREVIO A LA REHABILITACIÓN DE

TRAMO MARINO DE CORREDOR SUR

APOYOS 01 AL 73.

2	**24/Septiembre/2018**	**Para Revisión**	**AAV / CL**	**DRS/RR/JZ**	
			CIPTS	**PROYECO-SEG**	**ENA**
1	**14/agosto/2018**	**Aprobado**	**AAV / CL**	**DRS/RR/JZ**	
			CIPTS	**PROYECO-SEG**	**ENA**
0	**06/agosto/2018**	**Revisado**	**AAV / CL**	**DRS/RR/JZ**	
			CIPTS	**PROYECO-SEG**	**ENA**
NO. REV.	**DÍA**	**DESCRIPCION**	**PREPARADO**	**REVISADO**	**APPROVED**

Índice

1 Introducción 3

2 Resultados 4

2.1 Localización de los ensayos 4

2.2 Ensayos no destructivos 9

2.2.1 Verificación de recubrimiento 9

2.2.2 Levantamiento visual 11

2.3 Análisis Químicos 101

2.3.1 Carbonatación (in situ) 101

2.3.2 Perfil de cloruros (in situ) 106

3 Discusión y Conclusiones 113

1 Introducción

La Empresa Nacional De Autopistas contrata al Consorcio ICONSA-PCS Tramo Sur para la rehabilitación del tramo marino del corredor sur. El alcance de los trabajos a realizar se basa inicialmente en los hallazgos de un estudio patológico realizado por SEG Ingeniería. Lo documentado en el estudio patológico y las primeras evaluaciones visuales del Consorcio, indican que las vigas cabeceras ubicadas más allá de la viga cabecera 74, en la dirección hacia Tocumen, se encuentran en buen estado por lo que no requerirían del mismo tratamiento ideado para el resto del tramo marino.

A fin de tener una mejor medición del estado actual de las estructuras dentro de la carrera de mareas, específicamente entre los apoyos 01 al 73 y determinar cuál sería el tratamiento recomendable para estas estructuras, se realizó una campaña de ensayos específica para estas estructuras, la cual se detalló en el documento CIPTS-18-805-GP-EP-04.

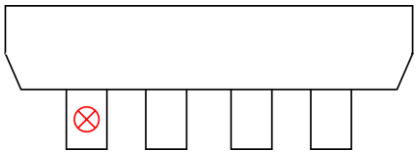
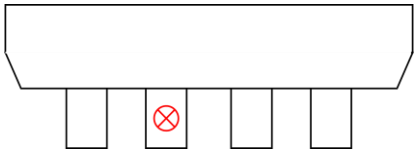
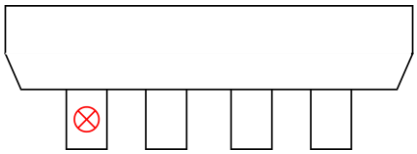
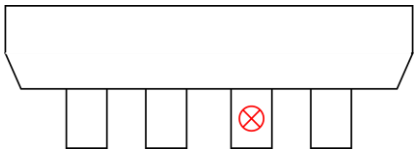
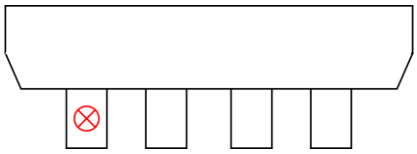
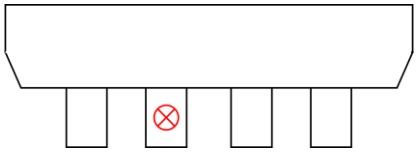
En este documento se detallan los resultados de los ensayos realizados en campo en las pilas y vigas cabeceras. Se verifico el recubrimiento, se realizó un muestreo de concreto para hacer un análisis de cloruros solubles en ácido y se aplicó fenolftaleína para medir el nivel de pH de los elementos; además se realizó un levantamiento visual para evaluar la presencia de manchas de óxido y desprendimientos del recubrimiento. En esta campaña de ensayos, se cubrió un 68% de los apoyos del tramo marino, lo cual se considera representativo; a medida que avancen los trabajos de rehabilitación, se documentara el estado actual de los elementos antes de proceder con el tratamiento planeado.

2 Resultados

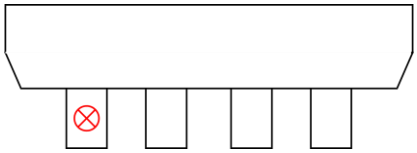
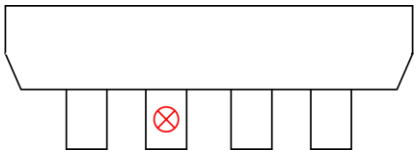
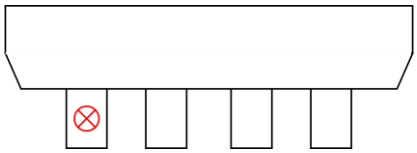
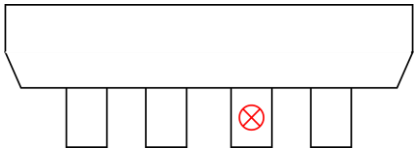
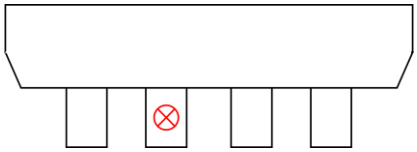
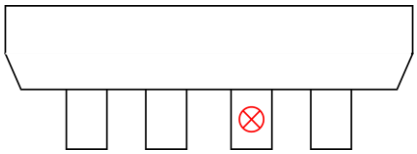
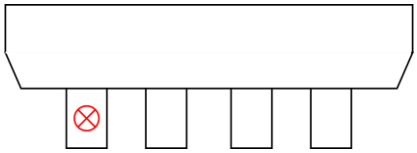
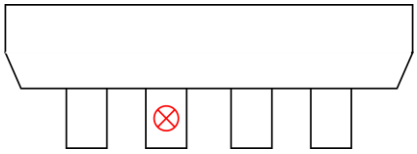
2.1 Localización de los ensayos

La Tabla 1 muestra un esquema del lugar donde se tomó la muestra, así como la identificación que se le dio a cada una de estas.

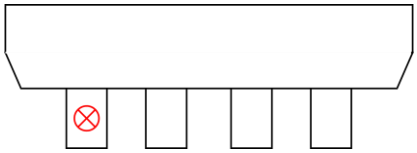
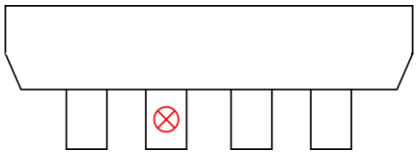
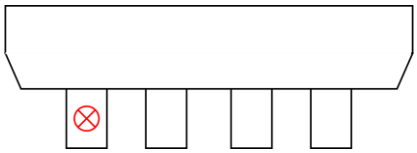
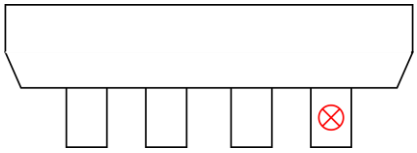
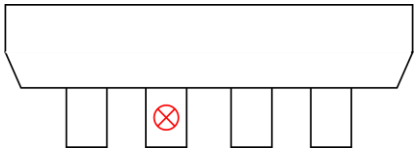
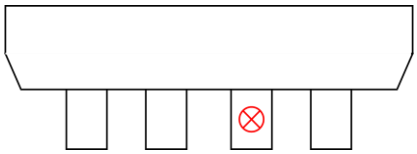
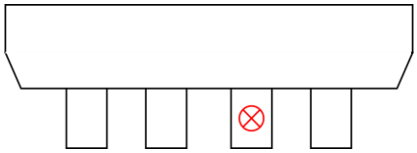
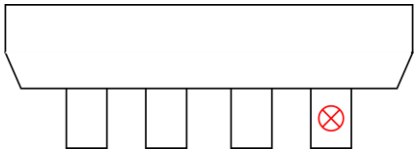
Tabla 1. Identificación y localización de los puntos de muestreo.

Muestra	Elemento	Numero	Ubicación del ensayo
P-01-01	Pila	01	
P-01-02	Pila	01	
P-02-01	Pila	02	
P-02-03	Pila	02	
P-03-01	Pila	03	
P-03-02	Pila	03	

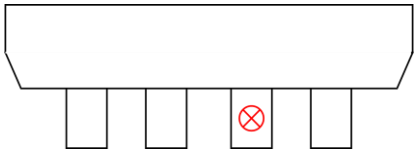
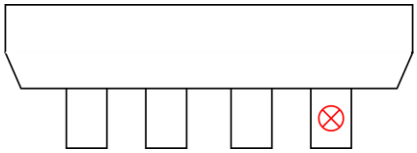
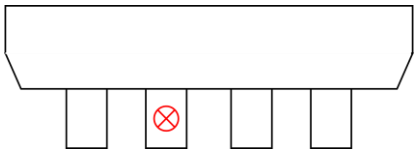
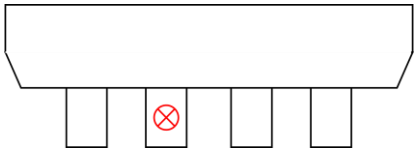
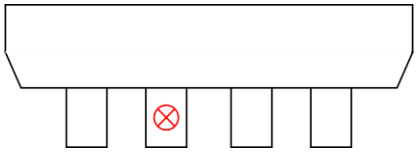
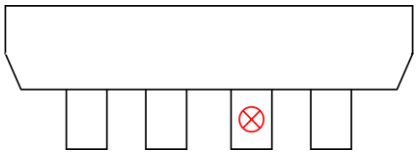
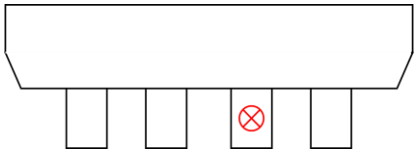
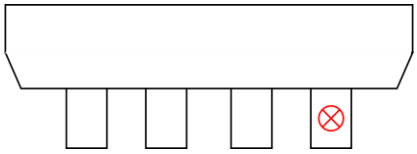
Muestra	Elemento	Numero	Ubicación del ensayo

P-04-01	Pila	04	
P-04-02	Pila	04	
P-05-01	Pila	05	
P-05-03	Pila	05	
P-06-02	Pila	06	
P-06-03	Pila	06	
P-07-01	Pila	07	
P-07-02	Pila	07	

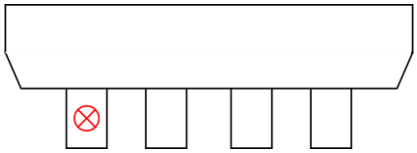
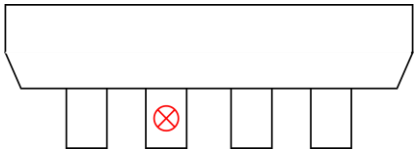
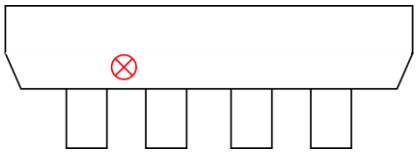
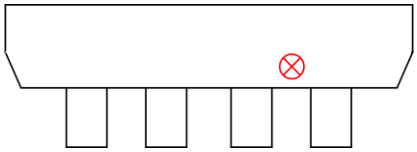
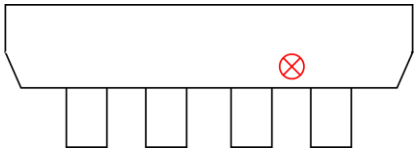
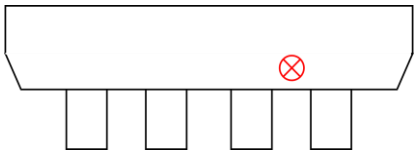
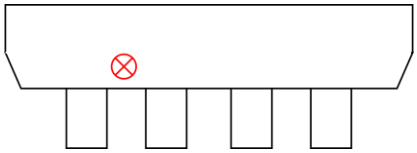
Muestra	Elemento	Numero	Ubicación del ensayo

P-08-01	Pila	08	
P-08-02	Pila	08	
P-09-01	Pila	09	
P-09-04	Pila	09	
P-10-02	Pila	10	
P-10-03	Pila	10	
P-11-03	Pila	11	
P-11-04	Pila	11	

Muestra	Elemento	Numero	Ubicación del ensayo

P-12-03	Pila	12	
P-12-04	Pila	12	
P-65-02	Pila	65	
P-66-02	Pila	66	
P-67-02	Pila	67	
P-67-03	Pila	67	
P-68-03	Pila	68	
P-68-04	Pila	68	

Muestra	Elemento	Numero	Ubicación del ensayo

P-72-01	Pila	72	
P-73-02	Pila	73	
VC-05-01	Cabecera	05	
VC-06-01	Cabecera	06	
VC-07-01	Cabecera	07	
VC-08-01	Cabecera	08	
VC-72-01	Cabecera	72	

2.2 Ensayos no destructivos

2.2.1 Verificación de recubrimiento

El adecuado recubrimiento del acero de refuerzo en un elemento de concreto es muy importante ya que este ayuda a prevenir la corrosión de este. Se verifico el recubrimiento en algunos puntos de las pilas y vigas cabeceras para verificar que se cumplió con los valores mínimos establecidos en los planos de diseño originales, el cual indica que en el caso de las pilas se debe contar con un recubrimiento mínimo de 100 mm.

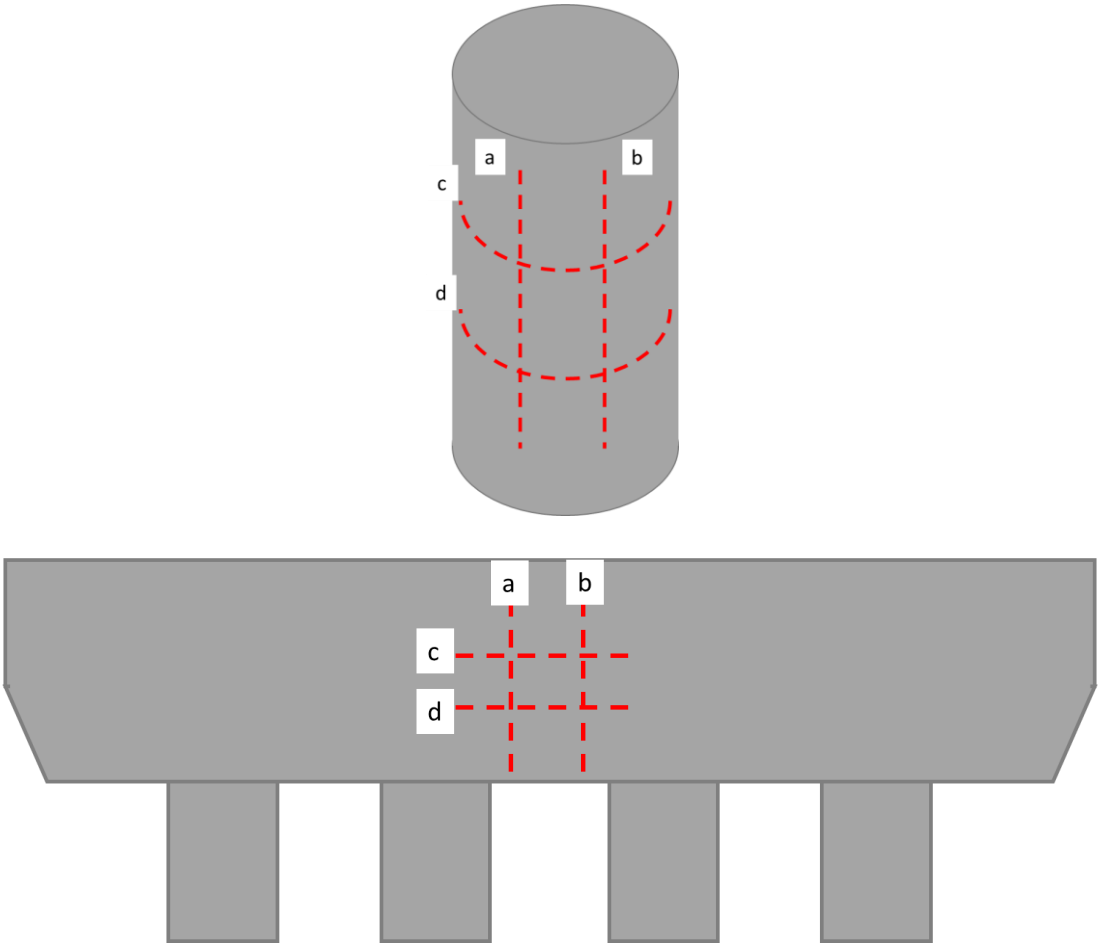


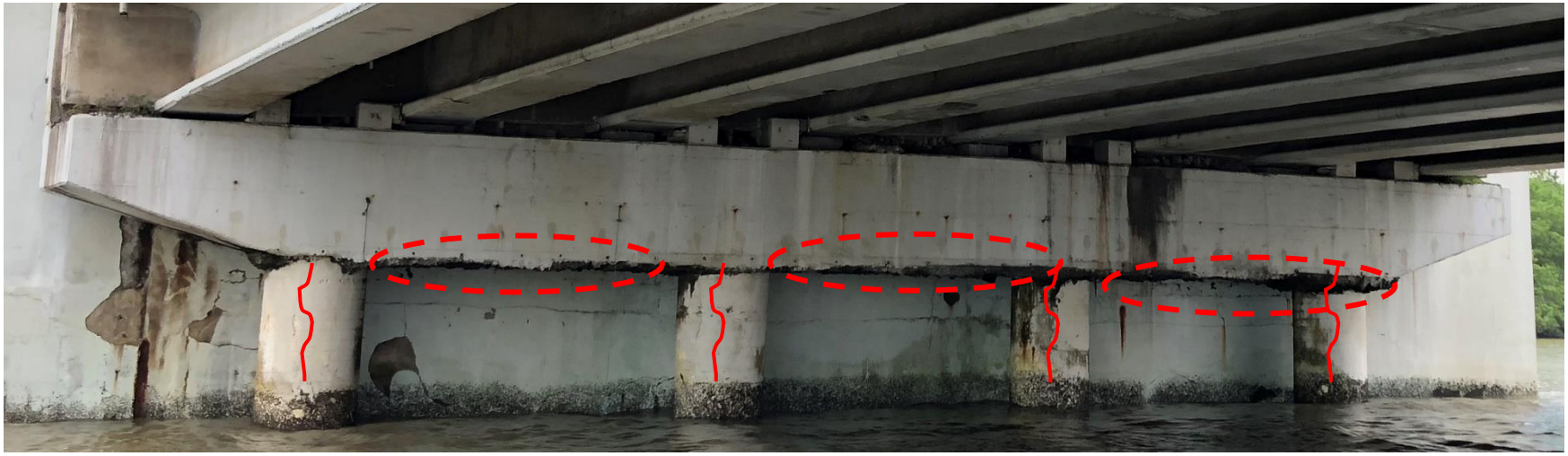
Ilustración 1. Identificación del acero de recubrimiento en las pilas y vigas cabeceras.

Tabla 2. Valores de recubrimiento medidos en las pilas y vigas cabeceras

	Recubrimiento (mm)			
Elemento	a	b	c	d
P - 01 - 01	84	82	92	83
P - 01 - 02	62	66	64	62
P - 01 - 03	60	57	54	55
P - 04 - 02	68	87	94	91
P - 05 - 01	97	94	99	102
P - 06 - 01	92	59	75	73
P - 07 - 02	96	94	79	77
P - 07 - 03	97	88	99	100
P - 08 - 01	103	119	113	105
P - 08 - 02	139	113	135	139
P - 08 - 03	135	141	137	131
P - 08 - 04	75	82	80	82
P - 09 - 01	94	92	91	93
P - 09 - 02	73	77	73	71
P - 09 - 03	97	84	90	90
P - 09 - 04	86	84	89	87
P - 10 - 01	103	97	105	104
P - 10 - 02	73	71	75	70
P - 10 - 03	111	97	109	107
P - 10 - 04	65	68	63	63
P - 11 - 02	97	95	90	89
P - 11 - 03	77	75	77	73
P - 11 - 04	79	85	89	97
P - 12 - 02	95	92	90	93
P - 12 - 03	71	70	62	69
P - 12 - 04	100	107	109	107
VC - 05 - 01	24	23	31	32
VC - 06 - 01	39	42	25	27
VC - 07 - 01	57	64	71	82
VC - 08 - 01	42	52	47	41

2.2.2 Levantamiento visual

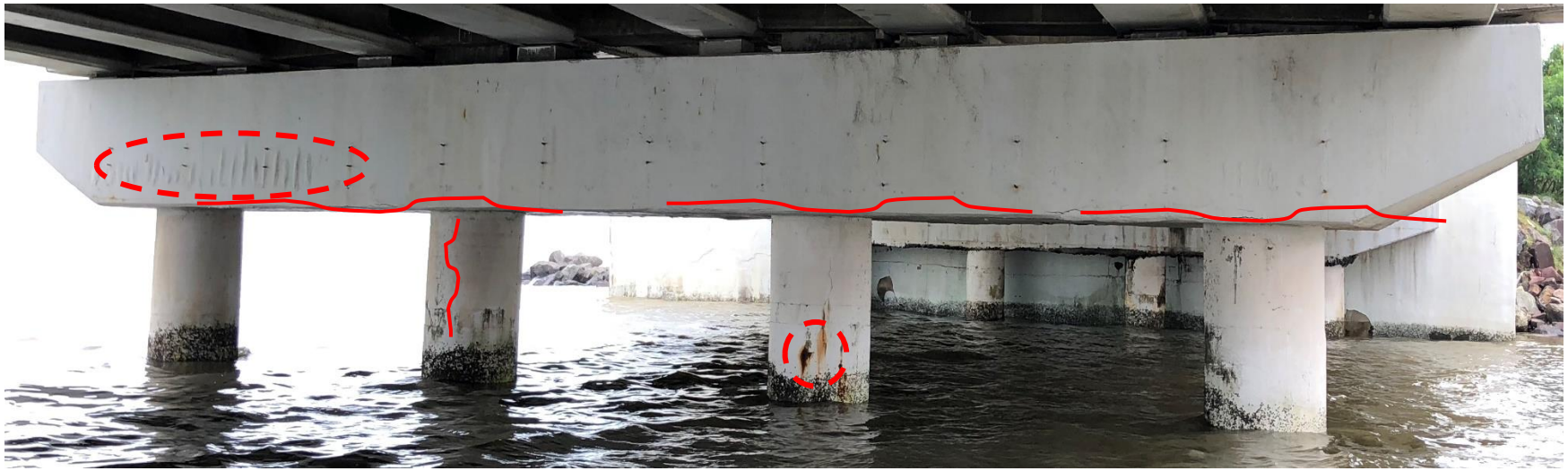
Mediante un levantamiento visual, se evaluó la condición actual de los diferentes elementos estructurales comprendidos entre los apoyos 74 y 80. Esto con el fin de evaluar la existencia de presencias de manchas de óxido, fisuración y estallido del recubrimiento.

Apoyo 01 - E

La viga cabecera 01 tiene presencia de machas de oxido, estallido por recubrimiento en la parte inferior y unas fisuras horizontales en la parte inferior. Las pilas de este apoyo tienen una fisura vertical en la parte superior de la pila.

Apoyo 02 - W

La viga cabecera 02 tiene presencia de machas de oxido, estallido por recubrimiento en la cara larga del lado oeste y unas fisuras horizontales en la parte inferior. Las pilas de este apoyo tienen una fisura vertical en la parte superior de la pila; una de las pilas se le desprendio parte del concreto en la parte superior.

Apoyo 02 - E



La viga cabecera 02 tiene presencia de machas de oxido y unas fisuras horizontales en la parte inferior. Las pilas de este apoyo tienen una fisura vertical en la parte superior de la pila.

Apoyo 03 - W

La viga cabecera 03 tiene presencia de machas de oxido, estallido por recubrimiento en la cara larga del lado oeste y unas fisuras horizontales en la parte inferior. Las pilas de este apoyo tienen una fisura vertical en la parte superior de la pila.

Apoyo 03 - E

La viga cabecera 03 tiene presencia de machas de oxido y unas fisuras horizontales en la parte inferior. Las pilas de este apoyo tienen una fisura vertical en la parte superior de la pila.

Apoyo 04 - W
La viga cabecera 04 tiene presencia de machas de oxido, desprendimiento del concreto en la parte inferior de la viga cabecera y unas fisuras horizontales en la parte inferior. Las pilas de este apoyo tienen una fisura vertical en la parte superior de la pila; un de las pilas se le desprendio parte del concreto en la parte superior.

Apoyo 04 - E

La viga cabecera 04 tiene presencia de machas de oxido y unas fisuras horizontales en la parte inferior. Las pilas de este apoyo tienen una fisura vertical en la parte superior de la pila.

Apoyo 05 - W

La viga cabecera 05 tiene presencia de machas de oxido y unas fisuras horizontales en la parte inferior. Las pilas de este apoyo tienen una fisura vertical en la parte superior de la pila.

Apoyo 05 - E

La viga cabecera 05 tiene presencia de machas de oxido y unas fisuras horizontales en la parte inferior y superior. Las pilas de este apoyo tienen una fisura vertical en la parte superior de la pila.

Apoyo 06 - W

La viga cabecera 06 tiene presencia de machas de oxido y unas fisuras horizontales en la parte inferior. Las pilas de este apoyo tienen una fisura vertical en la parte superior de la pila.

Apoyo 06 - E

La viga cabecera 06 tiene presencia de machas de oxido y unas fisuras horizontales en la parte inferior. Las pilas de este apoyo tienen una fisura vertical en la parte superior de la pila.

Apoyo 07 - W

La viga cabecera 07 tiene presencia de machas de oxido, y unas fisuras horizontales en la parte inferior y superior. Las pilas de este apoyo tienen una fisura vertical en la parte superior de la pila.

Apoyo 07 - E

La viga cabecera 07 tiene presencia de machas de oxido, y unas fisuras horizontales en la parte inferior. Las pilas de este apoyo tienen una fisura vertical en la parte superior de la pila.

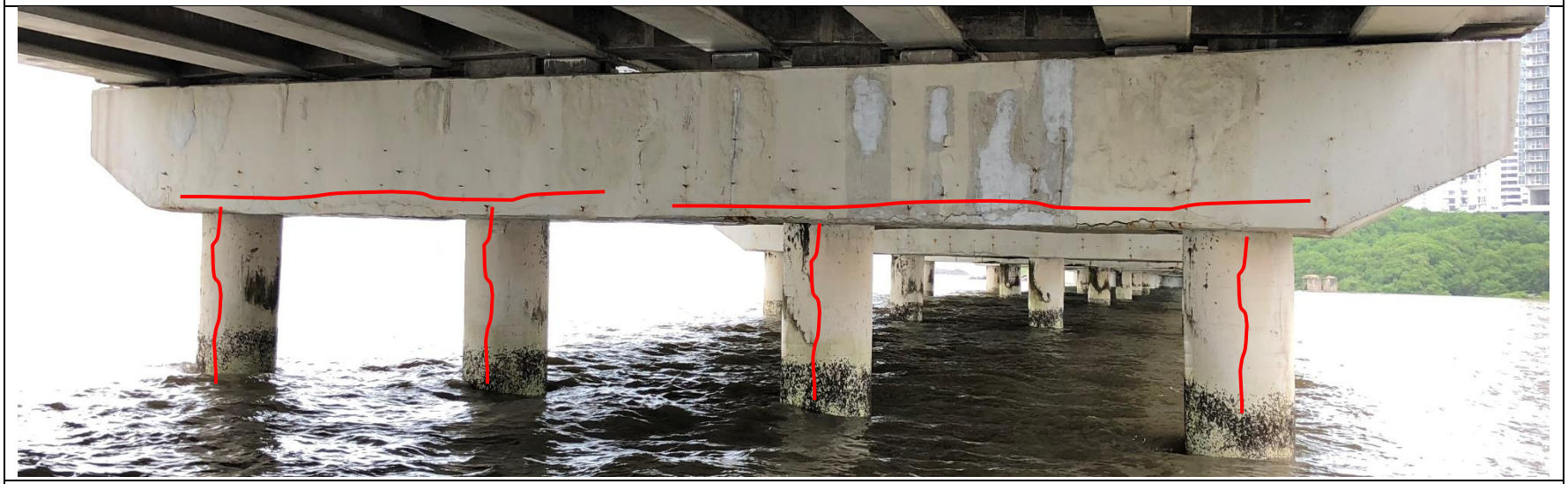
Apoyo 08 - W

La viga cabecera 08 tiene presencia de machas de oxido, y unas fisuras horizontales en la parte inferior. Las pilas de este apoyo tienen una fisura vertical en la parte superior de la pila.

Apoyo 08 - E

La viga cabecera 08 tiene presencia de machas de oxido, y unas fisuras horizontales en la parte inferior. Las pilas de este apoyo tienen una fisura vertical en la parte superior de la pila.

Apoyo 09 - W



La viga cabecera 09 tiene presencia de machas de oxido, y unas fisuras horizontales en la parte inferior. Las pilas de este apoyo tienen una fisura vertical en la parte superior de la pila.

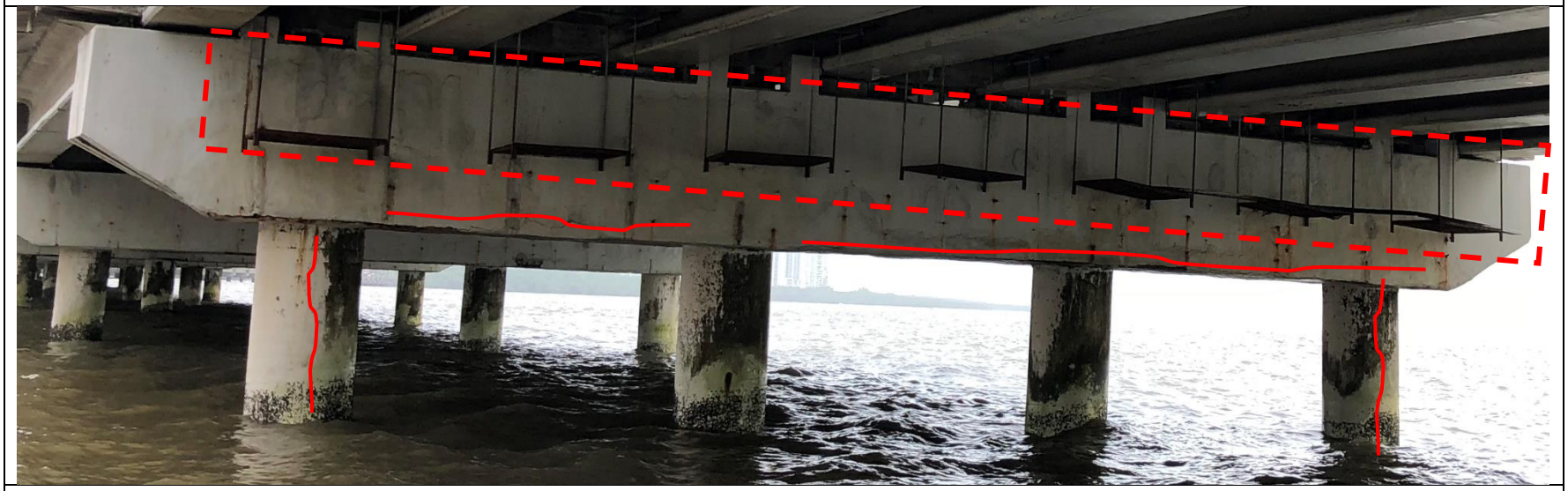
Apoyo 10 - W

La viga cabecera 10 tiene presencia de machas de oxido, y unas fisuras horizontales en la parte inferior. Las pilas de este apoyo tienen una fisura vertical en la parte superior de la pila.

Apoyo 10 - E

La viga cabecera 10 tiene presencia de machas de oxido, y unas fisuras horizontales en la parte inferior. Las pilas de este apoyo tienen una fisura vertical en la parte superior de la pila.

Apoyo 11 - W



La viga cabecera 11 tiene presencia de machas de oxido, y unas fisuras horizontales en la parte inferior. Las pilas de este apoyo tienen una fisura vertical en la parte superior de la pila. En este apoyo se encuentran 7 estructuras metalicas, en avanzado estado de corrosion, las mismas ya se encontraban en este lugar.

Apoyo 11 - E

La viga cabecera 11 tiene presencia de machas de oxido, y unas fisuras horizontales en la parte inferior. Las pilas de este apoyo tienen una fisura vertical en la parte superior de la pila.

Apoyo 12 - W

La viga cabecera 12 tiene presencia de machas de oxido, desprendimiento del recubrimiento y unas fisuras horizontales en la parte inferior; el acero expuesto se ve visiblemente corroido. Las pilas de este apoyo tienen una fisura vertical en la parte superior de la pila.

Apoyo 12 - E

La viga cabecera 12 tiene presencia de machas de oxido, desprendimiento del recubrimiento y unas fisuras horizontales en la parte inferior. Las pilas de este apoyo tienen una fisura vertical en la parte superior de la pila; un de las pilas se le desprendio parte del concreto en la parte superior.

Apoyo 13 - W

La viga cabecera 13 tiene presencia de machas de oxido, desprendimiento del recubrimiento y unas fisuras horizontales en la parte inferior; el acero expuesto se ve visiblemente corroido. Las pilas de este apoyo tienen una fisura vertical en la parte superior de la pila.

Apoyo 13 - E

La viga cabecera 13 tiene presencia de machas de oxido, desprendimiento del recubrimiento y unas fisuras horizontales en la parte inferior; el acero expuesto se ve visiblemente corroido. Las pilas de este apoyo tienen una fisura vertical en la parte superior de la pila.

Apoyo 14 - W

La viga cabecera 14 tiene presencia de machas de oxido, desprendimiento del recubrimiento y unas fisuras horizontales en la parte inferior; el acero expuesto se ve visiblemente corroido. Las pilas de este apoyo tienen una fisura vertical en la parte superior de la pila.

Apoyo 14 - E

La viga cabecera 14 tiene presencia de machas de oxido, desprendimiento del recubrimiento y unas fisuras horizontales en la parte inferior; el acero expuesto se ve visiblemente corroido. Las pilas de este apoyo tienen una fisura vertical en la parte superior de la pila.

Apoyo 15 - W

La viga cabecera 15 tiene presencia de machas de oxido, desprendimiento del recubrimiento y unas fisuras horizontales en la parte inferior; el acero expuesto se ve visiblemente corroido. Las pilas de este apoyo tienen una fisura vertical en la parte superior de la pila.

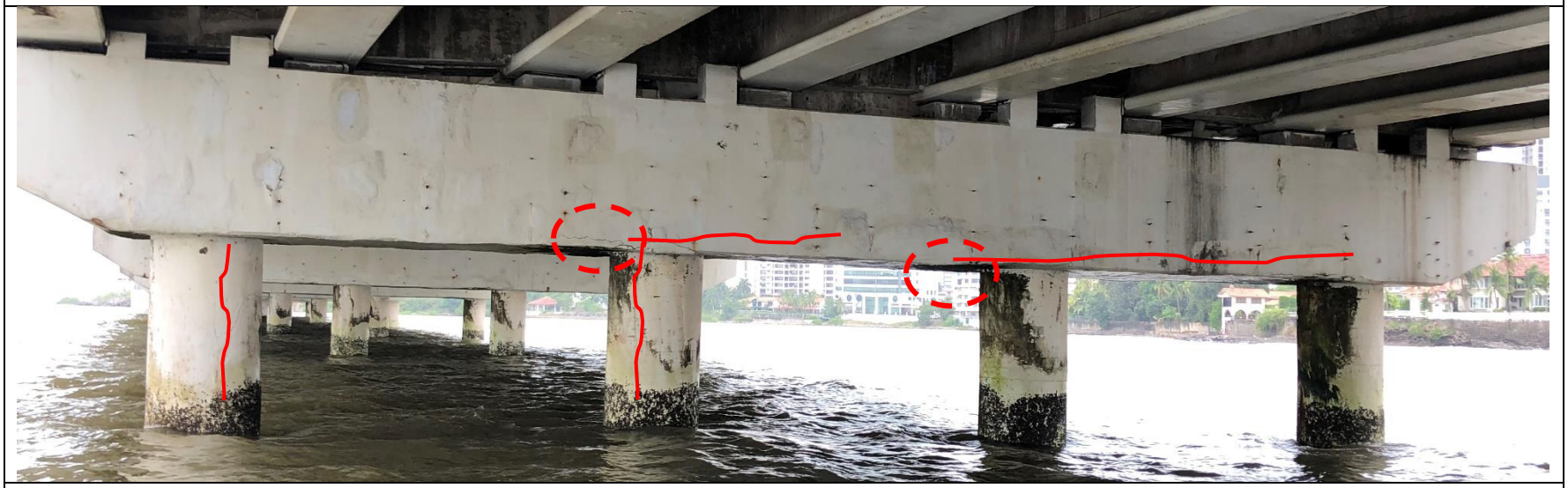
Apoyo 15 - E

La viga cabecera 15 tiene presencia de machas de oxido, desprendimiento del recubrimiento y unas fisuras horizontales en la parte inferior; el acero expuesto se ve visiblemente corroido. Las pilas de este apoyo tienen una fisura vertical en la parte superior de la pila.

Apoyo 16 - W

La viga cabecera 16 tiene presencia de machas de oxido, desprendimiento del recubrimiento y unas fisuras horizontales en la parte inferior; el acero expuesto se ve visiblemente corroido. Las pilas de este apoyo tienen una fisura vertical en la parte superior de la pila; un de las pilas se le desprendio parte del concreto en la parte superior.

Apoyo 16 - E

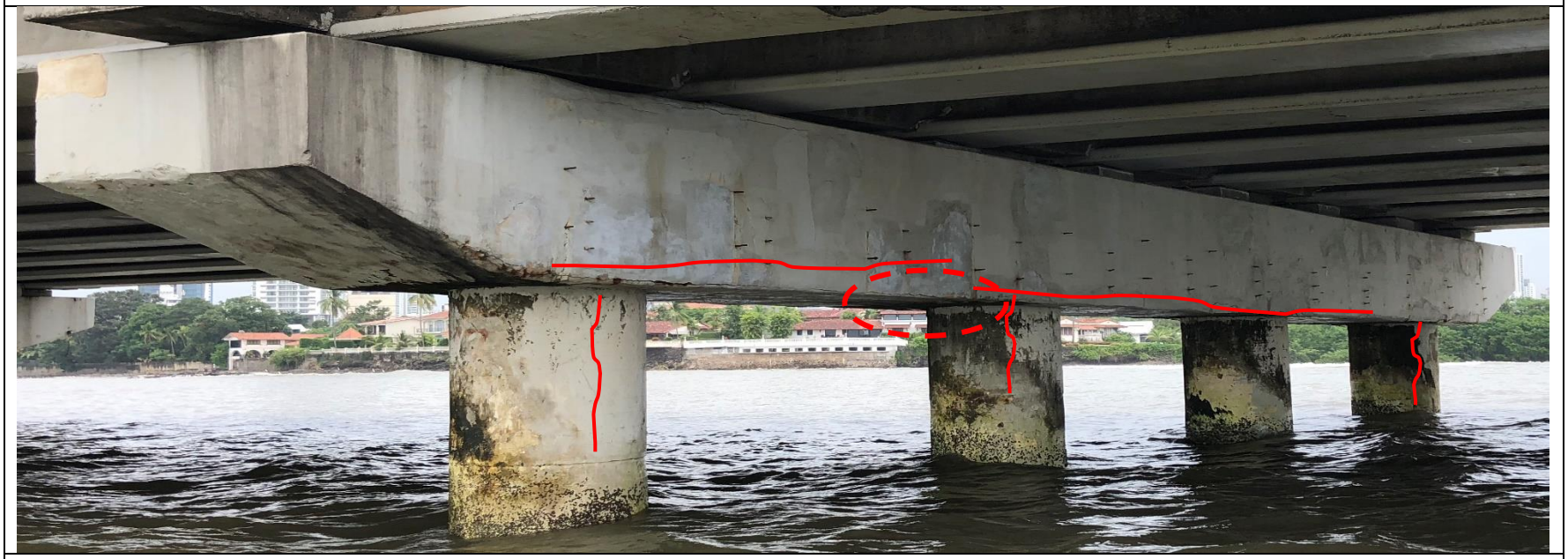


La viga cabecera 16 tiene presencia de machas de oxido, desprendimiento del recubrimiento y unas fisuras horizontales en la parte inferior; el acero expuesto se ve visiblemente corroido. Las pilas de este apoyo tienen una fisura vertical en la parte superior de la pila.

Apoyo 17 - W

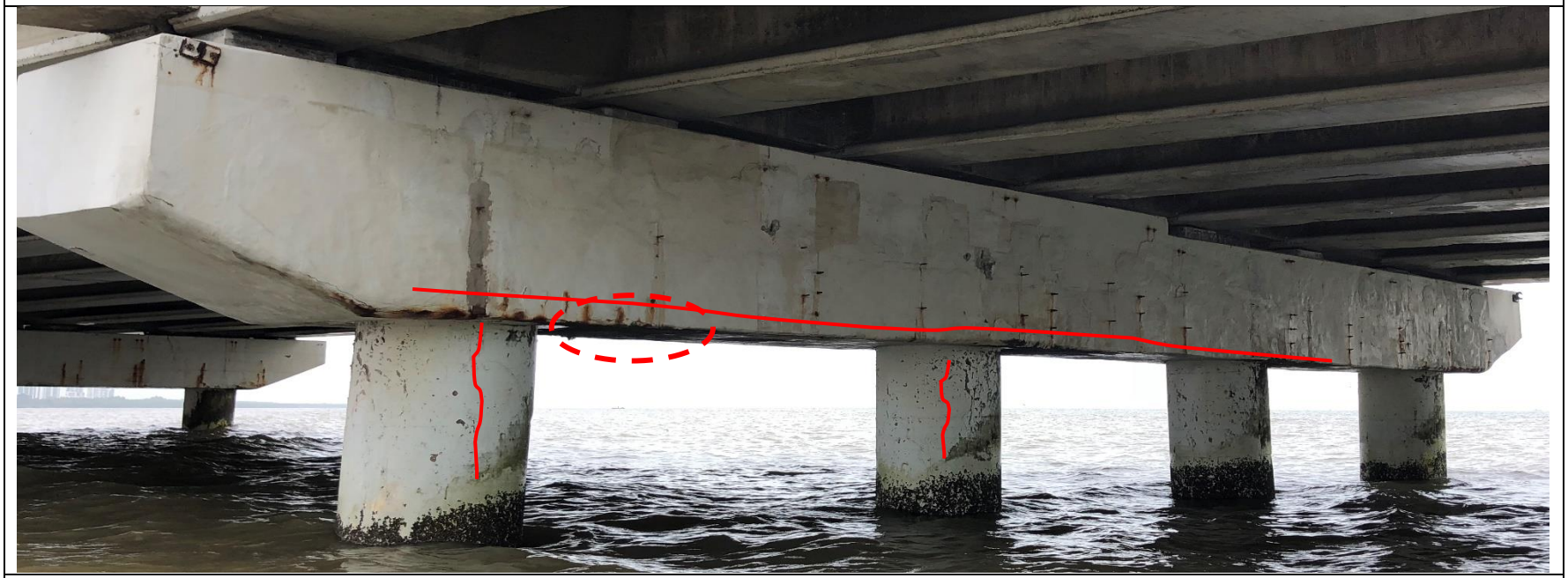
La viga cabecera 17 tiene presencia de machas de oxido, desprendimiento del recubrimiento y unas fisuras horizontales en la parte inferior; el acero expuesto se ve visiblemente corroido. Las pilas de este apoyo tienen una fisura vertical en la parte superior de la pila.

Apoyo 17 - E



La viga cabecera 17 tiene presencia de machas de oxido, desprendimiento del recubrimiento y unas fisuras horizontales en la parte inferior; el acero expuesto se ve visiblemente corroido. Las pilas de este apoyo tienen una fisura vertical en la parte superior de la pila.

Apoyo 18 - W



La viga cabecera 18 tiene presencia de machas de oxido, desprendimiento del recubrimiento y unas fisuras horizontales en la parte inferior; el acero expuesto se ve visiblemente corroido. Las pilas de este apoyo tienen una fisura vertical en la parte superior.

Apoyo 19 - W

La viga cabecera 19 tiene presencia de machas de oxido, desprendimiento del recubrimiento y unas fisuras horizontales en la parte inferior; el acero expuesto se ve visiblemente corroido. Las pilas de este apoyo tienen una fisura vertical en la parte superior.

Apoyo 20 - W

La viga cabecera 20 tiene presencia de machas de oxido, desprendimiento del recubrimiento y unas fisuras horizontales en la parte inferior.

Apoyo 20 - E

La viga cabecera 20 tiene presencia de machas de oxido, desprendimiento del recubrimiento y unas fisuras horizontales en la parte inferior.

Apoyo 21 - W

La viga cabecera 21 tiene presencia de machas de oxido, desprendimiento del recubrimiento y unas fisuras horizontales en la parte inferior. En el lado superior derecho y en la pila 01 de este apoyo, se realizaron extracciones de muestras pero las mismas no fueron realizadas por el consorcio.

Apoyo 21 - E

La viga cabecera 21 no tiene presencia de machas de oxido, desprendimiento del recubrimiento o fisuras en esta cara del apoyo. La pila 01 de este apoyo tienen una fisura vertical en la parte superior.

Apoyo 22 - W

La viga cabecera 22 no tiene visiblemente presencia de machas de oxido, desprendimiento del recubrimiento o fisuras. Las pilas tampoco muestras signos de deterioro.

Apoyo 22 - E

La viga cabecera 22 no tiene visiblemente presencia de machas de oxido, desprendimiento del recubrimiento o fisuras. Las pilas tampoco muestras signos de deterioro.

Apoyo 23 - W

La viga cabecera 23 no tiene visiblemente presencia de machas de oxido, desprendimiento del recubrimiento o fisuras. Las pilas tampoco muestras signos de deterioro.

Apoyo 23 - E

La viga cabecera 23 no tiene visiblemente presencia de machas de oxido, desprendimiento del recubrimiento; tiene una pequeña fisuras en la parte inferior. Las pilas tampoco muestras signos de deterioro.

Apoyo 24 - W

La viga cabecera 24 tiene presencia de machas de oxido, desprendimiento del recubrimiento y unas fisuras horizontales en la parte inferior. Las pilas de este apoyo tienen una fisura vertical en la parte superior de la pila.

Apoyo 24 - E

La viga cabecera 24 tiene presencia de machas de oxido, desprendimiento del recubrimiento y unas fisuras horizontales en la parte inferior.

Apoyo 25 - W

La viga cabecera 25 tiene presencia de machas de oxido, desprendimiento del recubrimiento y unas fisuras horizontales en la parte inferior. Las pilas de este apoyo tienen una fisura vertical en la parte superior de la pila.

Apoyo 25 - E

La viga cabecera 25 tiene presencia de machas de oxido, desprendimiento del recubrimiento y unas fisuras horizontales en la parte inferior. Las pilas tampoco muestras signos de deterioro.

Apoyo 26 - W

La viga cabecera 26 no tiene visiblemente presencia de machas de oxido, desprendimiento del recubrimiento o fisuras. Las pilas tampoco muestras signos de deterioro.

Apoyo 26 - E

La viga cabecera 26 no tiene visiblemente presencia de machas de oxido, desprendimiento del recubrimiento o fisuras. Las pilas tampoco muestras signos de deterioro.

Apoyo 27 - W

La viga cabecera 27 no tiene visiblemente presencia de machas de oxido, desprendimiento del recubrimiento o fisuras. Las pilas tampoco muestras signos de deterioro.

Apoyo 27 - E

La viga cabecera 27 no tiene visiblemente presencia de machas de oxido, desprendimiento del recubrimiento o fisuras. Las pilas tampoco muestras signos de deterioro.

Apoyo 28 - W

La viga cabecera 28 tiene presencia de machas de oxido, desprendimiento del recubrimiento y unas fisuras horizontales en la parte inferior. Las pilas no muestran signos de deterioro.

Apoyo 28 - E

La viga cabecera 28 no tiene visiblemente presencia de machas de oxido, desprendimiento del recubrimiento o fisuras. Las pilas tampoco muestras signos de deterioro.

Apoyo 29 - W

La viga cabecera 29 no tiene visiblemente presencia de machas de oxido, desprendimiento del recubrimiento o fisuras. Las pilas tampoco muestras signos de deterioro.

Apoyo 29 - E

La viga cabecera 29 no tiene visiblemente presencia de machas de oxido, desprendimiento del recubrimiento o fisuras. Las pilas tampoco muestras signos de deterioro.

Apoyo 30 - W

La viga cabecera 30 no tiene visiblemente presencia de machas de oxido, desprendimiento del recubrimiento o fisuras. Las pilas tampoco muestras signos de deterioro.

Apoyo 30 - E

La viga cabecera 30 no tiene visiblemente presencia de machas de oxido, desprendimiento del recubrimiento o fisuras. Las pilas tampoco muestras signos de deterioro.

Apoyo 31 - W

La viga cabecera 31 tiene presencia de machas de oxido, desprendimiento del recubrimiento y unas fisuras horizontales en la parte inferior; el acero expuesto se ve visiblemente corroido.

Apoyo 31 - E

La viga cabecera 31 tiene presencia de machas de oxido, desprendimiento del recubrimiento y unas fisuras horizontales en la parte inferior.

Apoyo 32 - W

La viga cabecera 32 tiene presencia de machas de oxido, desprendimiento del recubrimiento y unas fisuras horizontales en la parte inferior.

Apoyo 32 - E

La viga cabecera 32 tiene presencia de machas de oxido, desprendimiento del recubrimiento y unas fisuras horizontales en la parte inferior.

Apoyo 33 - W

La viga cabecera 33 tiene presencia de machas de oxido, desprendimiento del recubrimiento y unas fisuras horizontales en la parte inferior.

Apoyo 33 - E

La viga cabecera 33 tiene presencia de machas de oxido, desprendimiento del recubrimiento y unas fisuras horizontales en la parte inferior.

Apoyo 34 - W

La viga cabecera 34 no tiene visiblemente presencia de machas de oxido, desprendimiento del recubrimiento o fisuras. Las pilas tampoco muestras signos de deterioro.

Apoyo 35 - E

La viga cabecera 35 tiene presencia de machas de oxido, desprendimiento del recubrimiento y unas fisuras horizontales en la parte inferior; el acero expuesto se ve visiblemente corroido.

Apoyo 36 - E

La viga cabecera 36 no tiene visiblemente presencia de machas de oxido, desprendimiento del recubrimiento o fisuras. Las pilas tampoco muestras signos de deterioro.

Apoyo 37 - W

La viga cabecera 37 no tiene visiblemente presencia de machas de oxido, desprendimiento del recubrimiento o fisuras. Las pilas tampoco muestras signos de deterioro.

Apoyo 37 - E

La viga cabecera 37 no tiene visiblemente presencia de machas de oxido, desprendimiento del recubrimiento o fisuras. Las pilas tampoco muestras signos de deterioro.

Apoyo 38 - W

La viga cabecera 38 no tiene visiblemente presencia de machas de oxido, desprendimiento del recubrimiento o fisuras. Las pilas tampoco muestras signos de deterioro. En la zona inferior izquierda muestra un pequeño desprendimiento de concreto.

Apoyo 38 - E

La viga cabecera 38 no tiene visiblemente presencia de machas de oxido, desprendimiento del recubrimiento o fisuras. Las pilas tampoco muestras signos de deterioro.

Apoyo 39 - W

La viga cabecera 39 no tiene visiblemente presencia de machas de oxido, desprendimiento del recubrimiento o fisuras. Las pilas tampoco muestras signos de deterioro.

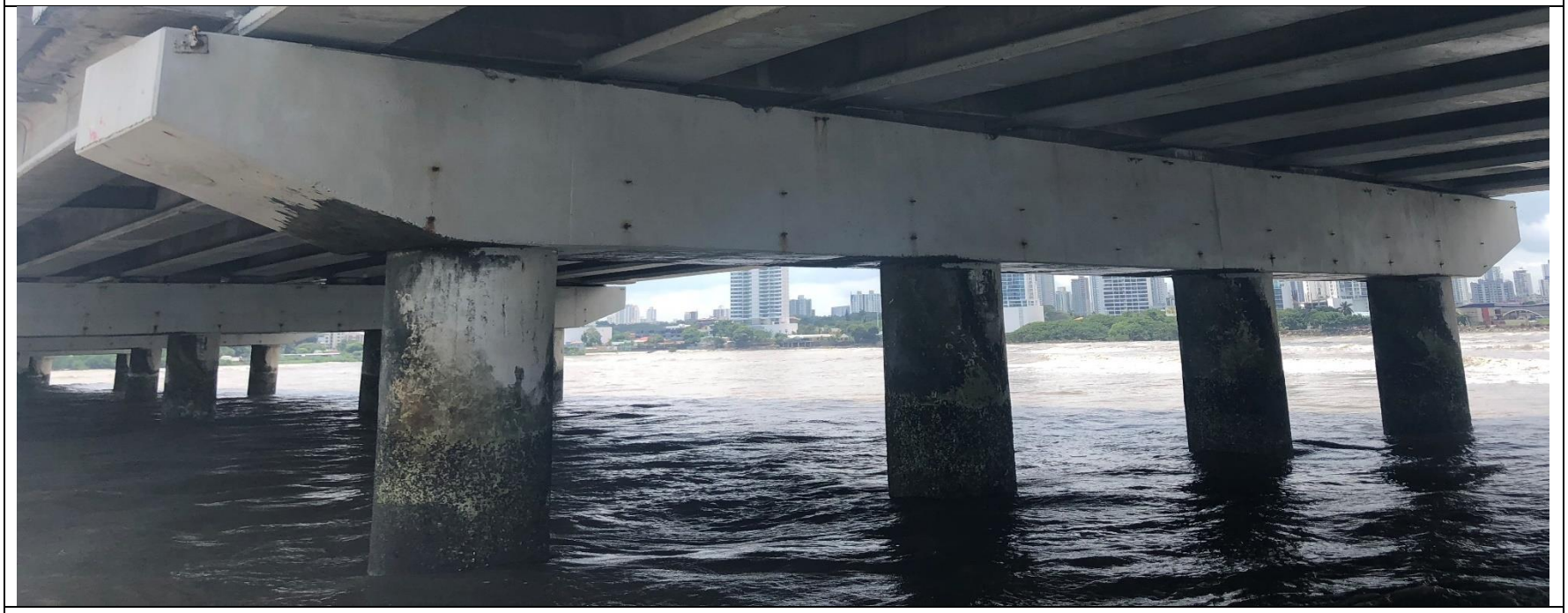
Apoyo 39 - E

La viga cabecera 39 no tiene visiblemente presencia de machas de oxido, desprendimiento del recubrimiento o fisuras. Las pilas tampoco muestras signos de deterioro.

Apoyo 40 - W

La viga cabecera 40 tiene presencia de machas de oxido, desprendimiento del recubrimiento y unas fisuras horizontales en la parte inferior. Las pilas no muestran signos de deterioro.

Apoyo 40 - E



La viga cabecera 40 no tiene visiblemente presencia de machas de oxido, desprendimiento del recubrimiento o fisuras. Las pilas tampoco muestras signos de deterioro.

Apoyo 41 - W

La viga cabecera 41 tiene presencia de machas de oxido, desprendimiento del recubrimiento y unas fisuras horizontales en la parte inferior. Las pilas no muestran signos de deterioro.

Apoyo 41 - E

La viga cabecera 41 tiene presencia de machas de oxido, desprendimiento del recubrimiento y unas fisuras horizontales en la parte inferior. Las pilas no muestran signos de deterioro.

Apoyo 42 - W

La viga cabecera 42 tiene presencia de machas de oxido, desprendimiento del recubrimiento y unas fisuras horizontales en la parte inferior. Las pilas no muestran signos de deterioro.

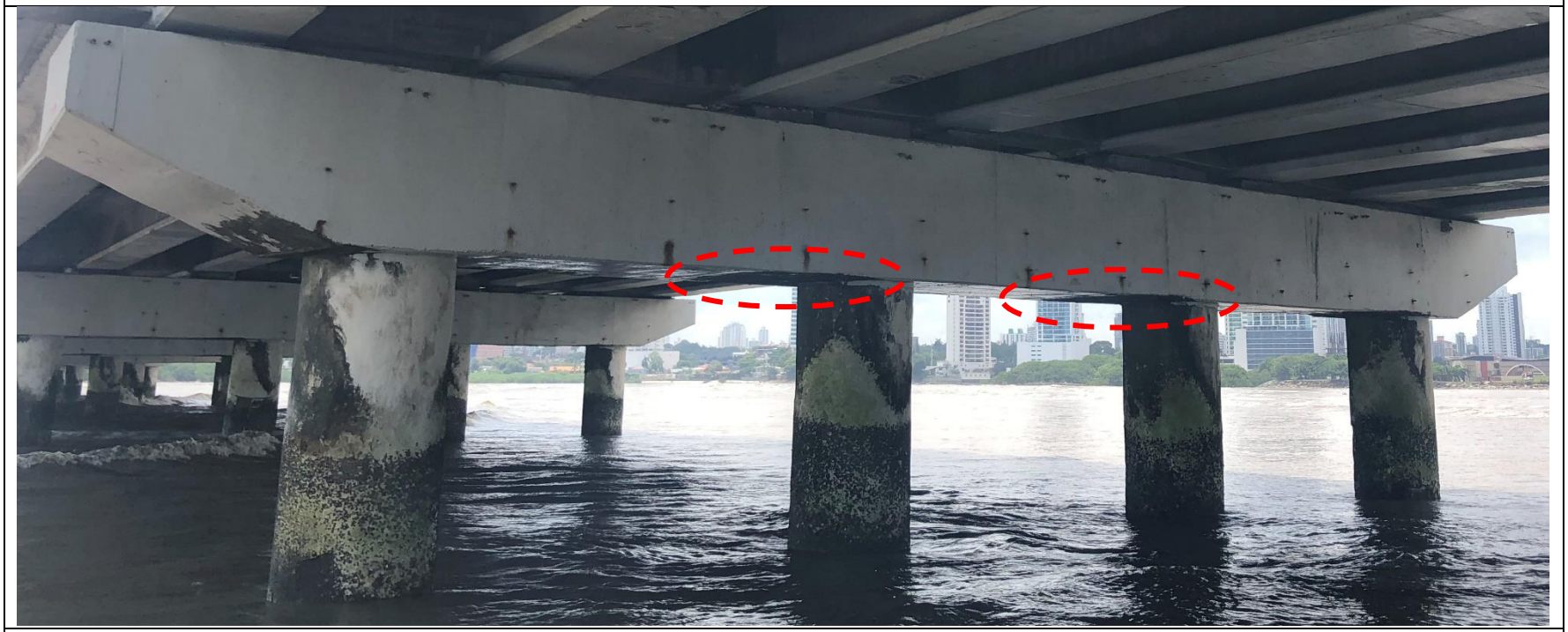
Apoyo 42 - E

La viga cabecera 42 tiene presencia de machas de oxido, desprendimiento del recubrimiento y unas fisuras horizontales en la parte inferior. Las pilas no muestran signos de deterioro.

Apoyo 43 - W

La viga cabecera 43 tiene presencia de machas de oxido, desprendimiento del recubrimiento y unas fisuras horizontales en la parte inferior. Las pilas no muestran signos de deterioro.

Apoyo 43 - W



La viga cabecera 43 tiene presencia de machas de oxido, desprendimiento del recubrimiento y unas fisuras horizontales en la parte inferior. Las pilas no muestran signos de deterioro.

Apoyo 44 - W

La viga cabecera 44 no tiene presencia de machas de oxido, desprendimiento del recubrimiento o fisuras. Las pilas no muestran signos de deterioro.

Apoyo 66 - E

La viga cabecera 66 tiene presencia de machas de oxido, desprendimiento del recubrimiento y unas fisuras horizontales en la parte inferior; el acero expuesto se ve visiblemente corroido. Las pilas de este apoyo tienen una fisura vertical en la parte superior de la pila.

Apoyo 67 - W

La viga cabecera 67 tiene presencia de machas de oxido, desprendimiento del recubrimiento y unas fisuras horizontales en la parte inferior; el acero expuesto se ve visiblemente corroido.

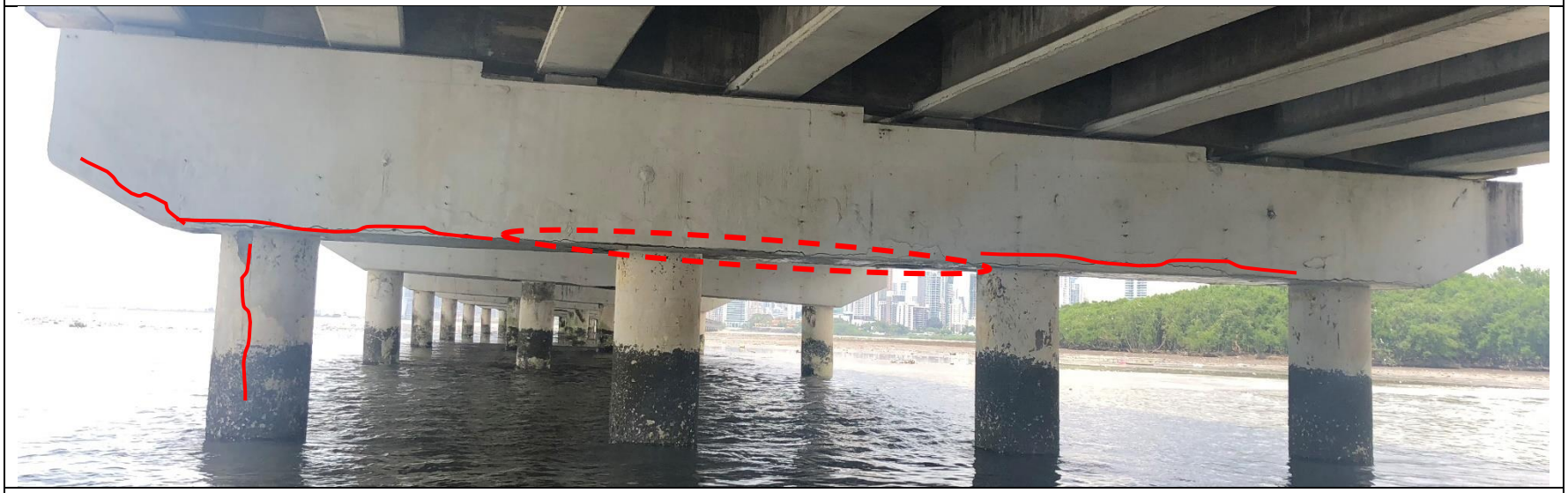
Apoyo 67 - E

La viga cabecera 67 tiene presencia de machas de oxido, desprendimiento del recubrimiento y unas fisuras horizontales en la parte inferior; el acero expuesto se ve visiblemente corroido. Las pilas de este apoyo tienen una fisura vertical en la parte superior de la pila.

Apoyo 68 - W

La viga cabecera 68 tiene presencia de machas de oxido, desprendimiento del recubrimiento y unas fisuras horizontales en la parte inferior; el acero expuesto se ve visiblemente corroido. Las pilas de este apoyo tienen una fisura vertical en la parte superior de la pila.

Apoyo 68 - E



La viga cabecera 68 tiene presencia de machas de oxido, desprendimiento del recubrimiento y unas fisuras horizontales en la parte inferior; el acero expuesto se ve visiblemente corroido. Las pilas de este apoyo tienen una fisura vertical en la parte superior de la pila.

Apoyo 69 - W

La viga cabecera 69 tiene presencia de machas de oxido, desprendimiento del recubrimiento y unas fisuras horizontales en la parte inferior; el acero expuesto se ve visiblemente corroido. Las pilas de este apoyo tienen una fisura vertical en la parte superior de la pila. En la parte superior izquierda existen residuos de una estructura de acero, visiblemente corroida, ya esto se encontraba en el lugar.

Apoyo 69 - E

La viga cabecera 69 tiene presencia de machas de oxido, desprendimiento del recubrimiento y unas fisuras horizontales en la parte inferior; el acero expuesto se ve visiblemente corroido. Las pilas de este apoyo tienen una fisura vertical en la parte superior de la pila.

Apoyo 70 - W

La viga cabecera 70 tiene presencia de machas de oxido, desprendimiento del recubrimiento y unas fisuras horizontales en la parte inferior; el acero expuesto se ve visiblemente corroido. Las pilas de este apoyo tienen una fisura vertical en la parte superior de la pila.

Apoyo 71 - W

La viga cabecera 71 tiene presencia de machas de oxido, desprendimiento del recubrimiento y unas fisuras horizontales en la parte inferior; el acero expuesto se ve visiblemente corroido. Las pilas de este apoyo tienen una fisura vertical en la parte superior de la pila.

Apoyo 73 - E

La viga cabecera 73 tiene presencia de machas de oxido, desprendimiento del recubrimiento y unas fisuras horizontales en la parte inferior; el acero expuesto se ve visiblemente corroido. Las pilas de este apoyo tienen una fisura vertical en la parte superior de la pila.

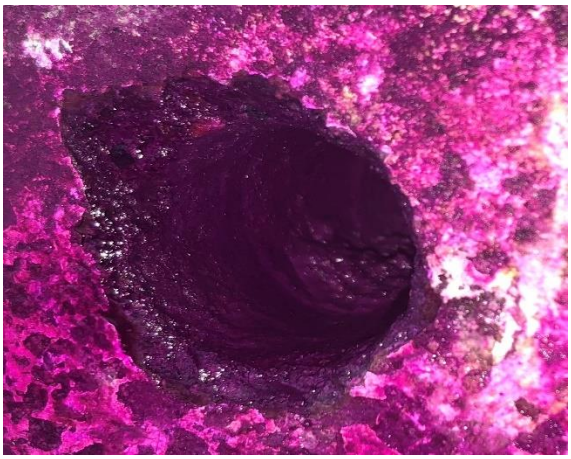
2.3 Análisis Químicos

2.3.1 Carbonatación (in situ)

El porcentaje de hidrógeno en el concreto es indicador de su alcalinidad. La alcalinidad de concreto es una propiedad intrínseca inhibidora de corrosión. Bajo ciertas condiciones, el concreto puede acidificarse y perder su característica protectora del acero. Similarmente, la presencia de dióxido de carbono y agua puede resultar en la carbonatación del concreto. La carbonatación del concreto tiende a acidificar el concreto, haciéndole perder la alcalinidad que inhibe la corrosión.

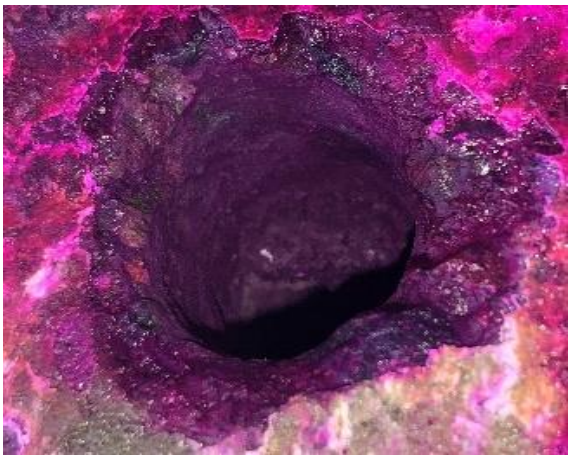
El concreto sano tiene un porcentaje de hidrógeno (pH) entre 12 y 14. Cuando ocurre la carbonatación, el pH del concreto puede bajar hasta aproximadamente 8.4. La solución indicadora de fenolftaleína aplicada al concreto se torna purpura siempre que el pH supere un valor aproximado de 9.0. Cuando al aplicarse la solución indicadora de fenolftaleína no se visualiza el cambio a color purpura, se considera que el concreto ha perdido su calidad protectora del acero y conforma un ambiente favorable a la corrosión.

P – 01 – 01



El concreto se tornó purpura, pH mayor a 9.0.

P – 01 – 02

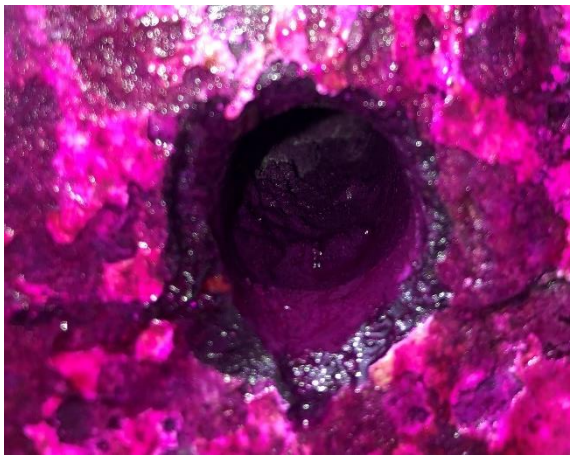


El concreto se tornó purpura, pH mayor a 9.0.

P – 04 – 01

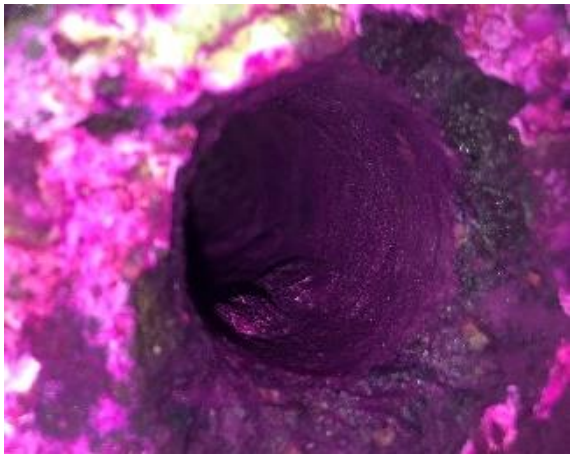
El concreto se tornó purpura, pH mayor a 9.0.

P – 04 – 02



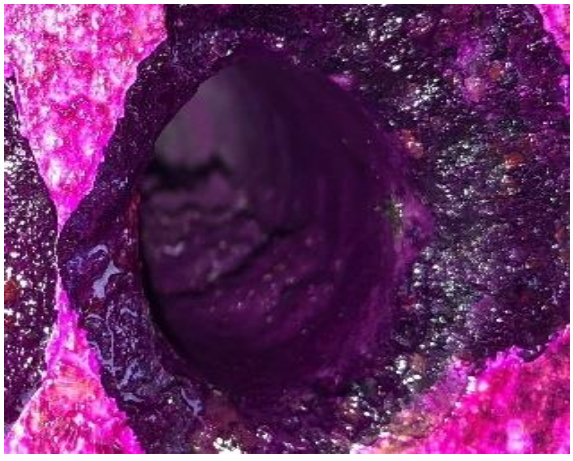
El concreto se tornó purpura, pH mayor a 9.0.

P – 05 – 01



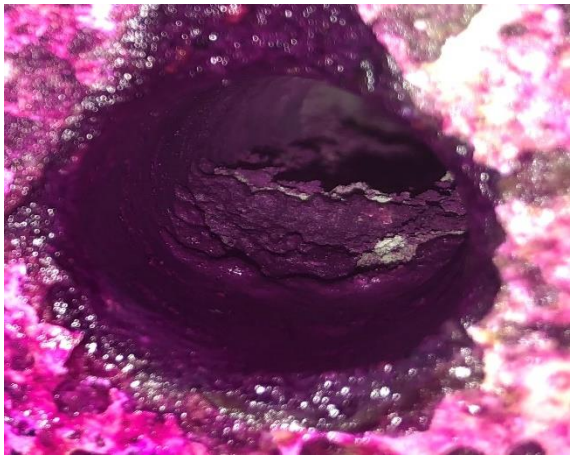
El concreto se tornó purpura, pH mayor a 9.0.

P – 05 – 03



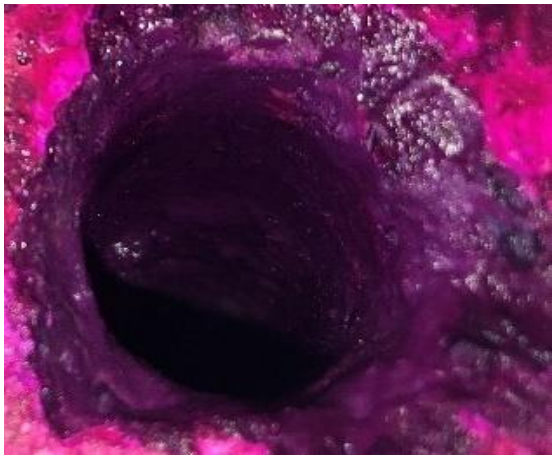
El concreto se tornó purpura, pH mayor a 9.0.

P – 06 – 02



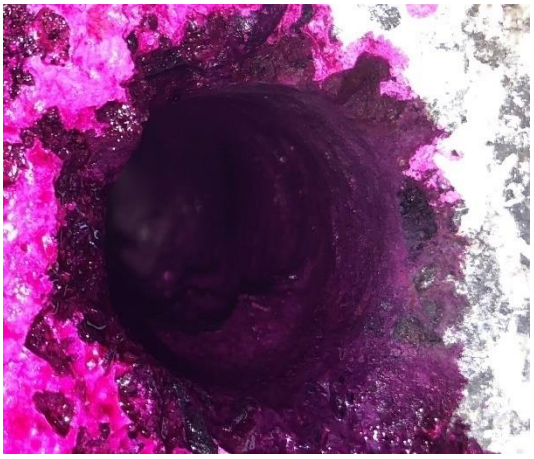
El concreto se tornó purpura, pH mayor a 9.0.

P – 06 – 03



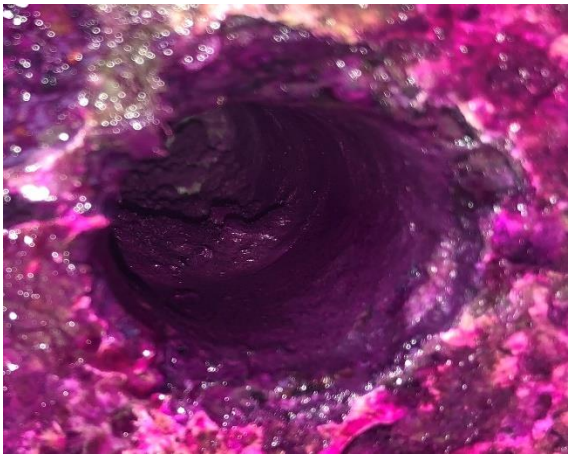
El concreto se tornó purpura, pH mayor a 9.0.

P – 08 – 01



El concreto se tornó purpura, pH mayor a 9.0.

P – 08 – 02

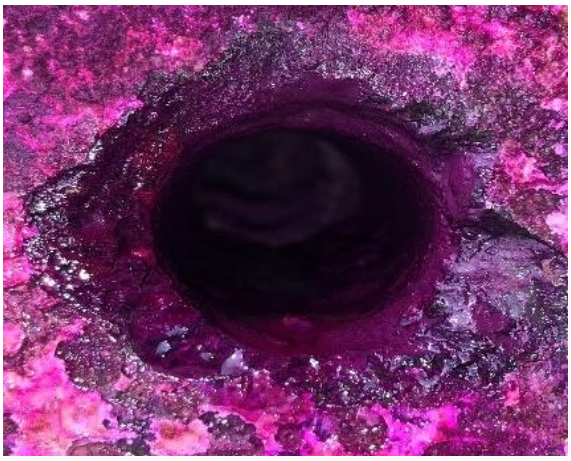


El concreto se tornó purpura, pH mayor a 9.0.

P – 09 – 01

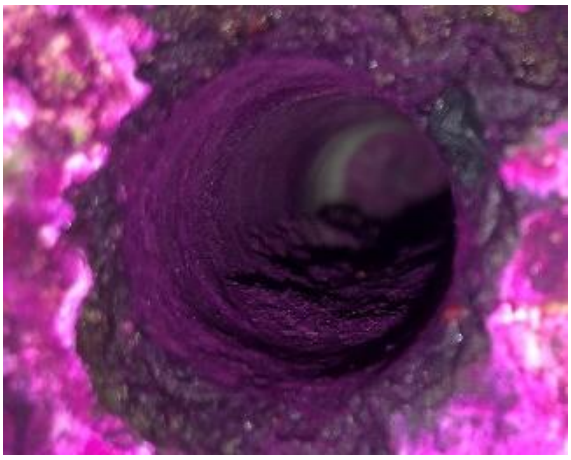
El concreto se tornó purpura, pH mayor a 9.0.

P – 09 – 04



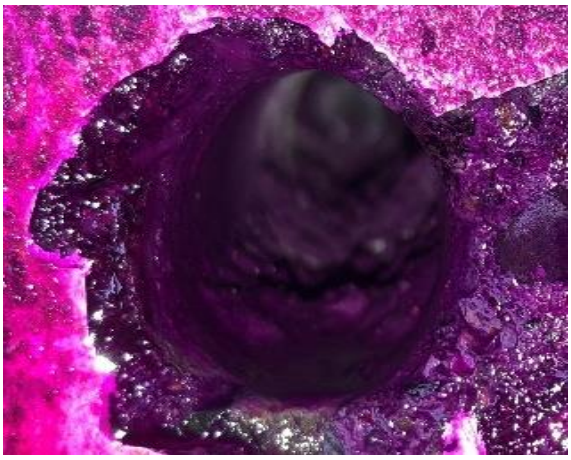
El concreto se tornó purpura, pH mayor a 9.0.

P – 10 – 02



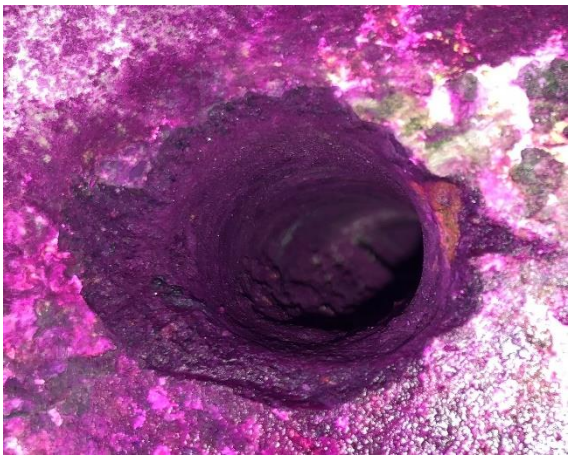
El concreto se tornó purpura, pH mayor a 9.0.

P – 10 – 03



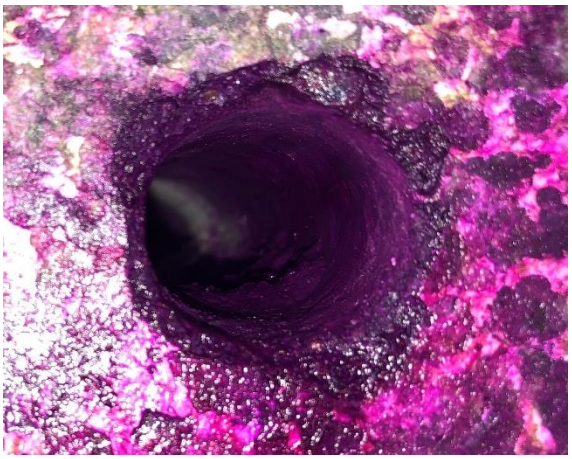
El concreto se tornó purpura, pH mayor a 9.0.

P – 11 – 03



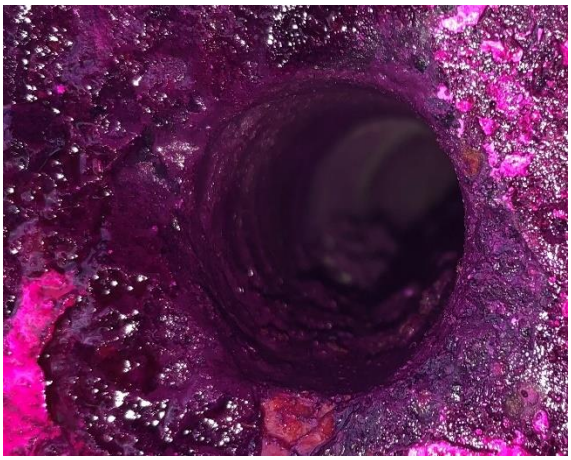
El concreto se tornó purpura, pH mayor a 9.0.

P – 11 – 04



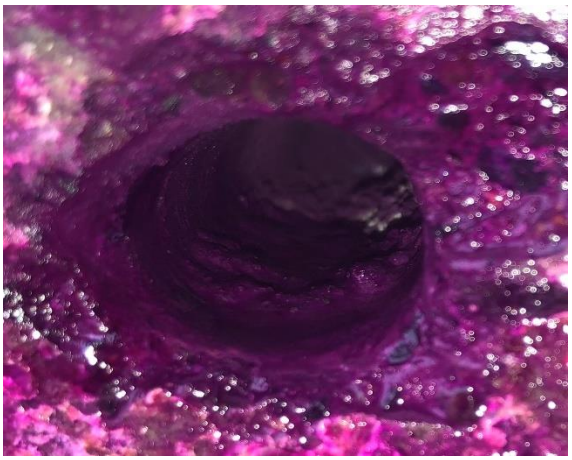
El concreto se tornó purpura, pH mayor a 9.0.

P – 12 – 03



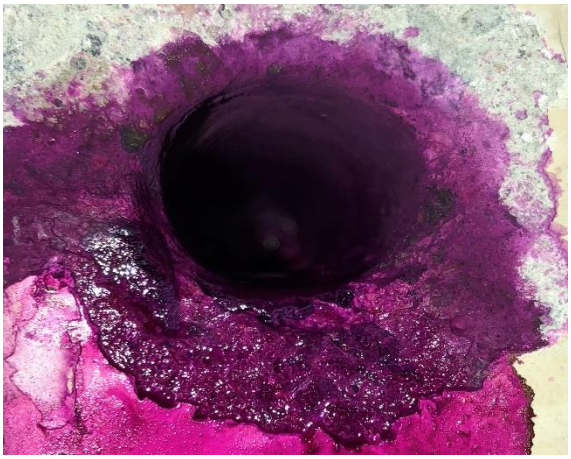
El concreto se tornó purpura, pH mayor a 9.0.

P – 12 – 04



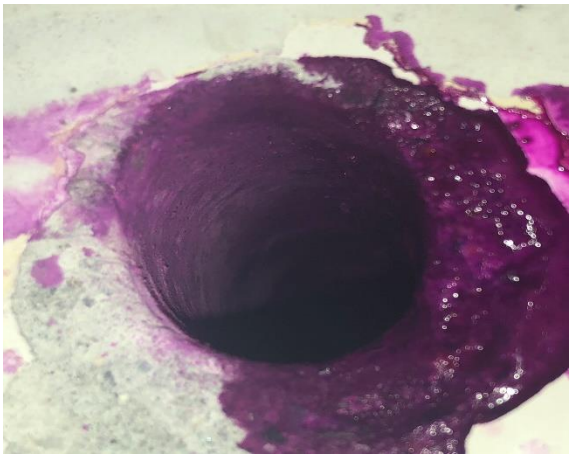
El concreto se tornó purpura, pH mayor a 9.0.

VC – 05 – 01



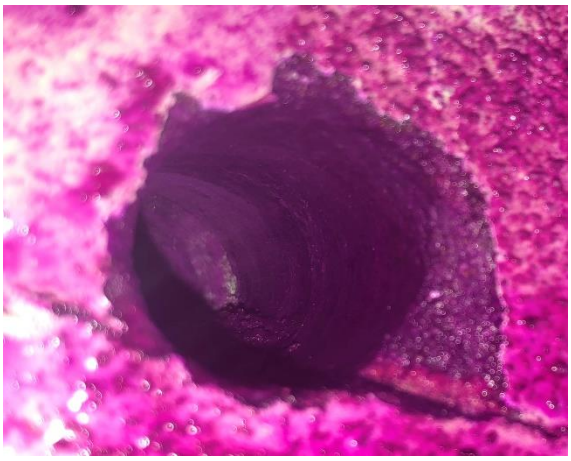
El concreto se tornó purpura, pH mayor a 9.0.

VC – 06 – 01



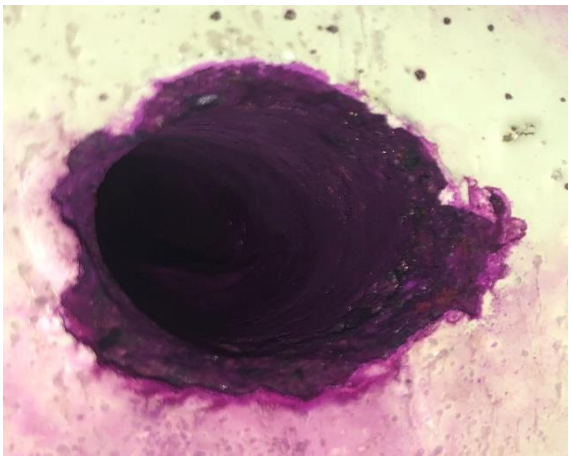
El concreto se tornó purpura, pH mayor a 9.0.

VC – 07 – 01



El concreto se tornó purpura, pH mayor a 9.0.

VC – 08 – 01



El concreto se tornó purpura, pH mayor a 9.0.

2.3.2 Perfil de cloruros (in situ)

La determinación de la concentración de iones de cloruro en el concreto es esencial para evaluar la necesidad del mantenimiento en las diferentes estructuras.

Se evaluó la concentración de cloruros solubles en acido, que en muchos casos es equivalente a la concentración total de cloruros, utilizando el Clorímetro CL-3000 (NDT James Instruments). El Clorímetro produce resultados en el sitio en cuestión de minutos, sin embargo, es recomendable retomar las lecturas luego de un periodo de por lo menos 24 horas para permitir la disolución completa de los cloruros y la estabilización del porcentaje de cloruros.

Una muestra de polvo es obtenida taladrando sobre el área de estudio a evaluar (Ilustración 2) y 3 g de muestra son disueltos en 20 ml de extracción liquida de ácido. Se muestreo a 4 profundidades distintas para poder obtener un perfil de la penetración del cloruro en el concreto.

Como se mencionó anteriormente, con este método se pueden obtener valores en menos de 5 minutos. Estos valores iniciales se pueden tomar como un indicador de los valores de concentraciones de cloruro; sin embargo, resultados más precisos son obtenidos luego de que la muestra estuvo en liquido de extracción al menos 24 horas.

Ilustración 2. Proceso de recolección de muestra del ensayo para determinar los contenidos de cloruro utilización el Clorimetro CL-3000

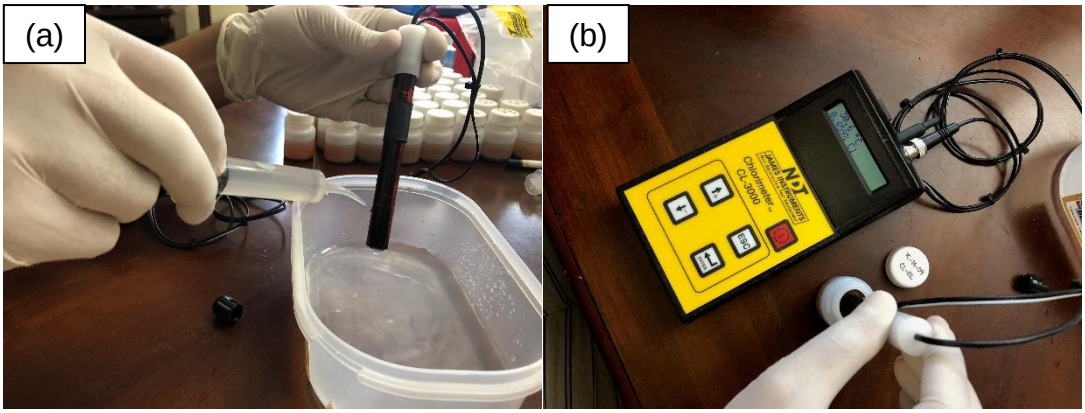
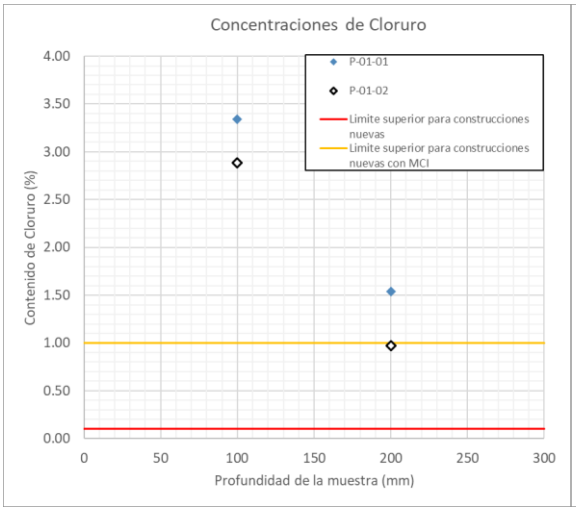
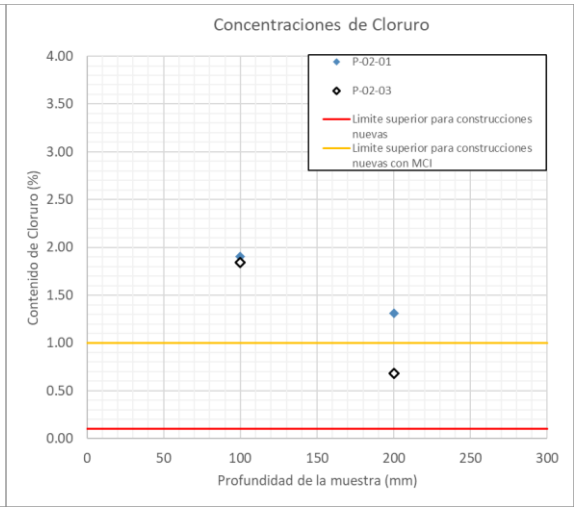
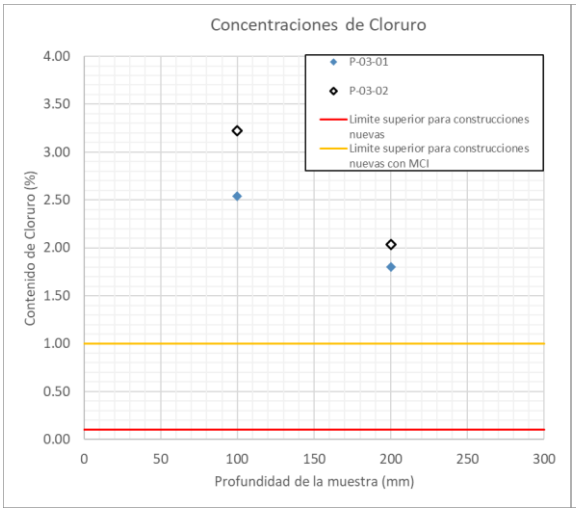
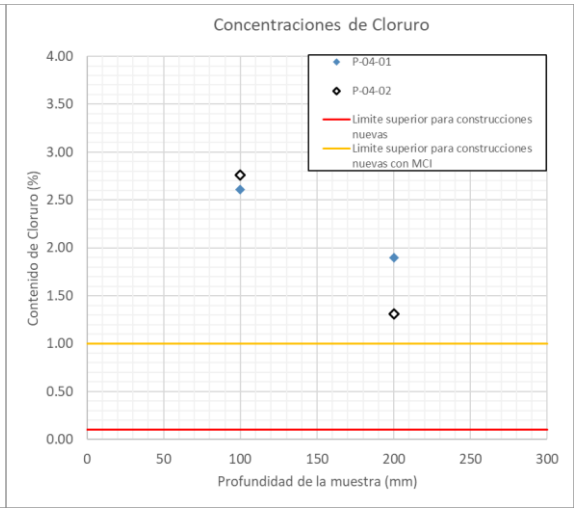


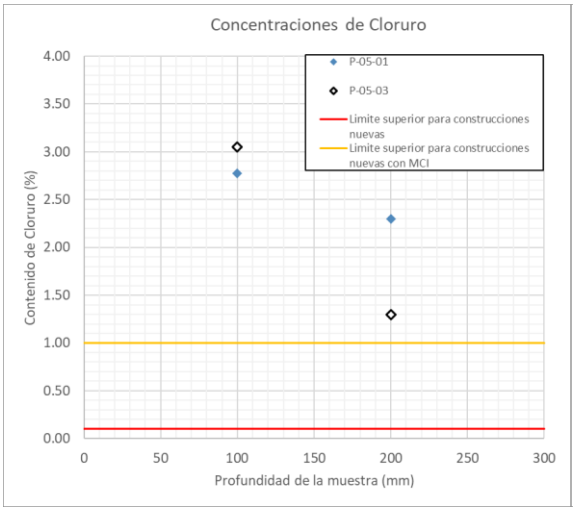
Ilustración 3. a) Limpieza de la probeta entre la realización de cada medición para evitar contaminación cruzada. b) Medición de los contenidos de cloruro utilizando el Clorimetro CL-3000.

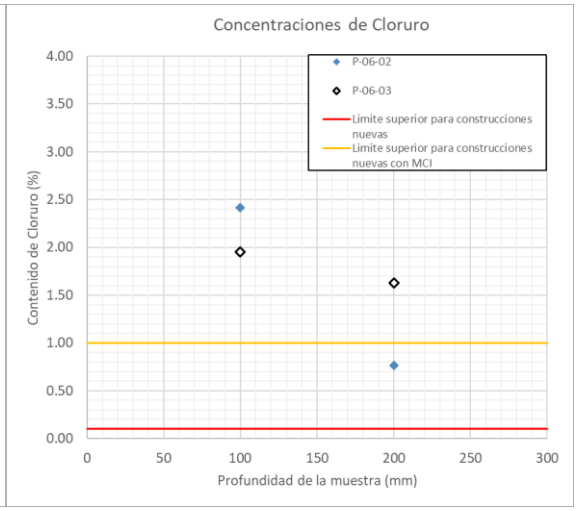

Concentraciones de Cloruro
P-01-01
P-01-02
Limite superior para construcciones nuevas
Limite superior para construcciones nuevas con MCI
Contenido de Cloruro (%)
Profundidad de la muestra (mm)

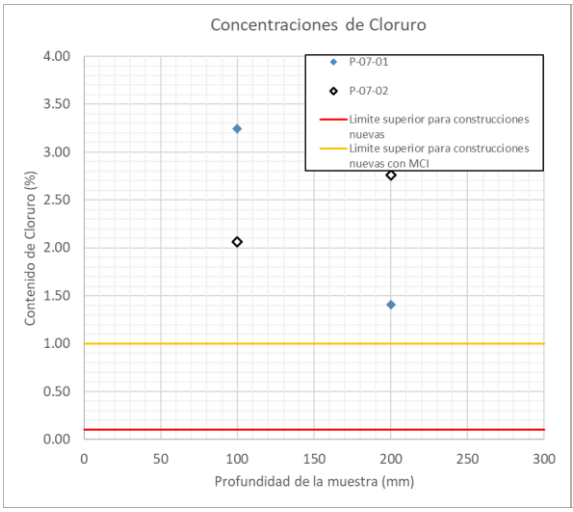

Concentraciones de Cloruro
P-02-01
P-02-03
Limite superior para construcciones nuevas
Limite superior para construcciones nuevas con MCI
Contenido de Cloruro (%)
Profundidad de la muestra (mm)

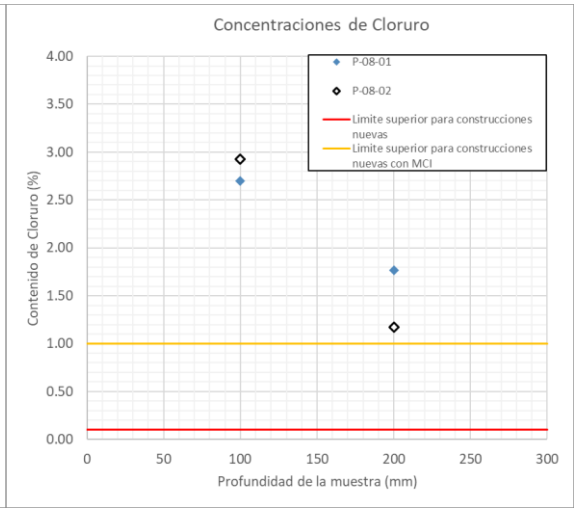

Concentraciones de Cloruro
P-03-01
P-03-02
Limite superior para construcciones nuevas
Limite superior para construcciones nuevas con MCI
Contenido de Cloruro (%)
Profundidad de la muestra (mm)

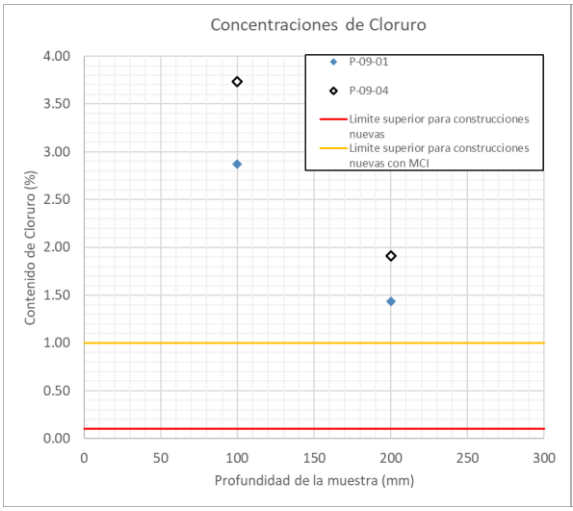

Concentraciones de Cloruro
P-04-01
P-04-02
Limite superior para construcciones nuevas
Limite superior para construcciones nuevas con MCI
Contenido de Cloruro (%)
Profundidad de la muestra (mm)

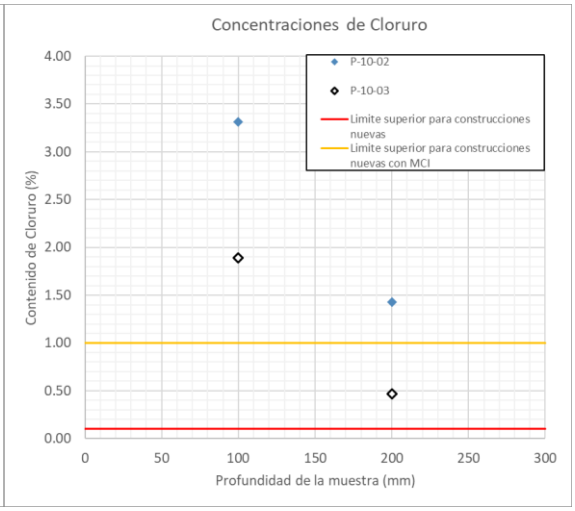

Concentraciones de Cloruro
P-05-01
P-05-03
Limite superior para construcciones nuevas
Limite superior para construcciones nuevas con MCI
Contenido de Cloruro (%)
Profundidad de la muestra (mm)

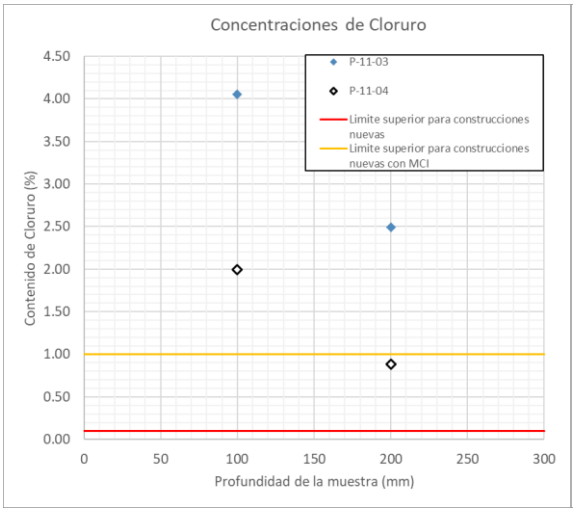

Concentraciones de Cloruro
P-06-02
P-06-03
Limite superior para construcciones nuevas
Limite superior para construcciones nuevas con MCI
Contenido de Cloruro (%)
Profundidad de la muestra (mm)

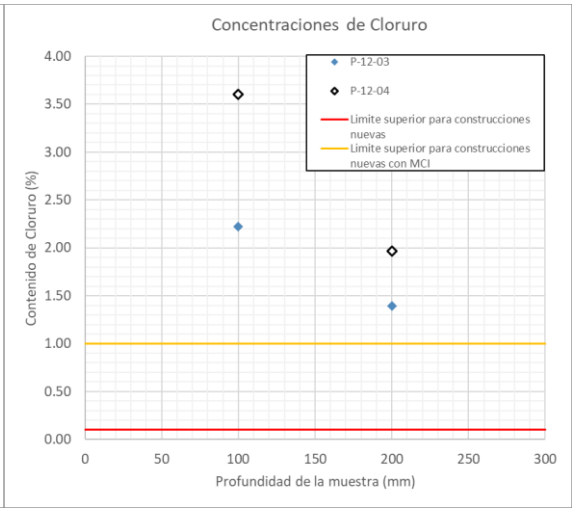

Concentraciones de Cloruro
P-07-01
P-07-02
Limite superior para construcciones nuevas
Limite superior para construcciones nuevas con MCI
Contenido de Cloruro (%)
Profundidad de la muestra (mm)

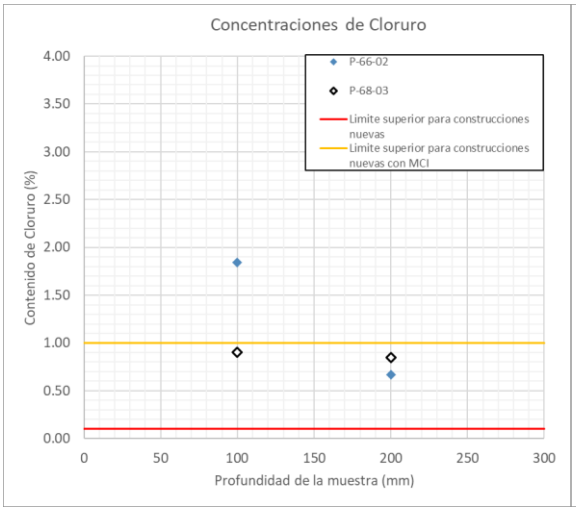

Concentraciones de Cloruro
P-08-01
P-08-02
Limite superior para construcciones nuevas
Limite superior para construcciones nuevas con MCI
Contenido de Cloruro (%)
Profundidad de la muestra (mm)

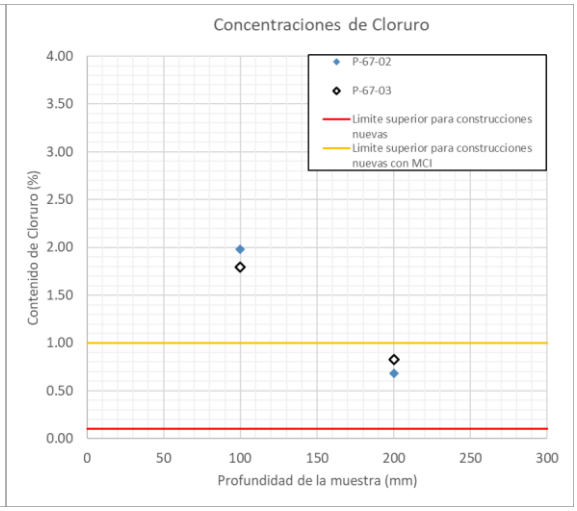

Concentraciones de Cloruro
P-09-01
P-09-04
Limite superior para construcciones nuevas
Limite superior para construcciones nuevas con MCI
Contenido de Cloruro (%)
Profundidad de la muestra (mm)

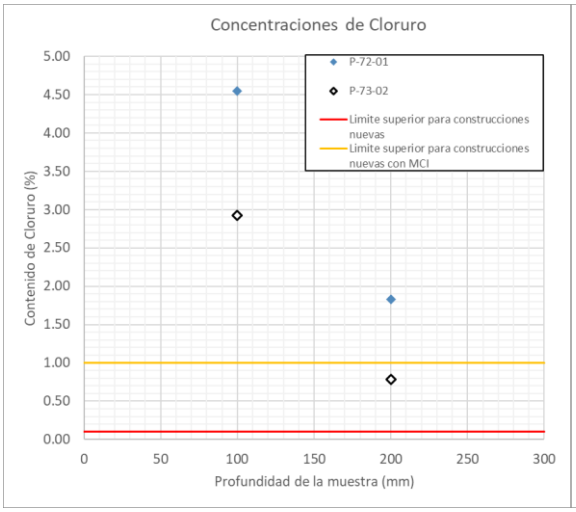

Concentraciones de Cloruro
P-10-02
P-10-03
Limite superior para construcciones nuevas
Limite superior para construcciones nuevas con MCI
Contenido de Cloruro (%)
Profundidad de la muestra (mm)

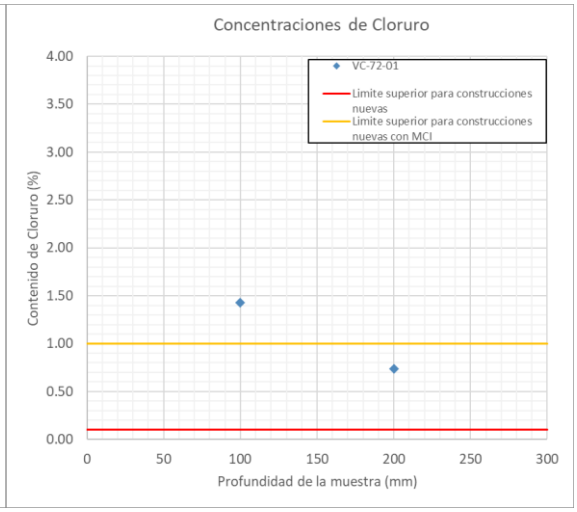

Concentraciones de Cloruro
P-11-03
P-11-04
Limite superior para construcciones nuevas
Limite superior para construcciones nuevas con MCI
Contenido de Cloruro (%)
Profundidad de la muestra (mm)


Concentraciones de Cloruro
P-12-03
P-12-04
Limite superior para construcciones nuevas
Limite superior para construcciones nuevas con MCI
Contenido de Cloruro (%)
Profundidad de la muestra (mm)









Tal como se puede observar en las gráficas el 100% de los elementos evaluados presenta valores de concentraciones de cloruros superiores a los límites recomendados por el código ACI 318, para construcciones nuevas. Las concentraciones de cloruro en casi el 100% de los elementos evaluados (vigas cabeceras y pilas) están por encima del límite recomendado para la aplicación del inhibidor de corrosión migratorio (MCI).

3 Discusión y Conclusiones

De los resultados obtenidos hasta el momento se puede concluir que:

- Los aceros de refuerzo en las pilas se encuentran aproximadamente a 10 cm de profundidad.
- Del levantamiento visual se puede observar que los tipos de daños presentes en los elementos son repetitivos, salvo casos muy puntuales; la mayoría de las vigas cabeceras presentan una fisura horizontal en la parte inferior y desprendimiento del recubrimiento en ciertas zonas, generalmente en la parte inferior de la viga cabecera.
- Las pilas muestran generalmente una sola fisura vertical, de la cual se desconoce su profundidad, que va desde la parte inferior de la viga cabecera hasta aproximadamente la mitad de la longitud de la pila. En una minoría de los casos, se presentan dos fisuras verticales.
- No existen indicios de que ocurra un problema de carbonatación en los elementos, ya que en el 100% de los elementos evaluados con fenolftaleína, se mostró que el pH tiene un valor superior a 9.0.
- Las vigas cabeceras y pilas muestran concentraciones de cloruro muy por encima del límite establecido por el ACI 318 para estructuras nuevas e incluso por encima del límite de acción del inhibidor de corrosión migratorio (MCI). Se recomienda remover el concreto por lo menos hasta la profundidad del acero de refuerzo.
- Las vigas no fueron muestreadas, por lo que se desconoce los valores de concentración de cloruro de estas. Será necesario ejecutar mediciones de concentración de cloruros en las vigas, durante la ejecución del proyecto, una vez los medios auxiliares lo permitan.

MEMORIA DESCRIPTIVA DE MATERIALES

01	**7/diciembre/2018**	**Para Revisión**	**AT**		
			CIPTS	**PROYECO-SEG**	**ENA**
0	**9/Agosto/2018**	**Rechazado**	**AAV**		
			CIPTS	**PROYECO-SEG**	**ENA**
NO. REV.	**DÍA**	**DESCRIPCIÓN**	**PREPARADO**	**REVISADO**	**APPROVED**

TABLA DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN 4

2. MATERIALES POR EMPLEAR EN LA REHABILITACIÓN DE LAS PILAS 4

2.1. ADICIONES AL CONCRETO FRESCO 4

2.1.1. Humo De Sílice 4

2.1.2. Superplastificante 6

2.1.3. Retardador De Fraguado 7

2.1.4. Inhibidor De Corrosión (Aditivo) 9

2.2. PASIVADOR DE ARMADURA METÁLICA 12

2.3. REFUERZO NO METÁLICO 14

2.4. EPÓXICO DE FIJACIÓN DE ANCLAJES 15

2.5. ENCAMISADO NO METÁLICO 18

2.6. SELLADOR DE JUNTA DE ENCAMISADO NO METALICO 21

3. MATERIALES A EMPLEAR EN LA REHABILITACIÓN DE LAS VIGAS CABECERAS 25

3.1. ADICIONES AL CONCRETO FRESCO 25

3.1.1. Humo De Sílice 25

3.1.2. Superplastificante 28

3.1.3. Retardador De Fraguado 30

3.1.4. Inhibidor De Corrosión 31

3.1.5. Acelerador De Fraguado 34

3.2. TRATAMIENTO SUPERFICIAL AL CONCRETO ENDURECIDO 35

3.2.1. Compuesto Curador 35

3.2.2. Inhibidor De Corrosión Migratorio 37

3.3. PASIVADOR DE ARMADURA METÁLICA 40

3.4. REFUERZO NO METÁLICO 42

3.5. EPÓXICO DE FIJACIÓN DE ANCLAJES 43

4. MATERIALES A EMPLEAR EN LA REHABILITACIÓN DE LAS VIGAS, PRELOSAS Y DIAFRAGMAS 46

4.1. MORTERO DE REPARACIÓN 46

4.2. PASIVADOR DE ARMADURA METÁLICA 48

4.3. INHIBIDOR DE CORROSIÓN MIGRATORIO 50

1. INTRODUCCIÓN

Este documento describe las bondades de los productos y materiales seleccionados para la rehabilitación del tramo marino del corredor sur. Se presenta en este documento información de marco teórico cuando es necesario para explicar las características de un producto más allá de lo que se presenta en la ficha técnica del mismo.

Se recomienda utilizar este documento en combinación con las fichas técnicas actualizada de cada producto.

2. MATERIALES POR EMPLEAR EN LA REHABILITACIÓN DE LAS PILAS

2.1. ADICIONES AL CONCRETO FRESCO

2.1.1. Humo De Sílice

a) Propiedades

Al micro concreto diseñado para el recrecido de las pilas se le adicionará micro-sílice, específicamente el producto **SIKAFUME** de SIKA. La micro-sílice es un material suplementario cementante. Un cemento común al hidratarse forma varios compuestos en el concreto endurecido, dentro de ellos se pueden listar Hidratos de Calcio y Silicio (CSH por sus siglas en nomenclatura corta en el idioma inglés) e Hidróxidos de Calcio (CH por sus siglas en nomenclatura corta en el idioma inglés). El CSH es el principal contribuyente a la resistencia del concreto mientras que el CH se puede considerar como un residuo de la reacción de hidratación del cemento.

La micro-sílice reacciona con el CH para generar CSH adicional. Esto comúnmente se conoce como “reacción puzolánica”. Al generarse CSH adicional, el concreto se densifica, aumenta en resistencia, disminuye su permeabilidad, aumenta la resistencia del concreto al ataque de sulfatos y aumenta su resistividad eléctrica. Al densificarse el concreto y disminuir su permeabilidad, se dificulta el ingreso de cloruros que pudieran generar procesos de corrosión. La resistividad eléctrica está directamente relacionada

con la dificultad de ocurrencia de la reacción electroquímica necesaria para la corrosión del acero.

En este proyecto, se adicionará **8%** del peso de cemento en SIKAFUME. Al agregarse micro-sílice a la mezcla, también se cancela la necesidad de utilizar un cemento inherentemente resistente a sulfatos como sería un cemento tipo II o tipo V de acuerdo con la norma ASTM C150. Un cemento aditivado con micro-sílice puede clasificarse como un cemento I-P de acuerdo con la norma ASTM C595 y en función de su resistencia al ataque de sulfatos puede clasificarse como un I-P (HS) que es lo que recomienda la norma ACI 318 para exposición severa a sulfatos cuando se designa el cemento de acuerdo con la norma ASTM C595. Un cemento I-P (HS) es equivalente o superior a un cemento tipo V en cuanto a su resistencia a sulfatos.

b) Metodología de Aplicación

La micro-sílice es un polvo muy fino que se agrega al concreto al momento de su mezcla con los siguientes pasos:

- Colocar en la mezcladora los agregados.
- Adicionar la cantidad de 8% en peso de Sika Fume.
- Adicionar el cemento y continuar el mezclado hasta los dos (2) minutos.
- Adicionar el agua de amasado con el super el superplastificante disuelto en ella.
- Mezclar por 2 minutos adicionales.

c) Tiempo de aplicación o mezclado

Mínimo Un (1) minuto de mezclado junto a los agregados en la mezcladora o planta.

d) Condiciones ideales de aplicabilidad o mezclado

Al realizar la adición de micro-sílica para elaborar concretos de altas prestaciones, se debe prestar cuidadosa atención a la calidad de los materiales usados en la mezcla.

La dosis debe ser la adecuada frente al tipo de ataque previsto o de acuerdo con el desempeño esperado de la mezcla.

Prever la utilización de retardadores y superplastificantes para lograr el tiempo de manejabilidad esperado.

La dosis debe ser la adecuada frente al tipo de ataque previsto o de acuerdo con el desempeño esperado de la mezcla.

e) Compatibilidad con el entorno

El uso de micro-sílice es altamente recomendado para ambientes agresivos tanto por cloruros como por sulfatos.

f) Elementos de contacto

Debe utilizarse máscara protectora de las vías respiratorias, guantes de goma, gafas protectoras y ropa de trabajo para su manipulación.

No es cáustico, ni corrosivo.

2.1.2. Superplastificante

Para compensar la pérdida de trabajabilidad causada por la adición de micro-sílice y para poder que el concrete sea en efecto autocompactante, se adiciona una dosis alta de superplastificante al concreto. Se utilizará el producto **Sikaplast 328 PA** de Sika.

La mezcla utilizada lleva un 1.4% del peso de cemento en superplastificante. El rango de dosificación recomendado es de 0.2 a 1.5%.

a) Propiedades

Aditivo líquido, color ámbar, compuestos por resinas sintéticas y polímeros de última generación. Este compuesto se caracteriza por ser excelente reductor de agua, pero al mismo tiempo cuenta con un sostenimiento de la plasticidad en el tiempo, superior a los superplastificantes tradicionales. No contiene cloruros.

Cumple con los requerimientos de la norma ASTM C 494 Tipo A y F.

b) Metodología de aplicación

Adicionar a la mezcla ya preparada en la que ya exista una humectación del cemento y los agregados. Se puede agregar el aditivo en planta o en sitio. Dosificación de 0,2 al 1,5 % del peso del cemento.

c) Tiempos de aplicación

Mezcle el concreto con el **SikaPlast®-328** durante mínimo 6 minutos o de acuerdo con el volumen de concreto, mezclando 1 minuto por cada m3 cúbico de concreto.

d) Condiciones Ideales de aplicabilidad

La elaboración de concreto o mortero fluido exige una buena distribución granulométrica. Se debe garantizar suficiente contenido de finos para evitar la segregación del material fluido.

El uso de concreto fluido demanda un especial cuidado en el sellado de las formaletas para evitar la pérdida. El curado del concreto con agua es recomendable para garantizar el desarrollo de las resistencias mecánicas y mejorar el comportamiento del concreto contra la entrada de agentes nocivos gaseosos o líquidos.

e) Compatibilidad con el entorno

No disponer en el agua.

f) Elementos de contacto

Usar guantes de caucho y lentes de protección en su manipulación. En contacto con la piel lave con agua y jabón. En contacto con ojos o membranas mucosas, enjuagar inmediatamente con agua tibia y limpia, buscar inmediatamente atención médica.

2.1.3. Retardador De Fraguado

Para complementar la acción del Sikaplast 328PA, se agregó el retardador de fraguado **Sika Plastiment 650**. La combinación de estos dos productos permite tener una gran trabajabilidad por un largo periodo de tiempo

De la ficha técnica del producto se extrae que:

"El Plastiment 650 es un aditivo reductor de agua y retardante de fraguado para concreto. No contiene cloruros. Cumple con la norma ASTM C 494 Tipo D. Permite el transporte del concreto a largas distancias o por tiempos prolongados sin pérdida de trabajabilidad."

Este aditivo se agregará al concreto en planta, diluido con una porción del agua de mezcla, a razón de 0.4% del peso de cemento.

a) Propiedades

Reductor de agua altamente efectivo. Agente con retraso controlado con amplio rango de dosificación. Adecuado para uso en condiciones climáticas tropicales y calientes. Aditivo liquido de color café oscuro con densidad de 1.12 kg/l a 25 º C.

b) Metodología de aplicación

Debe ser adicionado con el agua de mezcla durante la carga de los materiales o directamente sobre la masa del concreto (dependiendo del tiempo de trabajabilidad deseada).

La dosis podrá variar dependiendo de los materiales utilizados, las condiciones ambientales y los requerimientos específicos de cada proyecto.

Para concretos de uso general: De 0.3% al 0.9 % del peso del cemento dependiendo del retardo deseado y la temperatura ambiente.

c) Tiempos de aplicación

N/A.

d) Condiciones Ideales de aplicabilidad

Se debe tener especial cuidado de que el encofrado esté correctamente instalado.

Cuando se usa Sika® Plastiment® 650, es adecuado que la mezcla de concreto este diseñada con materiales de fuentes locales y verificada con pruebas.

El hormigón debe mantenerse húmedo en para evitar el secado prematuro.

e) Compatibilidad con el entorno

No hay ingredientes presentes que, dentro del conocimiento actual del proveedor y en las concentraciones aplicables, estén clasificados como peligrosos para la salud o para el medio ambiente.

f) Elementos de contacto

En caso de contacto con la piel, lave la zona afectada inmediatamente con agua y jabón. En caso de contacto con los ojos lávelos en seguida con agua abundante durante 15 minutos y acuda al médico. En caso de ingestión no provoque el vómito y solicite ayuda médica.

2.1.4. Inhibidor De Corrosión (Aditivo)

Para suplementar la acción del micro-silice en términos de resistencia a la corrosión, se le ha agregado a la mezcla un inhibidor de corrosión, específicamente el **SIKA CNI.**

De acuerdo con lo definido en el documento *Protección contra la corrosión de Metales en el Concreto (ACI 222R-01)*, un inhibidor de corrosión para aceros embebidos en concreto es una sustancia que reduce la corrosión del metal sin reducir la concentración del agente corrosivo. Esta es una paráfrasis de la definición ISO (ISO 8044-89, Corrosión de metales y aleaciones- Términos Básicos y Definiciones) de un inhibidor de corrosión y se usa para distinguir entre un inhibidor de corrosión y otras adiciones al concreto que mejoran la resistencia a la corrosión al reducir la entrada de cloruro en el concreto.

Entre los inhibidores de la corrosión inorgánicos se encuentran: dicromato de potasio, cloruro de estaño, molido de sodio, cromatos de plomo y de plomo, hipofosfito de calcio, nitrito de sodio, y nitrito de calcio.

Sika CNI es un aditivo inhibidor de corrosión del acero de refuerzo del concreto, en base a nitrito de Calcio. Será agregado según la dosificación diseñada y los valores resultantes en las pruebas de evaluación de los elementos específicos.

Una de las contraindicaciones de los inhibidores de corrosión es la posible pérdida de trabajabilidad, por lo que este aditivo se agregará este aditivo directamente al camión una vez este llega a la obra. Esto reduce el tiempo disponible para que se pierda la trabajabilidad antes de que el concreto sea colocado.

a) Propiedades

Es un aditivo basado en nitrito de calcio diseñado para inhibir el proceso de corrosión en concreto reforzado. Contiene un mínimo del 30% de nitrito de calcio en relación con su masa y por su naturaleza cuenta igualmente con un efecto acelerante.

El acero de refuerzo al estar embebido en el concreto es recubierto por una capa de óxido férrico generada por la alta alcalinidad de la pasta de cemento. Esta capa que protege el acero de la corrosión es conocida como capa de pasivación. Esta protección puede sin embargo deteriorarse y desaparecer en presencia de iones cloruro y oxígeno desencadenando la corrosión del acero.

Fortalece la capa de óxido férrico (capa de pasivación) antes de la penetración de iones cloruro. Los iones de nitrito del aditivo transforman el óxido ferroso en férrico que es mucho más resistente a la acción de los cloruros, protegiendo así el refuerzo de una futura corrosión.

b) Metodología de aplicación

La cantidad de producto requerida para controlar el ataque por cloruros depende del ambiente donde se encuentre la estructura. Cuando se cuente con información acerca de la concentración de ion cloruro que se pueda presentar en la estructura de concreto reforzado, se puede establecer la dosis para controlar el ataque por cloruros, de acuerdo con la siguiente tabla:

Concentración de Ion Cloruro (Kg/m³)	**Sika CNI CO (Kg/m³)**
3.60	12.9
5.90	19.2
7.70	25.7
8.90	32.1
9.50	38.6

Para adicionarlo se mide la cantidad requerida manualmente y se adiciona directamente a la mezcla de concreto fresco y al final del ciclo de mezclado. Sika CNI CO, puede ser usado en combinación con otros aditivos Sika de las líneas SikaFume, Plastiment, Sikament, SikaPlast, Viscocrete, Viscoflow y Sika AerD.

c) Tiempos de aplicación

Se adiciona directamente a la mezcla de concreto fresco y al final del ciclo de mezclado.

d) Condiciones Ideales de aplicabilidad

El aditivo puede acelerar los tiempos de fraguado del concreto. Con el propósito de prevenir la pérdida de asentamiento y/o trabajabilidad, un aditivo retardante tipo Plastiment puede emplearse especialmente en climas cálidos.

El curado del concreto con agua y/o Antisol es indispensable antes y después del fraguado.

e) Compatibilidad con el entorno

No vaciar en desagües; disponer de este material y su contenedor de forma segura.

Evitar la dispersión del material derramado y la escorrentía y el contacto con suelo, canales, desagües y alcantarillas. Tóxico para los organismos acuáticos, puede causar efectos adversos a largo plazo. Efectos en el medio acuático. Puede ser perjudicial para el medio ambiente si se libera en grandes cantidades. Material contaminante del agua.

f) Elementos de contacto

Este producto puede causar irritación, enrojecimiento y dolor en el lugar de contacto, por lo cual se debe evitar el contacto con la piel y los ojos. Usar guantes y gafas de protección para su manipulación. Aplicar en lugares ventilados y cambiarse ropas contaminadas.

2.2. PASIVADOR DE ARMADURA METÁLICA

La rehabilitación de las pilas supone la hidro demolición del concreto hasta exponer el acero de refuerzo. Al acero expuesto se le aplicarán dos capas del pasivador de armadura **SikaTop Armatec 110 EPOCEM.**

Este producto es capaz de hacer dos funciones: pasivador de armadura y puente de adherencia. En este caso no se está usando como puente de adherencia. La hidro demolición genera un perfil de anclaje en el concreto tal que no es necesaria la aplicación de un puente de adherencia entre concreto viejo y nuevo.

Este producto se aplica directamente al acero mediante brochas de pelo duro. Se aplica en dos manos, dejando un tiempo de secado entre 2 y 3 horas antes de aplicar la segunda mano.

a) Propiedades

Recubrimiento anticorrosivo y puente de adherencia elaborado a base de resinas epóxicas modificadas y cemento de tres componentes.

b) Metodología de aplicación

Para acero: de estar la superficie limpia y libre de grasa y aceite, óxido y escamas de fundición. Limpieza superficial grado comercial por medios manuales o mecánicos.

Aplique una capa de entre 0.5 y 1 mm de espesor sobre el acero limpio y sin corrosión por medio de brocha de pelo duro, rodillo o equipo neumático. Permita secar durante 2 a 3 hrs. (a temperatura ambiente de 20 °C) y entonces aplique una segunda mano de espesor similar. Verificar que la superficie del acero se encuentre totalmente cubierta con un espesor mínimo de 1 mm de producto.

c) Tiempos de aplicación

Mezcle mecánicamente durante tres (3) minutos, usando taladro de bajas revoluciones (máximo 250 rpm) a fin de evitar introducir aire. Deje reposar el producto entre cinco (5) a diez (10) minutos, hasta que la mezcla muestre una consistencia aplicable con brocha con poco escurrimiento

d) Condiciones Ideales de aplicabilidad

- Temperatura mínima de aplicación (ambiente y sustrato): + 5°C
- Temperatura máxima de aplicación (ambiente y sustrato): + 35°C
- Al momento de la aplicación, el sustrato debe saturarse superficialmente de agua, pero permaneciendo libre de encharcamientos.
- Las dosificaciones recomendadas deben seguirse estrictamente.
- No debe adicionarse agua a la mezcla.
- Proteger de la lluvia durante las primeras 8 horas de aplicado el producto.

e) Compatibilidad con el entorno

Evitar que penetre en el alcantarillado o aguas superficiales.

En caso de penetración en cursos de agua, el suelo o los desagües, avisar a las autoridades competentes.

f) Elementos de contacto

Para prevenir sensibilización y reacciones alérgicas se recomienda utilizar ropa de trabajo, guantes y anteojos protectores durante su manejo. En caso de contacto con la piel, no deje secar el producto, lave inmediatamente la zona afectada con agua y jabón, quite la ropa empapada o manchada y acuda al médico si hay reacción alérgica.

En caso de contacto con los ojos, lave en seguida con agua abundante durante 15 minutos y consulte al médico. En caso de ingestión no provoque el vómito y solicite inmediatamente ayuda médica.

2.3. REFUERZO NO METÁLICO

En casos donde el recrecido de concreto no está integrado con la armadura de refuerzo original, se agrega un refuerzo no metálico al recrecido. Se han seleccionado barras de polímero reforzado con fibra de vidrio (GFRP) de 10mm de diámetro, a un espaciamiento centro a centro de 150mm.

Las barras seleccionadas tienen una resistencia a la tensión de 1,000 MPa. Esto es superior a los aceros de refuerzo que en general tienen una resistencia a la tensión de 420 MPa a la cedencia. En términos de rigidez, tienen módulo de elasticidad mayor que 70,000 MPa. Comparativamente, el acero tiene un módulo de elasticidad de 200,000 MPa. Además, son 4 veces más ligeras que el acero, lo que facilitará su instalación. En términos de durabilidad, el refuerzo es 100% resistente al ambiente alcalino que existirá en el concreto. Las barras tienen corrugaciones similares a las del acero que mejoran su adherencia al concreto.

a) Propiedades

- Sin susceptibilidad a la corrosión
- 1/4 del peso de acero de refuerzo
- Módulo de elasticidad arriba de 70 GPa.
- Aislante eléctrico y térmico
- Excelentes propiedades de adherencia.

b) Metodología de aplicación

En cuanto a este material nos remitiremos al documento ACI 440.1R-15 (2015) “Guide for the Design and Construction of Structural Concrete Reinforced with Fiber-Reinforced Polymer Bars”, ACI Committee 440, American Concrete Institute (ACI 440.1R-15 (2015) “Guía para el diseño y construcción de concreto estructural reforzado con barras de polímero reforzado con fibra”, Comité ACI 440, American Concrete Institute) como referencia de diseño y construcción.

c) Tiempos de aplicación

N/A

d) Condiciones Ideales de aplicabilidad

N/A

e) Compatibilidad con el entorno

N/A

f) Elementos de contacto

N/A

2.4. EPÓXICO DE FIJACIÓN DE ANCLAJES

Para mejorar la fijación del refuerzo no metálico a los 50cm inferiores de las pilas, se instalarán ganchos del mismo material, anclados al concreto con un epóxico fijador **Sika Anchorfix 2 Tropical**.

Este es un producto adhesivo para anclajes de dos componentes a base de resina de epoxi-acrilato, libre de estireno y solventes. En su ficha técnica se listan las siguientes ventajas:

- Rápido curado.
- Aplicable con pistolas convencionales (Calafateo).
- Alta capacidad de carga.
- Certificación Leed disponible.
- Aprobación ETA disponible.
- Apto para concreto fisurado.

- No escurre, aplicable incluso sobre cabeza.
- Libre de estireno, bajo olor.
- Bajo desperdicio.
- Sin restricciones de transporte

a) Propiedades

Adhesivo para anclajes de dos componentes a base de resina de epoxi-acrilato, libre de estireno y solventes.

b) Metodología de aplicación

- Perforar del hueco con un Taladro eléctrico con el diámetro y profundidad requeridos. El diámetro de la perforación debe estar acorde con el tamaño del anclaje.
- El hueco de la perforación debe ser limpiado con un soplador o compresor de aire, desde el fondo hacia afuera del hueco por lo menos 2 veces.
- El hoyo debe ser minuciosamente limpiado con un cepillo de acero especial (cepille al menos 2 veces). El diámetro del cepillo deber ser más grande que el diámetro del hoyo.
- El hueco de la perforación debe ser limpiado con un soplador o compresor de aire, desde el fondo hacia afuera del hueco por lo menos 2 veces.
- El hoyo debe ser minuciosamente limpiado con un cepillo de acero especial (cepille al menos 2 veces). El diámetro del cepillo deber ser más grande que el diámetro del hoyo.
- El hueco de la perforación debe ser limpiado con un soplador o compresor de aire, desde el fondo hacia afuera del hueco por lo menos 2 veces. Bombee aproximadamente dos veces hasta que ambos componentes se mezclen uniformemente. Desechar ese material. Libere la presión de la pistola y limpie el orificio del cartucho con tela.

- Inyecte el adhesivo dentro de la perforación, comenzando desde el fondo, mientras lentamente retira el mezclador estático. En cualquier caso, evite que quede atrapado el aire. Para hoyos profundos se puede utilizar tubos de extensión.
- Inserte el anclaje con un movimiento de rotación en el hoyo rellenado. Algo del adhesivo deber salir del hoyo.
- Importante: El anclaje debe ser colocado antes de la formación de gel (Tiempo abierto).
- Durante el tiempo de endurecimiento de la resina, el anclaje no debe ser movido o cargado.

c) Tiempos de aplicación

Temperatura ºC	Tiempo abierto Tgel (min)	Tiempo de Curado Tcur (min)
+35 @+40	3.5	40
+30 @+35	5	50
+25 @+30	7.5	85
+20 @+25	10	145
+15 @+20	10	300

d) Condiciones Ideales de aplicabilidad

- El mortero y el concreto deben tener edad mínima de 28 días.
- Se debe verificar la resistencia del soporte (concreto, mampostería, piedra natural).
- Se deben realizar las pruebas de arrancamiento si se desconoce las Resistencia del sustrato.

- El hoyo del anclaje debe estar siempre limpio, seco, libre de aceite y grasas etc.
- Las partículas sueltas deben ser removidas de la perforación.
- Temperatura de Aplicación:
  - Material, sustrato y temperatura ambiente: 10 °C a 35°C

  El sustrato debe estar seco (contenido máximo de humedad 4%).

e) Compatibilidad con el entorno

Desechar el producto una vez que haya secado en su totalidad ya que de esta manera el residuo no es peligroso.

f) Elementos de contacto

Para prevenir sensibilización y reacciones alérgicas se recomienda utilizar ropa de trabajo, guantes y anteojos protectores durante su manejo.
En caso de contacto con la piel lave inmediatamente la zona afectada con agua y jabón, quite la ropa empapada o manchada, no deje secar el producto y acuda al médico.
En caso de contacto con los ojos, lave en seguida con agua abundante durante 15 minutos y consulte al médico. En caso de ingestión no provoque el vómito y solicite inmediatamente ayuda médica

2.5. ENCAMISADO NO METÁLICO

Como barrera adicional de protección de las pilas, se empleará una camisa permanente **Seashield Fiber-Form** de la casa **DENSO**.

Las camisas son fabricadas de acuerdo con la medida necesaria en diámetro y longitud. Está hecha de una formulación de plástico reforzado con fibra de vidrio con resinas poliméricas y una capa protectora de gel para mejorar su resistencia a los rayos ultravioleta.

Las camisas por instalar tienen un espesor de 3/16” (4.75mm) y se planea instalarlas en un solo tramo que cubrirá la longitud completa de cada pila. La junta vertical requerida para

instalar la camisa será sellada con el producto epóxico **SpecPoxy 3000 FS** (ver descripción) para mejorar la impermeabilidad de la camisa instalada.

Por último, la instalación de la camisa elimina la pérdida de humedad del concreto en el proceso de maduración del concreto, haciendo innecesaria cualquier medida de curado.

a) Propiedades

La camisa o “SeaShield Fiber-Form jacket” es una formulación de alta calidad de plástico reforzado con fibra de vidrio (FRP) con Resinas poliméricas y recubrimiento de gel para los rayos UV.

Las camisas para pilas o columnas pueden ser fabricadas en longitudes de 2 'a 20' y con espesores de 1/8 "a 3/16".

Las formaletas de fibra (“Fiber-Forms”) son fabricados por pedido con cierres de lengüeta y ranura vertical.

Se pueden instalar entradas para inyección en lugares deseados o proporcionar entradas para inyección individual que se instalarán en el campo. Se pueden conectar mangueras para el bombeo del concreto y grout.

Se pueden utilizar separadores no corrosivos (separadores de lechada) para mantener el espacio alrededor de la pila o columna.

- Excelente resistencia a la abrasión.
- Fácil de instalar
- Alta resistencia al impacto
- Resistente a los rayos UV
- No corrosivo
- Ligero
- Fabricado para ser translúcido o recubierto de gel de color
- Larga vida útil sin mantenimiento

b) Metodología de aplicación

- Preparación de la formaleta de fibra de vidrio.
  - Los separadores se colocarán alrededor de la circunferencia de la jaula de armaduras para proporcionar un espacio entre la armadura y la formaleta de fibra de vidrio. El material típico utilizado es tubería de PVC de 3 "(75 mm) cortada en longitudes de 6 "(150 mm) y cableada a la jaula de armaduras o según lo exijan las especificaciones del proyecto.
  - Si se requiere una limpieza de la línea de lodo, excavar el lodo aproximadamente uno (1) a dos (2) pies (0.30 a 0.60 m) en la base de la pila o columna e instale la formaleta (“Fiber-Form”). Sellado de la parte inferior con Epoxi Grout o lechada submarina para evitar la lixiviación del material de lechada o concreto durante el bombeo.
  - La superficie interior de la formaleta debe estar limpia y libre de grasa y suciedad. La formaleta de fibra se abrirá y posicionará alrededor de la pila.
  - La formaleta debe estar asegurada por correas de nylon temporales, correas de acero u otros medios para asegurar que no se mueva o distorsione durante la colocación de la lechada o concreto. Se recomienda un espaciado mínimo de 18 " (450 mm) o según sea por diseño.
  - Todas las uniones verticales se sujetarán con tornillos autorroscantes de cabeza hexagonal de 1-1 / 2 " (37.5 mm) o remaches de 3/16" (4.6 mm) de diámetro sin exceder el espacio de 6 "(150 mm).
  - Los huecos de entrada suelen ser perforados e instalados en el sitio, de modo que se obtenga la ubicación correcta.
- Colocación de lechada o concreto de reparación
  - La formaleta se llenará con lechadas cementosas de reparación.

- La formaleta será bombeada a una velocidad lenta y constante dentro de los límites de presión permitidos. La manguera se moverá a una entrada más alta según sea necesario.

- Finalización
  - Una vez que se completa el proceso de bombeo y la lechada de reparación se ha curado, se deben quitar todos los soportes temporales.
  - La parte superior de cada formaleta de fibra de vidrio se terminará con Epoxi Grout.

c) Tiempos de aplicación

N/A

d) Condiciones Ideales de aplicabilidad

Antes de la aplicación, se limpiará a fondo eliminando el crecimiento marino, el aceite, la grasa, el óxido y cualquier otro material perjudicial que pueda impedir la unión adecuada entre la pila y la lechada de reparación. Las superficies se limpiarán mediante chorro de agua, chorro de arena u otros métodos aceptables.

e) Compatibilidad con el entorno

N/A

f) Elementos de contacto

N/A

2.6. SELLADOR DE JUNTA DE ENCAMISADO NO METÁLICO

Las camisas no metálicas instaladas serán selladas en su junta vertical con el adhesivo epóxico estructural tipo gel de dos componentes, insentitivo a la humedad y de alto modulo **SpecPoxy 3000 FS** de la casa fabricante **SpecChem**, para mejorar la impermeabilidad de la camisa instalada. Adicionalmente, y debido a la variabilidad de las dimensiones de las secciones de las pilas, hay elementos donde se requiere la utilización de una espuma de

sellado y relleno previo a la utilización del epóxico sellador. Hemos seleccionado la **SIKA Boom**.

SpecPoxy 3000 FS

a) Propiedades

Cumple con ASTM C-881, Tipo I, II, IV, and V Grad0 3, Clases B & C. Es 100% sólido, libre de solventes, de bajo olor, altas resistencias y que no escurre.

Se utiliza principalmente para:

- Anclar pernos, dovelas, y acero de refuerzo;
- Parcheo y pegas estructurales en vertical y sobre cabeza;
- Sello superficial de grietas y pega de puertos de inyección;

b) Metodología de aplicación

- Instrucciones de mezcla:

  La temperatura del aire, el material, y la superficie deben tener un mínimo de 40°F (4° C) antes de mezclarse o aplicarse. Mezclar igual volumen de la Parte A y la Parte B por tres minutos con un taladro de bajas revoluciones utilizando un mezclador o paleta. Mezclar la cantidad de material que puede ser utilizado durante la vida en el pote. En el producto en cartuchos, la resina y el endurecedor son dispensados uniformemente y mezclados simultáneamente a través de la boquilla mezcladora.

- Preparación de la superficie:
  Las superficies para adherir deben estar limpias y estructuralmente sanas. Remover todo el aceite, grasa, polvo, lechada de cemento, curadores y cualquier otro material extraño usando chorro de arena, abrasión mecánica o chorro de agua a presión. Todos los hoyos perforados deben limpiarse y remover todo el polvo y material suelto. Usar aire comprimido limpio y libre

de aceite para soplar todo el agua, polvo o partículas restante antes de la aplicación.

- Adhesivo:
  Como adhesivo estructural, aplicar puro y trabajarlo en la superficie. La línea de pega no debe exceder 1/8”.

c) Tiempos de aplicación

Tiempo de Gel (ASTM 881-15): 10 minutos

d) Condiciones Ideales de aplicabilidad

Siempre haga una prueba pequeña de SPECPOXY 3000 FS para verificar que el producto ha sido correctamente mezclado y que endurecerá apropiadamente antes de proceder. No adelgazar con ningún solvente. La temperatura del aire y la superficie debe tener un mínimo de 40°F (4°C) para su aplicación.

e) Compatibilidad con el entorno

N/A

f) Elementos de contacto

El contacto prolongado o repetido en la piel o contacto en los ojos puede causar irritación. Usar lentes de seguridad y guantes de caucho protectores. Si se da contacto con la piel, lavar inmediatamente con agua y jabón y buscar ayuda médica si es necesario. Si se da contacto con los ojos, enjuagar inmediatamente con agua y buscar ayuda media si es necesario. En caso de ingestión, llamar un médico. El producto es un sensibilizador. Evite respirar sus vapores.

SIKA Boom

a) Propiedades

Producto a base de espuma de poliuretano, de alta expansión y mono-componente que se presenta listo para su empleo. Se puede aplicar en múltiples posiciones.

b) Metodología de aplicación

Humedecer ligeramente la superficie o hueco a rellenar antes de la aplicación con el fin de obtener la máxima expansión y adherencia.

c) Tiempos de aplicación

Secado al tacto a 20 °C 10 - 20 min.
Tiempo para corte 25 - 30 min.

d) Condiciones Ideales de aplicabilidad

Aplicar entre +5°C y +35 °C. No rellenar los huecos más del 60% de su volumen, pues la espuma expande por la acción de la humedad ambiente. No aplicar en presencia de fuego o sobre superficies calientes.

e) Compatibilidad con el entorno

Desechar el producto una vez que haya polimerizado/curado en su totalidad, ya que de esta manera el residuo no es peligroso.

f) Elementos de contacto

Provea una ventilación adecuada en las zonas de aplicación. En caso de contacto con la piel lave la zona afectada inmediatamente con agua y jabón, quite en seguida la ropa manchada, no dejar secar el producto. En caso de contacto con los ojos lave rápidamente con agua abundante durante 15 minutos y acuda con prontitud al médico. En caso de ingestión no provoque el vómito y solicite ayuda médica. Desechar el producto una vez que haya polimerizado/curado en su totalidad, ya que de esta manera el residuo no es peligroso.

3. MATERIALES A EMPLEAR EN LA REHABILITACIÓN DE LAS VIGAS CABECERAS

3.1. ADICIONES AL CONCRETO FRESCO

3.1.1. Humo De Sílice

Al micro concreto diseñado para el recrecido de las vigas cabeceras se le adicionará micro-sílice, específicamente el producto **SIKAFUME** de SIKA. La micro-sílice es un material suplementario cementante. Un cemento común al hidratarse forma varios compuestos en el concreto endurecido, dentro de ellos se pueden listar Hidratos de Calcio y Silicio (CSH por sus siglas en nomenclatura corta en el idioma inglés) e Hidróxidos de Calcio (CH por sus siglas en nomenclatura corta en el idioma inglés). El CSH es el principal contribuyente a la resistencia del concreto mientras que el CH se puede considerar como un residuo de la reacción de hidratación del cemento.

La micro-sílice reacciona con el CH para generar CSH adicional. Esto comúnmente se conoce como “reacción puzolánica”. Al generarse CSH adicional, el concreto se densifica, aumenta en resistencia, disminuye su permeabilidad, aumenta la resistencia del concreto al ataque de sulfatos y aumenta su resistividad eléctrica. Al densificarse el concreto y disminuir su permeabilidad, se dificulta el ingreso de cloruros que pudieran generar procesos de corrosión. La resistividad eléctrica está directamente relacionada con la dificultad de ocurrencia de la reacción electroquímica necesaria para la corrosión del acero.

En este proyecto, se adicionará **8%** del peso de cemento en SIKAFUME. Al agregarse micro-sílice a la mezcla, también se cancela la necesidad de utilizar un cemento inherentemente resistente a sulfatos como sería un cemento tipo II o tipo V de acuerdo con la norma ASTM C150. Un cemento aditivado con micro-sílice puede clasificarse como un cemento I-P de acuerdo con la norma ASTM C595 y en función de su resistencia al ataque de sulfatos puede clasificarse como un I-P (HS) que es lo que recomienda la norma ACI 318 para exposición severa a sulfatos cuando se designa el cemento de acuerdo con la norma ASTM C595. Un cemento I-P (HS) es equivalente o superior a un cemento tipo V en cuanto a su resistencia a sulfatos.

La micro-sílice es un polvo muy fino que se agrega al concreto al momento de su mezcla. Una de las desventajas de utilizar micro-sílice es la pérdida en la trabajabilidad del concreto. Por ello, se hace necesaria la utilización de superplastificantes y retardadores de fraguado para compensar este efecto en el concreto fresco.

a) Propiedades

Al micro concreto diseñado para el recrecido de las pilas se le adicionará micro-sílice, específicamente el producto **SIKAFUME** de SIKA. La micro-sílice es un material suplementario cementante. Un cemento común al hidratarse forma varios compuestos en el concreto endurecido, dentro de ellos se pueden listar Hidratos de Calcio y Silicio (CSH por sus siglas en nomenclatura corta en el idioma inglés) e Hidróxidos de Calcio (CH por sus siglas en nomenclatura corta en el idioma inglés). El CSH es el principal contribuyente a la resistencia del concreto mientras que el CH se puede considerar como un residuo de la reacción de hidratación del cemento.

La micro-sílice reacciona con el CH para generar CSH adicional. Esto comúnmente se conoce como “reacción puzolánica”. Al generarse CSH adicional, el concreto se densifica, aumenta en resistencia, disminuye su permeabilidad, aumenta la resistencia del concreto al ataque de sulfatos y aumenta su resistividad eléctrica. Al densificarse el concreto y disminuir su permeabilidad, se dificulta el ingreso de cloruros que pudieran generar procesos de corrosión. La resistividad eléctrica está directamente relacionada con la dificultad de ocurrencia de la reacción electroquímica necesaria para la corrosión del acero.

En este proyecto, se adicionará **8%** del peso de cemento en SIKAFUME. Al agregarse micro-sílice a la mezcla, también se cancela la necesidad de utilizar un cemento inherentemente resistente a sulfatos como sería un cemento tipo II o tipo V de acuerdo con la norma ASTM C150. Un cemento aditivado con micro-sílice puede clasificarse como un cemento I-P de acuerdo con la norma ASTM C595 y en función de su resistencia al ataque de sulfatos puede clasificarse como un I-P (HS) que es lo que recomienda la norma ACI 318 para exposición severa a sulfatos cuando se designa el

cemento de acuerdo con la norma ASTM C595. Un cemento I-P (HS) es equivalente o superior a un cemento tipo V en cuanto a su resistencia a sulfatos.

b) Metodología de Aplicación

La micro-sílice es un polvo muy fino que se agrega al concreto al momento de su mezcla con los siguientes pasos:

- Colocar en la mezcladora los agregados.
- Adicionar la cantidad de 8% en peso de Sika Fume.
- Adicionar el cemento y continuar el mezclado hasta los dos (2) minutos.
- Adicionar el agua de amasado con el super el superplastificante disuelto en ella.
- Mezclar por 2 minutos adicionales.

c) Tiempo de aplicación o mezclado

Mínimo Un (1) minuto de mezclado junto a los agregados en la mezcladora o planta.

d) Condiciones ideales de aplicabilidad o mezclado

Al realizar la adición de micro-sílica para elaborar concretos de altas prestaciones, se debe prestar cuidadosa atención a la calidad de los materiales usados en la mezcla.

La dosis debe ser la adecuada frente al tipo de ataque previsto o de acuerdo con el desempeño esperado de la mezcla.

Prever la utilización de retardadores y superplastificantes para lograr el tiempo de manejabilidad esperado.

La dosis debe ser la adecuada frente al tipo de ataque previsto o de acuerdo con el desempeño esperado de la mezcla.

e) Compatibilidad con el entorno

El uso de micro-sílice es altamente recomendado para ambientes agresivos tanto por cloruros como por sulfatos.

f) Elementos de contacto

Debe utilizarse máscara protectora de las vías respiratorias, guantes de goma, gafas protectoras y ropa de trabajo para su manipulación.

No es cáustico, ni corrosivo.

3.1.2. Superplastificante

Para compensar la pérdida de trabajabilidad causada por la adición del micro-silice y para poder que el concrete sea proyectable, se ha adicionado una dosis media de superplastificante al concreto.

Se utilizará el producto Sikaplast 328 de Sika. De la ficha técnica del producto, se extrae que:

***"SikaPlast 328 PA** es un aditivo líquido, color ámbar, compuestos por resinas sintéticas y polímeros de última generación. Este compuesto se caracteriza por ser excelente reductor de agua, pero al mismo tiempo cuenta con un sostenimiento de la plasticidad en el tiempo, superior a los superplastificantes tradicionales. No contiene cloruros. Cumple con los requerimientos de la norma ASTM C 494 Tipo A y F. "*

La mezcla utilizada lleva un **1.2%** del peso de cemento en superplastificante. El rango de dosificación recomendado es de 0.2 a 1.5%.

a) Propiedades

Aditivo líquido, color ámbar, compuestos por resinas sintéticas y polímeros de última generación. Este compuesto se caracteriza por ser excelente reductor de agua, pero al

mismo tiempo cuenta con un sostenimiento de la plasticidad en el tiempo, superior a los superplastificantes tradicionales. No contiene cloruros.

Cumple con los requerimientos de la norma ASTM C 494 Tipo A y F.

b) Metodología de aplicación

Adicionar a la mezcla ya preparada en la que ya exista una humectación del cemento y los agregados. Se puede agregar el aditivo en planta o en sitio. Dosificación de 0,2 al 1,5 % del peso del cemento.

c) Tiempos de aplicación

Mezcle el concreto con el **SikaPlast®-328** durante mínimo 6 minutos o de acuerdo con el volumen de concreto, mezclando 1 minuto por cada m3 cúbico de concreto.

d) Condiciones Ideales de aplicabilidad

La elaboración de concreto o mortero fluido exige una buena distribución granulométrica. Se debe garantizar suficiente contenido de finos para evitar la segregación del material fluido.

El uso de concreto fluido demanda un especial cuidado en el sellado de las formaletas para evitar la pérdida. El curado del concreto con agua es recomendable para garantizar el desarrollo de las resistencias mecánicas y mejorar el comportamiento del concreto contra la entrada de agentes nocivos gaseosos o líquidos.

e) Compatibilidad con el entorno

No disponer en el agua.

f) Elementos de contacto

Usar guantes de caucho y lentes de protección en su manipulación. En contacto con la piel lave con agua y jabón. En contacto con ojos o membranas mucosas, enjuagar inmediatamente con agua tibia y limpia, buscar inmediatamente atención médica.

3.1.3. Retardador De Fraguado

Para complementar la acción del Sikaplast 328PA, se agregó el retardador de fraguado **Sika Plastiment 650**. La combinación de estos dos productos permite tener una gran trabajabilidad por un largo periodo de tiempo

De la ficha técnica del producto se extrae que:

"El Plastiment 650 es un aditivo reductor de agua y retardante de fraguado para concreto. No contiene cloruros. Cumple con la norma ASTM C 494 Tipo D. Permite el transporte del concreto a largas distancias o por tiempos prolongados sin pérdida de trabajabilidad."

Este aditivo se agregará al concreto en planta, diluido con una porción del agua de mezcla, a razón de **0.3%** del peso de cemento.

a) Propiedades

Reductor de agua altamente efectivo. Agente con retraso controlado con amplio rango de dosificación. Adecuado para uso en condiciones climáticas tropicales y calientes. Aditivo liquido de color café oscuro con densidad de 1.12 kg/l a 25 º C.

b) Metodología de aplicación

Debe ser adicionado con el agua de mezcla durante la carga de los materiales o directamente sobre la masa del concreto (dependiendo del tiempo de trabajabilidad deseada).

La dosis podrá variar dependiendo de los materiales utilizados, las condiciones ambientales y los requerimientos específicos de cada proyecto.

Para concretos de uso general: De 0.3% al 0.9 % del peso del cemento dependiendo del retardo deseado y la temperatura ambiente.

c) Tiempos de aplicación

N/A.

d) Condiciones Ideales de aplicabilidad

Se debe tener especial cuidado de que el encofrado esté correctamente instalado.

Cuando se usa Sika® Plastiment® 650, es adecuado que la mezcla de concreto este diseñada con materiales de fuentes locales y verificada con pruebas.

El hormigón debe mantenerse húmedo en para evitar el secado prematuro.

e) Compatibilidad con el entorno

No hay ingredientes presentes que, dentro del conocimiento actual del proveedor y en las concentraciones aplicables, estén clasificados como peligrosos para la salud o para el medio ambiente.

f) Elementos de contacto

En caso de contacto con la piel, lave la zona afectada inmediatamente con agua y jabón. En caso de contacto con los ojos lávelos en seguida con agua abundante durante 15 minutos y acuda al médico. En caso de ingestión no provoque el vómito y solicite ayuda médica.

3.1.4. Inhibidor De Corrosión

Para suplementar la acción de la micro-sílice en términos de resistencia a la corrosión, se le ha agregado a la mezcla un inhibidor de corrosión, específicamente el SIKA CNI.

De acuerdo con lo definido en el documento *Protección contra la corrosión de Metales en el Concreto (ACI 222R-01)*, un inhibidor de corrosión para aceros embebidos en concreto es una sustancia que reduce la corrosión del metal sin reducir la concentración del agente corrosivo. Esta es una paráfrasis de la definición ISO (ISO 8044-89, Corrosión de metales y aleaciones- Términos Básicos y Definiciones) de un inhibidor de corrosión y se usa para distinguir entre un inhibidor de corrosión y otras adiciones al concreto que mejoran la resistencia a la corrosión al reducir la entrada de cloruro en el concreto.

Entre los inhibidores de la corrosión inorgánicos se encuentran dicromato de potasio, cloruro de estaño, molido de sodio, cromatos de plomo y de plomo, hipofosfito de calcio, nitrito de sodio, y nitrito de calcio.

Sika CNI es un aditivo inhibidor de corrosión del acero de refuerzo del concreto, en base a nitrito de Calcio. Será agregado a razón de 11 litros de aditivo por metro cúbico de concreto.

Una de las contraindicaciones de los inhibidores de corrosión es la posible pérdida de trabajabilidad, por lo que este aditivo se agregará este aditivo directamente al camión una vez este llega a la obra. Esto reduce el tiempo disponible para que se pierda la trabajabilidad antes de que el concreto sea colocado.

a) Propiedades

Es un aditivo basado en nitrito de calcio diseñado para inhibir el proceso de corrosión en concreto reforzado. Contiene un mínimo del 30% de nitrito de calcio en relación con su masa y por su naturaleza cuenta igualmente con un efecto acelerante.

El acero de refuerzo al estar embebido en el concreto es recubierto por una capa de óxido férrico generada por la alta alcalinidad de la pasta de cemento. Esta capa que protege el acero de la corrosión es conocida como capa de pasivación. Esta protección puede sin embargo deteriorarse y desaparecer en presencia de iones cloruro y oxígeno desencadenando la corrosión del acero.

Fortalece la capa de óxido férrico (capa de pasivación) antes de la penetración de iones cloruro. Los iones de nitrito del aditivo transforman el óxido ferroso en férrico que es mucho más resistente a la acción de los cloruros, protegiendo así el refuerzo de una futura corrosión.

b) Metodología de aplicación

La cantidad de producto requerida para controlar el ataque por cloruros depende del ambiente donde se encuentre la estructura. Cuando se cuente con información acerca de la concentración de ion cloruro que se pueda presentar en la estructura de concreto

reforzado, se puede establecer la dosis para controlar el ataque por cloruros, de acuerdo con la siguiente tabla:

Concentración de Ion Cloruro (Kg/m^3)	**Sika CNI CO (Kg/m^3)**
3.60	12.9
5.90	19.2
7.70	25.7
8.90	32.1
9.50	38.6

Para adicionarlo se mide la cantidad requerida manualmente y se adiciona directamente a la mezcla de concreto fresco y al final del ciclo de mezclado. Sika CNI CO, puede ser usado en combinación con otros aditivos Sika de las líneas SikaFume, Plastiment, Sikament, SikaPlast, Viscocrete, Viscofl ow y Sika AerD.

c) Tiempos de aplicación

Se adiciona directamente a la mezcla de concreto fresco y al final del ciclo de mezclado.

d) Condiciones Ideales de aplicabilidad

El aditivo puede acelerar los tiempos de fraguado del concreto. Con el propósito de prevenir la pérdida de asentamiento y/o trabajabilidad, un aditivo retardante tipo Plastiment puede emplearse especialmente en climas cálidos.

El curado del concreto con agua y/o Antisol es indispensable antes y después del fraguado.

e) Compatibilidad con el entorno

No vaciar en desagües; disponer de este material y su contenedor de forma segura.

Evitar la dispersión del material derramado y la escorrentía y el contacto con suelo, canales, desagües y alcantarillas. Tóxico para los organismos acuáticos, puede causar efectos adversos a largo plazo. Efectos en el medio acuático. Puede ser perjudicial para el medio ambiente si se libera en grandes cantidades. Material contaminante del agua.

f) Elementos de contacto

Este producto puede causar irritación, enrojecimiento y dolor en el lugar de contacto, por lo cual se debe evitar el contacto con la piel y los ojos. Usar guantes y gafas de protección para su manipulación. Aplicar en lugares ventilados y cambiarse ropas contaminadas.

3.1.5. Acelerador De Fraguado

Se utilizará el **SIKA Sigunit L50 AF** que es un aditivo líquido acelerante de fraguado para todo tipo de aplicaciones de concreto y mortero lanzado vía seca o húmeda. Libre de álcalis.

Tiene las siguientes ventajas:

- Disminuye permeabilidad del concreto lanzado.
- Reduce el rebote durante el lanzado.
- Permite la aplicación de mayores espesores en vertical o sobre cabeza.
- Libre de alcalinos que pudiesen causar reacciones nocivas al concreto

Este aditivo acelerante, será utilizado en las mezclas de concreto para el vaciado de las vigas cabeceras. Por su rápida acción, será agregado directamente en la boquilla de lanzado con una bomba dosificadora de aditivo.

a) Propiedades

Tipo: Aditivo líquido viscoso

Color: Blanco opaco

Densidad: 1.43 ± 1.47 kg/L aprox.

b) Metodología de aplicación

Dosificación de 4.0% a 8.0% del peso del cemento

c) Tiempos de aplicación

Al momento del lanzado del concreto.

d) Condiciones Ideales de aplicabilidad

Se utilizará una máquina de dosificación de líquidos diseñada para transportar aceleradores u otros aditivos líquidos, utilizados en el proceso de hormigón proyectado.

e) Compatibilidad con el entorno

No echar al agua superficial o al sistema de alcantarillado sanitario. Si el producto contamina ríos y lagos o desagües, informe a las autoridades respectivas. Se debe informar a las autoridades locales si no se pueden contener los derrames significativos.

f) Elementos de contacto

En caso de contacto con la piel, lave la zona afectada inmediatamente con abundante agua y jabón. En caso de contacto con los ojos, lave enseguida con agua abundante durante 15 minutos y acuda al médico. En caso de ingestión no provoque el vómito y solicite atención médica.

3.2. TRATAMIENTO SUPERFICIAL AL CONCRETO ENDURECIDO

3.2.1. Compuesto Curador

Se utilizará el **Antisol Blanco PA** de **SIKA**. El mismo es una emulsión estable de parafina que forma, al aplicarse sobre el concreto o mortero fresco, una película impermeable que evita la pérdida prematura de humedad, para garantizar un completo curado del material.

Este compuesto liquido será utilizado como curador después del vaciado de las vigas cabeceras

a) Propiedades

Antisol Blanco PA cumple con la norma ASTM C 309 y NTC 1977 como curador para concreto. Este curado es Tipo I-D clase A, conforme con el procedimiento descrito en la norma ASTM C 156.

- Impide el resecamiento prematuro del concreto permitiendo el normal desarrollo de las resistencias.
- Antisol Blanco PA se aplica una vez.
- Especialmente diseñado para el curado en recintos cerrados ya que no contiene solventes.
- Viene listo para usar y es fácil de aplicar.
- Ayuda a controlar el agrietamiento en grandes áreas expuestas al sol y al viento, como en pavimentos rígidos o pisos en concreto.
- Como agente curador sobre morteros tipo SikaTop debido a la ausencia de solventes.

b) Metodología de aplicación

Se aplica sobre la superficie del concreto o mortero haciendo uso de una fumigadora accionada manualmente o de un aspersor neumático. El área por curar se debe cubrir totalmente.

c) Tiempos de aplicación

La aplicación del curador debe hacerse tan pronto desaparezca el agua de exudación del concreto o mortero, situación fácilmente detectable pues la superficie cambia de brillante a mate.

d) Condiciones Ideales de aplicabilidad

Aplicado con fumigadora agrícola, aproximadamente 200 gr/m2, dependiendo de la velocidad del viento y la experiencia del operario. La aplicación también puede hacerse con brocha, sólo que aquí el consumo aumenta y la superficie es rayada por la brocha.

Proteger la película de la lluvia por lo menos dos (2) horas y del tráfico por lo menos durante siete (7) días. Antes de la aplicación de un recubrimiento o acabado deberá retirarse completamente la película dejada por el curador.

e) Compatibilidad con el entorno

N/A

f) Elementos de contacto

Riesgo de daño serio a los pulmones (por aspiración). Efectos irritantes. La aspiración puede causar edema pulmonar y neumonía. Dermatitis, pérdida de balance y/o vértigo.

3.2.2. Inhibidor De Corrosión Migratorio

En los casos donde la hidro demolición no llega al acero y no es posible aplicar un pasivador de armadura, se aplicará un inhibidor de corrosión migratorio al concreto expuesto. Se escogió el producto **MCI 2020 VO** de la casa **CORTEC.**

Ofrece las siguientes ventajas:

- *Ofrece a los ingenieros, propietarios, contratistas, departamentos de transportes y agencias gubernamentales una tecnología de inhibición de la corrosión de eficacia probada a lo largo del tiempo que prolongará la vida de todas las estructuras de hormigón armado.*
- *Protege contra los efectos perjudiciales de la corrosión incluso en el hormigón más denso.*
- *El inhibidor migratorio detiene la corrosión de las zonas oxidadas.*
- *Fácilmente aplicable mediante aerosol, rodillo, brocha, etc, reduciendo el coste de equipo y la mano de obra.*
- *Base acuosa, no inflamable para su fácil manejo.*
- *No contiene nitrito de calcio.*

- *No es necesario quitar el hormigón no dañado.*
- *Orgánico, seguro y no perjudicial para el medio ambiente.*
- *Aumentan la durabilidad del hormigón armado.*
- *Testeado en laboratorio y en campo.*
- *Concentrado para una mayor eficacia de costes en todos los proyectos.*
- *No impide la difusión de vapor a través del hormigón.*
- *Protege tanto áreas anódicas como catódicas.*
- *Se desplaza a áreas adyacentes para proteger los metales circundantes.*
- *No precisa mucho tiempo de curado. El tráfico puede continuar pocos minutos después de la aplicación si es necesario.*
- *Efectividad confirmada en documentos internacionales de evaluaciones en campo (ASTM-G109)*
- *NSF Standard 61 aprobado para aplicaciones con agua potable (Certificado por Underwrites Laboratories)*

a) Propiedades

MCI® 2020 es un aditivo de superficie para el hormigón diseñado para migrar a través de los poros de la estructura y buscar el metal embebido en la misma. El MCI® 2020 protege también refuerzos de acero, acero al carbono, acero galvanizado, el aluminio y otros metales Una característica única de los Inhibidores Migratorios de Corrosión es que, si no están en contacto directo con los metales, el inhibidor migrará una distancia considerable a través del hormigón para proporcionar protección. El MCI® 2020 detiene la corrosión de los metales y extiende el servicio de la estructura.

b) Metodología de aplicación

Las superficies deben estar secas, limpias y libres de aceite, grasa, eflorescencia, repelentes al agua, recubrimientos, membranas y asfalto. La limpieza se puede realizar mediante limpieza con vapor, chorro de agua o chorro de arena.

Este producto será aplicado mediante aspersor en una sola capa. El producto seleccionado tiene además la ventaja de que puede ser aplicado en una sola capa en superficies verticales. Sobre cabeza es posible aplicar una sola capa, pero se recomiendan dos. En su designación, las letras VO significan Vertical & Overhead o bien Vertical & Sobre cabeza traduciendo al español.

c) Tiempos de aplicación

Si aplica más de una capa, deje que la superficie se seque lo suficiente entre las aplicaciones para que la segunda capa penetre en la superficie dentro de 15 minutos.

d) Condiciones Ideales de aplicabilidad

Al aplicar un revestimiento, mortero de reparación o recubrimiento sobre MCI-2020 / MCI-2020 V / O, la superficie debe enjuagarse con agua, lavarse a presión o limpiarse con chorro de arena para eliminar cualquier residuo, a menos que se haya realizado una prueba de adherencia previa.

e) Compatibilidad con el entorno

No aplicar si se esperan precipitaciones dentro de 8 horas después de la aplicación.

f) Elementos de contacto

N/A

3.3. PASIVADOR DE ARMADURA METÁLICA

La rehabilitación de las vigas cabeceras supone la hidro demolición del concreto hasta exponer el acero de refuerzo. Al acero expuesto se le aplicarán dos capas del pasivador de armadura **SikaTop Armatec 110 EPOCEM.**

Este producto es capaz de hacer dos funciones: pasivador de armadura y puente de adherencia. En este caso no se está usando como puente de adherencia. La hidro demolición genera un perfil de anclaje en el concreto tal que no es necesaria la aplicación de un puente de adherencia entre concreto viejo y nuevo.

Este producto se aplica directamente al acero mediante brochas de pelo duro. Se aplica en dos manos, dejando un tiempo de secado entre 2 y 3 horas antes de aplicar la segunda mano.

a) Propiedades

Recubrimiento anticorrosivo y puente de adherencia elaborado a base de resinas epóxicas modificadas y cemento de tres componentes.

b) Metodología de aplicación

Para acero: de estar la superficie limpia y libre de grasa y aceite, óxido y escamas de fundición. Limpieza superficial grado comercial por medios manuales o mecánicos.

Aplique una capa de entre 0.5 y 1 mm de espesor sobre el acero limpio y sin corrosión por medio de brocha de pelo duro, rodillo o equipo neumático. Permita secar durante 2 a 3 hrs. (a temperatura ambiente de 20 °C) y entonces aplique una segunda mano de espesor similar. Verificar que la superficie del acero se encuentre totalmente cubierta con un espesor mínimo de 1 mm de producto.

c) Tiempos de aplicación

Mezcle mecánicamente durante tres (3) minutos, usando taladro de bajas revoluciones (máximo 250 rpm) a fin de evitar introducir aire. Deje reposar el producto entre cinco (5)

a diez (10) minutos, hasta que la mezcla muestre una consistencia aplicable con brocha con poco escurrimiento

d) Condiciones Ideales de aplicabilidad

- Temperatura mínima de aplicación (ambiente y sustrato): + 5°C
- Temperatura máxima de aplicación (ambiente y sustrato): + 35°C
- Al momento de la aplicación, el sustrato debe saturarse superficialmente de agua, pero permaneciendo libre de encharcamientos.
- Las dosificaciones recomendadas deben seguirse estrictamente.
- No debe adicionarse agua a la mezcla.
- Proteger de la lluvia durante las primeras 8 horas de aplicado el producto.

e) Compatibilidad con el entorno

Evitar que penetre en el alcantarillado o aguas superficiales.

En caso de penetración en cursos de agua, el suelo o los desagües, avisar a las autoridades competentes.

f) Elementos de contacto

Para prevenir sensibilización y reacciones alérgicas se recomienda utilizar ropa de trabajo, guantes y anteojos protectores durante su manejo. En caso de contacto con la piel, no deje secar el producto, lave inmediatamente la zona afectada con agua y jabón, quite la ropa empapada o manchada y acuda al médico si hay reacción alérgica.

En caso de contacto con los ojos, lave en seguida con agua abundante durante 15 minutos y consulte al médico. En caso de ingestión no provoque el vómito y solicite inmediatamente ayuda médica.

3.4. REFUERZO NO METÁLICO

Para controlar la retracción del recrecido, se agrega un refuerzo no metálico al recrecido. Se han seleccionado barras de polímero reforzado con fibra de vidrio (GFRP) de 10mm de diámetro, a un espaciamiento centro a centro de 150mm.

Las barras seleccionadas tienen una resistencia a la tensión de 1,000 MPa. Esto es superior a los aceros de refuerzo que en general tienen una resistencia a la tensión de 420 MPa a la cedencia. En términos de rigidez, tienen módulo de elasticidad mayor que 70,000 MPa. Comparativamente, el acero tiene un módulo de elasticidad de 200,000 MPa. Además, son 4 veces más ligeras que el acero, lo que facilitará su instalación. En términos de durabilidad, el refuerzo es 100% resistente al ambiente alcalino que existirá en el concreto. Las barras tienen corrugaciones similares a las del acero que mejoran su adherencia al concreto.

a) Propiedades

- Sin susceptibilidad a la corrosión
- 1/4 del peso de acero de refuerzo
- Módulo de elasticidad arriba de 70 GPa.
- Aislante eléctrico y térmico
- Excelentes propiedades de adherencia.

b) Metodología de aplicación

En cuanto a este material nos remitiremos al documento ACI 440.1R-15 (2015) “Guide for the Design and Construction of Structural Concrete Reinforced with Fiber-Reinforced Polymer Bars”, ACI Committee 440, American Concrete Institute (ACI 440.1R-15 (2015) “Guía para el diseño y construcción de concreto estructural reforzado con barras de polímero reforzado con fibra”, Comité ACI 440, American Concrete Institute) como referencia de diseño y construcción.

c) Tiempos de aplicación

N/A

d) Condiciones Ideales de aplicabilidad

N/A

e) Compatibilidad con el entorno

N/A

f) Elementos de contacto

N/A

3.5. EPÓXICO DE FIJACIÓN DE ANCLAJES

Para fijar el refuerzo no metálico a las caras de las vigas cabeceras, se instalarán ganchos del mismo material, anclados al concreto con un epóxico fijador **Sika Anchorfix 2 Tropical**.

Este es un producto adhesivo para anclajes de dos componentes a base de resina de epoxi-acrilato, libre de estireno y solventes. En su ficha técnica se listan las siguientes ventajas:

- Rápido curado.
- Aplicable con pistolas convencionales (Calafateo).
- Alta capacidad de carga.
- Certificación Leed disponible.
- Aprobación ETA disponible.
- Apto para concreto fisurado.
- No escurre, aplicable incluso sobre cabeza.
- Libre de estireno, bajo olor.
- Bajo desperdicio.

a) Propiedades

Adhesivo para anclajes de dos componentes a base de resina de epoxi-acrilato, libre de estireno y solventes.

b) Metodología de aplicación

- Perforar del hueco con un Taladro eléctrico con el diámetro y profundidad requeridos. El diámetro de la perforación debe estar acorde con el tamaño del anclaje.
- El hueco de la perforación debe ser limpiado con un soplador o compresor de aire, desde el fondo hacia afuera del hueco por lo menos 2 veces.
- El hoyo debe ser minuciosamente limpiado con un cepillo de acero especial (cepille al menos 2 veces). El diámetro del cepillo deber ser más grande que el diámetro del hoyo.
- El hueco de la perforación debe ser limpiado con un soplador o compresor de aire, desde el fondo hacia afuera del hueco por lo menos 2 veces.
- El hoyo debe ser minuciosamente limpiado con un cepillo de acero especial (cepille al menos 2 veces). El diámetro del cepillo deber ser más grande que el diámetro del hoyo.
- El hueco de la perforación debe ser limpiado con un soplador o compresor de aire, desde el fondo hacia afuera del hueco por lo menos 2 veces. Bombee aproximadamente dos veces hasta que ambos componentes se mezclen uniformemente. Desechar ese material. Libere la presión de la pistola y limpie el orificio del cartucho con tela.
- Inyecte el adhesivo dentro de la perforación, comenzando desde el fondo, mientras lentamente retira el mezclador estático. En cualquier caso, evite que quede atrapado el aire. Para hoyos profundos se puede utilizar tubos de extensión.
- Inserte el anclaje con un movimiento de rotación en el hoyo rellenado. Algo del adhesivo deber salir del hoyo.
- Importante: El anclaje debe ser colocado antes de la formación de gel (Tiempo abierto).
- Durante el tiempo de endurecimiento de la resina, el anclaje no debe ser movido o cargado.

c) Tiempos de aplicación

Temperatura ºC	Tiempo abierto Tgel (min)	Tiempo de Curado Tcur (min)
+35 @+40	3.5	40
+30 @+35	5	50
+25 @+30	7.5	85
+20 @+25	10	145
+15 @+20	10	300

d) Condiciones Ideales de aplicabilidad

- El mortero y el concreto deben tener edad mínima de 28 días.
- Se debe verificar la resistencia del soporte (concreto, mampostería, piedra natural).
- Se deben realizar las pruebas de arrancamiento si se desconoce las Resistencia del sustrato.
- El hoyo del anclaje debe estar siempre limpio, seco, libre de aceite y grasas etc.
- Las partículas sueltas deben ser removidas de la perforación.
- Temperatura de Aplicación:
  - Material, sustrato y temperatura ambiente: 10 °C a 35°C

  El sustrato debe estar seco (contenido máximo de humedad 4%).

e) Compatibilidad con el entorno

Desechar el producto una vez que haya secado en su totalidad ya que de esta manera el residuo no es peligroso.

f) Elementos de contacto

Para prevenir sensibilización y reacciones alérgicas se recomienda utilizar ropa de trabajo, guantes y anteojos protectores durante su manejo.

En caso de contacto con la piel lave inmediatamente la zona afectada con agua y jabón, quite la ropa empapada o manchada, no deje secar el producto y acuda al médico.

En caso de contacto con los ojos, lave en seguida con agua abundante durante 15 minutos y consulte al médico. En caso de ingestión no provoque el vómito y solicite inmediatamente ayuda médica

4. MATERIALES A EMPLEAR EN LA REHABILITACIÓN DE LAS VIGAS, PRELOSAS Y DIAFRAGMAS

4.1. MORTERO DE REPARACIÓN

Para las reparaciones puntuales que haya que realizar, ya sea en vigas, prelosas o diafragmas, se utilizará el mortero especial de reparación **SikaRepair-224** de la marca **SIKA**. Se trata de un mortero cementoso, mono componente, listo para usar, con humo de sílice, reforzado con fibras, de alta resistencia y con retracción compensada. Formulado para aplicaciones con llana o lanzado a baja presión. Diseñado especialmente para aplicaciones verticales y sobre cabeza.

Las zonas que sean reparadas con este mortero deberán ser curadas como todo concreto fresco.

a) Propiedades

Aprobado para estar en contacto con agua potable.

Gran adherencia.

Compatible con el coeficiente de expansión térmica del concreto.

Resistencias tempranas altas.

Muy baja retracción.

b) Metodología de aplicación

Mezcle mecánicamente en un recipiente de tamaño apropiado. Moje las herramientas y el recipiente de mezclado.

En el momento de la aplicación el sustrato debe estar saturado superficialmente húmedo, pero no empozado. Para aplicaciones verticales o sobre cabeza puede lanzar el SikaRepair ®-224 a baja presión o aplicarlo con llana. Lance el SikaRepair®-224 perpendicular a la superfi cie, ya que esto minimiza el rebote, queda pareja la aplicación (reduce los abultamientos), y envuelve apropiadamente a las barras de refuerzo.

c) Tiempos de aplicación

Luego de hacer el lanzado espere 10 minutos a que el SikaRepair®-224 coja consistencia antes de pasar una llana. Antes de aplicar la siguiente capa permita que el producto lanzado llegue al fraguado inicial; esto puede tomar unos 45 minutos o varias horas dependiendo de la consistencia de la mezcla, temperatura ambiente, condiciones del viento y la humedad. Empiece y termine una determinada aplicación el mismo día.

d) Condiciones Ideales de aplicabilidad

- El espesor mínimo de aplicación es de 1cm.
- En aplicaciones verticales puede lanzarse hasta espesores de 5 cm por capa.
- En aplicaciones sobre cabeza el espesor no debe ser mayor de 3.8 cm por pasada.
- Si se requieren varias capas con más de 3.8 cm, cada capa se aplicará tan pronto como la anterior capa pueda soportarla.
- La temperatura mínima del ambiente y la superficie es de 4ºC.
- Por ser un material cementoso evite el contacto con aluminio para prevenir reacciones químicas adversas y falla del producto.
- Aísle las áreas potenciales de contacto pintando las barras de aluminio, rieles, postes, etc., con un epóxico apropiado como el Sikadur 32 Primer.

e) Compatibilidad con el entorno

No echar al agua superficial o al sistema de alcantarillado sanitario.

Si el producto contamina ríos, lagos o desagües, informe a las autoridades respectivas.

Se debe informar a las autoridades locales si no se pueden contener los derrames significativos.

f) Elementos de contacto

Usar equipo de protección personal.
Evite respirar el polvo.
Negar el acceso a personas desprotegidas

4.2. PASIVADOR DE ARMADURA METÁLICA

Las reparaciones puntuales que se realizarán dejarán expuesto parte del acero. Al acero expuesto se le aplicarán dos capas del pasivador de armadura **SikaTop Armatec 110 EPOCEM.**

Este producto es capaz de hacer dos funciones: pasivador de armadura y puente de adherencia. En este caso no se está usando como puente de adherencia. La hidro demolición genera un perfil de anclaje en el concreto tal que no es necesaria la aplicación de un puente de adherencia entre concreto viejo y nuevo.

Este producto se aplica directamente al acero mediante brochas de pelo duro. Se aplica en dos manos, dejando un tiempo de secado entre 2 y 3 horas antes de aplicar la segunda mano.

a) Propiedades

Recubrimiento anticorrosivo y puente de adherencia elaborado a base de resinas epóxicas modificadas y cemento de tres componentes.

b) Metodología de aplicación

Para acero: de estar la superficie limpia y libre de grasa y aceite, óxido y escamas de fundición. Limpieza superficial grado comercial por medios manuales o mecánicos.

Aplique una capa de entre 0.5 y 1 mm de espesor sobre el acero limpio y sin corrosión por medio de brocha de pelo duro, rodillo o equipo neumático. Permita secar durante 2

a 3 hrs. (a temperatura ambiente de 20 °C) y entonces aplique una segunda mano de espesor similar. Verificar que la superficie del acero se encuentre totalmente cubierta con un espesor mínimo de 1 mm de producto.

c) Tiempos de aplicación

Mezcle mecánicamente durante tres (3) minutos, usando taladro de bajas revoluciones (máximo 250 rpm) a fin de evitar introducir aire. Deje reposar el producto entre cinco (5) a diez (10) minutos, hasta que la mezcla muestre una consistencia aplicable con brocha con poco escurrimiento

d) Condiciones Ideales de aplicabilidad

- Temperatura mínima de aplicación (ambiente y sustrato): + 5°C
- Temperatura máxima de aplicación (ambiente y sustrato): + 35°C
- Al momento de la aplicación, el sustrato debe saturarse superficialmente de agua, pero permaneciendo libre de encharcamientos.
- Las dosificaciones recomendadas deben seguirse estrictamente.
- No debe adicionarse agua a la mezcla.
- Proteger de la lluvia durante las primeras 8 horas de aplicado el producto.

e) Compatibilidad con el entorno

Evitar que penetre en el alcantarillado o aguas superficiales.

En caso de penetración en cursos de agua, el suelo o los desagües, avisar a las autoridades competentes.

f) Elementos de contacto

Para prevenir sensibilización y reacciones alérgicas se recomienda utilizar ropa de trabajo, guantes y anteojos protectores durante su manejo. En caso de contacto con la piel, no deje secar el producto, lave inmediatamente la zona afectada con agua y jabón, quite la ropa empapada o manchada y acuda al médico si hay reacción alérgica.

En caso de contacto con los ojos, lave en seguida con agua abundante durante 15 minutos y consulte al médico. En caso de ingestión no provoque el vómito y solicite inmediatamente ayuda médica.

4.3. INHIBIDOR DE CORROSIÓN MIGRATORIO

Se aplicará un inhibidor de corrosión migratorio al 100% de la superficie del concreto. Se escogió el producto **MCI 2020 VO** de la casa **CORTEC.**

Ofrece las siguientes ventajas:

- *Ofrece a los ingenieros, propietarios, contratistas, departamentos de transportes y agencias gubernamentales una tecnología de inhibición de la corrosión de eficacia probada a lo largo del tiempo que prolongará la vida de todas las estructuras de hormigón armado.*
- *Protege contra los efectos perjudiciales de la corrosión incluso en el hormigón más denso.*
- *El inhibidor migratorio detiene la corrosión de las zonas oxidadas.*
- *Fácilmente aplicable mediante aerosol, rodillo, brocha, etc, reduciendo el coste de equipo y la mano de obra.*
- *Base acuosa, no inflamable para su fácil manejo.*
- *No contiene nitrito de calcio.*
- *No es necesario quitar el hormigón no dañado.*
- *Orgánico, seguro y no perjudicial para el medio ambiente.*
- *Aumentan la durabilidad del hormigón armado.*
- *Testeado en laboratorio y en campo.*
- *Concentrado para una mayor eficacia de costes en todos los proyectos.*

• *No impide la difusión de vapor a través del hormigón.*

• *Protege tanto áreas anódicas como catódicas.*

• *Se desplaza a áreas adyacentes para proteger los metales circundantes.*

• *No precisa mucho tiempo de curado. El tráfico puede continuar pocos minutos después de la aplicación si es necesario.*

• *Efectividad confirmada en documentos internacionales de evaluaciones en campo (ASTM-G109)*

• *NSF Standard 61 aprobado para aplicaciones con agua potable (Certificado por Underwrites Laboratories)*

a) Propiedades

MCI® 2020 es un aditivo de superficie para el hormigón diseñado para migrar a través de los poros de la estructura y buscar el metal embebido en la misma. El MCI® 2020 protege también refuerzos de acero, acero al carbono, acero galvanizado, el aluminio y otros metales Una característica única de los Inhibidores Migratorios de Corrosión es que, si no están en contacto directo con los metales, el inhibidor migrará una distancia considerable a través del hormigón para proporcionar protección. El MCI® 2020 detiene la corrosión de los metales y extiende el servicio de la estructura.

b) Metodología de aplicación

Las superficies deben estar secas, limpias y libres de aceite, grasa, eflorescencia, repelentes al agua, recubrimientos, membranas y asfalto. La limpieza se puede realizar mediante limpieza con vapor, chorro de agua o chorro de arena.

Este producto será aplicado mediante aspersor en una sola capa. El producto seleccionado tiene además la ventaja de que puede ser aplicado en una sola capa en superficies verticales. Sobre cabeza es posible aplicar una sola capa, pero se recomiendan dos. En su designación, las letras VO significan Vertical & Overhead o bien Vertical & Sobre cabeza traduciendo al español.

c) Tiempos de aplicación

Si aplica más de una capa, deje que la superficie se seque lo suficiente entre las aplicaciones para que la segunda capa penetre en la superficie dentro de 15 minutos.

d) Condiciones Ideales de aplicabilidad

Al aplicar un revestimiento, mortero de reparación o recubrimiento sobre MCI-2020 / MCI-2020 V / O, la superficie debe enjuagarse con agua, lavarse a presión o limpiarse con chorro de arena para eliminar cualquier residuo, a menos que se haya realizado una prueba de adherencia previa.

e) Compatibilidad con el entorno

No aplicar si se esperan precipitaciones dentro de 8 horas después de la aplicación.

f) Elementos de contacto

N/A

METODOLOGÍA CONSTRUCTIVA:

REHABILITACIÓN DE PILAS

5	25/Marzo/2019	Para construcción	MGC/AAV CIPTS	DR/RR/JZ PROYECO-SEG	
4	6/Noviembre/2018	Para construcción	MGC/AAV CIPTS	DR/RR/JZ PROYECO-SEG	Aprobado con notas
3	22/Octubre/2018	Para construcción	MGC/AAV CIPTS	DR/RR/JZ PROYECO-SEG	Aprobado con notas
2	5/Octubre/2018	Para construcción	MGC/AAV CIPTS	DR/RR/JZ PROYECO-SEG	Aprobado con notas
1	21/Agosto/2018	Para aprobación	MGC/AAV CIPTS	DR/RR/JZ PROYECO-SEG	Aprobado con notas
0	7/Agosto/2018	Para Revisión	MGC/AAV CIPTS	DR/RR/JZ PROYECO-SEG	Se solicito resometimiento
NO. REV.	**DÍA**	**DESCRIPCION**	**PREPARADO**	**REVISADO**	**APROBADO**

TABLA DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN 3

2. OBJETIVO 3

3. ALCANCE 3

4. LIMITACIONES 3

5. DESCRIPCIÓN DE LA REHABILITACIÓN 4

5.1. TRATAMIENTO DE LA BASE DE LA PILA 4

5.1.1. EQUIPO A UTILIZAR 4

5.1.2. CUADRILLA 4

5.1.3. METODOLOGÍA 4

5.2. TRATAMIENTO DE LA LONGITUD DE PILA POR ENCIMA DEL LECHO MARINO 6

5.2.1. EQUIPO A UTILIZAR 6

5.2.2. CUADRILLAS 6

5.2.3. METODOLOGÍA 7

6. ANEXOS 12

1. INTRODUCCIÓN

Este documento es 1 de 4 documentos que contienen la metodología constructiva del proyecto de ESTUDIO, DISEÑO Y REHABILITACIÓN DE LA ESTRUCTURA DEL TRAMO MARINO DEL CORREDOR SUR. Los cuatro mencionados documentos son los siguientes:

- **Metodología Constructiva: Rehabilitación de Pilas**
- Metodología Constructiva: Rehabilitación de Vigas Cabeceras
- Metodología Constructiva: Rehabilitación de Vigas, Pre-losas y Diafragmas
- Metodología Constructiva: Coordinación de Frentes de Trabajo

Este documento se suplementa con los siguientes documentos:

- Planos de Rehabilitación
- Fichas técnicas de productos
- Plan de Muestreo
- Plan de Control de Calidad
- Plan de Seguridad, Higiene y Seguridad Ocupacional
- Estudio de Mareas

2. OBJETIVO

Esta metodología tiene como objetivo principal describir el alcance y los pasos a seguir en la rehabilitación de las pilas del tramo marino del corredor sur en la ciudad de Panamá.

3. ALCANCE

Consiste en la rehabilitación de las pilas de 74 apoyos, estando el apoyo 1 en el extremo oeste del tramo marino, en la cercanía del Barrio de Coco del Mar y el apoyo 74 en la cercanía del Barrio de Costa del Este. El tramo marino tiene una totalidad de 79 apoyos, pero se excluyeron los apoyos 75 a 79 en base a los estudios previos realizados en este proyecto, luego de que se concluyese que los mismos están en buen estado y más aún, están soterrados.

4. LIMITACIONES

- No se intervendrán simultáneamente pilas adyacentes dentro de un mismo apoyo.
- Solo se intervendrán simultáneamente dos pilas de un mismo apoyo.
- No se intervendrá el segundo par de pilas de un mismo apoyo hasta que el recrecido de concreto del primer par de pilas haya alcanzado una resistencia a la compresión de 25 MPa.
- Si el vaciado del concreto del primer par de pilas intervenidas de un apoyo no es simultáneo, se podrá intervenir una tercera pila de un mismo apoyo cuando la primera pila vaciada haya alcanzado los 25 MPa. La tercera pila por intervenir será la más lejana posible a la pila que aún no haya alcanzado los 25 MPa.

- De intervenirse un segundo par de pilas en un apoyo contiguo, el segundo par de pilas intervenido será el par alterno al primer par intervenido en el apoyo contiguo.

5. DESCRIPCIÓN DE LA REHABILITACIÓN

A continuación de describen los pasos generales para la rehabilitación de las pilas.

5.1. TRATAMIENTO DE LA BASE DE LA PILA

5.1.1. EQUIPO A UTILIZAR

a. Funda de base de camisa de Fibra. DENSO.
b. Malla de GRPF semicircular.
c. Concreto según especificaciones mezcla.
d. Alambre.
e. Pernos sujeción malla.
f. Bomba de achique.
g. Pulidora.
h. Rotomartillo.
i. Martillo picador.
j. Fijador epoxico. Según sometimiento de materiales
k. Botas pantaneros
l. Mascarillas de gases y overoles de tela desechable

5.1.2. CUADRILLA

a. La cuadrilla estará formada por:
    i. Un capataz
    ii. 3 albañiles/carpinteros
    iii. 3 ayudantes

5.1.3. METODOLOGÍA

a. Limitación:

Esta metodología solo es aplicable cuando el material alrededor de la base de la pila consista de material fangoso suelto. En el caso de que la base de la pila esté en roca, se pasará directamente al apartado 5.2.,. La metodología será:

a. Una vez baje la marea se procederá con la bomba de achique a retirar el agua acumulada.
b. Alrededor de la pila se retirará con ayuda de palas y rastrillos la cantidad de lodo suficiente que permita la colocación de la camisa y la ejecución de los trabajos en condiciones de seguridad. Este lodo se ira apilando con un talud suficiente en virtud de la densidad del lodo que haga que el conjunto sea estable en todo momento y no presente riesgos para el personal y equipos.
c. Se excavarán 50 cm o hasta encontrar una superficie firme.
d. Se ejecutará alrededor de la pila un concreto de limpieza, con inclusión de mampostería concreto petreo) para asegurar la correcta estabilidad de la camisa DENSO.
e. Se procederá a limpiar la superficie de la pila a fin de remover todo crecimiento marino y toda pintura que pueda afectar la adherencia entre concreto viejo y el recrecido.
f. Se presentará la armadura GRFP y se taladraran los ganchos para anclaje con una profundidad de penetración de 10 cm aprox. Se colocarán los pernos tras el soplado de los taladros realizados. Se aplicará resina epoxica a los anclajes y se instalarán en el orificio correspondiente. Se fijará la armadura a los ganchos.
g. Se lavará la superficie previamente tratada, con agua dulce.
h. Se dejará secar la superficie o se acelerará el secado aplicándole aire.
i. Se aplicará el inhibidor de corrosión migratorio según el procedimiento aprobado.
j. Se colocará la camisa DENSO, prestando especial atención a los siguientes aspectos:
    - Se colocará lo más centrada posible con la pila.
    - Se colocará nivelada. Verificándolo en campo con un nivel.
    - Se sellará en su parte baja con un hormigón pobre para evitar fugas.
    - Se rodeará de alambre temporalmente para afianzar la propia camisa.
    - Se colocarán contrapesos temporalmente en su cara superior para evitar la flotabilidad de la camisa en el momento del fundido.
k. Se realizará el fundido de la camisa, bien con mezcla procedente de planta o con concreto mezclado in situ (Según procedimiento especifico), ayudados de carretillas para el transporte de esta bien a través de los pasillos de cubos plásticos bien transportado en medios auxiliares (Lancha, Pontona, Hovercraft…).
l. Se realizará el vaciado mediante el vertido a través de una tolva construida al efecto (arco de tubería de PVC o similar.)
m. Al finalizar los trabajos se tapará la base de pila con plástico negro para evitar que la marea nos limpie el sustrato superior.

5.2. TRATAMIENTO DE LA LONGITUD DE PILA POR ENCIMA DEL LECHO MARINO

5.2.1. EQUIPO A UTILIZAR

a. El personal y equipo llegará al sitio de trabajo desde un bote pequeño o bajará desde la calzada del corredor, con un cierre de tráfico temporal realizado en las ventanas horarias aprobadas.
b. Se utilizará un equipo de Hidrodemolición robótico para la remoción del concreto superficial
c. Se contará con una lanza de Hidrodemolición manual disponible para remoción puntual de concreto.
d. Se contará con roto-martillos eléctricos para repicar zonas puntuales
e. Equipo de hidro-lavado 3000 psi
f. Andamio colgante alrededor de cada pila. Se contarán con 4 unidades como mínimo.
g. Sistema de cubos flotadores en el perímetro de excavación para plataforma de trabajo
h. Brochas para la aplicación del pasivador de armadura
i. Aspersores o bomba *airless* para la aplicación de inhibidor de corrosión migratorio
j. Atornillador o taladro eléctrico para instalar los tornillos de acero inoxidable que cierran la camisa
k. Cierra circular con disco adiamantado para cortar el encamisado a longitud requerida
l. Fajas de nylon. La cuadrilla debe contar con por lo menos 20.
m. Planta eléctrica 2500 Watts mínimo
n. Sistema de abastecimiento de agua para el equipo de Hidrodemolición y para el equipo de hidro-lavado: compuesto de tanques de almacenamiento en tierra, línea de conducción suspendida de la losa, bomba de agua en tierra y tanque secundario de almacenamiento cerca del equipo
o. Equipo de protección personal de acuerdo a lo indicado en el Plan de Seguridad, Higiene y Salud Ocupacional

5.2.2. CUADRILLAS

a. La cuadrilla de Hidrodemolición estará formada por:
    i. Un capataz
    ii. 2 ayudantes
    iii. 1 carpintero/albañil
    iv. 1 rigger señalero
    v. 1 operador de equipo
    vi. 1 mecánico

b. La cuadrilla de pasivador, refuerzo y recrecido estará formada por:
   vii. Un capataz
   viii. 2 pintores
   ix. 4 albañiles/carpinteros
   x. 10 ayudantes
   xi. 1 operador de bomba

5.2.3. METODOLOGÍA

a. Fijación De Guías De Hidrodemolición Robótica

Se armarán los postes guías del equipo de Hidrodemolición. Los componentes son: 2 tubos curvos que irán espaciados aproximadamente a 2 metros, 4 tubos verticales alrededor de la pila, 2 fajas de nylon con tensor (*ratchet*) para prensar los postes guías a la columna. El riel del equipo de Hidrodemolición puede configurarse en longitudes en incrementos de 50cm.

b. Montaje De Equipo De Hidrodemolición

Una vez montados los postes guías, se monta el riel del equipo de Hidrodemolición robótica y se conectan las mangueras de suministro de agua y las de los actuadores hidráulicos que controlan el avance del robot.

c. Hidrodemolición De Superficie

Se removerán el concreto superficial a una profundidad estimada de 7 a 8cm, deteniéndose antes de exponer el acero. Si por irregularidad en la construcción se encuentra el acero antes de los 7 a 8cm, se detendrá la Hidrodemolición. Si se expone acero y se evidencia corrosión significativa, se expondrá la superficie necesaria del acero de refuerzo para poder realizar los tratamientos necesarios.

La velocidad de avance de la boquilla del equipo de Hidrodemolición deberá ajustarse en función de la calidad del concreto de cada pila y de la profundidad de Hidrodemolición deseada. Los estudios previos indican que hay una variabilidad importante en la calidad del concreto en las diversas pilas.

Estos trabajos deberán tomar en cuenta la marea. Consultar Estudio de Mareas para más información.

Al realizar la Hidrodemolición de la superficie de la pila con el robot, no se alcanza a llegar hasta la superficie inferior de la viga cabecera porque el cuerpo de la boquilla no lo permite. Si al llegar a esta zona de interfase superior entre la Pila y la Viga Cabezal, se observa que el concreto está en buen estado solo se procederá con la preparación de superficie removiendo el tratamiento superficial existente, por medios mecánicos de impacto o chorro de agua a alta presión según sea necesario. Esta porción de concreto en buen estado en esta zona se incorporará al vaciado de fondo de la viga cabecera, picando solo una zona para venteo durante la colocación del recrecido.

d. Remplazo de armadura con pérdida de sección

La armadura longitudinal y/o los espirales pudiesen presentar pérdida de sección por corrosión. En caso de que la pérdida de acero supere el 10% del área del refuerzo, deberán tomarse medidas correctivas de acuerdo a lo siguiente:

i. Refuerzo Longitudinal

En el caso de que el refuerzo longitudinal (barras #10) presente pérdida de sección transversal superior al 10% de su área, se suplementará el refuerzo con barras que compensen la pérdida de sección. Se establecieron tres niveles de perdida que van de 10% a 15%, de 15% a 50% y perdidas mayores al 50% de la sección. Se reemplazará según lo indicado en la siguiente tabla, en la cual también se muestra la longitud de traslape mínima según el tipo de barra.

Perdida de Sección	Utilizar barra	Longitud de barra a colocar [m]
10% - 15%	# 4	0.62
15% - 25%	# 6	1.24
25% - 50%	# 8	1.64
> 50 %	Evaluación de Integridad Estructural	

ii. Refuerzo Transversal – Pérdida localizada

En el caso de que el refuerzo transversal (barras #4) presente pérdida de sección transversal superior al 10% de su área, se realizará un empalme soldado de una barra del mismo diámetro cruzando la longitud de espiral afectada. Deberán exponerse 15 cm de barra en buen estado, a cada lado de la zona afectada, a los cuales se soldará la nueva barra de acuerdo con el detalle suministrado en el plano. La barra nueva deberá pre-doblarse para conformar una espiral de radio correspondiente al acero original. La soldadura a las espirales existentes deberá realizarse precalentando la barra a 40 ° C.

iii. Refuerzo Transversal – Pérdida generalizada

En el caso de que el refuerzo transversal (barras #4) presente pérdida de sección transversal superior al 10% de su área, en la generalidad de la circunferencia de los espirales, en una longitud parcial de pila, se adicionarán espirales nuevas atravesando la longitud parcial de pila afectada. Se colocarán anillos cerrados al inicio y al final de la longitud de pila afectada. Se soldarán en espiral refuerzo transversal desde el anillo inicial hasta el anillo final. El espaciamiento (paso) de la espiral será igual o menor a 7.5cm.

Para poder instalar espirales completas adecuadamente, será necesaria la remoción total del recubrimiento del acero. Los espirales nuevos deberán colocarse en contacto con el acero longitudinal para poder lograr el efecto de confinamiento necesario.

La soldadura de cierre de los anillos, de empalme del anillo a la espiral o de empalme de espiral a espiral se realizará de acuerdo con el detalle suministrado en el plano. A menos que el acero suplementario cumpla con la especificación ASTM A 706, la soldadura a las espirales existentes deberá realizarse precalentando la barra a 40° C.

e. Pasivado De Armaduras

Previo a la aplicación del producto pasivador, el acero deberá satisfacer el grado de limpieza SA 2. En caso de que la limpieza consecuente de la hidrodemolición no cumpla con el grado de SA 2, será necesario limpiar mediante chorro abrasivo.

Si la Hidrodemolición ha expuesto acero de refuerzo o si ha sido necesario agregar acero suplementario, se aplica el pasivador **SIKAtop Armatec 110 EPOCEM** tanto al refuerzo longitudinal como al refuerzo transversal original o agregado. El producto se aplica en dos manos, dejando 2 a 3 horas de secado entre la primera y segunda mano. Luego de aplicado el pasivador, el acero debe protegerse de la lluvia y del mar por las siguientes 8 horas luego de la aplicación de la segunda mano.

Estos trabajos deberán tomar en cuenta la marea. Consultar Estudio de Mareas para más información.

f. Aplicación De Inhibidor De Corrosión

Se aplicará inhibidor de corrosión migratorio **CORTEC MCI 2020 VO** a toda la superficie de la pila, desde la base hasta el fondo de la viga cabecera, utilizando aspersor o bomba *airless*.

Estos trabajos deberán tomar en cuenta la marea. Consultar Estudio de Mareas para más información.

g. Colocación De Encamisado De FRP

Los encamisados fueron adquiridos en 5 longitudes diferentes para acomodar la variación de longitud de pilas a lo largo del tramo marino. Para cada pila, se deberá medir la longitud a encamisar y utilizar una camisa de mayor longitud, excediendo la longitud a encamisar en lo menos posible a fin de minimizar el desperdicio. La camisa deberá ser **cortada a longitud** utilizando una cierra circular con disco adiamantado. Es preferible realizar el corte en húmedo para minimizar la generación de polvo y el riesgo al trabajador por el polvillo de la fibra de vidrio. En caso de realizar el corte en húmedo, deberá utilizarse agua potable. En caso de que los últimos 10 a 15 cm de la zona de interfase entre la Pila y la Viga Cabecera estén en buen estado se procederá a dejar la camisa con suficiente longitud para dejar una salida de aire al momento del colado de concreto.

Se coloca el encamisado **Fiber Form** de la marca Denso. Antes de colocar la camisa en sitio, se realizará la perforación en la camisa para asegurar la **boquilla de conexión** a las mangueras que

bombearán el concreto y se instalara la boquilla. Antes de colocar la camisa en sitio, deberá lavarse la superficie expuesta del concreto con agua potable toda vez que la misma probablemente ha estado en contacto con el agua de mar.

Se abre la camisa y se coloca alrededor de la pila, manteniéndola ligeramente abierta, sin que el macho del pliegue de conexión entre en la hembra.

Se coloca **epóxico** en el extremo "macho" del pliegue. Se cierra el pliegue poniendo atención al tiempo de curado del epóxico.

El pliegue se asegura mediante **tornillos de acero inoxidable** colocados a cada 150mm verticalmente, alternando cerca del borde izquierdo y derecho del pliegue. Los tornillos no quedarán a menos de 6mm del borde del pliegue.

Se colocan **fajas de nylon** con tensores (ratchet) a cada **S** metros, ligeramente tensas, para resistir la presión hidrostática del concreto fresco a ser colocado. Preferiblemente estas fajas se colocan sobre los centralizadores. La distancia S depende de la altura **h** de la pila a vaciar. S = 1.5/h sin exceder 0.60 metros.

En caso de que haya sido necesario el tratamiento de la base de la pila, se coloca el **ANILLO DE TRANSICIÓN** fabricado por DENSO. Este anillo conecta el encamisado de la base de la pila con el encamisado superior. Deberá aplicarse epóxico entre la camisa inferior y el anillo de transición, así como también entre el anillo de transición y la camisa superior.

En caso de que no haya sido necesario el tratamiento de la base de la pila, el encamisado superior se fijará al concreto original, colocando un adhesivo sellador entre el concreto y el encamisado, para prevenir el sangrado del concreto por el fondo del encamisado. Deberá colocarse una faja de nylon sobre esta unión.

El encamisado es permanente, por lo que no es necesario un desencofrado o un curado especial.

h. Colocación Del Concreto

Los vaciados de concreto en las pilas serán en horario nocturno para minimizar las afectaciones al tráfico. Estos se pueden realizar independientemente de la altura de mareas, siempre y cuando el encamisado sea impermeable. Cuando las mareas no permitan vaciados nocturnos, se planificarán vaciados en horario diurno, con cierres de tráfico parcial en la dirección y horario aprobado por el cliente.

Como mínimo, la colocación del concreto ocurrirá 2 horas después de la aplicación del inhibidor de corrosión migratorio y/o 2 horas después de la colocación del pasivador. La colocación del concreto del recrecido constituye una protección de ambos productos a la exposición al agua de mar o lluvia.

Luego de realizados los controles de calidad del concreto recibido en obra, se vaciará el concreto dentro del encamisado pausadamente, desde la parte superior del encamisado, a través de la boquilla instalada, utilizando la bomba de concreto.

El personal que acompaña la bomba de concreto podrá comunicarse con el personal bajo el corredor por medio de la plataforma de acceso lateral. Y mediante la utilización de radios.

i. Limpieza Exterior

Se limpiará la parte exterior del encamisado para librarla de cualquier resto de concreto derramado durante la colocación del concreto.

6. ANEXOS

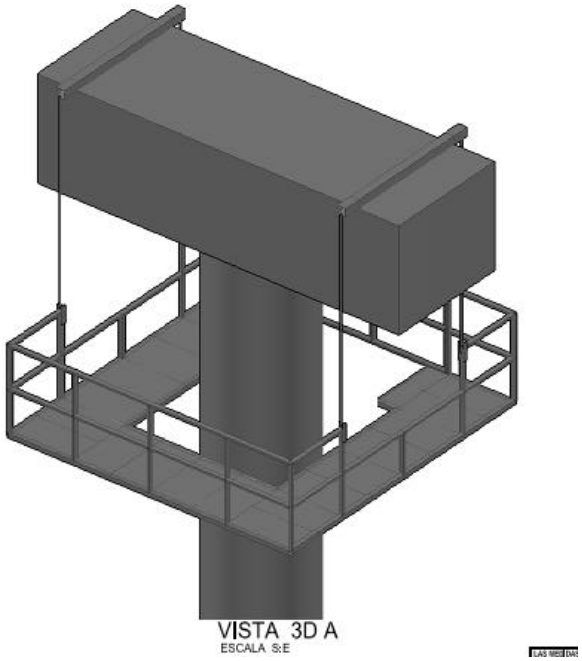


Figura 1: Andamio para trabajos en la pila por encima del lecho

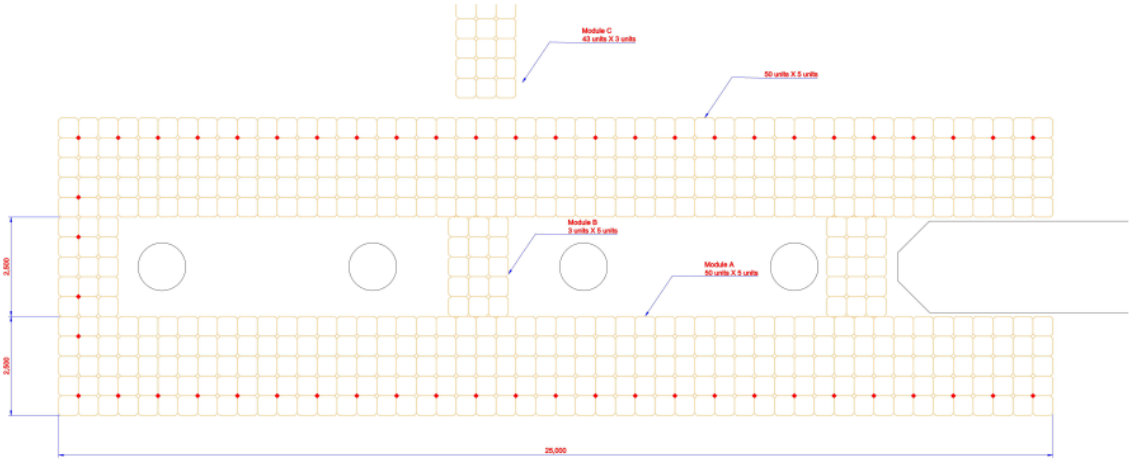


Figura 2: Planta de Plataforma modular alrededor de pilas de un apoyo

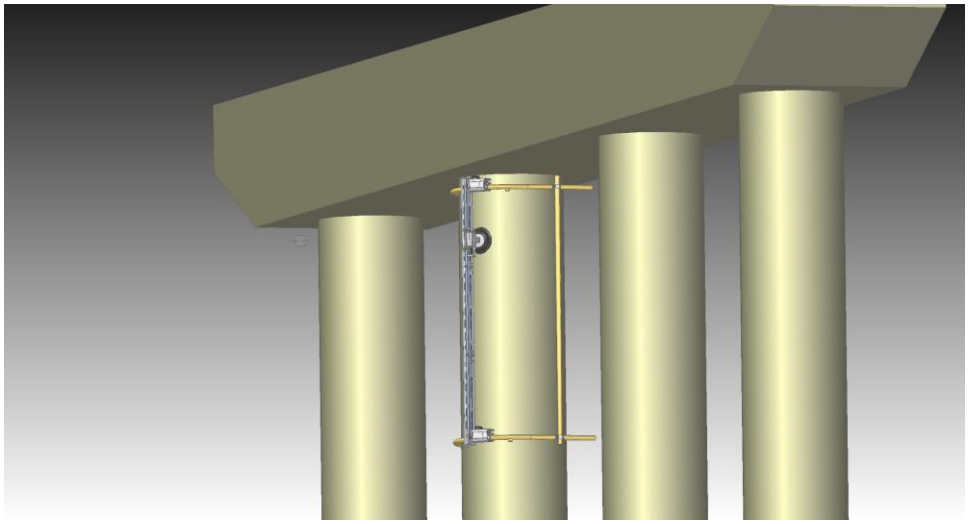


Figura 3: Diseño de medios de soporte de Equipo de Hidrodemolición en Pilas del Proyecto

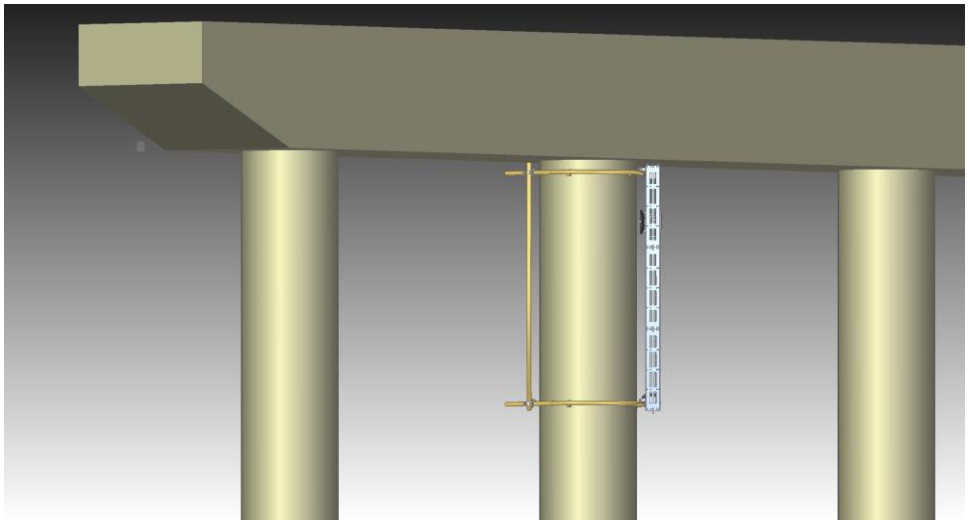


Figura 4: Diseño de medios de soporte de Equipo de Hidrodemolición en Pilas del Proyecto, Vista Lateral

Figura 5: Hidrodemolición de PILAS a espesor constante e uniforme de 10 cm que nos permite dejar totalmente vista la armadura principal y ser así pasivada correctamente.

Figura 6: Muestra de armadura de piel a utilizar en 50 cm inferiores de la pila. En la parte superior de la pila se utilizará una armadura similar cuando el recubrimiento del acero exceda los 10cm.

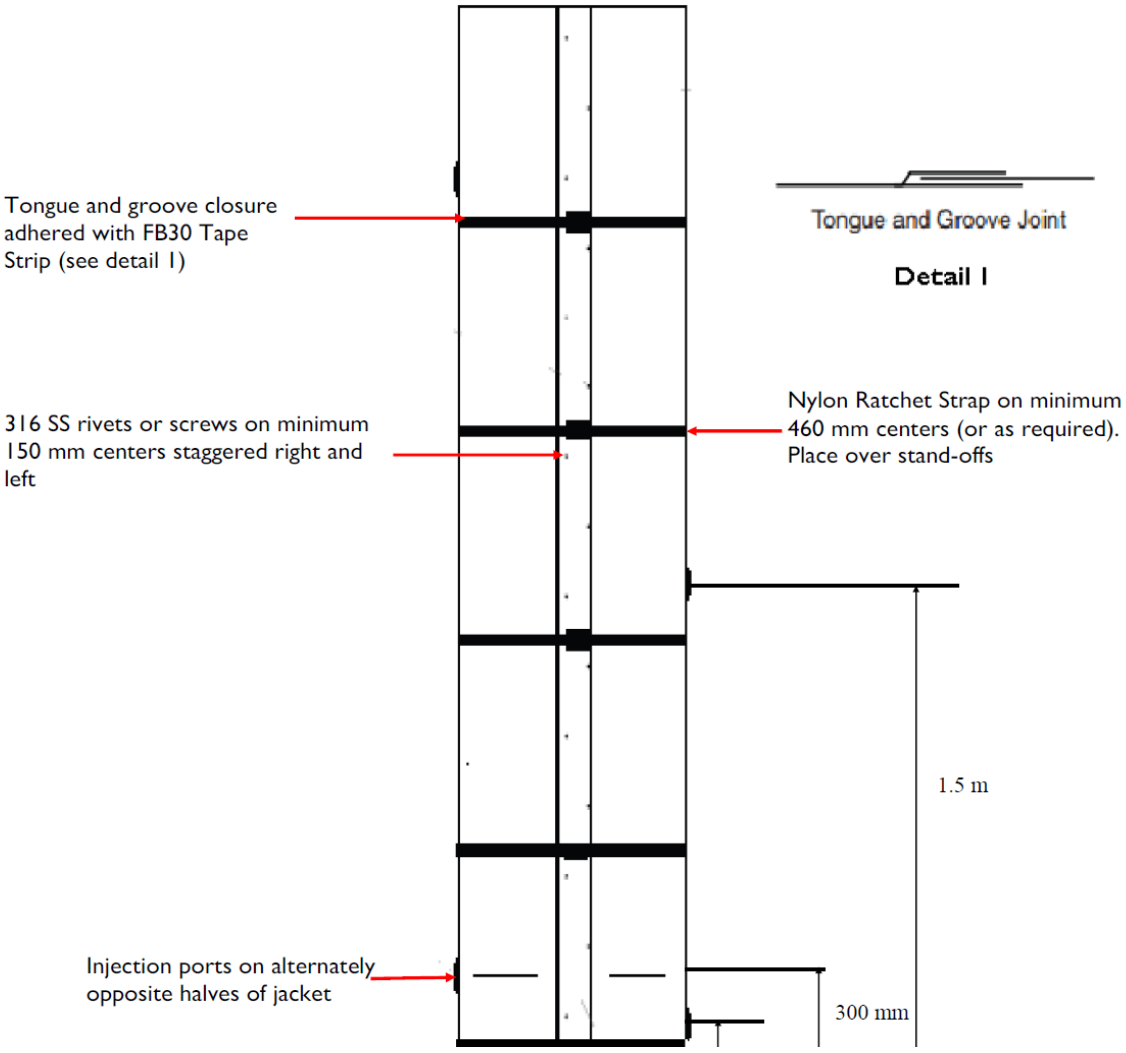


Figura 7: Esquema de colocación de encamisado

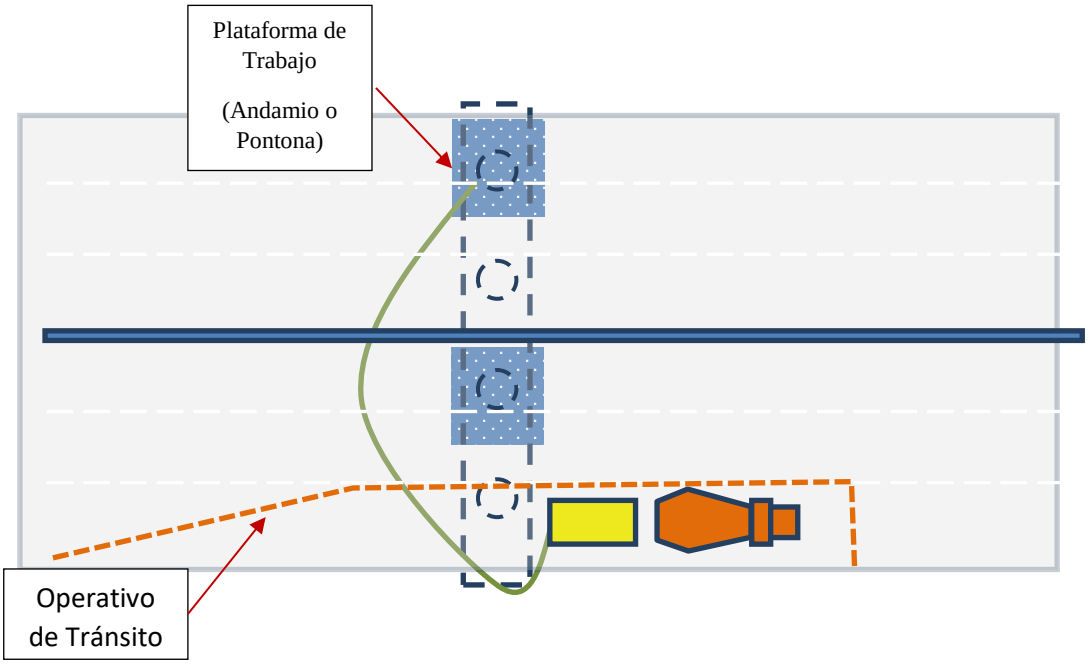


Figura 8: Croquis de la disposición de equipos durante el vaciado de concreto en horario nocturno. Intervienen: equipo de señalización, bomba para concreto, camión hormigón y plataformas de trabajo.

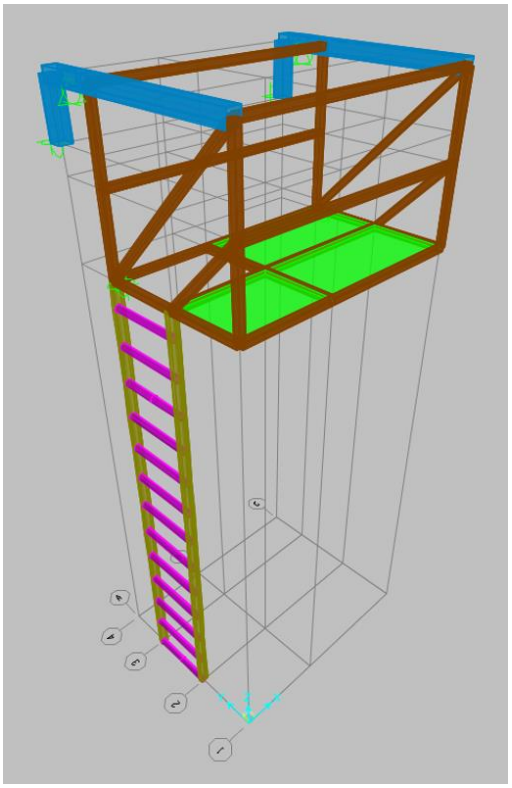


Figura 9: Plataforma de acceso lateral. Se suspende de la barrera del corredor.

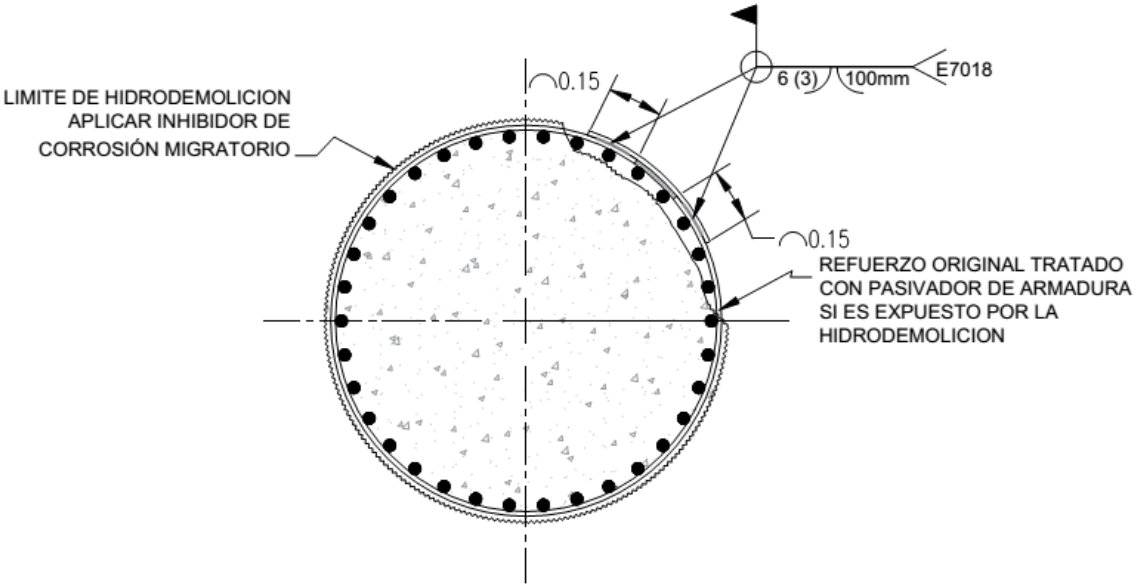
Figura 10: Faja de nylon con tensor (ratchet)

Tabla de longitud de pilas de acuerdo con estudio previo:

	Longitud de Pila			
N° Pila	A	B	C	D
P-01	4.24	4.24	4.24	4.24
P-02	4.02	4.02	4.02	4.02
P-03	3.78	3.78	3.78	3.78
P-04	3.54	3.54	3.54	3.54
P-05	3.66	3.66	3.66	3.66
P-06	3.36	3.36	3.36	3.36
P-07	3.98	3.98	3.98	3.98
P-08	4.06	4.06	4.06	4.06
P-09	4.16	4.16	4.16	4.16
P-10	4.23	4.23	4.23	4.23
P-11	4.12	4.12	4.12	4.12
P-12	4.33	4.33	4.33	4.33
P-13	4.27	4.27	4.27	4.27
P-14	4.29	4.29	4.29	4.29
P-15	4.32	4.32	4.32	4.32
P-16	4.19	4.19	4.19	4.19
P-17	4.19	4.19	4.19	4.19
P-18	4.38	4.31	4.24	4.18
P-19	4.28	4.20	4.12	4.04
P-20	4.55	4.37	4.19	4.01
P-21	4.65	4.44	4.22	4.01
P-22	4.61	4.40	4.19	3.98
P-23	4.56	4.34	4.13	3.92
P-24	4.56	4.35	4.13	3.91
P-25	4.48	4.28	4.07	3.86
P-26	4.26	4.05	3.83	3.61
P-27	4.24	4.04	3.83	3.62
P-28	4.16	3.95	3.74	3.52
P-29	3.99	3.77	3.56	3.35
P-30	4.02	3.81	3.59	3.38
P-31	4.00	3.79	3.57	3.36

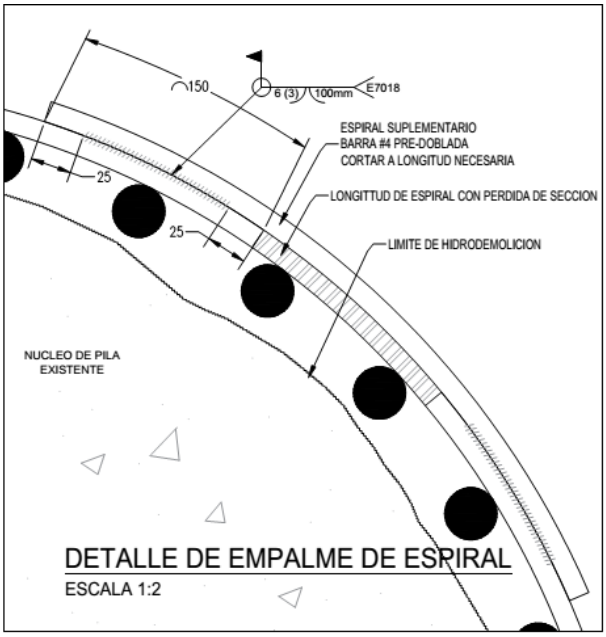
	Longitud de Pila			
N° Pila	A	B	C	D
P-32	3.83	3.62	3.42	3.21
P-33	3.91	3.71	3.51	3.30
P-34	3.47	3.38	3.29	3.20
P-35	3.45	3.38	3.31	3.24
P-36	3.46	3.46	3.46	3.46
P-37	3.32	3.32	3.32	3.32
P-38	3.41	3.41	3.41	3.41
P-39	3.39	3.39	3.39	3.39
P-40	3.14	3.14	3.14	3.14
P-41	3.19	3.19	3.19	3.19
P-42	3.07	3.07	3.07	3.07
P-43	3.10	3.10	3.10	3.10
P-44	3.05	3.05	3.05	3.05
P-45	3.13	3.13	3.13	3.13
P-46	3.06	3.06	3.06	3.06
P-47	3.04	3.04	3.04	3.04
P-48	2.92	2.92	2.92	2.92
P-49	2.91	2.91	2.91	2.91
P-50	2.94	2.94	2.94	2.94
P-51	2.94	2.94	2.94	2.94
P-52	2.89	2.89	2.89	2.89
P-53	2.80	2.80	2.80	2.80
P-54	2.87	2.87	2.87	2.87
P-55	2.66	2.73	2.81	2.89
P-56	2.61	2.68	2.76	2.83
P-57	2.44	2.62	2.85	3.03
P-58	2.54	2.72	2.90	3.08
P-59	2.46	2.68	2.89	3.11
P-60	2.52	2.73	2.93	3.14
P-61	2.29	2.50	2.71	2.92
P-62	2.55	2.76	2.98	3.19
P-63	2.65	2.86	3.08	3.29
P-64	2.74	2.96	3.17	3.39

	Longitud de Pila			
N° Pila	**A**	**B**	**C**	**D**
P-65	2.76	2.97	3.19	3.40
P-66	2.90	3.11	3.33	3.54
P-67	3.11	3.33	3.54	3.76
P-68	2.36	2.58	2.79	3.01
P-69	2.40	2.61	2.83	3.04
P-70	2.27	2.48	2.69	2.90
P-71	2.12	2.33	2.54	2.75
P-72	2.08	2.29	2.50	2.71
P-73	1.56	1.56	1.56	1.56
P-74	1.00	1.00	1.00	1.00



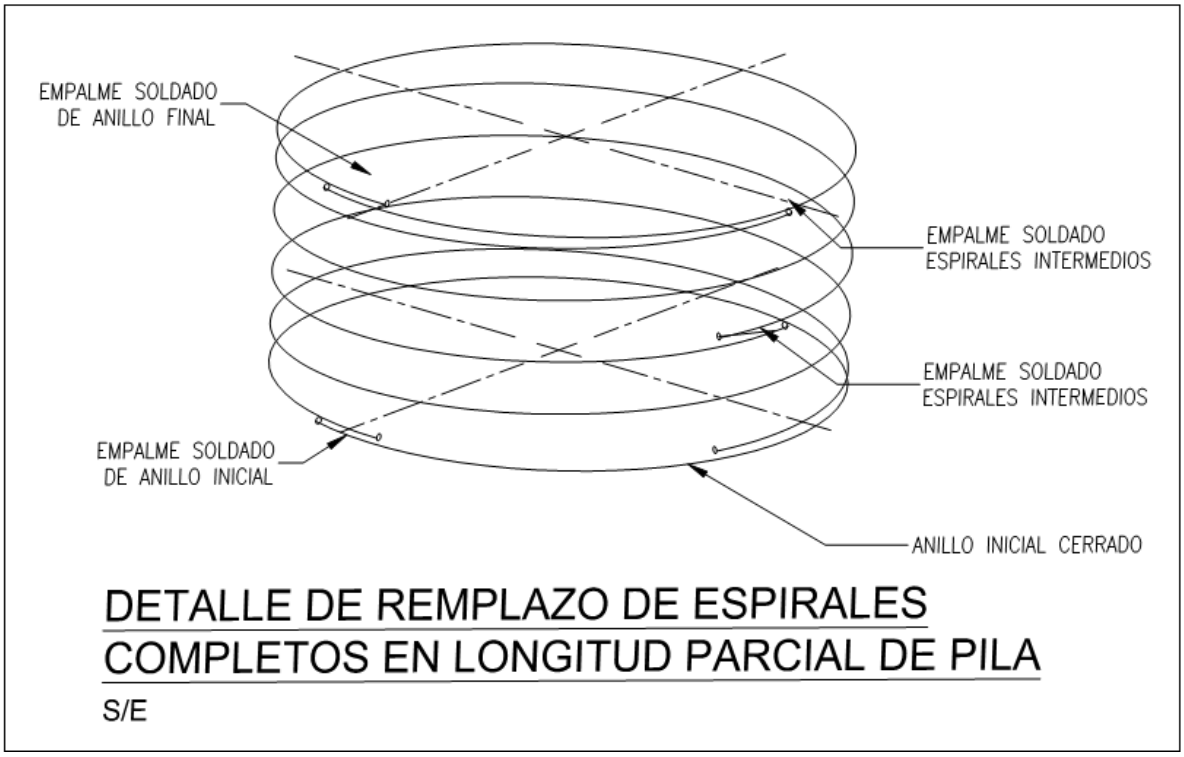
SECCION D: REPARACIÓN PARCIAL DE ESPIRAL

ESCALA 1:15



DETALLE DE EMPALME DE ESPIRAL

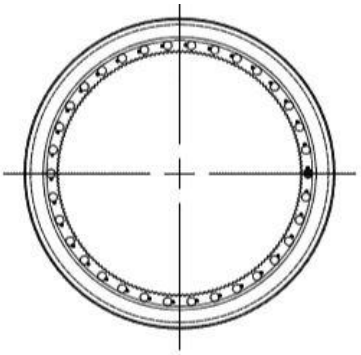
ESCALA 1:2



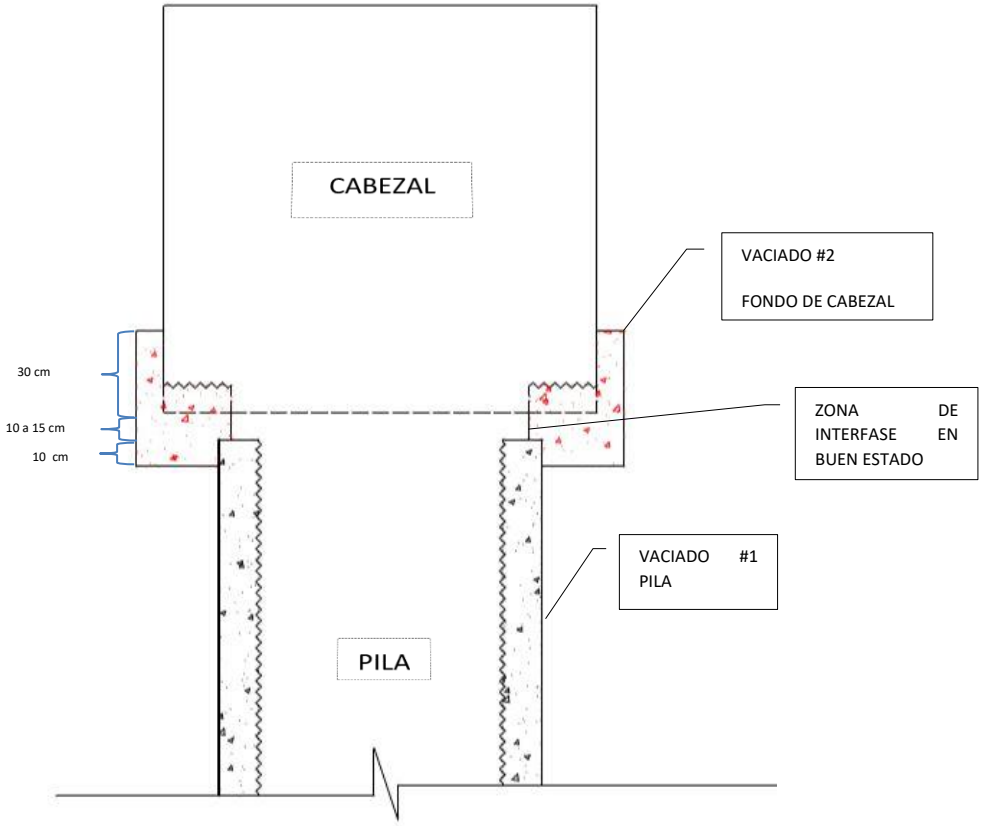
DETALLE DE REMPLAZO DE ESPIRALES COMPLETOS EN LONGITUD PARCIAL DE PILA

S/E

ZONA DE INTERFASE A LA QUE NO LLEGA LA HIDRODEMOLICIÓN CON ROBOT



ESQUEMATICO DE ZONA DE INTERFASE PROPUESTA



METODOLOGÍA CONSTRUCTIVA:

REHABILITACIÓN DE VIGAS CABECERAS

NO. REV.	DÍA	DESCRIPCION	PREPARADO	REVISADO	APROBADO
6	21/Enero/2020	Para Aprobación	AAV/FM CIPTS	JZ/MS PROYECO-SEG	ENA
5	18/Diciembre/2019	Para Aprobación	AAV/FM CIPTS	JZ/MS PROYECO-SEG	ENA
4	23/Agosto/2019	Para Aprobación	AAV/FM CIPTS CIPTS	JZ/MS PROYECO-SEG PROYECO-SEG	ENA ENA
3	25/Marzo/2019	Para Aprobación	MGC/AAV CIPTS	JZ/DRS/RR PROYECO-SEG	ENA
2	17/Enero/2019	Para Aprobación	MGC/AAV CIPTS	JZ/DRS/RR PROYECO-SEG	ENA
1	20/Septiembre/2018	Para Aprobación	MGC/AAV CIPTS	JZ/DRS/RR PROYECO-SEG	ENA
0	7/Agosto/2018	Para Revisión	MGC/AAV CIPTS	JZ/DRS/RR PROYECO-SEG	ENA

TABLA DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN 3

2. OBJETIVO 3

3. ALCANCE 3

4. LIMITACIONES 3

5. DESCRIPCIÓN DE LA REHABILITACIÓN 4

5.1. EQUIPO A UTILIZAR 4

5.2. CUADRILLAS 4

5.3. METODOLOGÍA 5

5.3.1. Reparación de la superficie superior 5

5.3.2. Reparación del fondo de la viga cabecera 5

5.3.3. Reparación de caras laterales – Alternativa 1 9

5.3.4. Reparación de caras laterales – Alternativa 2 12

6. ANEXOS 14

1. INTRODUCCIÓN

Este documento es 1 de 4 documentos que contienen la metodología constructiva del proyecto de ESTUDIO, DISEÑO Y REHABILITACIÓN DE LA ESTRUCTURA DEL TRAMO MARINO DEL CORREDOR SUR. Los cuatro mencionados documentos son los siguientes:

- Metodología Constructiva: Rehabilitación de Pilas
- **Metodología Constructiva: Rehabilitación de Vigas Cabeceras**
- Metodología Constructiva: Rehabilitación de Vigas, Pre-losas y Diafragmas
- Metodología Constructiva: Coordinación de Frentes de Trabajo

Este documento se suplementa con los siguientes documentos:

- Planos de Rehabilitación
- Fichas técnicas de productos
- Plan de Muestreo
- Plan de Control de Calidad

2. OBJETIVO

Esta metodología tiene como objetivo principal describir el alcance y los pasos a seguir en la rehabilitación de las vigas cabeceras del tramo marino del corredor sur en la ciudad de Panamá.

3. ALCANCE

El método descrito en este documento es aplicable a 74 vigas cabeceras, estando la viga cabecera 1 en el extremo oeste del tramo marino, en la cercanía del Barrio de Coco del Mar y la viga cabecera 74 en la cercanía del Barrio de Costa del Este. El tramo marino tiene una totalidad de 79 vigas cabeceras. Las vigas cabeceras 75 a 79 serán tratadas con una metodología diferente, siendo su tratamiento principal la aplicación de un inhibidor de corrosión migratorio. La metodología de dicho tratamiento está descrita en el documento *CIPTS-18-805-D-MC-03 Metodología Constructiva: Rehabilitación de Vigas, Pre-losas y Diafragmas.*

4. LIMITACIONES

- No se podrá intervenir una viga cabecera concurrentemente con la intervención de las pilas
- El plan descrito a continuación supone que la viga cabecera está en buenas condiciones estructurales con un deterioro moderado. De encontrarse vigas cabeceras deterioradas de tal manera que se comprometa su resistencia, deberá comunicarse al ingeniero diseñador, quien determinará la severidad de la afectación y las medidas de reforzamiento necesarias para restablecer la capacidad requerida de la viga cabecera. Los siguientes daños son indicadores de afectaciones que comprometen la resistencia de la viga cabecera:

- Pérdida de acero de refuerzo, evidenciándose una reducción del diámetro del refuerzo en más de 30%.
- Fisuramientos en el concreto más allá del plano de la armadura
- Fisuramientos diagonales y superficiales en el concreto originándose debajo de los puntos de apoyo de las vigas pretensadas.
- En caso de duda, debe consultarse al ingeniero diseñador

5. DESCRIPCIÓN DE LA REHABILITACIÓN

A continuación de describen los pasos generales para la rehabilitación de las pilas.

5.1. EQUIPO A UTILIZAR

a. Se utilizará un equipo de hidrodemolición robótico para la remoción del concreto superficial
b. Se contará con una lanza de hidrodemolición manual disponible para remoción puntual de concreto
c. Equipo de hidro lavado 3000 psi
d. Andamio colgante de 10.m de largo. Se contarán con 4 unidades como mínimo.
e. Sistema de cubos flotadores en el perímetro de excavación para plataforma de trabajo
f. Brochas para la aplicación del pasivador de armadura
g. Equipo *Airless* para la aplicación de inhibidor de corrosión migratorio
h. Taladro percutor para instalación de ganchos de anclaje al concreto
i. Medidor Vernier digital
j. Planta eléctrica 2500 Watts mínimo
k. Bomba para proyectado de mortero
l. Pulidora para remoción de superficie epóxica.
m. Piña martillo para abujardado de la superficie.
n. Equipo de granallado
o. Equipo de soldadura
p. Encofrados de fondo de caja de aluma
q. Encofrados laterales aluma.

5.2. CUADRILLAS

a. La cuadrilla de hidrodemolición estará formada por:
    i. Un capataz
    ii. 2 ayudantes
    iii. 1 albañil/carpintero
    iv. 1 rigger señalero
    v. 1 operador de equipo

vi. 1 mecánico

b. La cuadrilla de pasivador, refuerzo y recrecido estará formada por:
   i. Un capataz
   ii. 2 pintores
   iii. 4 albañiles/carpinteros
   iv. 8 Ayudantes
   v. 1 operador de bomba

5.3. METODOLOGÍA

5.3.1. Reparación de la superficie superior

a. Tratamiento de la superficie superior

El tratamiento de la superficie superior de la viga cabecera consiste en un lavado a presión seguido de la aplicación del inhibidor de corrosión migratorio **CORTEC MCI 2020VO.** De encontrarse algún desprendimiento local de concreto, se seguirá una metodología específica de ***Reparaciones puntuales***.

b. Reparaciones puntuales

En el caso de que se requiera, se realizará rehabilitación puntual siguiendo los siguientes pasos:

i. Remoción del concreto suelto
ii. Limpieza de acero expuesto mediante chorro de arena
iii. Reposición del concreto utilizando el mortero de reparación **Sika Repair 224** o mortero de reparación aprobado mediante sometimiento.

En caso de requerirse reposición de armadura, referirse a la sección 5.3.3., acápite b, de este documento.

5.3.2. Reparación del fondo de la viga cabecera

a. Fijación De Guías De Hidrodemolición Robótica

Se armarán los postes guías del equipo de hidrodemolición. El riel del equipo de hidrodemolición puede configurarse en longitudes en incrementos de 50cm. Algunas vigas cabeceras son de geometría asimétrica debido a la presencia de curvas horizontales en el alineamiento del corredor sur. Deberán hacerse ajustes específicos a las guías de hidrodemolición para estos casos.

b. Montaje De Equipo De Hidrodemolición

Una vez montados los postes guías, se monta el riel del equipo de hidrodemolición robótica y se conectan las mangueras de suministro de agua y las de los actuadores hidráulicos que controlan el avance del robot.

c. Hidrodemolición De Superficie

En la superficie inferior, se realizará una pasada de la boquilla de hidrodemolición a alta presión y baja velocidad, removiendo el concreto suelto y de mala calidad. Como máximo, se removerá el concreto hasta exponer los estribos**.** No se removerá concreto más allá del refuerzo longitudinal inferior. Si se encuentra concreto sano antes de llegar al plano del armado, no se profundizará la hidrodemolición más allá del concreto sano.

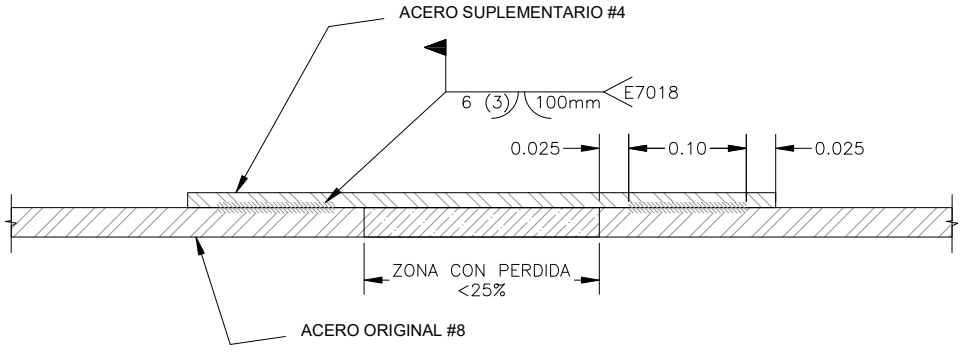
La velocidad de avance de la boquilla del equipo de hidrodemolición deberá ajustarse en función de la calidad del concreto de cada viga cabecera y de la profundidad de hidrodemolición deseada. Los estudios previos indican que hay una variabilidad importante en la calidad del concreto en las vigas cabeceras.

d. Reposición de acero perdido por corrosión

En el caso de encontrarse pérdida superior al 10% del área de acero de refuerzo transversal, el mismo deberá ser suplementado por acero adicional. Como referencia se indica que el acero longitudinal inferior son barras #8 y que barras #3 equivalen al 14% del área de una barra #8. En caso de agregarse nuevo acero, el mismo también deberá recubrirse con pasivador de armadura como se describe en el siguiente apartado. La evaluación de la pérdida de acero se realizará verificando el diámetro de las barras en múltiples puntos utilizando un medidor vernier.

Se han observado estribos fracturados en las caras inferiores, sobre todo en las esquinas. Tanto en el fondo como en los costados, el refuerzo agregado o reparado deberá apoyarse al acero longitudinal. Se puntualizan tres aceros que deben ser evaluados en el fondo de la viga cabecera:

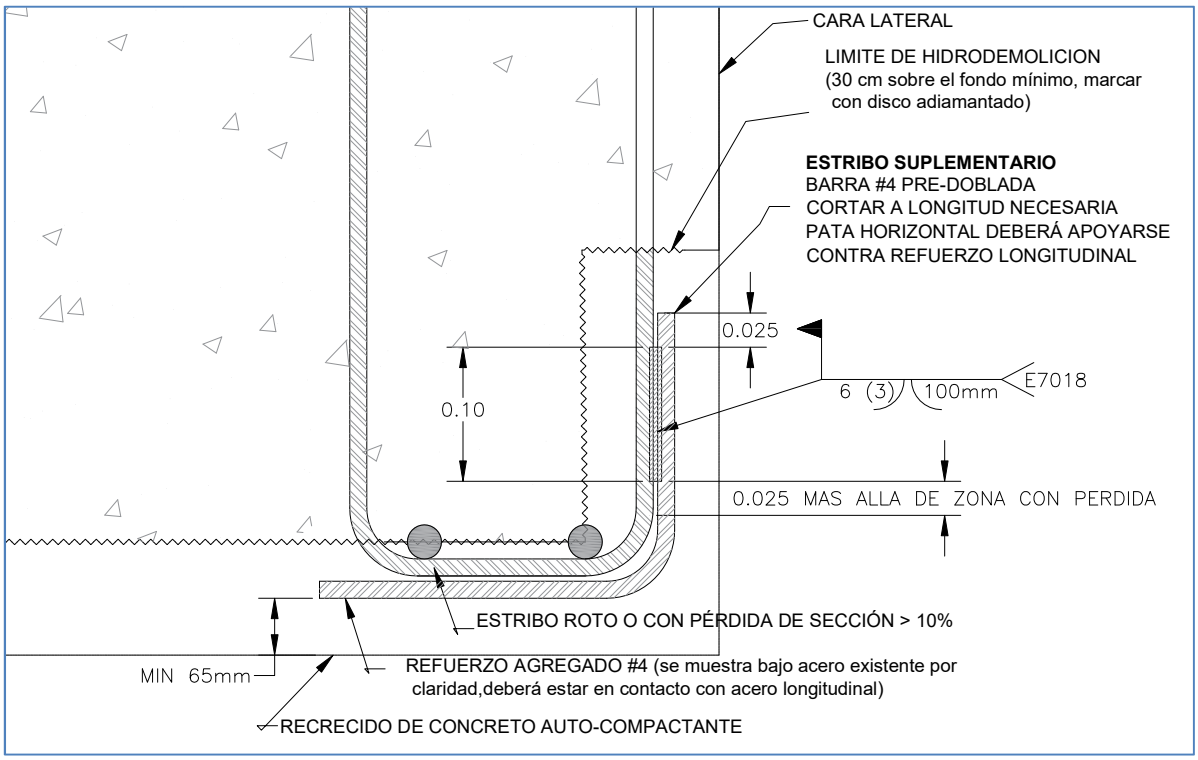
1) **Acero longitudinal, ubicado en los 30 cm próximos a las caras laterales.** Se trata de barras #8. Pérdidas menores de 10% del área de una barra no requieren reparación. Pérdidas hasta 25% podrán tratarse suplementando con acero #4. El anclaje de barras #4 podrá realizarse soldando según el siguiente detalle. Alternativamente, la barra podrá extenderse 30cm más allá de la zona afectada y desarrollarse por contacto.



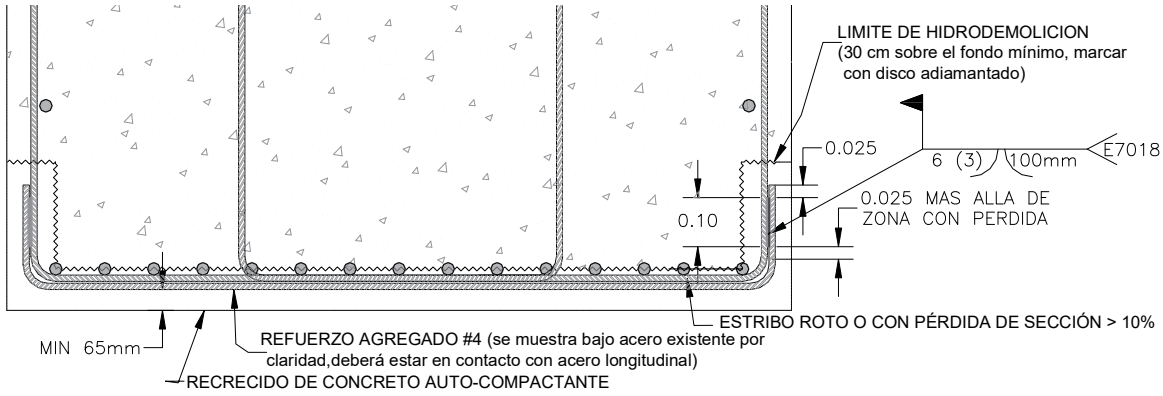
El acero longitudinal deberá ser suplementado según su porcentaje pérdida por corrosión.

Perdida de Sección	Utilizar barra	Longitud de traslape de barra a colocar [m]	Longitud de soldadura [m]	Grosor de soldadura (mm)
10% - 25%	# 4	0.62	0.10	6
25% - 50%	# 6	1.24	0.12	10
> 50%	# 8	1.64	0.15	12

2) **Acero vertical, ubicado en la cara exterior, extendiéndose hasta el fondo.** Se trata de barras #4



DETALLE DE REPARACIÓN DE ACERO TRANSVERAL PARA VIGAS CABECERAS PREFABRICADAS



DETALLE DE REPARACIÓN DE ACERO TRANSVERSAL PARA VIGAS CABECERAS VACIADAS EN SITIO

3) **Emparrillado de fondo.** Para vigas prefabricadas, consiste en barras #3 longitudinales espaciadas a 30cm y #3 transversales espaciadas a 20cm. Dicho acero es constructivo y no serán necesarias reparaciones en dicho acero ya que la armadura de GFRP a colocarse es del mismo diámetro, de mayor resistencia y con espaciamiento de 15cm.
Para vigas vaciadas en sitio, en el fondo de la viga se encuentra acero longitudinal principal y la pata inferior de los estribos. La reparación de estribos se incluyó en el detalle de la sección anterior. El acero longitudinal deberá ser suplementado según su porcentaje pérdida por corrosión.

Perdida de Sección	Utilizar barra	Longitud de traslape de barra a colocar [m]	Longitud de soldadura [m]	Grosor de soldadura (mm)
10% - 25%	# 4	0.62	0.10	6
25% - 50%	# 6	1.24	0.12	10
> 50%	# 8	1.64	0.15	12

e. Pasivado De Armaduras

Previo a la aplicación del producto pasivador, el acero deberá satisfacer el grado de limpieza SA 2. En caso de que la limpieza consecuente de la hidrodemolición no cumpla con el grado de SA 2, será necesario limpiar mediante chorro abrasivo.

Se aplica el pasivador **SIKAtop Armatec 110 EPOCEM** tanto al refuerzo longitudinal como al refuerzo transversal. El producto se aplica en dos manos, dejando 2 a 3 horas de secado entre la primera y segunda mano. Luego de aplicado, el acero debe protegerse de la lluvia y del mar por las siguientes 3 horas luego de la aplicación de la segunda mano. En caso de que la aplicación sea afectada por la lluvia, deberá evaluarse la re-aplicación del producto.

f. Aplicación De Inhibidor De Corrosión

Si la hidrodemolición es tal que no se alcanza el plano de los aceros de refuerzo, en la superficie inferior de la viga cabecera, se aplicará inhibidor de corrosión migratorio **CORTEC MCI 2020 VO** a toda la superficie expuesta. Luego de aplicado, la superficie tratada debe protegerse de la lluvia y del mar por las siguientes **2 horas**. En caso de que la aplicación sea afectada por la lluvia, deberá evaluarse la re-aplicación del producto.

g. Colocación de Armadura de GFRP

Colocamos la armadura de polímero reforzado con vidrio (GFRP) en toda la superficie inferior de la viga cabecera. Se instalarán ganchos de GFRP anclados al concreto para sujetar la armadura de piel. En la cara inferior, se instalarán dos líneas de ganchos con ganchos espaciados 1 metro centro a centro. Cada línea de ganchos de anclaje correrá unos 8 a 12cm por dentro del acero longitudinal más exterior.

Para la fijación de los ganchos, se taladrará una profundidad de 10 a 15cm con una broca de ½" de diámetro. Se utilizará el adhesivo **SIKA ANCHORFIX Tropical** para la fijación de los ganchos. Los ganchos tienen forma de L y miden 10cm x 20 cm como mínimo. La pata de 20cm se introduce al hoyo taladrado, la otra pata debe colocarse alejándose del borde más cercano. El proceso de instalación de anclajes con epóxico deberá realizarse en estricto apego a lo estipulado en la ficha técnica del SIKA ANCHORFIX.

El recrecido tendrá un espesor de 7 cm en las caras inferiores medidos desde el borde inferior del acero transversal. El refuerzo de piel deberá ubicarse centrado en este espesor.

h. Colocación Del Concreto

Se instalará una formaleta que cubrirá el fondo completo de la viga cabecera y una altura mínima de 30cm desde el fondo de la formaleta. Se dejarán puertos de vaciado para llenar el espacio encofrado con una mezcla aprobada de concreto autocompactante. De usarse recrecido en toda la viga cabecera, incluyendo el fondo y los costados, el recrecido se colocará en dos etapas, primero el fondo y luego los costados. La colocación del recrecido de los costados (si es necesario) se realizará como mínimo 24 horas después del colado del recrecido del fondo. La formaleta permanecerá en su sitio por un mínimo de 2 días.

i. Aplicación de compuesto curador

Si el encofrado es removido antes de transcurridas 48 horas después de la colocación del concreto, se procede a aplicar el compuesto curador **SIKA ANTISOL BLANCO PA** mediante un aspersor.

5.3.3. Reparación de caras laterales – Alternativa 1

La Alternativa 1 de reparación de las caras laterales deberá utilizarse cuando se evidencia **corrosión activa generalizada en toda la cara lateral de la viga cabecera**. Entiéndase por evidencia de corrosión activa generalizada, la colección de lecturas de velocidad de corrosión que en su mayoría

supera 1.0 µA/cm^2, o bien, la evidencia visual de daños por corrosión como fisuramientos, desconchamientos del concreto y manchas de óxido, distribuidos en toda la extensión de la viga cabecera

a. <u>Hidrodemolición De Superficie</u>

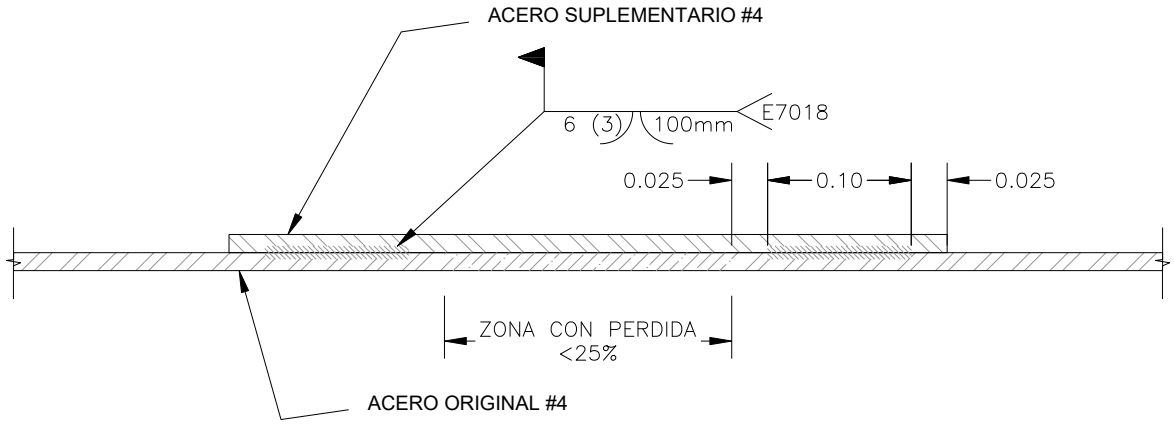
En las superficies laterales de la viga cabecera, se removerá el concreto hasta detrás del acero de refuerzo como se describe a continuación. La fijación de las guías de hidrodemolición y el montaje del equipo de hidrodemolición se realizarán como se ha descrito anteriormente.

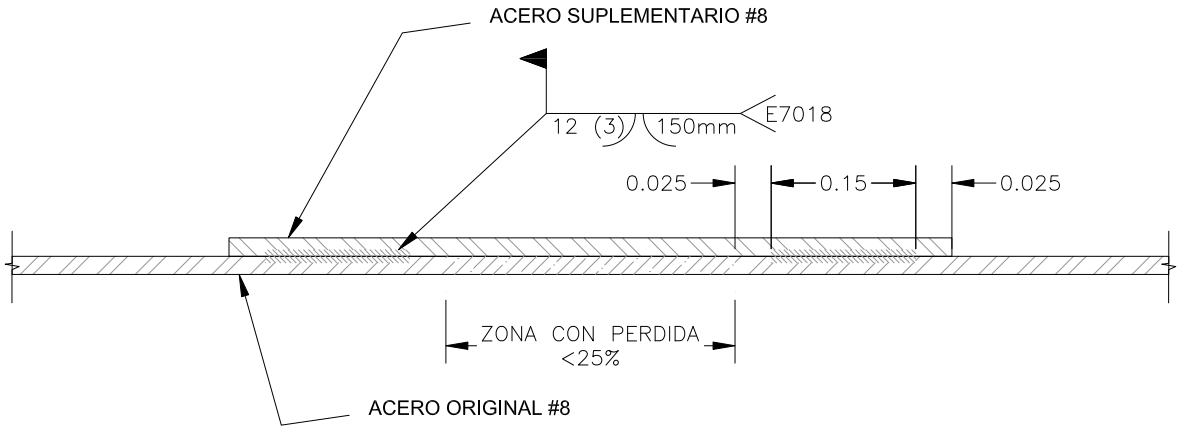
Algunas vigas cabeceras tienen un tercer vaciado en sitio realizado para acomodar las diferentes elevaciones de las vigas pretensadas en curvas horizontales del alineamiento. Se ha observado que las vigas cabeceras tienen aproximadamente 1.5m de elevación que se considera estructural y que tienen una cuantía importante de acero de refuerzo. Por encima de la porción estructural, se encuentra el tercer vaciado que varía en elevación escalonadamente desde 20cm hasta unos 70cm. Esta porción de la viga cabecera tiene muy poco acero de refuerzo y por lo tanto no se justifica realizar hidrodemolición generalizada en esta zona.

Se realizará hidrodemolición desde el fondo de la viga cabecera, 1.5 metros hacia arriba, exponiendo todo el acero de la zona estructural de la viga cabecera. Toda zona por encima de la porción estructural deberá ser reparada puntualmente donde se evidencie corrosión activa por agrietameintos, desconchamientos del concreto o sangrado de productos de corrosión.

b. <u>Reposición de acero perdido por corrosión</u>

En el caso de encontrarse pérdida superior al 10% del área de acero de refuerzo transversal, el mismo deberá ser suplementado por acero adicional. Como referencia se indica que el acero longitudinal inferior son barras #8 y que barras #3 equivalen al 14% del área de una barra #8. En caso de agregarse nuevo acero, el mismo también deberá recubrirse con pasivador de armadura como se describe en el siguiente apartado. En caso de encontrarse barras #4 con pérdida de sección se podrá utilizar el detalle que se muestra a continuación para reparar mediante soldadura. Alternativamente, la barra podrá extenderse 30cm más allá de la zona afectada y desarrollarse por contacto.





c. Pasivado De Armaduras

Previo a la aplicación del producto pasivador, el acero deberá satisfacer el grado de limpieza SA 2. En caso de que la limpieza consecuente de la hidrodemolición no cumpla con el grado de SA 2, será necesario limpiar mediante chorro abrasivo.

Se aplica el pasivador **SIKAtop Armatec 110 EPOCEM** tanto al refuerzo longitudinal como al refuerzo transversal como se ha descrito anteriormente.

d. Aplicación De Inhibidor De Corrosión

Si la hidrodemolición es tal que no se alcanza el plano de los aceros de refuerzo, se aplicará inhibidor de corrosión migratorio **CORTEC MCI 2020 VO** a toda la superficie expuesta como se ha descrito anteriormente.

e. Colocación de Armadura de GFRP

Colocamos la armadura de polímero reforzado con vidrio (GFRP) en toda la superficie lateral de la viga cabecera. Se instalarán ganchos de GFRP anclados al concreto para sujetar la armadura de piel. En las caras verticales, se instalarán dos líneas de ganchos con ganchos espaciados 1 metro centro a centro. Una línea de ganchos correrá horizontalmente 8 a 12cm por debajo del refuerzo longitudinal más superior de la cabecera con el gancho hacia arriba y con una longitud de gancho no mayor de 10cm. La segunda línea correrá horizontalmente 8 a 12 cm por arriba del refuerzo longitudinal más inferior de la viga cabecera, con el gancho hacia arriba y con una longitud de gancho no mayor de 30cm. Deberán instalarse ganchos en los extremos de la viga cabecera, de 8 a 12 cm del borde.

Para la fijación de los ganchos, se seguirá el procedimiento descrito en las secciones anteriores.

El recrecido tendrá un espesor mínimo de 7 cm en las caras laterales, asegurando cumplir con un recubrimiento mínimo de 65mm a los refuerzos metálicos. El refuerzo de piel (GFRP) deberá ubicarse centrado en este espesor.

f. Colocación Del Concreto

Se instalará una formaleta que cubrirá por completo la viga cabecera. Se dejarán puertos de vaciado para llenar el espacio encofrado con una mezcla aprobada de concreto autocompactante. De usarse recrecido en toda la viga cabecera, incluyendo el fondo y los costados, el recrecido se colocará en dos etapas, primero el fondo y luego los costados. La colocación del recrecido de los costados se realizará como mínimo 24 horas después del colado del recrecido del fondo. La formaleta permanecerá en su sitio por un mínimo de 2 días. El tope del vaciado del fondo de la viga cabecera deberá ser tratado con un puente de adherencia aprobado. (**SIKA Armatec 110 EPOCEM** o similar aprobado)

g. Aplicación de compuesto curador

Si el encofrado es removido antes de transcurridas 48 horas después de la colocación del concreto, se procede a aplicar el compuesto curador **SIKA ANTISOL BLANCO PA** mediante un aspersor.

5.3.4. Reparación de caras laterales – Alternativa 2

La Alternativa 2 de reparación de las caras laterales deberá utilizarse cuando se evidencia actividad mínima de corrosión en toda la cara lateral de la viga cabecera. Entiéndase por evidencia actividad mínima de corrosión, la colección de lecturas de velocidad de corrosión que en su mayoría no excede 1.0 µA/cm^2, distribuidas en toda la extensión de la viga cabecera.

En el caso de que la mayoría de la superficie examinada presente actividad mínima de corrosión y se encuentren focos locales de corrosión, se realizarán reparaciones puntuales como se han definido anteriormente.

Las reparaciones puntuales por realizar, en conjunto con una Alternativa 2, no deberán exceder el 50% del área de la cara lateral de la viga cabecera. En cuyo caso, deberá ejecutarse la reparación siguiendo la Alternativa 1.

a. Preparación De Superficie

En las superficies laterales de la viga cabecera, **SOLO SE REMOVERÁ EL TRATAMIENTO SUPERFICIAL EXISTENTE.** La remoción del tratamiento superficial será realizada por medios mecánicos abrasivos, chorro de granalla abrasiva o chorro de agua a alta presión según sea necesario.

b. Aplicación De Inhibidor De Corrosión Migratorio

Se aplicará inhibidor de corrosión migratorio **CORTEC MCI 2020 VO** a toda la superficie expuesta, utilizando aspersor como se ha descrito anteriormente.

c. Aplicación de sellador de poros a base de micro-cristalización

Utilizando una bomba de proyección de mortero, se aplicará el producto **AQUAFIN IC**, siguiendo las instrucciones detalladas en su ficha técnica y el procedimiento específico de aplicación aprobado.

6. ANEXOS

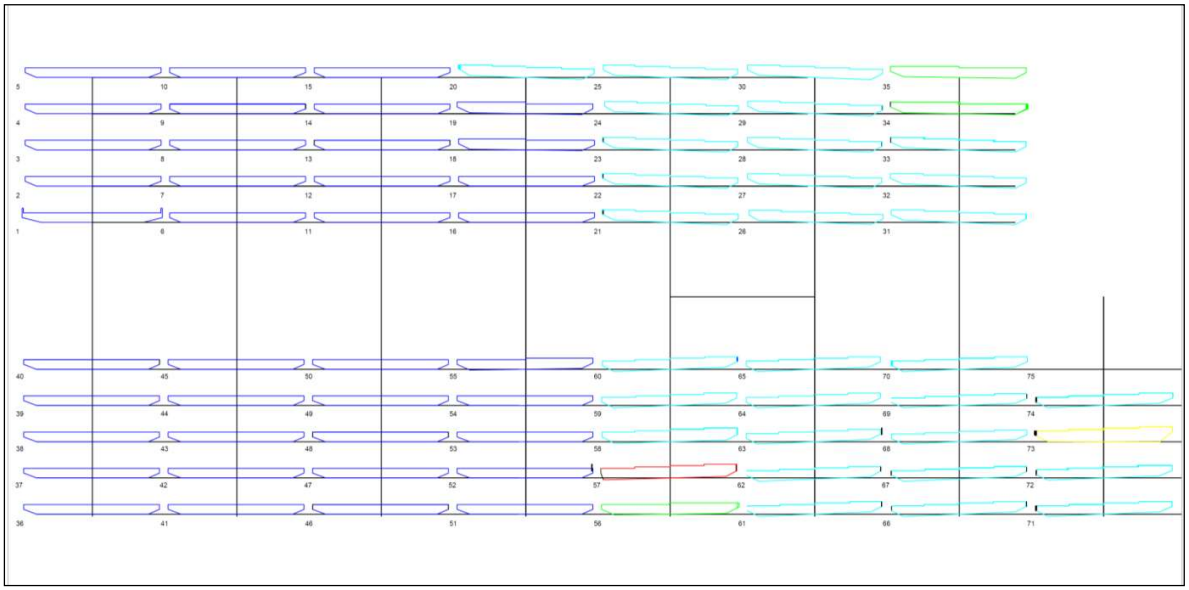


Figura: Diferentes geometrías de vigas cabeceras (39 regulares y 35 irregulares)

Figura 1: Andamio para trabajos en vigas cabeceras por encima del lecho

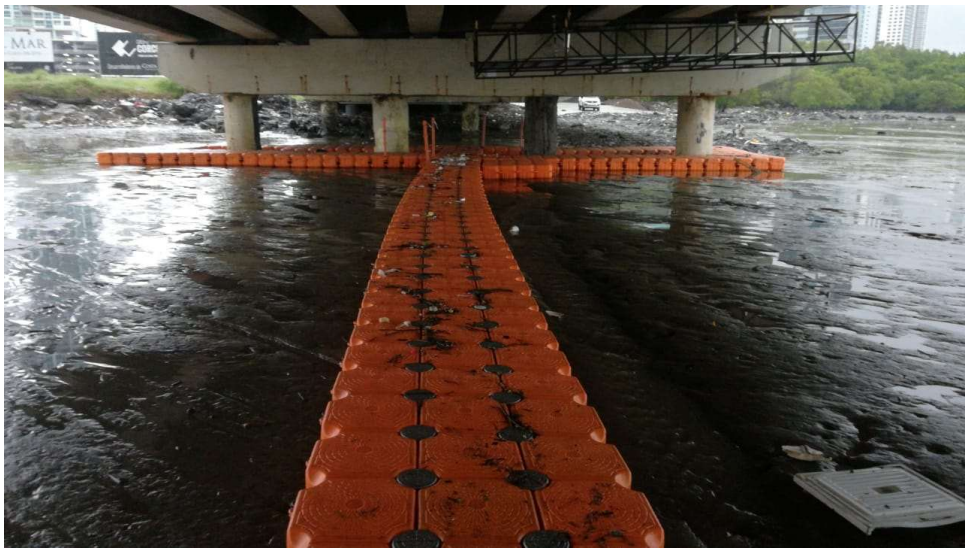


Figura 2: Planta de Plataforma modular alrededor de pilas de un apoyo

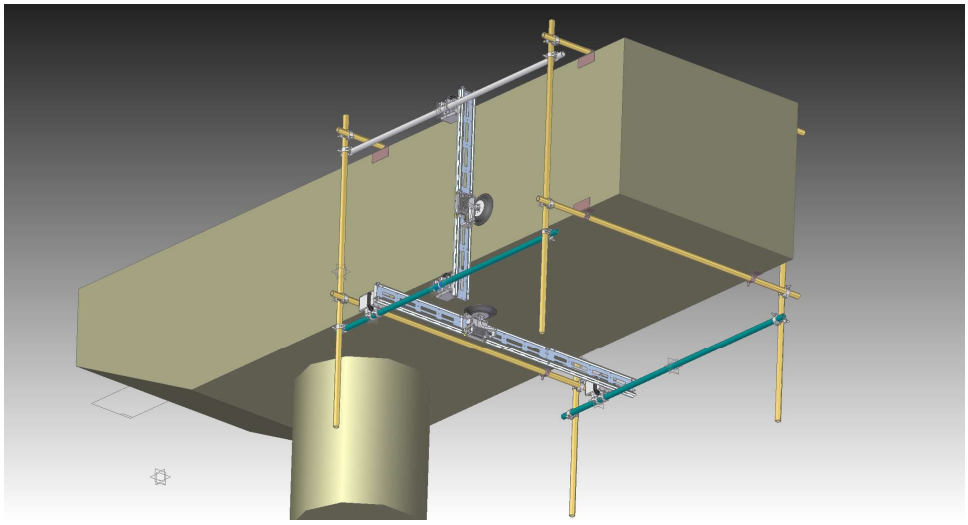


Figura 3: Diseño de medios de soporte de Equipo de Hidrodemolición en Vigas Cabeceras, Vista Inferior

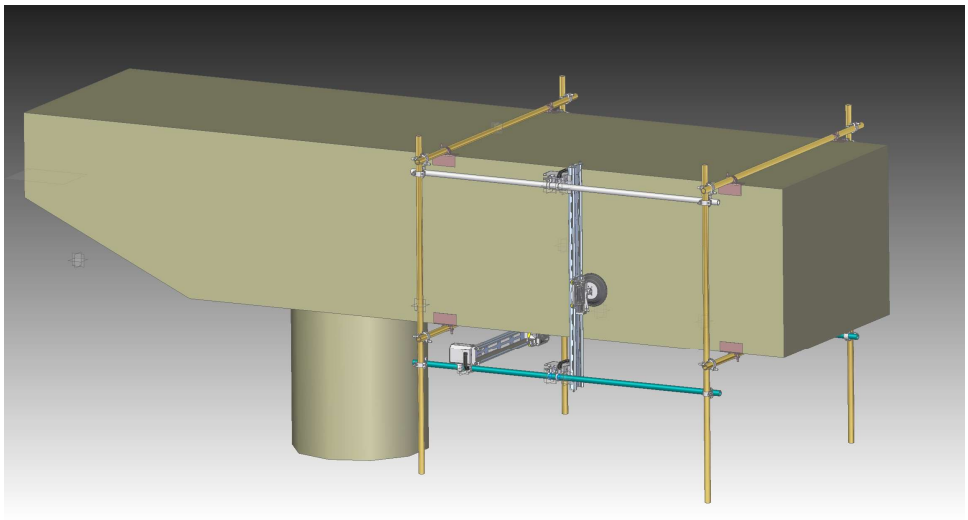


Figura 4: Diseño de medios de soporte de Equipo de Hidrodemolición en Vigas Cabeceras, Vista Superior

Figura 5: Hidrodemolición en vigas cabeceras

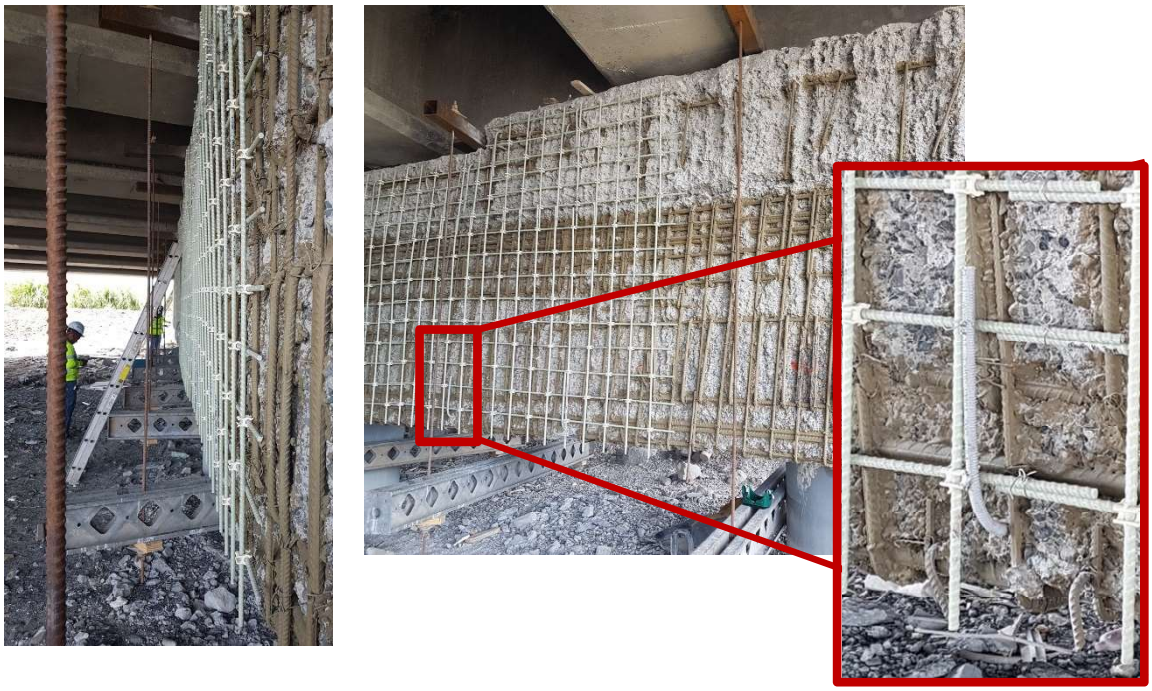


Figura 6: Muestra de armadura de piel

Figura 7: Acabado de superficie

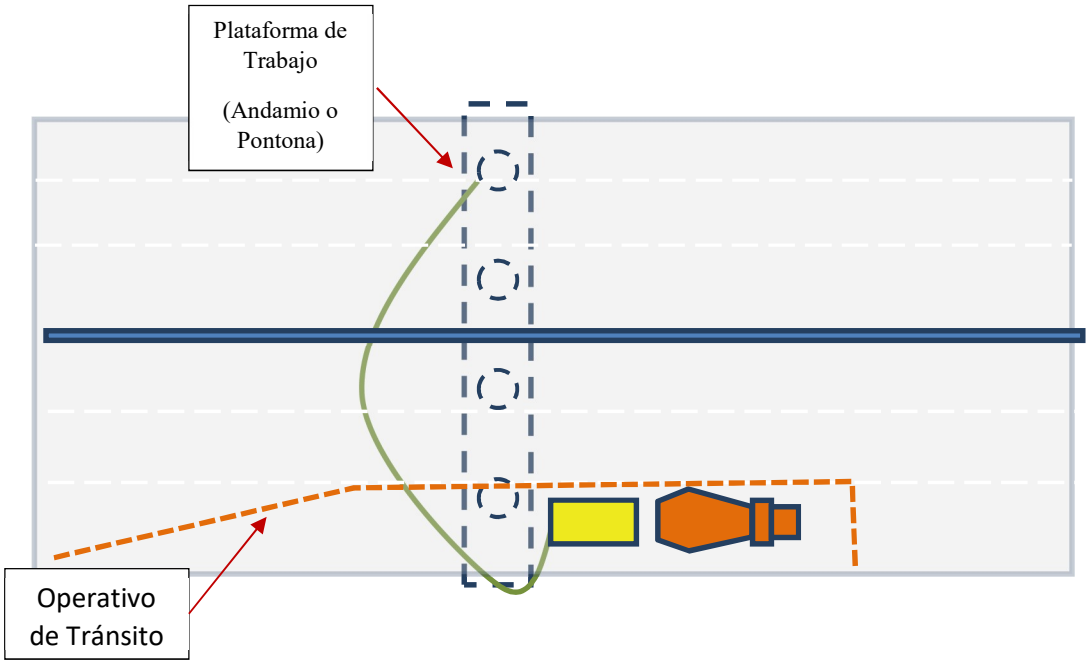


Figura 8: Croquis de la disposición de equipos durante el vaciado de concreto. Intervienen: equipo de señalización, bomba para concreto, camión hormigón y plataformas de trabajo.

METODOLOGÍA CONSTRUCTIVA:

REHABILITACIÓN DE VIGAS, PRELOSAS Y DIAFRAGMAS

NO. REV.	DÍA	DESCRIPCION			
2	14/Noviembre/2018	Para aprobación	MGC/AAV	DRS/JZ/RR	
			CIPTS	PROYECO-SEG	
1	20/Septiembre/2018	Aprobado Con Notas	MGC/AAV	DRS/JZ/RR	
			CIPTS	PROYECO-SEG	ENA
0	8/Agosto/2018	Aprobado Con Notas	MGC/AAV	DRS/JZ/RR	
			CIPTS	PROYECO-SEG	ENA

PREPARADO **REVISADO** **APPROVED**

TABLA DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN 4

2. OBJETIVO 4

3. ALCANCE 4

4. LIMITACIONES 5

5. DESCRIPCIÓN DE LA REHABILITACIÓN 6

5.1. EQUIPO A UTILIZAR 6

5.2. CUADRILLAS 6

5.3. METODOLOGÍA 7

6. PLANIFICACIÓN 9

7. ANEXOS 10

1. INTRODUCCIÓN

Este documento es 1 de 4 documentos que contienen la metodología constructiva del proyecto de ESTUDIO, DISEÑO Y REHABILITACIÓN DE LA ESTRUCTURA DEL TRAMO MARINO DEL CORREDOR SUR. Los cuatro mencionados documentos son los siguientes:

- Metodología Constructiva: Rehabilitación de Pilas
- Metodología Constructiva: Rehabilitación de Vigas Cabeceras
- **Metodología Constructiva: Rehabilitación de Vigas, Pre-losas y Diafragmas**
- Metodología Constructiva: Coordinación de Frentes de Trabajo

Este documento se suplementa con los siguientes documentos:

- Planos de Rehabilitación
- Fichas técnicas de productos
- Plan de Muestreo
- Plan de Control de Calidad
- Plan de Seguridad, Higiene y Salud Ocupacional

2. OBJETIVO

Esta metodología tiene como objetivo principal describir el alcance y los pasos a seguir en la rehabilitación de las vigas (trabes), prelosas y diafragmas del tramo marino del corredor sur en la ciudad de Panamá.

3. ALCANCE

El procedimiento descrito en este documento es aplicable a la rehabilitación del 100% de las vigas, prelosas y diafragmas comprendidas entre el apoyo 1 y el apoyo 78 del tramo marino del corredor sur, estando el apoyo 1 en el extremo oeste del tramo marino, en la cercanía del Barrio de Coco del Mar y el apoyo 79 en la cercanía del Barrio de Costa del Este. El tramo marino tiene una totalidad de 79 vigas cabeceras pero solamente hay acceso hasta el apoyo 78. El resto de la superestructura no permite acceso inferior al estar parcialmente soterrada.

Esta metodología también es aplicable a la parte superior de todas las vigas cabeceras, incluyendo los pedestales que soportan las vigas.

Además, este tratamiento deberá aplicarse por completo a la viga cabecera 75.

4. LIMITACIONES

- El desarrollo de esta actividad no se ve afectado por mareas normales. Es posible trabajar independientemente de la tabla de mareas.
- El plan descrito a continuación supone que las vigas están en buenas condiciones estructurales con un deterioro moderado. **De encontrarse vigas deterioradas de tal manera que se comprometa su resistencia, deberá comunicarse al ingeniero diseñador, quien determinará la severidad de la afectación y las medidas de reforzamiento necesarias para restablecer la capacidad requerida de la viga.** Los siguientes daños son indicadores de afectaciones que comprometen la resistencia de la viga:
    - Cables rotos parcial o totalmente
    - Pérdida de acero de refuerzo, evidenciándose una reducción del diámetro del refuerzo en más de 30%.
    - Fisuramientos en el concreto más allá del plano de la armadura
    - Fisuramientos diagonales (por cortante) en el alma de las vigas pretensadas.
    - Fisuramientos verticales (por flexión) originados en el fondo de las vigas pretensadas y ascendiendo una distancia importante de la viga. Generalmente se encontraría en el centro del claro.
    - En caso de duda, debe consultarse al ingeniero diseñador

5. DESCRIPCIÓN DE LA REHABILITACIÓN

A continuación de describen los pasos generales para la rehabilitación de las pilas.

5.1. EQUIPO A UTILIZAR

a. Se utilizará el hovercraft para el transporte de personal y de materiales
b. Equipo de hidro lavado 3000 psi
c. Andamio colgante de 10.5 x 2.4 metros. Se contarán con 4 unidades como mínimo. Estos andamios contarán con motorización de desplazamiento horizontal.
d. Brochas para la aplicación del pasivador de armadura
e. Aspersores para la aplicación de inhibidor de corrosión migratorio
f. Taladro percutor para remoción puntual de concreto
g. Equipo de hidrodemolición para remoción del concreto superficial en áreas extensas
h. Equipo portátil de granallado (chorro de arena y otra granalla)
i. Planta eléctrica 2500 Watts mínimo
j. Equipo de Protección personal de acuerdo a lo indicado en el Plan de Seguridad, Higiene y Salud Ocupacional

5.2. CUADRILLAS

a. La cuadrilla de hidrodemolición estará formada por:
    i. Un capataz
    ii. 2 ayudantes
    iii. 1 albañil/carpintero
    iv. 1 rigger señalero
    v. 1 operador de equipo
    vi. 1 mecánico

b. La cuadrilla de pasivador, refuerzo y recrecido estará formada por:
    i. Un capataz

ii. 2 albañiles/carpinteros

iii. 4 Ayudantes

5.3. METODOLOGÍA

a. Remoción de concreto agrietado por corrosión

Se removerá el concreto suelto u agrietado por corrosión hasta exponer el concreto sano. En caso de llegar hasta el acero, deberá removerse el concreto hasta exponer una longitud de acero de refuerzo sano de 10 a 15 cm. La remoción del concreto se realizará con martillo percutor o con hidrodemolición de acuerdo a la extensión del área de concreto a remover.

b. Limpieza de acero expuesto mediante chorro de arena y pasivado de armadura

Todo acero expuesto deberá ser librado de escorias y contaminantes mediante chorro de arena hasta alcanzar un grado de limpieza SA 2 1/2. Luego de esta limpieza, el acero deberá ser tratado con pasivador de armadura.

Se aplica el pasivador **SIKAtop Armatec 110 EPOCEM** tanto al refuerzo longitudinal como al refuerzo transversal. El producto se aplica en dos manos, dejando 2 a 3 horas de secado entre la primera y segunda mano. Luego de aplicado, el acero debe protegerse de la lluvia y del mar por las siguientes 8 horas luego de la aplicación de la segunda mano.

c. Reposición de acero perdido por corrosión

Los cables de refuerzo, la armadura longitudinal pasiva y/o el acero de refuerzo transversal pudiesen presentar perdida de sección por corrosión. La evaluación de la pérdida de acero se realizará verificando el diámetro de las barras en múltiples puntos utilizando un medidor vernier. De encontrarse pérdidas en la sección transversal de los cables pretensados, deberá reportarse este hallazgo al ingeniero diseñador para determinar las acciones pertinentes. En caso de que la pérdida de acero supere el 10% del área de refuerzo deberán tomarse medidas correctivas de acuerdo a lo siguiente:

c.1 Refuerzo Transversal

En las barras transversales donde se presenten pérdidas superiores al 10% el mismo deberá ser suplementado por acero adicional, por lo que deberán exponerse 13 cm de barra en buen estado, a cada lado de la zona afectada, a los cuales se soldará la nueva barra #3, el detalle de la reparación se muestra en la Figura 2. En caso de agregarse nuevo acero, el mismo también deberá recubrirse con pasivador de armadura como se describe en el apartado anterior.

c.2 Cables del pre-esfuerzo y/o acero longitudinal

En caso de que se encuentren cables parcial o totalmente afectados por la corrosión, se deberá someter un procedimiento de reparación específico que detalle el tipo de refuerzo y su extensión.

d. Reposición del concreto removido

Se repondrá el concreto removido utilizando el mortero de reparación **Sika Repair 224**. El curado de las áreas reparadas con este mortero de reparación será mediante agua para no interferir con la aplicación posterior del inhibidor de corrosión migratorio.

e. Limpieza superficial

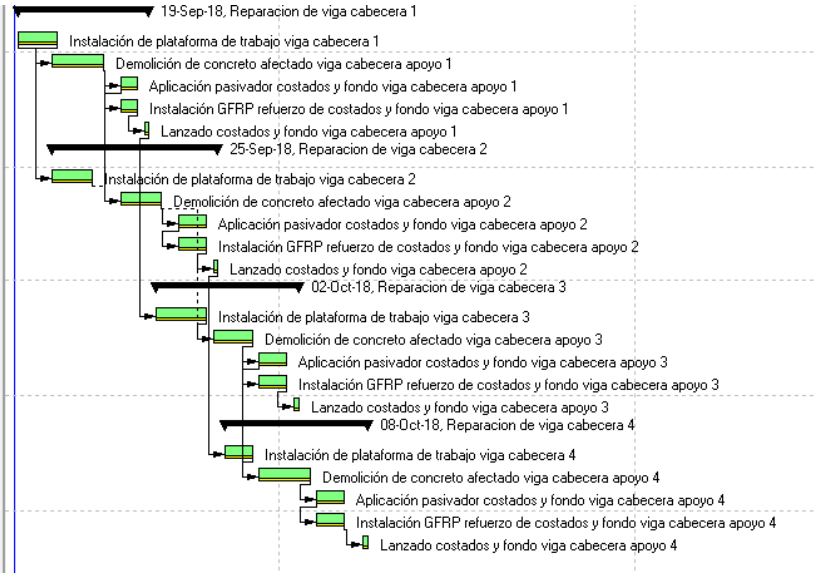
Se limpiará toda la superficie con equipo de hidro-lavado a presión. Se instalará una línea de suministro de agua paralela al tramo marino, suspendida de las barreras jersey. En el campamento, se contará con tanques de almacenamientos de agua suficiente para que, en caso de alguna interrupción del servicio de suministro de agua, no se interrumpan los trabajos de rehabilitación.

f. Aplicación De Inhibidor De Corrosión

Se aplicará inhibidor de corrosión migratorio **CORTEC MCI 2020 VO** a toda la superficie expuesta, utilizando aspersor. En caso de que la aplicación del producto sea afectada por la lluvia, deberá evaluarse la re-aplicación del producto. La efectividad del producto se verificará mediante mediciones de velocidad de corrosión. En caso de que las mediciones no sean satisfactorias, podrá procederse a la aplicación de una segunda mano del producto.

6. PLANIFICACIÓN

Reparacion de viga cabecera 1	
A1000	Instalación de plataforma de trabajo viga cabecera 1
A1010	Demolición de concreto afectado viga cabecera apoyo 1
A1020	Aplicación pasivador costados y fondo viga cabecera apoyo 1
A1030	Instalación GFRP refuerzo de costados y fondo viga cabecera apoyo 1
A1040	Lanzado costados y fondo viga cabecera apoyo 1
Reparacion de viga cabecera 2	
A1050	Instalación de plataforma de trabajo viga cabecera 2
A1060	Demolición de concreto afectado viga cabecera apoyo 2
A1070	Aplicación pasivador costados y fondo viga cabecera apoyo 2
A1080	Instalación GFRP refuerzo de costados y fondo viga cabecera apoyo 2
A1090	Lanzado costados y fondo viga cabecera apoyo 2
Reparacion de viga cabecera 3	
A1100	Instalación de plataforma de trabajo viga cabecera 3
A1110	Demolición de concreto afectado viga cabecera apoyo 3
A1120	Aplicación pasivador costados y fondo viga cabecera apoyo 3
A1130	Instalación GFRP refuerzo de costados y fondo viga cabecera apoyo 3
A1140	Lanzado costados y fondo viga cabecera apoyo 3
Reparacion de viga cabecera 4	
A1150	Instalación de plataforma de trabajo viga cabecera 4
A1160	Demolición de concreto afectado viga cabecera apoyo 4
A1170	Aplicación pasivador costados y fondo viga cabecera apoyo 4
A1180	Instalación GFRP refuerzo de costados y fondo viga cabecera apoyo 4
A1190	Lanzado costados y fondo viga cabecera apoyo 4



7. ANEXOS

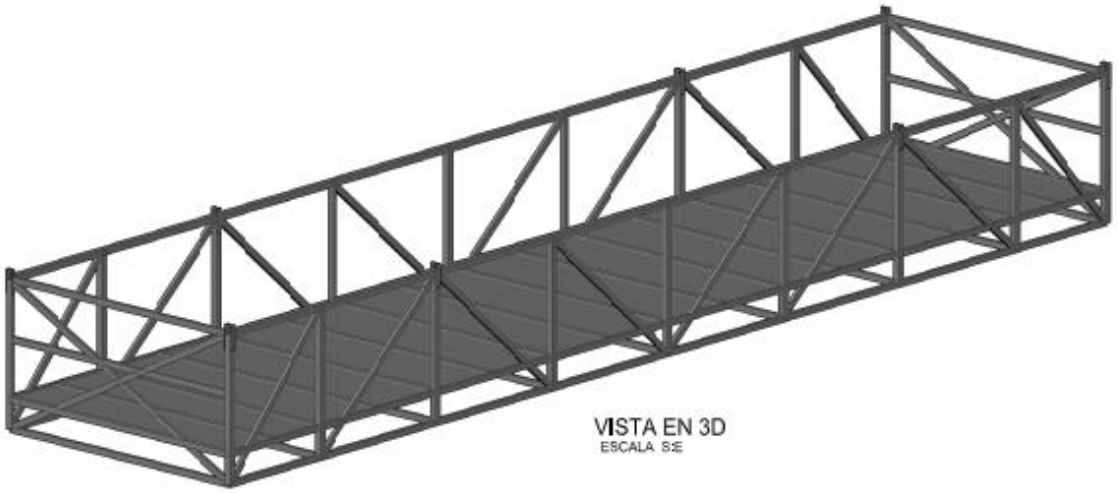


Figura 1: Andamio para trabajos en vigas cabeceras por encima del lecho

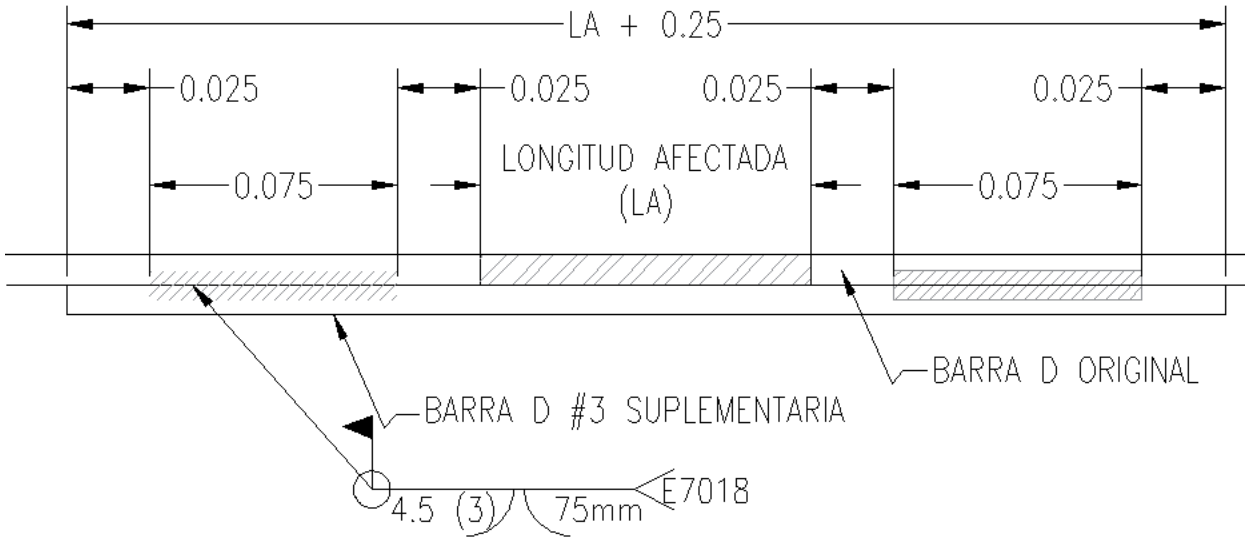


Figura 2: Detalle de refuerzo transversal

METODOLOGÍA CONSTRUCTIVA:

REHABILITACIÓN ESPECIAL

VIGA 5, VANO 73-74

0	18/Dic/2019	Para Aprobación	AAV/FM	DRS/JZ/RR	
			CIPTS	PROYECO-SEG	ENA
NO. REV.	**DÍA**	**DESCRIPCION**	**PREPARADO**	**REVISADO**	**APROBADO**

TABLA DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN 3

2. OBJETIVO 3

3. ALCANCE 3

4. LIMITACIONES 3

5. DESCRIPCIÓN DE LA REHABILITACIÓN 4

5.1. EQUIPO A UTILIZAR 4

5.2. MATERIALES 5

5.3. CUADRILLAS 5

5.4. METODOLOGÍA 5

5.4.1. Rehabilitación de vigas previo a la aplicación de refuerzo externo 5

5.4.2. Aplicación del refuerzo externo 7

1. INTRODUCCIÓN

Este documento detalla la metodología constructiva específica a seguir en la reparación de la viga 5 del vano 73-74 del proyecto de ESTUDIO, DISEÑO Y REHABILITACIÓN DE LA ESTRUCTURA DEL TRAMO MARINO DEL CORREDOR SUR. La viga mencionada presenta 8 cables rotos cerca del centro del vano, por lo que en su estado actual no mantiene los factores de seguridad deseados. Siendo así, es necesario suplementar su capacidad estructural con refuerzos externos. Al ser esta una reparación atípica, más allá del alcance de rehabilitación normal de las vigas pretensadas, se elabora este documento específico.

Este documento se suplementa con los siguientes documentos:

- Planos de Rehabilitación
- Fichas técnicas de productos
- Plan de Muestreo
- Plan de Control de Calidad
- Plan de Seguridad, Higiene y Salud Ocupacional

2. OBJETIVO

Esta metodología tiene como objetivo principal describir el alcance y los pasos a seguir en la rehabilitación de la viga 5 del vano 73-74.

3. ALCANCE

Dada la poca ocurrencia de vigas con este grado de daño, se prepara este documento específicamente para esta viga. Vigas subsecuentes con cables rotos deberán ser evaluadas en cada caso y se determinará la necesidad de refuerzos externos en cada caso.

4. LIMITACIONES

- El desarrollo de esta actividad no se ve afectado por mareas normales. Es posible trabajar independientemente de la tabla de mareas. Salvo en caso de oleaje extremo.
- No será necesario el cierre de tráfico sobre la viga en reparación

- El plan descrito a continuación aplica solo a las vigas en las cuales su resistencia este comprometida. De encontrarse vigas deterioradas, deberá comunicarse al ingeniero diseñador, quien determinará la severidad de la afectación y las medidas de reforzamiento necesarias para restablecer la capacidad requerida de la viga. Los siguientes daños son indicadores de afectaciones que comprometen la resistencia de la viga:
    - Pérdida de acero de refuerzo, evidenciándose una reducción del diámetro del refuerzo en más de 30%.
    - Fisuramientos en el concreto más allá del plano de la armadura
    - Fisuramientos diagonales (por cortante) en el alma de las vigas pretensadas.
    - Fisuramientos verticales (por flexión) originados en el fondo de las vigas pretensadas y ascendiendo una distancia importante de la viga. Generalmente se encontraría en el centro del claro.
    - En caso de duda, debe consultarse al ingeniero diseñador

5. DESCRIPCIÓN DE LA REHABILITACIÓN

A continuación de describen los pasos generales para la rehabilitación de las vigas con el refuerzo de fibra de carbón.

5.1. EQUIPO A UTILIZAR

a. Equipo de hidro lavado 3000 psi
b. Andamio colgante de 10.5 x 2.4 metros y/o andamios tradicionales
c. Brochas para la aplicación del pasivador de armadura
d. Bomba airless para la aplicación de inhibidor de corrosión migratorio
e. Taladro percutor para remoción puntual de concreto
f. Equipo portátil de granallado (chorro de arena y otra granalla)
g. Sierra de cortar concreto
h. Planta eléctrica 2500 Watts mínimo
i. Equipo de Protección personal de acuerdo a lo indicado en el Plan de Seguridad, Higiene y Salud Ocupacional

5.2. MATERIALES

a. Barras roscadas de alta resistencia, de 19mm de diámetro, y 150 ksi de esfuerzo de cedencia. Serán 7 barras de 11.5 metros de largo.
b. Pernos de expansión HILTI KWIK BOLT TZ CS de ¾" de diámetro y 8" de longitud. Serán 32 pernos.
c. Placas de acero A36 según plano.

5.3. CUADRILLAS

a. La cuadrilla de pasivador, refuerzo y recrecido estará formada por:
    i. Un capataz
    ii. 4 albañiles/carpinteros
    iii. 4 Ayudantes

5.4. METODOLOGÍA

5.4.1. Rehabilitación de vigas previo a la aplicación de refuerzo externo

a. Limpieza superficial

Se limpiará toda la superficie con equipo de hidro lavado a presión. Se instalará una línea de suministro de agua paralela al tramo marino, suspendida de las barreras jersey. En el campamento, se contará con tanques de almacenamientos de agua suficiente para que, en caso de alguna interrupción del servicio de suministro de agua, no se interrumpan los trabajos de rehabilitación.

b. Remoción de concreto suelto

Se removerá el concreto suelto u agrietado por corrosión hasta exponer el concreto sano. En caso de llegar hasta el acero, deberá removerse el concreto hasta exponer una longitud de acero de refuerzo sano de 10 a 15 cm.

c. Limpieza de acero expuesto y pasivado de armadura

Todo acero expuesto deberá ser librado de escorias y contaminantes mediante chorro de arena hasta alcanzar un grado de limpieza SA 2. Alternativamente, si el concreto ha sido removido por

hidrodemolición, se examinará el grado de limpieza del acero para determinar si es necesaria o no la limpieza mediante chorro de arena.

Luego de esta limpieza, el acero deberá ser tratado con pasivador de armadura.

Se aplica el pasivador **SIKAtop Armatec 110 EPOCEM** (o alternativa aprobada) tanto al refuerzo longitudinal como al refuerzo transversal. El **SIKAtop Armatec 110 EPOCEM** se aplica en dos manos, dejando 2 a 3 horas de secado entre la primera y segunda mano. Luego de aplicado, el acero debe protegerse de la lluvia y del mar por las siguientes 8 horas luego de la aplicación de la segunda mano. En caso de utilizarse otro producto, deberá aplicarse de acuerdo a las instrucciones contenidas en su ficha técnica.

d. Reposición de acero perdido por corrosión

En el caso de encontrarse pérdida superior al 10% del área de acero de refuerzo transversal, el mismo deberá ser suplementado por acero adicional. En caso de agregarse nuevo acero, el mismo también deberá recubrirse con pasivador de armadura como se describe en el apartado anterior. La evaluación de la pérdida de acero se realizará verificando el diámetro de las barras en múltiples puntos utilizando un medidor vernier. De encontrarse pérdidas en la sección transversal de los cables pretensados, deberá reportarse este hallazgo al ingeniero diseñador para determinar las acciones pertinentes. Será aceptable suplementar el acero en base a pérdidas de acero en zonas. Es decir, si un grupo de 4 barras han perdido el 25% de su área de sección transversal, es posible suplementar con una barra adicional que compensa el acero perdido.

e. Reposición del concreto removido

Se repondrá el concreto removido utilizando el mortero de reparación **Sika Repair 224 (o alternativa aprobada)**. El curado de las áreas reparadas con este mortero de reparación será mediante agua. En el fondo de la zona bajo los cables rotos, se dejarán llaves de cortante, dejando embebidas reglas de madera de ¾" de espesor por 3" de ancho, orientadas transversalmente a la viga, espaciadas 40cm entre regla y regla. La regla puede tener sección transversal trapezoidal para facilitar su extracción.

f. Aplicación De Inhibidor De Corrosión

Se aplicará inhibidor de corrosión migratorio **CORTEC MCI 2020 VO** a toda la superficie expuesta, utilizando aspersor a la superficie demolida de la viga antes de hacerle el recrecido. Posteriormente al terminar el recrecido inferior que contiene las barras de tensado externo, también se le aplicará el Inhibidor de corrosión.

5.4.2. Aplicación del refuerzo externo

a. Instalación de Placas de reacción

Fuera de los límites de borde de la zona del ala inferior de la viga que ha requerido la reposición de concreto y por lo menos 60cm alejado de esta zona, se instalarán placas de reacción a cada lado de la zona reparada. Las placas de reacción serán fijadas al concreto mediante pernos de expansión según detalle en planos. Previo a la instalación de los pernos de expansión, deberán marcarse las líneas de cables para asegurarse de que el taladrado será posible hasta la profundidad requerida por los pernos de expansión. La instalación de los pernos de expansión seguirá el procedimiento específico establecido en su ficha técnica.

b. Instalación de barras roscadas de alta resistencia

Se instalarán las barras roscadas de alta resistencia extendiéndose entre las placas de reacción. Las barras serán activadas mediante torque. En uno de los extremos deberá instalarse una doble tuerca para poder controlar el torque. Se aplicará un torque de 200 lb-pie a todas las barras. Este procedimiento se realizará en dos incrementos de 100 lb-pie y alternando las barras de extremo a extremo.

c. Refuerzo transversal inferior

A las barras roscadas, se amarrarán barras de GFRP transversales a cada 30cm, extendiéndose el ancho de la viga. Estas barras tienen la función de controlar la retracción transversal del recrecido inferior.

d. Recrecido inferior

Una vez se hayan instalado todas las barras externas, se realizará un nuevo lavado a presión de la superficie del primer recrecido para eliminar cualquier contaminante que pueda deteriorar la adherencia entre los dos recrecidos. También se desea remover los residuos del inhibidor de corrosión

migratorio aplicado al primer recrecido. Luego, se encofrará el fondo de la viga para embutir las barras y las placas en concreto autocompactante aprobado. El recubrimiento mínimo para el acero y barras será de 7cm. La función principal de este recrecido es brindar protección al fuego. Previo al inicio del proyecto, se encontró evidencia de que personas indigentes iniciaban fuegos bajo el puente. Además, el recrecido asiste en la transmisión de fuera de las barras a las vigas.

METODOLOGÍA CONSTRUCTIVA:

REPARACIÓN DE PEDESTALES

NO. REV.	FECHA	DESCRIPCIÓN	PREPARADO	REVISADO	APROBADO
2	25/Noviembre/2020	Para Aprobación	AAV	JZ	
			CIPTS	PROYECO-SEG	
1	6/Marzo/2020	Para Aprobación	AAV	JZ	
			CIPTS	PROYECO-SEG	
0	14/Noviembre/2019	Para aprobación	AAV	JZ	
			CIPTS	PROYECO-SEG	

TABLA DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN 3

2. OBJETIVO 3

3. ALCANCE 3

4. LIMITACIONES 4

5. DESCRIPCIÓN DE LA REHABILITACIÓN 4

5.1. EQUIPO A UTILIZAR 4

5.2. CUADRILLAS 4

5.3. SELECCIÓN DE METODOLOGÍA 5

5.4. METODOLOGÍA PARA PEDESTALES EN BUEN ESTADO 6

5.5. METODOLOGÍA PARA FRACTURAS LOCALIZADAS 6

5.6. METODOLOGÍA PARA DAÑOS EXTRAORDINARIOS 7

1. INTRODUCCIÓN

Este documento es 6 de 6 documentos que contienen la metodología constructiva del proyecto de ESTUDIO, DISEÑO Y REHABILITACIÓN DE LA ESTRUCTURA DEL TRAMO MARINO DEL CORREDOR SUR. Los documentos mencionados son los siguientes:

- Metodología Constructiva: Rehabilitación de Pilas
- Metodología Constructiva: Rehabilitación de Vigas Cabeceras
- Metodología Constructiva: Rehabilitación de Vigas, Pre-losas y Diafragmas
- Metodología Constructiva: Coordinación de Frentes de Trabajo
- Metodología Constructiva: Reparación especial de viga5 73-74
- **Metodología Constructiva: Reparación de Pedestales**

Este documento se suplementa con los siguientes documentos:

- Planos de Rehabilitación
- Fichas técnicas de productos
- Plan de Muestreo
- Plan de Control de Calidad
- Plan de Seguridad, Higiene y Salud Ocupacional

2. OBJETIVO

La reparación de los pedestales está incluida en la metodología básica de vigas, prelosas y diafragmas. Sin embargo, se han encontrado algunos pedestales con daños extraordinarios que requieren variantes en la metodología básica. Esta metodología tiene como objetivo principal describir el alcance y los pasos a seguir en los pedestales del tramo marino del corredor sur en la ciudad de Panamá.

3. ALCANCE

El procedimiento descrito en este documento es aplicable todos los pedestales. Se entiende por pedestal, el cuerpo de concreto que sobresale verticalmente de la viga cabecera, para dar una altura específica al apoyo de las vigas pretensadas.

4. LIMITACIONES

- El desarrollo de esta actividad no se ve afectado por mareas normales. Es posible trabajar independientemente de la tabla de mareas.

5. DESCRIPCIÓN DE LA REHABILITACIÓN

A continuación de describen los pasos generales para la rehabilitación de las pilas.

5.1. EQUIPO A UTILIZAR

a. Equipo de hidro lavado 3000 psi
b. Andamio colgante de 10.5m de largo
c. Brochas para la aplicación del pasivador de armadura
d. Bomba airless para la aplicación de inhibidor de corrosión migratorio
e. Taladro percutor para remoción puntual de concreto
f. Planta eléctrica 2500 Watts mínimo
g. Equipo de Protección personal de acuerdo a lo indicado en el Plan de Seguridad, Higiene y Salud Ocupacional

5.2. CUADRILLAS

a. La cuadrilla de reparación general estará formada por:
    i. Un capataz
    ii. 2 albañiles/carpinteros
    iii. 2 Ayudantes

5.3. SELECCIÓN DE METODOLOGÍA

En base a levantamientos visuales, se pueden agrupar los pedestales en tres niveles de daños. Para referencia, se incluye la siguiente guía visual.

PEDESTAL EN BUEN ESTADO 01-E-03	No requiere acción especial Ver Sección 5.4 Limpieza con hidrolavadora Aplicación de Inhibidor de Corrosión Migratorio
PEDESTAL CON FRACTURA LOCALIZADA 10-E-07	Aplica metodología de reparación puntual Ver Sección 5.5
PEDESTAL CON DAÑO EXTRAORDINARIO 10-W-07	Ver sección 5.6

5.4. METODOLOGÍA PARA PEDESTALES EN BUEN ESTADO

a. Limpieza superficial

Se limpiará toda la superficie con equipo de hidro-lavado a presión.

b. Aplicación De Inhibidor De Corrosión

Se aplicará inhibidor de corrosión migratorio **CORTEC MCI 2020 VO** a toda la superficie expuesta, utilizando una bomba airless. En caso de que la aplicación del producto sea afectada por la lluvia, deberá evaluarse la re-aplicación del producto.

5.5. METODOLOGÍA PARA FRACTURAS LOCALIZADAS

c. Remoción de concreto suelto

Se removerá el concreto suelto u agrietado por corrosión hasta exponer el concreto sano. La remoción del concreto se realizará con martillo percutor. Deberá minimizarse el repicado de concreto adicional al suelto, sobre todo si esto implica acercarse a la zona de apoyo del neopreno.

d. Limpieza superficial

Se limpiará toda la superficie con equipo de hidro-lavado a presión.

e. Limpieza de acero expuesto mediante chorro de arena y pasivado de armadura

Todo acero expuesto deberá ser librado de escorias y contaminantes por medios manuales, con cepillo de alambre. Luego de esta limpieza, el acero deberá ser tratado con pasivador de armadura.

Se aplica el pasivador **SIKAtop Armatec 110 EPOCEM** a los aceros expuestos. El producto se aplica en dos manos, dejando 2 a 3 horas de secado entre la primera y segunda mano. Luego de aplicado, el acero debe protegerse de la lluvia y del mar por las siguientes 8 horas luego de la aplicación de la segunda mano.

f. Reposición de acero perdido por corrosión

No se contempla reposición de acero en los pedestales con este nivel de daño**. El pedestal de concreto trabaja enteramente a compresión. Los aceros en esta zona no tienen una función estructural y por lo tanto una pérdida de sección en estos aceros no supone un debilitamiento del pedestal. La única**

posible función de aceros en el pedestal es la de controlar agrietamientos por la retracción del concreto durante su fraguado y *suplementar* confinamiento a la zona del pedestal. Repicar el concreto de la viga cabecera para exponer una longitud sana de aceros proyectados dentro del pedestal, requerida para una reposición con acero soldado, implica una intrusión innecesaria en la viga cabecera, creando un riesgo adicional de un punto de ingreso de cloruros, sin aportar ningún beneficio a la estructura.

g. Reposición del concreto removido

Se repondrá el concreto removido utilizando un mortero de reparación **o una mezcla aprobada de concreto**. El curado de las áreas reparadas con este mortero de reparación será mediante agua para no interferir con la aplicación posterior del inhibidor de corrosión migratorio.

h. Aplicación De Inhibidor De Corrosión

Se aplicará inhibidor de corrosión migratorio **CORTEC MCI 2020 VO** a toda la superficie expuesta, utilizando una bomba airless. En caso de que la aplicación del producto sea afectada por la lluvia, deberá evaluarse la re-aplicación del producto.

5.6. METODOLOGÍA PARA DAÑOS EXTRAORDINARIOS

a. Remoción de concreto suelto

Se removerá el concreto suelto u agrietado por corrosión hasta exponer el concreto sano. En caso de llegar hasta el acero, deberá removerse el concreto hasta exponer una longitud de acero de refuerzo sano de 5 cm. La remoción del concreto se realizará con martillo percutor. Deberá minimizarse el repicado de concreto adicional al suelto, sobre todo si esto implica acercarse a la zona de apoyo del neopreno. **No remover concreto sano más allá del plano del refuerzo existente. Si el deterioro en el concreto es tal que invade la huella del neopreno, deberá consultarse al diseñador quien evaluará un método específico adecuado y seguro.**

b. Limpieza superficial

Se limpiará toda la superficie con equipo de hidro-lavado a presión.

c. Limpieza de acero expuesto y pasivado de armadura

Todo acero expuesto deberá ser librado de escorias y contaminantes por medios manuales, con cepillo de alambre. Luego de esta limpieza, el acero deberá ser tratado con pasivador de armadura.

Se aplica el pasivador **SIKAtop Armatec 110 EPOCEM** a los aceros expuestos. El producto se aplica en dos manos, dejando 2 a 3 horas de secado entre la primera y segunda mano. Luego de aplicado, el acero debe protegerse de la lluvia y del mar por las siguientes 8 horas luego de la aplicación de la segunda mano.

d. Reposición de acero perdido por corrosión

El pedestal de concreto trabaja enteramente a compresión. Los aceros en esta zona no tienen una función estructural y por lo tanto una pérdida de sección en estos aceros no supone un debilitamiento del pedestal. La única posible función de aceros en el pedestal es la de controlar agrietamientos por la retracción del concreto durante su fraguado y suplementar confinamiento a la zona del pedestal. Repicar el concreto de la viga cabecera para exponer una longitud sana de aceros proyectados dentro del pedestal, requerida para una reposición con acero soldado, implica una intrusión innecesaria en la viga cabecera, creando un riesgo adicional de un punto de ingreso de cloruros, sin aportar ningún beneficio a la estructura.

Si se encuentra pérdida significativa de sección de los aceros de refuerzo del pedestal y el tratamiento de estos aceros supone invadir la huella del neopreno, deberá consultarse al diseñador quien evaluará la factibilidad de reponer acero sin comprometer la integridad del apoyo de las vigas pretensadas y sin crear nuevos riesgos innecesarios.

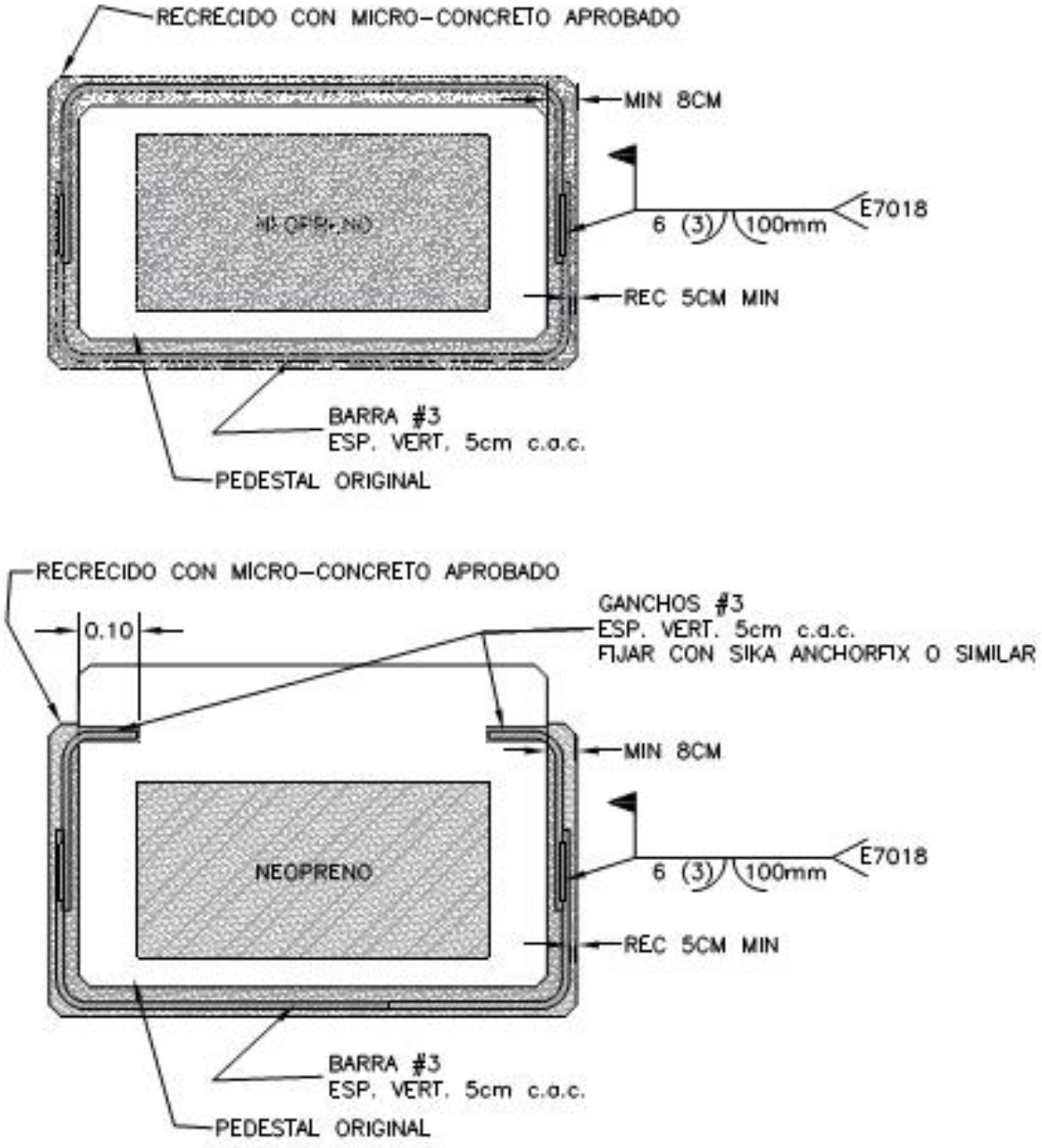
e. Aplicación De Inhibidor De Corrosión

Se aplicará inhibidor de corrosión migratorio **CORTEC MCI 2020 VO** a toda la superficie expuesta, utilizando una bomba airless. En caso de que la aplicación del producto sea afectada por la lluvia, deberá evaluarse la re-aplicación del producto.

f. Adición de refuerzo de confinamiento

Se instalará refuerzo suplementario para confinar el pedestal. El refuerzo deberá tener un recubrimiento de por lo menos 5cm alcanzado con un recrecido de hormigón. El espaciado vertical será de **5cm** centro a centro y su cantidad será determinada en base a la altura del pedestal. El

refuerzo tiene una función de confinamiento, por lo que deberá conformar un anillo cerrado si es posible. Los ganchos y barras podrán ser amarrados con alambre dulce. En el detalle mostrado, se aprecia el anillo confinando un pedestal. Si no hay acceso a la parte interna del pedestal (hacia el centro transversal de la viga cabecera), podrán confinarse dos pedestales adyacentes. Si esto no es posible, y solo hay acceso a 3 caras del pedestal, podrá evaluarse la opción de instalar ganchos anclados al pedestal, anclando 10cm con SIKA ANCHOR FIX TROPICAL o similar. Consúltese al ingeniero en caso de dudas. Se han observado múltiples geometrías de pedestales y es imposible anticiparlas todas.



VISTA EN PLANTA DE PEDESTAL A REPARAR CON CONFINAMIENTO Y ALTERNATIVA CON LIMITACIÓN DE ACCESO PORTERIOR

g. <u>Reposición del concreto removido</u>

Se repondrá el concreto removido utilizando el mortero de reparación o con una mezcla de concreto aprobada. El curado de las áreas reparadas con este mortero de reparación será mediante agua para no interferir con la aplicación posterior del inhibidor de corrosión migratorio. Se colocará un encofrado tipo camisa con la geometría del pedestal, para lograr un recubrimiento mínimo de 5cm en ambas direcciones, y que sea del mismo alto de pedestal note que los pedestales de concreto tienen diferentes alturas. Este encofrado será elaborado con madera de ½" de espesor con acabado fenólico y con anti desmoldante para facilitar su remoción después del vaciado. Luego, se verterá mortero de alta resistencia con alta fluidez para llenar el espacio interno entre el encofrado y la cara de concreto del pedestal, dicho vertido o colocación del concreto será por gravedad utilizando un jarra o gala pequeña.

METODOLOGÍA DE REPARACIÓN DE LA TRABE 4 VANO 6-5

NO. REV.	FECHA	DESCRIPCIÓN	PREPARADO	REVISADO	APROBADO
0	2021/10/26	MET. REP. T4 VANO 6-5	FRANKLIN MARCIAGA		

TABLA DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN 3

2. OBJETIVO 3

3. ALCANCE ..... Error! Bookmark not defined.

4. LIMITACIONES 3

5. DESCRIPCIÓN DE LA REHABILITACIÓN 4

5.1. EQUIPO A UTILIZAR 4

5.2. CUADRILLAS 4

5.3. METODOLOGÍA 4

a. Colocación de obra falsa: 4

b. Colocación de acero de refuerzo: 5

c. Colocación de encofrado y vaciado de concreto: 5

5.4 ANEXOS 6

a. Plano taller 6

1. INTRODUCCIÓN

Este documento tiene relación con los documentos que contienen la metodología constructiva del proyecto de ESTUDIO, DISEÑO Y REHABILITACIÓN DE LA ESTRUCTURA DEL TRAMO MARINO DEL CORREDOR SUR. Los documentos mencionados son los siguientes:

- Metodología Constructiva: Rehabilitación de Pilas
- Metodología Constructiva: Rehabilitación de Vigas Cabeceras
- Metodología Constructiva: Rehabilitación de Vigas, Pre-losas y Diafragmas
- Metodología Constructiva: Coordinación de Frentes de Trabajo
- Metodología Constructiva: Reparación especial de viga5 73-74
- Metodología Constructiva: Reparación de Pedestales

Este documento se suplementa con los siguientes documentos:

- Planos de Rehabilitación
- Fichas técnicas de productos
- Plan de Muestreo
- Plan de Control de Calidad
- Plan de Seguridad, Higiene y Salud Ocupacional

2. OBJETIVO

La reparación de las vigas está incluida en la metodología básica de vigas, pre-losas y diafragmas. Sin embargo, se han encontrado en la viga N° 4 del vano 5-6 un daño extraordinario que requiere variantes en la metodología básica. Esta metodología tiene como objetivo principal describir el alcance y los pasos a seguir para construir recrecido reforzado en la zona de la lesión. El procedimiento descrito en este documento es aplicable a la viga N°4 del vano 5-6.

3. LIMITACIONES

El desarrollo de esta actividad se ve afectado por la variación de las mareas. El horario de trabajo estará basado en la fluctuación de las mareas.

4. DESCRIPCIÓN DE LA REHABILITACIÓN

A continuación, se describen los pasos generales para la rehabilitación de las pilas.

4.1. EQUIPO A UTILIZAR

a. Camión grúa
b. Bomba de concreto
c. Escaleras telescópicas
d. Generador eléctrico de 5.6KW
e. Máquina de soldar
f. Taladro Picador eléctrico
g. Sierras eléctricas
h. Taladro eléctrico
i. Andamio colgante tipo guindola de 10.5m de largo
j. Herramientas de aplicación de resina epóxica
k. Equipo de Protección personal de acuerdo con lo indicado en el Plan de Seguridad, Higiene y Salud Ocupacional

4.2. CUADRILLAS

a. La cuadrilla de reparación general estará formada por:
    i. Un capataz
    ii. 4 carpinteros calificados
    iii. 2 reforzadores calificados
    iv. 4 ayudantes calificados
    v. 2 Soldador calificado
    vi. 1 operador de bomba de concreto

4.3. METODOLOGÍA

a. Colocación de obra falsa:

i. Marcación de la zona a reparar: la lesión está localizada en el extremo que apoya en la viga cabecera N° 6, el largo de la lesión es de 4.00m aprox.

ii. Una vez hecho esto se colocará el sistema de obra falsa que consiste en estructuras de acero como se ilustra en el plano taller de obra falsa y encofrado. En cada extremo de la zona afectada se colocará vigas de acero de tubo cuadrado, en los cuales se colocarán barras colgadores tipo dywidag de 19mm, las cuales sostendrán los cargadores para el soporte de piso de la obra falsa como se aprecia en el plano taller de obra falsa y encofrado.

iii. Los ajustes de elevación se harán con las tuercas y mordazas de las barras colgadores

b. <u>Colocación del acero de refuerzo:</u>

i. Para colocar el acero transversal estribos será necesario hacer orificios que crucen el alma de lado a lado, esto orificios tendrán un diámetro de 19mm. Estos orificios tendrán una separación de acuerdo al diseño

ii. El propósito de estos orificios es para que el acero refuerzo de los estribos cruce a través del orificio como se detalla en los planos del recrecido reforzado, y se unan mediante soldadura como indica el plano taller.

iii. Una vez colocado todo el refuerzo del recrecido, se procederá a rellenar el espacio que queda entre los estribos y los orificios usando una pistola aplicador de resina epóxica.

iv. Paralelamente a la colocación de los estribos se continuará con el refuerzo longitudinal del recrecido según se muestra en el plano taller.

c. <u>Colocación del encofrado y vaciado del concreto:</u>

i. Con la obra falsa colocada se colocarán los largueros (aluma Beams) separados a 10cm, sobre estos elementos se colocará el fondo de piso de hojas de plywood fenólico de 19mm de espesor

ii. Posterior a la colocación del piso, se colocarán todos los costados del encofrado (moldes symons), se complementará con tableros de plywood

reforzados con piezas de madera de 2" x 4" de pinotea, para alcanzar la elevación indicada en el plano taller

iii. Una vez colocado el encofrado se vaciará el concreto autocompactante aprobado con el uso de nuestra bomba. Se dejará una pendiente en la zona superior del concreto vaciado a cada lado del alma de la viga del 1.5% para evitar la acumulación de agua

iv. La remoción del encofrado se hará una vez que el concreto alcance el 21 MPa.

v. Luego de esto se aplicará MCI migratorio a toda la superficie expuesta del concreto original. El concreto del recrecido no requiere aplicación de MCI.

5.4 ANEXOS

a. Plano taller

EVALUACIÓN DE EXTENSIÓN DE VIDA ÚTIL

NO. REV.	DÍA	DESCRIPCION	PREPARADO	REVISADO	APPROVED
1	24/Septiembre/2018	Para Revisión	AAV CIPTS	 PROYECO-SEG	 ENA
0	23/Agosto/2018	Para Revisión	AAV CIPTS	 PROYECO-SEG	 ENA

TABLA DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN 3

2. DESCRIPCIÓN DEL CONCRETO 3

2.1. MARCO NORMATIVO 3

2.2. CONCRETO ACTUAL 6

2.2.1. Concreto especificado 6

2.2.2. Resistencia de Núcleos (SEG 2016) 7

2.3. CONCRETO A UTILIZARSE EN RECRECIDOS 8

2.4. ENCAMISADO NO METÁLICO 9

2.5. SELECCIÓN DE MEDIDAS DE REHABILITACIÓN 9

3. ESTIMACIÓN DE VIDA ÚTIL 11

3.1. METODOLOGÍA EMPLEADA 12

3.2. EVALUACIÓN DE DURABILIDAD DE PILAS REHABILITADAS 15

3.3. EVALUACIÓN DE VIGAS CABECERAS 16

3.4. EVALUACIÓN DE VIGAS PRETENSADAS, PRE-LOSAS Y DIAFRAGMAS ... 16

4. CONCLUSIONES 17

1. INTRODUCCIÓN

Como parte de los trabajos de rehabilitación estructural del tramo marino del corredor sur, se moverá el concreto superficial contaminado con cloruros en las pilas y en las vigas cabeceras. El concreto removido será remplazado con una mezcla altamente impermeable que incluye un aditivo inhibidor de corrosión.

En las vigas pretensadas, pre-losas y diafragmas, se aplicará un inhibidor de corrosión migratorio. Este documento evalúa la efectividad del diseño de la rehabilitación en términos de extensión de la vida útil de la estructura.

2. DESCRIPCIÓN DEL CONCRETO

2.1. MARCO NORMATIVO

Primeramente, es pertinente evaluar los requerimientos normativos de las proporciones de la mezcla de concreto. De la tabla 4.2.1 *Categorías y Clases de Exposición* de ACI 318-08, y de la caracterización suministrada por el cliente en el estudio patológico ejecutado por SEG, se extrae que el sitio de la estructura representa una exposición SEVERA a sulfatos y SEVERA a cloruros:

Categoría	Severidad	Clase	Condición	
			Sulfatos solubles en agua (SO_4) en el suelo, % en peso	**Sulfato (SO_4) disuelto en agua, ppm**
S Sulfato	No aplicable	**S0**	$SO_4 < 0.10$	$SO_4 < 150$
	Moderada	**S1**	$0.10 \le SO_4 < 0.20$	$150 \le SO_4 < 1500$ agua marina
	Severa	**S2**	$0.20 \le SO_4 \le 2.00$	$1500 \le SO_4 \le 10000$
	Muy severa	**S3**	$SO_4 > 2.00$	$SO_4 > 10000$

C Protección del refuerzo para la corrosión	No aplicable	**C0**	Concreto seco o protegido contra la humedad
	Moderada	**C1**	Concreto expuesto a la humedad, pero no a una fuente externa de cloruros
	Severa	**C2**	Concreto expuesto a la humedad y a una fuente externa de cloruros provenientes de productos químicos descongelantes, sal, agua salobre, agua de mar o salpicaduras del mismo origen

Siendo así, de la Tabla 4.3.1 *Requisitos para el Concreto Según la clase de exposición* de ACI 318-08,

Clase de Exposición	**Rel. a/mc máx.**	**f'_c min. MPa**	**Requisitos mínimos adicionales**			
			Tipos de material cementante*			**Aditivo cloruro de calcio**
			ASTM C 150	**ASTM C 595**	**ASTM C 1157**	
S0	N/A	17	Sin restricción en el tipo	Sin restricción en el tipo	Sin restricción en el tipo	Sin restricción
S1	0.50	28	II†‡	IP(MS), IS(<70) (MS)	MS	Sin restricción
S2	0.45	31	V‡	IP(HS), IS(<70) (HS)	HS	No se permite
S3	0.45	31	V puzolanas o escoria§	IP(HS) y puzolanas o escoria§ o IS(<70) (HS) y puzolanas o escoria§	HS y puzolanas o escoria§	No se permite
			Contenido máximo de iones de cloruro (Cl^-) soluble en agua en el concreto, porcentaje por peso de cemento			
			Concreto reforzado	**Concreto Preesforzado**	**Requisitos relacionados**	
C0	N/A	17	1.00	0.06	Ninguno	
C1	N/A	17	0.30	0.06		
C2	0.40	35	0.15	0.06	7.7.6, 18.16#	

En base a esto, el concreto deberá tener una resistencia mínima a la compresión de 35 MPa a los 28 días y la relación agua/cemento no deberá exceder 0.40. La exposición requiere un cemento resistente al ataque de sulfatos, la norma recomienda utilizar un cemento Tipo V (ASTM C150), un cemento tipo I suplementado con humo de sílice para obtener un cemento IP (HS) (ASTM C595) o bien un cemento tipo HS (ASTM C1157). En los concretos de los recrecidos se utilizará la segunda alternativa.

Además de la mezcla de concreto, es pertinente evaluar el recubrimiento requerido sobre las armaduras de acero. De la norma ACI 318-08 se extrae la sección 7.7.1, aplicable a las pilas y a las vigas cabeceras:

7.7.1 — Concreto construido en sitio (no preesforzado)

A menos que en 7.7.6 ó 7.7.8 se exija un recubrimiento mayor de concreto, el recubrimiento especificado para el refuerzo no debe ser menor que lo siguiente:

	Recubrimiento de concreto, mm
(a) Concreto colocado contra el suelo y expuesto permanentemente a él	75
(b) Concreto expuesto a suelo o a la intemperie:	
Barras No. 19 a No. 57	50
Barras No. 16, alambre MW200 ó MD200 y menores	40
(c) Concreto no expuesto a la intemperie ni en contacto con el suelo:	
Losas, muros, viguetas:	
Barras No. 43 y No. 57	40
Barras No. 36 y menores	20
Vigas, columnas:	
Armadura principal, estribos, espirales	40
Cáscaras y placas plegadas:	
Barra No. 19 y mayores	20
Barras No. 16, alambres MW200 ó MD200 y menores	13

Los recubrimientos indicados arriba son recubrimientos mínimos. La sección 7.7.6 establece que, para ambientes corrosivos, como el de este proyecto, es necesario incrementar los recubrimientos. El Comentario de la misma sección recomienda incrementar de 50mm a 65mm.

7.7.6 — Ambientes corrosivos	**R7.7.6 — Ambientes corrosivos**
En ambientes corrosivos u otras condiciones severas de exposición, debe aumentarse adecuadamente el espesor del recubrimiento de concreto y deben cumplir los requisitos pertinentes para el concreto, basados en las categorías de exposición aplicables del Capítulo 4, o bien, debe disponerse de otro tipo de protección.	Cuando el concreto vaya a estar expuesto a fuentes externas de cloruros, tales como sales descongelantes, agua salobre, agua de mar, o salpicaduras de estas fuentes, debe dosificarse para satisfacer los requisitos para la clase de exposición aplicable del Capítulo 4. Estos comprenden contenido mínimo de aire, máxima relación *a/mc*, resistencia mínima para concreto de peso normal y concreto liviano, contenido máximo de iones cloruro en el concreto y tipo de cemento. Adicionalmente, como protección contra la corrosión se recomienda un recubrimiento de concreto especificado para el refuerzo de no menos de 50 mm para muros y losas y de no menos de 65 mm para otros elementos. Para concreto prefabricado en condiciones de control de la planta, se recomienda un recubrimiento de concreto especificado de no menor de 40 mm para muros y losas y de no menos de 50 mm para otros elementos.

2.2. CONCRETO ACTUAL

2.2.1. Concreto especificado

De los planos del proyecto se extrae que el concreto de las pilas y cabezales tiene una resistencia compresiva a los 28 días de 250kg/cm^2.

De la memoria de cálculo del proyecto, se extrae que las losas tendrán una resistencia de 300kg/cm^2 y la subestructura tendrá una resistencia de 250kg/cm^2.

El requerimiento de la norma ACI para esta estructura equivaldría a 356.9 kg/cm^2.

RESUMEN DE MATERIALES

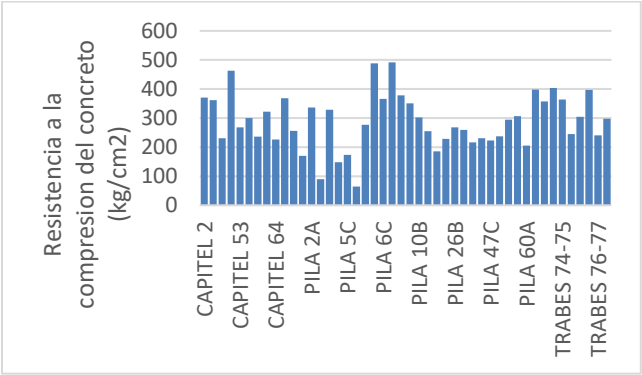
CONCRETO DE f'c=250 kg/cm2 EN:		
PILAS	45.4	m3
EN CABEZAL	54.8	m3
MURO DE RESPALDO	16.9	m3
ALEROS, MURO PANTALLA ,BANCOS Y TOPE SISMICO	3.04	m3
ACERO DE REFUERZO Fy=4200 Kg/cm2 EN:		
PILAS	12177	Kg
CABEZAL	3162	Kg
ALEROS ,BANCOS,MURO PANTALLA,MURO DE RESPALDO Y TOPE SISMICO	2060	Kg
NEOPRENO DUREZA SHORE-60 DE 50X30X2.9 INCLUYE PLACA DE TEFLON DE ESPESOR DE 0.4 cm. (1/8")	8	Pzas
NEOPRENO DUREZA SHORE-60 DE 30X20X2.5	8	Pzas

Figura 1: Extracto de los planos del proyecto

No se cuenta con especificaciones o registros en cuanto la relación agua/cemento o aditivos utilizados para las mezclas de concreto. Para nuestro análisis, se asumirá una relación agua/cemento de 0.40 sin ningún aditivo adicional. Considerando las resistencias de concreto encontradas, es muy probable que la relación agua/cemento sea mayor a 0.40, posiblemente 0.45.

2.2.2. Resistencia de Núcleos (SEG 2016)

Del estudio patológico realizado por SEG se obtuvieron un total de 46 núcleos de concreto de vigas cabeceras (capiteles), pilas y vigas (trabes). El 72% de estas muestras no superan el límite requerido por la normativa ACI 318-08. Cabe destacar que los mismos requerimientos estaban plasmados en la norma ACI 318 de 1995, vigente al momento del diseño del corredor sur.



2.3. CONCRETO A UTILIZARSE EN RECRECIDOS

En los recrecidos de las pilas, se utilizará un concreto auto-compactante que además de cumplir con los requerimientos normativos de relación agua/cemento y la resistencia a la compresión, contiene un 8% de micro-sílice e inhibidor de corrosión. La mezcla de las pilas se designa como M11 y sus proporciones están indicadas en la siguiente tabla.

Tabla 1. Proporciones de Mezclas de Concreto de los recrecidos en la rehabilitación

Designación de Mezcla	M11	M12
W/C	0.38	0.38
8% SikaFume (kg/m3)	36.8	35.2
Contenido de Cemento (kg/m3)	460	440
S/A	0.54	0.61
Agregado Grueso (kg/m3)	737	741
Agregado Fino (kg/m3)	865	906
SikaPlast 328 (kg/m3)	6.96	5.70
Plastiment 650 (kg/m3)	2.98	1.90
SIKA CNI (kg/m3)	13.2	13.2
Agua (kg/m3)	189	180

Además, las pilas tendrán una membrana externa compuesta por el encamisado de fibra de vidrio.

En el recrecido de las vigas cabeceras, se utilizará un concreto proyectado, similar al utilizado en las pilas. La mezcla de las vigas cabeceras se designa como M12.

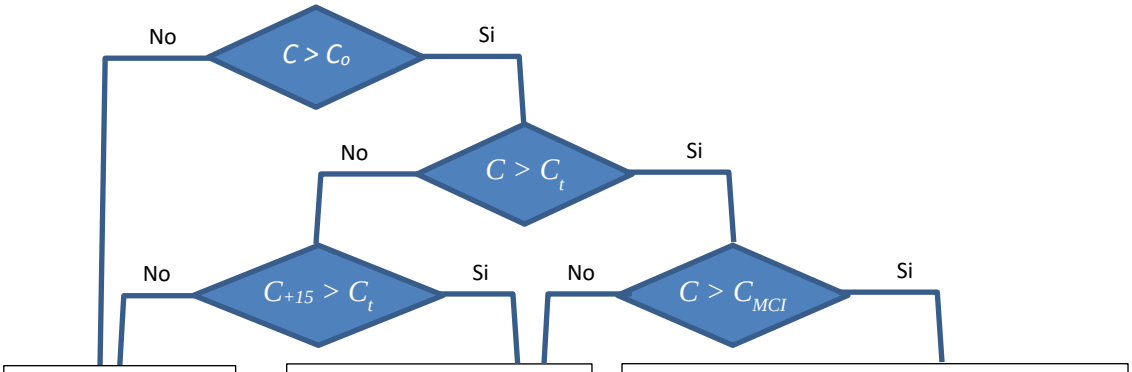
2.4. ENCAMISADO NO METÁLICO

Las pilas se entregarán con un encamisado de fibra de vidrio de la casa americana DENSO. El mismo será instalado con un espesor de 4.75mm. Las camisas sirven como encofrado y además como membrana protectora. Para mejorar la apariencia, se ordenaron las camisas con un recubrimiento de gel en color gris semejante al tono de un concreto normal.

Figura 2: Ejemplo de utilización de encamisado de FRP (DENSO)

2.5. SELECCIÓN DE MEDIDAS DE REHABILITACIÓN

La decisión sobre qué medida utilizar en los diferentes elementos de concreto (pilas, viga cabecera, vigas, etc) se basará mayormente en la concentración de cloruros presentes en el concreto. Se ha realizado una campaña de estudios previos para obtener perfiles de cloruros en un número importante de miembros. Esta información nueva, junto con los exámenes realizados en el estudio patológico previo (SEG, 2016) justifican las medidas de rehabilitación seleccionadas. Un diagrama de flujo que ilustra mejor el proceso de selección se muestra en la Ilustración 1.



C = Concentración de cloruros actual, determinada mediante análisis químico a muestras extraídas

C_{+15} = Concentración de cloruros proyectada 15 años en el futuro utilizando un modelo de difusión

Co = Límite de contenido de cloruros para construcción nueva. 0.1% del peso de cemento para concreto no pre-esforzado de acuerdo con ACI 318-08

Ct = "Umbral de Cloruro", Concentración necesaria de cloruros en el concreto para iniciar el proceso de corrosión. Se utilizará un valor de 0.2% del peso de cemento de acuerdo con los resultados de investigaciones reconocidas.

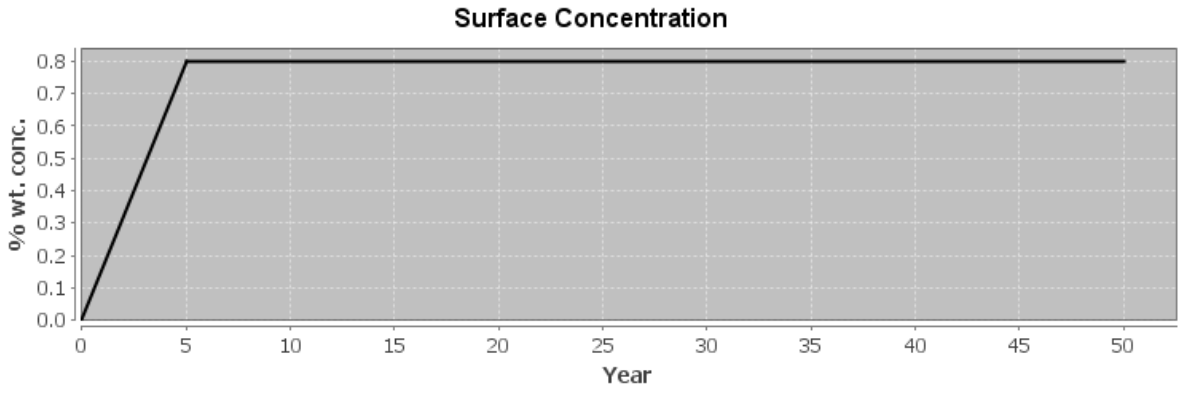
C_{MCI} = Límite de concentración de cloruro en el concreto para la efectividad de un inhibidor de corrosión migratorio. En el caso del MCI 2020 VO de Cortec, se especifica 3.5 kg de cloruro por m^3 de concreto. Suponiendo un contenido de cemento de 350 kg/m^3, esto equivale a 1% del peso de cemento y se mide a la profundidad del acero

Ilustración 1. Diagrama de flujo para la toma de decisión sobre qué medida (correctiva o preventiva) aplicar.

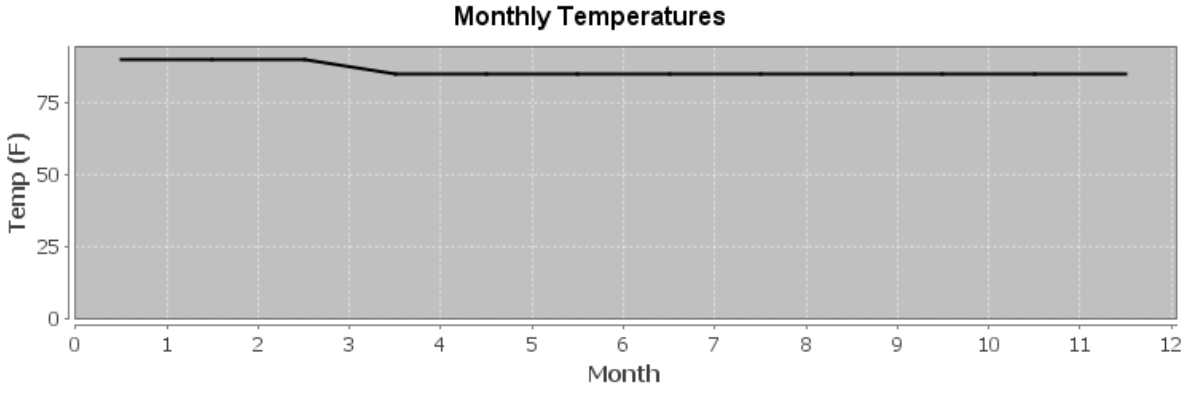
3. ESTIMACIÓN DE VIDA ÚTIL

La estimación de la vida útil se hizo basado en la durabilidad de las reparaciones a realizar; a continuación, se listan los parámetros considerados:

- Concentración superficial máxima de cloruros en el concreto: Se introdujo al modelo un valor máximo de cloruros de 0.80% del peso del concreto. El valor máximo medido a la fecha es aproximadamente 0.66% del peso de concreto.



- Temperaturas promedio mensuales: Se establecieron temperaturas bases de 90° F en verano y de 85°F en la estación lluviosa.



- Proporciones de la mezcla de concreto
  - Relación agua/cemento
  - % de Humo de Sílice
  - Dosis de Inhibidor de Corrosión
- % Volumétrico de Acero de refuerzo

- Barrera superficial
  - Eficiencia inicial
  - Edad a la falla

3.1. METODOLOGÍA EMPLEADA

Para determinar la vida útil de una estructura de concreto reforzado debido a la exposición de cloruros se utilizó el modelo Life-365™, el cual fue desarrollado por el Consorcio Life-365. Este modelo predice el periodo de inicio de la corrosión, la propagación de los cloruros a través del concreto y finalmente la vida útil de la estructura, antes de tener que realizar trabajos de reparación. Las predicciones hechas por el modelo Life-365™ se basan en la difusión de los cloruros dentro de la estructura.

Para que se inicie el proceso de corrosión, es necesario que suficiente cloruro penetre hasta el acero de refuerzo y se acumule en la cantidad suficiente; a este tiempo se le denomina periodo de iniciación. Life-365™ usa un enfoque simplificado basado en la ley de difusión de Fick, para determinar el tiempo que le toma al cloruro llegar hasta la profundidad donde se encuentra el acero, en concentraciones superiores al límite permitido. Se predice el ingreso de cloruros debido a la difusión, asumiendo que este es el proceso dominante y asumiendo también que no existen grietas en el concreto.

La segunda ley de difusión de Fick, en su forma diferencial es:

$$\frac{dC}{dt} = D \cdot \frac{d^2C}{dx^2}$$

El contenido de cloruro (C) depende del coeficiente de difusión (D), de la profundidad (x) a la cual se quiere saber el contenido y el tiempo (t).

Para el coeficiente de difusión, el modelo asume que la mezcla de concreto es un concreto simple de cemento portland, sin ningún tipo de aditivos ni protección especial contra la corrosión. Este coeficiente de difusión es también función tanto del tiempo como de la temperatura; estas variaciones deben ser tomadas en cuenta. En el caso de la variación temporal, y para prevenir que el coeficiente de difusión decrezca infinitamente con el tiempo, se asume que luego de 25 años el concreto está

completamente hidratado y el coeficiente de difusión será constante; la variación por temperatura se sigue considerando.

Se sabe que la adición del humo de sílice a la mezcla de concreto produce una reducción significativa en la permeabilidad y en la difusividad del concreto. Life-365^{TM} aplica un factor de reducción a el valor de difusión inicial, basado en el porcentaje de humo de sílice agregado, hasta un porcentaje máximo de 15%. El modelo no calculara un factor de reducción para valores de humo de sílice mayor a este límite.

Límite de la concentración de cloruros (kg/m^3, lb/yd^3, %)

El valor límite de la concentración de cloruro, para que se inicie la corrosión del acero de refuerzo dentro del concreto, depende del tipo de acero de refuerzo, así como de la clase y cantidad del inhibidor de corrosión que se aplique a la estructura.

Existe una gran cantidad de estudios relacionados con los límites de cloruros permisibles en una estructura de concreto. Establecer un solo valor en el que por debajo de este no inicie el proceso de corrosión y que por encima de este se inicie este proceso no es válido. El riego y la velocidad a la que ocurre la corrosión incrementa a medida que la concentración de cloruro es más alta. La relación entre la corrosión y el contenido de cloruro se ve directamente influenciada por un amplio rango de parámetros dentro de los cuales podemos mencionar:

- El tipo, composición y cantidad de cemento y otros aditivos.
- La humedad y la temperatura dentro del concreto.
- La porosidad del concreto
- La presencia de otras sustancias dentro de la solución de poros.

En la actualidad no existe una ecuación o modelo que permita incorporar todas estas variables para poder establecer un valor límite de la concentración de cloruros.

Por lo tanto, usando el trabajo hecho por ***Glass y Buenfeld (1995)*** como referencia, un valor límite de **0.2% del peso de cemento** puede ser aplicado en estructuras expuestas a ambientes muy agresivos.

El modelo toma en cuenta el uso de inhibidores de corrosión químicos, específicamente el uso de inhibidores de nitrito de calcio (CNI). El uso de este tipo de inhibidor de corrosión no tiene efecto en el coeficiente de difusión; sin embargo, si afecta el límite del contenido de cloruro tal como se muestra en la

Tabla 2.

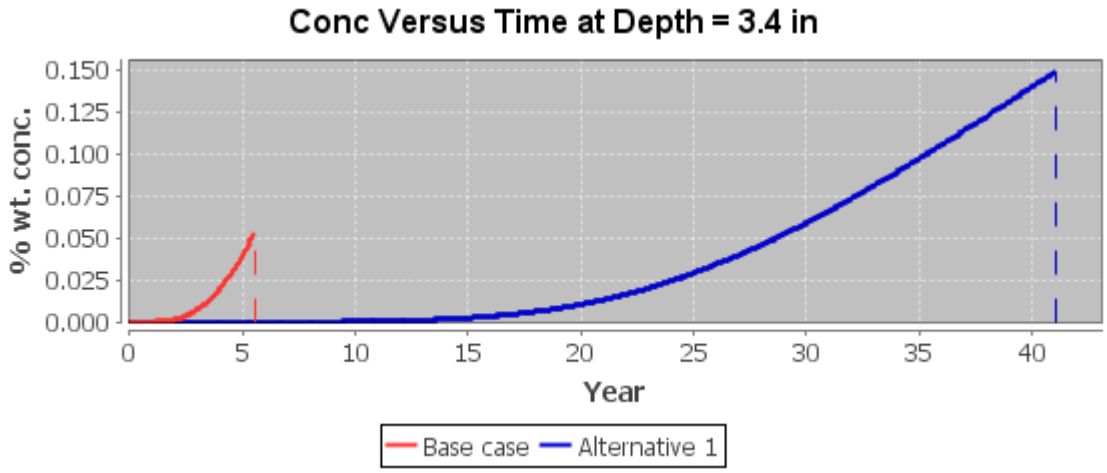
Tabla 2. Límites del contenido de cloruro en función de la cantidad de inhibidor utilizado. (Tabla adaptada del documento Life 365 v2.2.3 users manual)

Dosis CNI litros/m^3	Umbral de Cloruros, C_t (% de concreto)
0	0.05
10	0.15
15	0.24
20	0.32
25	0.37
30	0.40

3.2. EVALUACIÓN DE DURABILIDAD DE PILAS REHABILITADAS

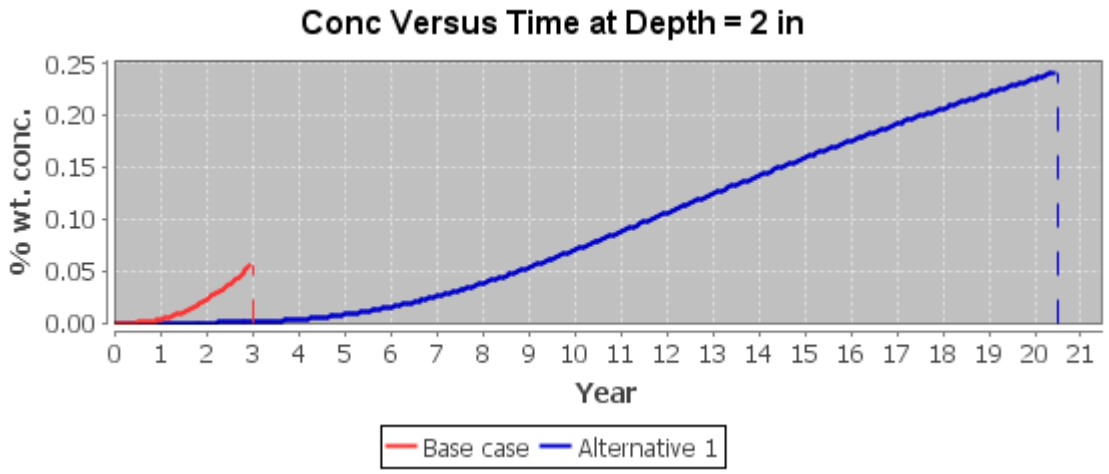
En la mayoría de las pilas, el concreto hasta el acero, y 12mm más allá del mismo, será remplazado por un concreto nuevo, altamente impermeable y dosificado con inhibidor de corrosión.

En el gráfico se aprecian dos curvas que corresponde a la concentración de cloruros a la profundidad del acero versus el tiempo en servicio. Las curvas se proyectan hasta el momento en el que la concentración de cloruros es suficiente para iniciar un proceso de corrosión. La curva roja corresponde al concreto inicial y la curva azul corresponde al concreto del recrecido. La curva azul muestra muy poca penetración durante los primeros 10 años. Esto es debido a la presencia del encamisado de FRP.



3.3. EVALUACIÓN DE VIGAS CABECERAS

En el caso de las vigas cabeceras, las mismas no tienen membrana. Esto se ve reflejado en una penetración inicial de cloruros iniciando desde los 4 años. También se diferencia que el recubrimiento se toma como 5cm (2 in) en este modelo.



3.4. EVALUACIÓN DE VIGAS PRETENSADAS, PRE-LOSAS Y DIAFRAGMAS

En el caso de estos componentes, la herramienta de análisis utilizada no tiene data incorporada que permita cuantificar el efecto del inhibidor de corrosión migratorio. Lo cierto es que estudios han demostrado que la aplicación del producto MCI 2020 VO inhibe el proceso de corrosión, aún a altas concentraciones de cloruros.

4. CONCLUSIONES

- En mayoría de las pilas y vigas cabeceras del proyecto, la concentración de cloruros es tal que la aplicación de un inhibidor de corrosión migratorio no sería efectiva. Por lo tanto, se ha planeado la remoción del concreto superficial en dos escenarios:
    - Si se remueve el concreto hasta el acero, se aplica pasivador a la armadura y el recrecido de concreto es dosificado con inhibidor de corrosión en forma de aditivo.
    - Si la remoción del concreto no llega al acero, se aplica un inhibidor de corrosión migratorio y se procede con el recrecido, en este caso, sin el inhibidor de corrosión en forma de aditivo.

- La medida de intervención diseñada para las pilas, resulta en una extensión generosa de la vida útil de la estructura, requiriéndose más de 40 años para el inicio de los procesos de corrosión. Este análisis no toma en cuenta la aplicación del pasivador al acero de refuerzo.

- La medida de intervención diseñada para las vigas cabeceras, resulta en una extensión generosa de la vida útil de la estructura, requiriéndose más de 20 años para el inicio de los procesos de corrosión. Este análisis no toma en cuenta la aplicación del pasivador al acero de refuerzo y se supone que las pérdidas significativas de sección transversal de acero serán remediadas con refuerzo adicional.

- En el caso de las vigas pretensadas, pre-losas y diafragmas, es difícil cuantificar la nueva vida útil esperada. La aplicación del inhibidor de corrosión migratorio (MCI) es el tratamiento adecuado en función de las concentraciones de cloruros documentadas a la fecha. La aplicación del MCI tendrá varios efectos: elevará la concentración de cloruros requerida para el inicio de la corrosión y ralentizará el proceso de corrosión al dificultar el proceso electroquímico propio de la corrosión. En el estado de la ciencia actual, no existe suficiente información para estimar confiablemente la extensión de la durabilidad. Las vigas requerirán de un seguimiento posterior mayor que los demás elementos.

ANALISIS ESTRUCTURAL DEL TRAMO MARINO

VIGA CABECERA 1

ALEJANDRO R. AVENDAÑO V.
INGENIERO CIVIL
Licencia No. 2005-006-009
FIRMA
Ley 15 del 26 de Enero de 1959
Junta Técnica de Ingeniería y Arquitectura

NO. REV.	DÍA	DESCRIPCION	PREPARADO	REVISADO	APROBADO
0	4/Octubre/2021	Para Revisión	AAV CIPTS	PROYECO-SEG	ENA

TABLA DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN 3

2. DESCRIPCION DE LA ESTRUCTURA 3

3. DESCRIPCION DEL ANÁLISIS 4

3.1. Normas de Diseño 5

3.2. Factores de carga y combinaciones 5

3.3. Carga Viva de Diseño 5

4. Análisis de viga cabecera 7

4.1. Análisis de viga cabecera vaciada en sitio (Extracto de CIPTS-18-805-D-AE-01) 7

4.2. Análisis específico de viga cabecera 1 8

4.2.1. Condición de los estribos 8

4.2.2. Condición de carga 10

4.2.3. Análisis bajo condición de carga específica, sin pérdida de acero 10

4.3. Comparación de estados de esfuerzo 11

5. Conclusiones 12

1. INTRODUCCIÓN

Como parte de los trabajos de rehabilitación estructural del tramo marino del corredor sur, el contratista ha intervenido la viga cabecera 1. Lo encontrado en sitio difiere de los planos. En los planos se indica que la cara oeste de la viga cabecera está directamente en contacto con el relleno adyacente. Sin embargo, existe un muro de cierre del relleno, independiente de la viga cabecera, y existe un espacio reducido de aproximadamente 40cm entre la cara oeste de la viga cabecera y el muro que contiene el relleno.

El reducido espacio entre la viga cabecera y el muro hacen imposibles las labores de reposición de acero, toda vez que no hay espacio suficiente para repicar el concreto para exponer acero en buen estado y suplementar o reemplazar el acero. Esto es específico de la cara oeste. La cara Este y el fondo de la viga cabecera pudieron ser intervenidos con las metodologías aprobadas y sin mayor inconveniente.

Afortunadamente, la pérdida de sección de los aceros en la cara oeste es muy discreta y es posible mantener todos los factores de seguridad deseados aun tolerando la pérdida de sección.

En este informe se presenta el resultado de la evaluación del estado de la viga cabecera, tomando en cuenta la pérdida de sección de los estribos encontrada y se presentan recomendaciones para esta intervención.

2. DESCRIPCION DE LA ESTRUCTURA

El Corredor Sur, objeto de la actuación que nos ocupa, está ubicado junto a la Bahía de Panamá, entre la caseta de peaje de Atlapa y Costa del Este.

Se inauguró en el año 2.000 y tiene una longitud de aproximada de 2.200 m. Su tablero está compuesto por 6 carriles, 3 por sentido de circulación, siendo la anchura total unos 22 m.

En cada vano se disponen 8 vigas pretensadas NU1350 de 30 m de longitud, que apoyan sobre los cabeceros que a su vez se sustentan por 4 pilas de 1200 mm de diámetro.

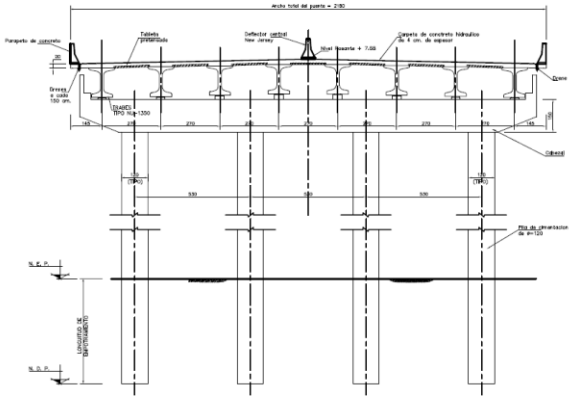


Figura 1: Sección Transversal Típica.

3. DESCRIPCION DEL ANÁLISIS

En el reporte CIPTS-18-805-D-AE-01 (rev1 de 8 de Mayo de 2019) se presentó detalladamente la técnica de análisis estructural empleada para el puente y sus vigas cabeceras. Para brindar contexto al lector, se brindan algunos detalles nuevamente en este reporte.

El análisis fue realizado en el programa SAP2000 Ultimate. Se modelaron pilas, cabezales, vigas y tableros en base a las dimensiones plasmadas en los planos de construcción. Además, se especifica el concreto utilizado para cada elemento.

Se consideraron las siguientes cargas de gravedad:

- Cargas Muertas
  - Peso propio de los elementos: vigas NU pretensadas, tablero, diafragmas, cabezales y barreras
  - Peso de la sobrecarpeta asfáltica

- Cargas Vivas
  - Tránsito de Carga Viva HL-93 de acuerdo a las especificaciones de AASHTO para el diseño de puentes según la metodología LRFD (2014)

Se analizó el tránsito de la carga viva por los 6 carriles actuales, determinando el caso más crítico de acuerdo a la ocupación singular o múltiple de carriles.

Debido a la naturaleza temporal de los trabajos, se está consideró un sismo de aceleración reducida, conforme a lo establecido en el documento ASCE 37-14.

En el reporte CIPTS-18-805-D-AE-01 se evaluó la condición de la estructura debilitada durante la intervención, específicamente la condición en la que las pilas actuaban temporalmente con una sección reducida.

También se presentó el análisis específico de las vigas cabeceras, realizado con la técnica de puntales y tensores. Se evaluó la configuración de vigas cabeceras vaciadas en sitio y la alternativa prefabricada. En el caso específico de la viga cabecera 1, se trata de una viga vaciada en sitio con un muro de contención superior al cuerpo principal de la viga cabecera que tiene una ménsula para recibir una losa de pavimento que permite el tránsito del relleno al puente.

3.1. Normas de Diseño

El análisis de este puente se basa en las siguientes normas:

- Especificaciones para el Diseño de Puentes de acuerdo al método LRFD (AASHTO, 2014)
- Reglamento Estructural de Panamá, JTIA, 2014

3.2. Factores de carga y combinaciones

FACTORES DE CARGA Y COMBINACIONES							
Combinaciones de carga estado límite	**Peso propio**	**Peso de barrera**	**Peso de asfalto**	**Carga viva**	**Acción de viento**	**Acción sísmica**	**Fuerza de impacto**
	DD	**DC**	**DW**	**LL+IM**	**WS**	**EQ**	**CT**
Resistencia I (sin hidrodemolición)	1.25	1.25	1.5	1.75			
Resistencia III (sin hidrodemolición)	1.25				1.4		
Evento extremo I (sin hidrodemolición)	1.25	1.25	1.5	1		1	
Evento extremo II (sin hidrodemolición)	1.25	1.25	1.5	0.5			1
Servicio I (sin hidrodemolición)	1	1	1	1	0.3		
Resistencia I (con hidrodemolición)	1.25	1.25	1.5	1.75			
Resistencia III (con hidrodemolición)	1.25				1.4		
Evento extremo I (con hidrodemolición)	1.25	1.25	1.5	1		1	
Evento extremo II (con hidrodemolición)	1.25	1.25	1.5	0.5			1
Servicio I (con hidrodemolición)	1	1	1	1	0.3		

Adicionalmente, la carga viva del camión o tándem se amplifica con un factor de impacto de 1.33.

3.3. Carga Viva de Diseño

Tal cual lo establece la norma AASHTO, se diseñó el puente para la carga viva designada como “HL-93”, consistiendo esta de la combinación más crítica entre un camión de diseño más una carga de carril o un par de ejes (tándem) más una carga de carril.

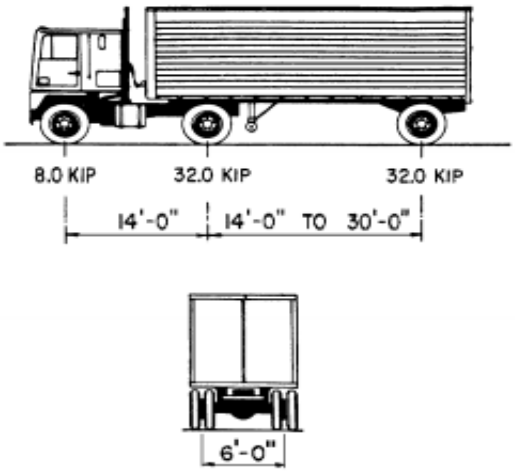


Figure 3.6.1.2.2-1—Characteristics of the Design Truck

(Fuente: AASHTO, 2014)

Para el par de ejes (tándem), cada tendrá un peso de 25kip, con los ejes espaciados a 4 pies uno del otro. El espaciamiento transversal de las ruedas será de 6 pies.

La carga de carril consistirá de una carga uniforme de 64 libras por pie cuadrado, actuando sobre un carril de 10 pies de ancho.

4. Análisis de viga cabecera

En esta sección, a fin de comparar con lo analizado anteriormente, presentamos primeramente un extracto del reporte CIPTS-18-805-D-AE-01 correspondiente a la viga cabecera vaciada en sitio, sin pérdida de sección en los estribos, para que este análisis pueda ser comparado con un análisis específico de la viga cabecera 1 tomando en cuenta la pérdida de sección en los estribos.

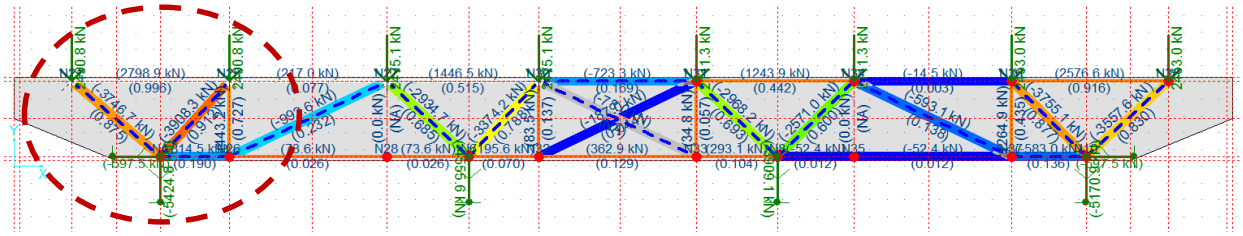
4.1. Análisis de viga cabecera vaciada en sitio (Extracto de CIPTS-18-805-D-AE-01)

En el caso de la viga cabecera, las cargas de las vigas están muy cerca de la línea de acción de las columnas, por lo que no es adecuado utilizar diagramas de cortante y momento para evaluar las demandas y capacidad de este elemento.

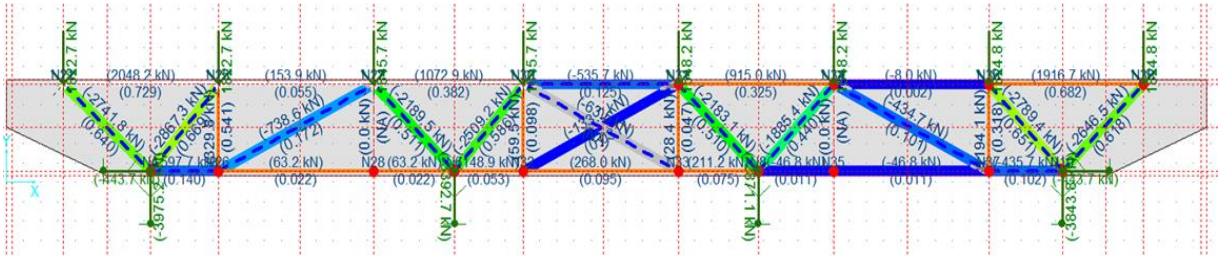
La normativa AASHTO, en su sección 5.6.3.1 recomienda el uso de la metodología de Puntales y Tensores cuando las cargas se encuentren a una distancia menor a 2 veces la profundidad del miembro de un apoyo. Consecuentemente, este análisis fue realizado por el método de puntales y tensores para determinar la capacidad de las partes en tensión y compresión. El software utilizado es el programa CAST que permite realizar modelos en 2D.

En cuanto a los factores de carga y combinación, se analizó en el software CAST el estado de resistencia 1 y el estado de servicio 1 con las cargas obtenidas en el programa SAP2000 después de la hidrodemolición. El resultado es que la viga cabecera tiene capacidad para resistir las solicitaciones de cargas.

Análisis con cargas en estado de Resistencia 1 (Fuerzas y ratios demanda capacidad)



Análisis con cargas en estado de Servicio 1 (Fuerzas y ratios demanda capacidad)



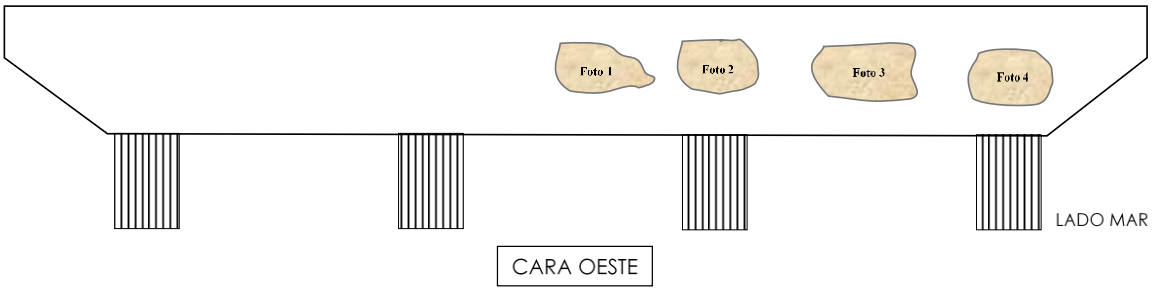
De estos modelos se puede observar que:

- El acero longitudinal en la parte inferior trabaja muy poco. Cuando se compara la cuantía de este acero, con los requerimientos de acero mínimo establecidos por la norma ACI 318, nos damos cuenta de que el acero proporcionado corresponde a 70.98cm^2, mientras que los requerimientos de acero mínimo corresponden a 68.13cm^2 y 71.25cm^2 (La norma ACI presenta dos ecuaciones para el cálculo de la cuantía de acero mínimo a flexión).
- El acero longitudinal en la parte superior solamente está exigido en el voladizo del cabezal, trabajando prácticamente a capacidad para cargas últimas (Resistencia I). No se planea hacer hidrodemolición ni ninguna otra intervención que pueda afectar a este acero.
- En cuanto al refuerzo transversal, se aprecia que, para cargas últimas, los estribos están exigidos a un 73% de su capacidad. Bajo cargas de servicio, los estribos trabajan a 54% de su capacidad. La mitad del acero transversal lo compone un anillo interno, con un recubrimiento de 50cm. Esta demanda ha sido comparada con la capacidad que aportan 3 estribos espaciados a 20cm. El cabezal tiene estribos espaciados a 20cm en toda su longitud.
    - La remoción del concreto superficial alrededor del anillo transversal exterior, en la cara vertical del cabezal no deteriora los mecanismos de resistencia de la viga cabecera.
    - La remoción del concreto superficial, en la cara inferior del cabezal, no debe profundizarse más allá del acero longitudinal. Si se interrumpe el contacto entre el acero del núcleo de la viga cabecera y el acero longitudinal inferior, se puede generar una falla por cortante en el concreto.
- Las zonas en compresión tienen amplio espacio para redistribuir esfuerzos por lo que no la remoción de 10cm superficiales no afectará su capacidad. Reducir el ancho de las zonas en compresión de 1.50m a 1.30m, requiere un incremento en la profundidad de las zonas en compresión de solo un 15%. En el modelo de puntales y tensores se le asignó una profundidad de 15cm a los puntales, mientras que los mismos pueden ocupar sin problema unos 50cm.

4.2. Análisis específico de viga cabecera 1

4.2.1. Condición de los estribos

La cara oeste de la viga cabecera 1 presentó desconchamientos y pérdidas de acero localizadas en 4 zonas como se muestra en el esquema siguiente y en las fotos subsecuentes.



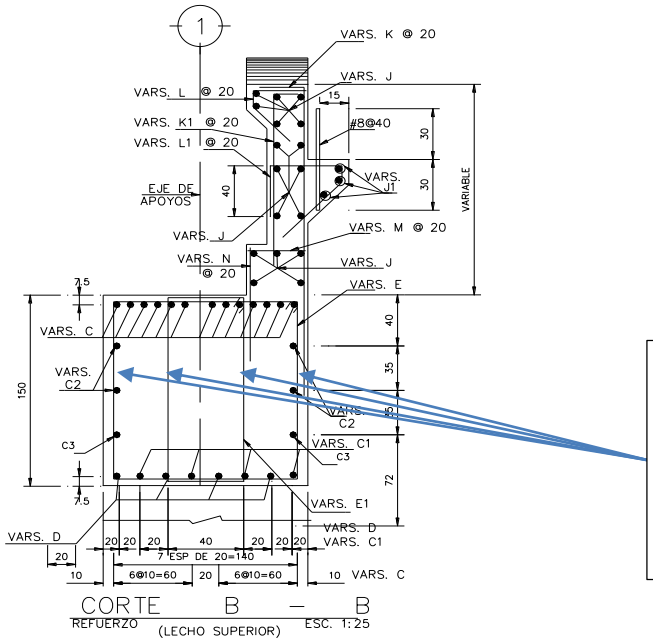
Entre pilas B y C.
Foto N°1

Sobre pila C.
Foto N°2

Entre pilas C y D.
Foto N°3

Sobre pila D.
Foto N°4

Al analizar el detalle de refuerzo de la viga cabecera 1, se encuentra que los estribos están compuestos por 4 patas verticales de barras #4. Tomando en cuenta el 50% de pérdida en los estribos de la cara oeste, esto representa 4.52cm^2 de acero por conjunto de estribos, es decir, 88% del área original.



4 #4 = 4 x 1.29cm^2 = 5.16cm^2

La #4 de la cara oeste tiene menos de 50% de pérdida, conservadoramente, el área actual es:

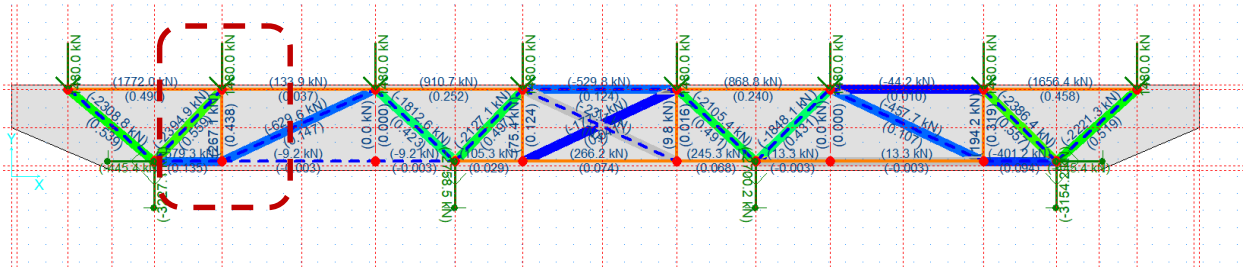
3 x 1.29cm^2 + 50%*1.29cm^2= 4.52 cm^2

4.2.2. Condición de carga

Al tratarse de la primera viga cabecera, a la misma solo llega un vano. Siendo así, la reacción por línea de trabes es menor que aquella calculada para las vigas cabeceras típicas, a las cuales llegan dos vanos. La reacción por línea de trabes se estimó para esta viga cabecera en 1480 kN, es decir, 60% de la reacción utilizada en los análisis presentados para las vigas cabeceras típicas.

4.2.3. Análisis bajo condición de carga específica, sin pérdida de acero

Utilizando la misma técnica de puntales y tensores, reduciendo la carga que le llega a la viga por motivo de ser un vano inicial, se obtiene que la demanda máxima en el tensor crítico, sin tomar en cuenta la pérdida de acero en los estribos de la cara oeste, corresponde a un 43.8% de la capacidad de los estribos.



Al tomar en cuenta la pérdida de sección de estribos, la capacidad se disminuye, resultando en una demanda que corresponde al 50% de la capacidad de los estribos con pérdida. Esta evaluación es en el estado límite de resistencia I, es decir, con todos los factores de amplificación de carga incluidos.

4.3. Comparación de estados de esfuerzo

En el cuadro siguiente se presenta la comparación entre la viga

	Opción Vaciada en Sitio, sin pérdida de acero en estribos, vanos a ambos lados	**Viga Cabecera 1 (tomando en cuenta pérdida de sección localizada en estribos)**
Cuantía de acero longitudinal inferior	11.06 plg^2	11.06 plg^2
Centroide de acero longitudinal inferior medido del fondo	7.5 cm	7.5 cm
Área de sección transversal de estribos	4 x 1.29cm^2 = 5.16 cm^2	3 x 1.29cm^2 + 50% 1.29cm2= 4.51 cm^2 (88% del original)
Reacción por línea de trabes	~2400 kN	~1480 kN
Demanda máxima en estribos (Resistencia I)	72.7%	50%
Demanda máxima en refuerzo longitudinal inferior (Resistencia I)	12.9%	12.9%
Demanda máxima en refuerzo longitudinal superior (Resistencia I)	99.6%	99.6%
Demanda máxima en zona en compresión longitudinal (tope de viga cabecera)	51.5%	51.5%

5. Conclusiones

- Considerando que no es posible ejecutar una reposición de aceros en la cara oeste por falta de acceso, se evaluó el estado de esfuerzo de la viga cabecera 1 tomando en cuenta las pérdidas de sección observadas.
- La pérdida del 50% del área de sección de la barra #4 externa del estribo, corresponde a una reducción de área de 12% del conjunto de barras (4#4) que componen un estribo completo.
- La viga cabecera 1, al ser una cabecera inicial, solo recibe un vano. La carga que le llega por línea de trabes equivale al 62% de las cargas para cabeceras a las que llegan dos vanos.
- En el estado límite de resistencia I, tomando en cuenta todos los factores de seguridad y las pérdidas de sección en las barras de la cara oeste, las demandas corresponden al 50% de la capacidad de los estribos en la viga cabecera.
- Es perfectamente seguro proceder sin una reposición de acero de las pérdidas de sección en la cara oeste.
- Se recomienda específicamente para este caso:
    - No realizar reposición ni suplementación de aceros
    - Limpiar el acero
    - Aplicar el producto pasivador (SIKA EPOCEM 110 o similar aprobado)
    - Sellar con mortero de reparación (SikaRepair224 o similar aprobado)

ALEJANDRO R. AVENDAÑO V.
INGENIERO CIVIL
Licencia No. 2005-006-009
FIRMA
Ley 15 del 26 de Enero de 1959
Junta Técnica de Ingeniería y Arquitectura

PLAN DE CONTROL DE CALIDAD

4	07-marzo 2019	Para Revisión	AG		
			CIPTS	PROYECO-SEG	ENA
3	04-octubre 2018	Revisado	AG		
			CIPTS	PROYECO-SEG	ENA
2	24-septiembre 2018	Revisado	AG		
			CIPTS	PROYECO-SEG	ENA
1	01-agosto 2018	Revisado	AG		
			CIPTS	PROYECO-SEG	ENA
0	26-junio 2018	Revisado	AG		
			CIPTS	PROYECO-SEG	ENA
NO. REV.	**Dia**	**DESCRIPCION**	**PREPARADO**	**REVISADO**	**APPROVED**

Tabla de contenido

1 Objetivo y alcance 5

2 Organización para el Control de Calidad 5

3 Actividades características de la obra para el Control de Calidad 10

4 Procedimientos de entrega de información (Entregables) 11

5 Metodologías para inspecciones de control de calidad 13

5.1 Proceso general de control de calidad 13

5.2 Fase Preparatoria (P) 14

5.3 Fase inicial 16

5.4 Fase de seguimiento 18

5.4.1 Pruebas 18

5.4.2 Laboratorio de ensayo 20

5.5 Fase de terminación 22

5.5.1 Inspección de terminación 22

5.5.2 Inspección Pre-Entrega Final 22

5.5.3 Inspección de aceptación definitiva (Entrega final) 22

6 Documentación 23

7 Actividades características del proyecto 25

7.1 Reparación de pilas 25

7.1.1 Inspección preparatoria (P) 25

7.1.2 Inspección Inicial (I) 26

7.1.3 Inspecciones de seguimiento (S) 28

7.1.4 Inspección de terminación (T) 29

7.2 Reparación de vigas cabeceras 29
7.2.1 Inspección preparatoria (P) 29
7.2.2 Inspección inicial (I) 30
7.2.3 Inspecciones de seguimiento (S) 31
7.2.4 Inspección de terminación (T) 33
7.3 Reparación de vigas, pre-losas y diafragmas 33
7.3.1 Inspección preparatoria (P) 33
7.3.2 Inspección Inicial (I) 34
7.3.3 Inspecciones de seguimiento (S) 35
7.3.4 Inspección de terminación (T) 36
8 Evaluación y aceptación de suministros de materiales 36
9 Personal 37
10 Maquinaria y herramientas 38
11 Lista de Verificación de Infracciones 39
11.1 Hidrodemolición 39
11.1.1 Pilas 39
11.1.2 Vigas cabeceras 39
11.2 Preparación antes del vaciado 40
11.2.1 Pilas 40
11.2.2 Vigas cabeceras 41
11.3 Vaciados 41
11.3.1 Pilas 41
11.3.2 Vigas cabeceras 42

11.4 Después del vaciado 42

11.4.1 Vigas cabeceras 42

11.5 Reparaciones especiales en las caras laterales de las vigas cabeceras 43

11.6 Reparación de vigas, pre-losas y diafragmas 43

12 Formatos para control de calidad 44

1 Objetivo y alcance

El propósito de este plan es describir el programa de Control de Calidad de ICONSA-PCS, para los trabajos de rehabilitación que forman parte del alcance del contrato "Estudio, Diseño y Construcción del Proyecto de Rehabilitación Estructural del Tramo Marino del Corredor Sur"

Este plan está destinado para la implementación del Control de Calidad y a su vez controlar el alcance y grado de calidad establecido en el contrato por ENA Sur, S.A a cuál denominaremos en este plan como "El Cliente" y PROYECO - SEG al cual denominaremos como "La Inspección".

Este plan es un marco de referencia que contiene los parámetros mínimos que deben cumplirse en este proyecto desarrollado por ICONSA-PCS denominado como El Contratista, así como los procedimientos de control y verificación de los trabajos realizados para que estén dentro de los criterios de aceptación de la obra.

Las variantes a estos criterios deben razonarse, justificarse y documentarse bajo la responsabilidad de los profesionales responsables del proyecto de acuerdo con lo indicado en las especificaciones técnicas, planos, pliego de cargo y contrato.

2 Organización para el Control de Calidad

A continuación, detallaremos los responsables y sus funciones para que se cumpla se cumpla con lo descrito en este plan:

Gerente de Proyecto

- Planificar, organizar, dirigir y controlar la ejecución de la obra, incluyendo la obtención de todos los recursos necesarios en el sitio, ya sea de personal, equipo, materiales u otros, para cumplir con el contrato dentro de los parámetros de seguridad, calidad, tiempo y costo establecidos.

- Revisar y dar seguimiento al cumplimiento de la realización del proyecto de acuerdo con los requerimientos contractuales del proyecto.
- Verificar que la obra sea dentro del programa de trabajo aprobado o dentro de periodos de tiempo que contribuyan a mejorar la duración total del proyecto.
- Revisar y dar seguimiento de toda la correspondencia intercambiada con el Cliente.
- Gestionará, dirigirá, revisará y aprobará todo lo relacionado con la administración global del proyecto, incluida la calidad y producción.

Gerente de Diseño

- Tiene la responsabilidad de aprobar el cumplimiento de los resultados finales de la producción en base a los estándares de la calidad establecidos.
- Debe reportar al Gerente de Proyecto cualquier situación que se presente en la obra reportada por el Ingeniero de Proyecto y el Ingeniero de Control de Calidad y que pueda afectar la calidad de un trabajo.
- Revisar y dar seguimiento. de toda la correspondencia intercambiada con el Cliente en base a los diseños y resultados de calidad

Ingeniero de Proyecto

- Tiene responsabilidad por la administración global del proyecto, incluida la calidad y producción.
- El Ingeniero del Proyecto debe reportar al Gerente de Proyecto y al Gerente de Diseño cualquier situación que se presente en la obra reportada por el Superintendente o el Ingeniero de Control de Calidad, que pueda afectar la calidad de un trabajo. Estas desviaciones tienen que ver con las fases de

inicio, fecha de terminación y duración de las actividades detalladas en el programa.

- Dará seguimiento al control de la correspondencia con el cliente para que se atienda cualquier consulta relacionada con la realización de los trabajos, pregunta o solicitud del Cliente o bien de la Inspección.
- Será el responsable del control de la correspondencia con el cliente y que se haya atendido cualquier consulta, pregunta o solicitud del cliente.

Ingeniero de Control de Calidad

- Tiene la responsabilidad de aprobar el cumplimiento de los resultados de la producción en base a los estándares de la calidad establecidos.
- Dará seguimiento al cumplimiento del control de calidad del contratista. Llevará el control de toda la documentación que se genere debido al control de calidad de la obra, registros de pruebas, resultados e informes.
- Dará seguimiento al control de la correspondencia con el cliente para que se atienda cualquier consulta relacionada con la realización de los trabajos, pregunta o solicitud del Cliente o bien de la Inspección.
- Preparación, revisión, presentación de los documentos y muestras de los entregables requeridos. Incluirá en las presentaciones toda la información necesaria (Planos del contratista, fabricante o constructor, literatura descriptiva, incluyendo (pero no limitada a) recortes de catálogo, diagramas, gráficas y curvas de operación, informes de pruebas, cilindros de pruebas, muestras certificaciones, garantías y otros requisitos semejantes que se exigen.
- Dará seguimiento a las presentaciones que requieren la aprobación del cliente con anterioridad a la adquisición de los materiales. Mantendrá un control del manejo del registro de sometimientos.

- Planificará, coordinará, realizará y dará seguimiento a la realización de las pruebas de control de calidad requeridas en la obra para garantizar la calidad de los trabajos en coordinación con los responsables de la calidad.
- Dirigir las Inspecciones de Control de Calidad para todas las secciones de las especificaciones (Fase preparatoria, fase inicial, fase de seguimiento y fase de terminación).
- Ejecutar en tiempo y de forma adecuada todos los ensayos de todas las actividades de construcción a través de laboratorio de ensayo de materiales del contratista o laboratorios independientes siempre y cuando esto sea requerido.
- Será el responsable del control de la correspondencia con el cliente y que se haya atendido cualquier consulta, pregunta o solicitud del cliente.

Superintendente del Proyecto

- El superintendente del proyecto estará asignado y disponible en todo momento en las inmediaciones del proyecto, durante la realización de la obra para atender cualquier consulta de la construcción, tramites y operaciones de la construcción con los inspectores de proyecto, designados por el cliente.
- Dará seguimiento a la realización de las pruebas de control de calidad junto con el Ingeniero de Control de Calidad, para garantizar la calidad de cada una de las actividades a realizadas en la ejecución de la obra.
- El Superintendente del Proyecto debe reportar al Gerente de proyecto. Comunicará cualquier situación que se presente en la obra y que pueda afectar la calidad y duración de un trabajo. La comunicación se hará de inmediato al Gerente del Proyecto con copia al Ingeniero del Proyecto y al Ingeniero de Control de Calidad.

- Ejecutar todas las actividades que comprenden los trabajos en el sitio, usando los materiales y equipos especificados y aprobados por Cliente y la Inspección.
- Comunica al Ingeniero de Proyecto y Gerente del Proyecto todas las necesidades y requerimientos encontrados para obtener soluciones rápidas
- Mantener el trabajo dentro de condiciones estrictas de seguridad para alcanzar una terminación de trabajos sin accidentes.
- Supervisará a los capataces de las cuadrillas establecidas para la construcción del proyecto.

Capataz y líderes de cuadrillas

- Supervisaran los trabajos de construcción de sus cuadrillas para que cumplan con las Especificaciones Técnicas y planos aprobados para construcción.
- Ejecutar todas las actividades que comprenden los trabajos en el sitio, usando los materiales y equipos especificados y aprobados por el cliente
- Los responsables de calidad (Capataces y líderes de cuadrilla) deben reportar al Superintendente de Construcción y al Ingeniero de Control de Calidad. Estos seguirán las instrucciones directrices, planes, procedimientos necesarios para producir un producto final que cumpla con los requisitos del contrato, conforme a lo indicado y establecido por el Superintendente del Proyecto.
- Entre las tareas de los responsables del Control de Calidad es de supervisar la calidad del trabajo que está ejecutando de acuerdo con las directrices establecidas por el Superintendente del Proyecto.

- Inspeccionar y verificar los trabajos realizados por las cuadrillas que están bajo su cargo y responsabilidad.
- Consultar con el superintendente cualquier duda que exista para la realización de un trabajo, antes de hacerlo.
- Realizar todas las Inspecciones de Control de Calidad con los técnicos de los Subcontratistas para asegurar la calidad y el cumplimiento de cualquier trabajo que estos realicen.
- Comunicar al Superintendente del Proyecto, Ingeniero de Control de Calidad o al Ingeniero de Proyecto cuando tiene listo un trabajo para que estos lo revisen y aprueben para la realización de la actividad que le sucede.
- Mantener el trabajo dentro de condiciones estrictas de seguridad para alcanzar una terminación de trabajos sin accidentes.

Asistente de Ingeniero

- Responsable de archivar de manera adecuada toda la información generada debido al control de calidad del proyecto.
- Responsable de recolectar toda la información de control de calidad que se genere en la obra.
- Comunicar al Superintendente del Proyecto e Ingeniero de Proyecto de cualquier retraso que se de en la entrega de los informes y pruebas de control de calidad.
- Reportar al Ingeniero de Proyecto.

3 Actividades características de la obra para el Control de Calidad

El listado comprende las actividades sobre las cuales se implementará el sistema de Control de Calidad del Contratista de acuerdo con las Especificaciones Técnicas y Planos Contractuales:

- Reparación de pilas
- Reparación de vigas cabeceras
- Reparación de vigas, pre-losas y diafragmas

Los detalles del Control de Calidad de estas actividades se desarrollarán de acuerdo con los diseños, especificaciones y planos de construcción. Debido a que las características y condiciones de cada actividad son diferentes, se precisarán los puntos de control para asegurar la calidad especificada del producto asociado a cada tarea.

La lista incluye, pero no está limitada, a las actividades mencionada y podrá ser revisada y actualizada.

El Contratista notificará al Cliente y a la Inspección, por escrito, de cualquier cambio propuesto. Los cambios propuestos estarán sujetos a la aceptación de Cliente e Inspección, quienes tienen la potestad de detener los trabajos si se realizan cambios al plan sin aprobación.

4 Procedimientos de entrega de información (Entregables)

El Superintendente del Proyecto en conjunto con el Ingeniero de Control de Calidad verificaran, antes del inicio de cada uno de los trabajos que están dentro del alcance contractual para la Rehabilitación del Tramo Marino del Corredor Sur, que todos los procedimientos de programación, revisión, certificación y manejo de la presentación de los documentos, incluyendo la de los subcontratistas, fabricantes fuera del sitio de la obra, proveedores y agente de compras han sido aprobados. La información debe ser completa y con suficiente detalle para permitir la inmediata determinación de que cumple con los requisitos del contrato. Esta debe incluir planos del contratista, fabricante o constructor, literatura descriptiva, catálogos, diagramas, gráficas y curvas de operación, informes de pruebas, muestras, certificaciones, garantías y otros requisitos semejantes que se exijan.

Los formatos para utilizar en los controles de calidad de la obra serán los siguientes:

- Sometimientos de materiales,
- Informe de No-Conformidad,
- Formato de Reporte de trabajos realizados,
- Formato de Reportes Semanales.

Las presentaciones deben ser entregadas con suficiente anticipación para que el Cliente en conjunto con la Inspección puedan revisarlas y aprobarlas antes de la construcción o compra; principalmente aquellas que requieren aprobación de esta.

El periodo de aprobación de los sometimientos será de quince (15) días luego de la entrega de los documentos al Cliente y la Inspección.

En el caso de hacerse necesaria la generación de un reporte de No-Conformidad (RCN); estos deberán entregarse por lo menos en un periodo no mayor de 24 horas después de la constatación.

Una vez se finalice con la reparación de cada claro se procederá a completar el formato de Aceptación Sustancial, de manera de que la Inspección y el Cliente aprueben dicho formato en conjunto con el Contratista y documentar la finalización de cada claro.

Adicional a los requerimientos previamente descritos, el Contratista presentará un reporte semanal, el cual incluirá: descripción de las actividades realizadas, ensayos al concreto, problemas encontrados y acciones de correcciones tomadas.
Procedimiento de envió de sometimientos:

El procedimiento acordado en las reuniones de seguimiento para los sometimientos del proyecto será el siguiente:

1. El Contratista deberá someter a la Inspección los documentos para su visto bueno (el destinatario de los correos será la Inspección con copia al Cliente

2. La inspección dará el visto bueno al documento o sometimiento presentado y comunicará al Contratista la aprobación o bien el rechazo del documento para resometer.
3. Si se requiere, el Contratista someterá el documento a las instituciones correspondientes con la aprobación del Cliente.

5 Metodologías para inspecciones de control de calidad

El Plan de Control de Calidad del Contratista es el medio por el cual se asegura que la construcción ejecutada esté acorde a los requerimientos del contrato. Se emplearán cuatro (4) fases de control conducidas por el responsable del control de calidad (Superintendente del Proyecto), para cada tarea definida dentro de una actividad. El superintendente se apoyará en su equipo de trabajo para la realización de las siguientes fases de control de calidad en el proyecto:

- Fase preparatoria (P)
- Fase inicial (I)
- Fase seguimiento (S)
- Fase de terminación (T)

Durante los procedimientos de seguimiento para las fases preparatorias, iniciales, seguimiento y terminación, y el control, comprobación y pruebas de aceptación incluyendo la documentación correspondiente; el Superintendente del Proyecto será asistido por el personal designado por El Contratista para este fin.

5.1 Proceso general de control de calidad

El proceso de Control de Calidad que estableceremos en el proyecto será el siguiente:

1. Confección de sometimiento de materiales;
2. Aprobación de sometimientos;
3. Seguimiento a las normativas del proyecto;

4. Toma de muestras y ensayos de laboratorio;
5. Control de ensayos de calidad;
6. Control de producto No Conforme y No Conformidad;
7. Actualización del cuadro Control de documentos;
8. Informe Mensuales de Calidad.

5.2 Fase Preparatoria (P)

La fase preparatoria se realizará por los menos 3 días hábiles antes del inicio de los trabajos en cada actividad luego de haberse aprobado o aceptado, por parte el Cliente y la Inspección, todos los planos, documentos, materiales y entregables relacionados con la actividad. Deberá existir una copia de todos los documentos en el sitio de la obra.

Esta fase contempla una reunión conducida por el Ingeniero de Control de Calidad en la que se requiere la presencia del Representante del Cliente, el Superintendente de Obra y el Oficial de Seguridad (como corresponda) y los supervisores responsables de los trabajos a realizar. Dentro de los puntos a tratar en esta reunión podemos mencionar:

- Revisión de las especificaciones aplicables.
- Revisión de los planos contractuales.
- Revisión de planos taller y/o otros entregables aplicables al caso.
- Revisión para asegurar que todos los materiales y/o equipos han sido ensayados, sometidos y aprobados según se requiera.
- Revisión del control de inspección y ensayos requeridos en las especificaciones técnicas para el trabajo.
- Verificación del área de trabajo para asegurar que todo el trabajo preliminar requerido ha sido completado y que está acorde con el contrato.

- Una revisión física de los materiales, equipos y muestras requeridas para asegurar que están disponibles, que cumplen con los planos aprobados o información sometida, y que están almacenados adecuadamente.
- Una revisión de los análisis de riesgos propios de la actividad para asegurar el cumplimiento de las normas de seguridad.
- Discusión de los procedimientos para controlar la calidad del trabajo incluyendo posibles deficiencias o no conformidades repetitivas. Documentar normas de tolerancias de construcción y pericia para la actividad característica particular.
- Discusión de la metodología a utilizar en la realización de los trabajos, incluyendo recursos a utilizarse, secuencias, etc.
- Discusión de la fase inicial de control.
- Esta fase incluirá una reunión dirigida por el Superintendente del proyecto, y el capataz responsable por la actividad característica.
- Se invitará al personal responsable de la Inspección con un mínimo de 24 horas de anticipación, para la realización de la inspección de la fase preparatoria.

Los resultados de esta fase serán documentados en minutas preparadas por El Ingeniero de Control de Calidad del Proyecto, o la persona que el designe para tal fin, y distribuirlas a los involucrados. El documento se adjuntará en el reporte semanal del control de calidad del contratista. Previo a la ejecución de la fase inicial, cualquier tema pendiente de la fase preparatoria debe ser corregido.

Las no conformidades detectadas en la fase preparatoria serán documentadas desde su hallazgo hasta su corrección y se mantendrá un

archivo de lecciones aprendidas a fin de mejorar situaciones similares en actividades futuras.

Se efectuarán tantas fases preparatorias adicionales como sean necesarias en la misma actividad característica de trabajo si la calidad del trabajo que se ejecuta no es aceptable o está en no cumplimiento.

5.3 Fase inicial

Esta fase será ejecutada al inicio del trabajo de una actividad característica y comprenderá lo siguiente:

- Una revisión del trabajo preliminar para asegurar que se encuentra en total cumplimiento con los requerimientos del contrato. Revisión de la minuta (Acta) de la reunión de Fase Preparatoria.
- Verificar la adecuación y suficiencia de los controles para asegurar el cumplimiento total de contrato. Verificar los requerimientos del control de inspección y ensayos.
- Establecer la calidad de los materiales y verificar que cumplen con los requerimientos mínimos aceptables e indicados en las especificaciones técnicas de la obra.
- Resolver toda diferencia.
- Revisar la seguridad para verificar su cumplimiento y mejoramiento del plan de seguridad y del análisis de riesgo de la actividad. Revisar el análisis de riesgo de la actividad con los trabajadores. Revisar el análisis de la actividad con los trabajadores.
- La Inspección será notificada con 24 horas de anticipación de cualquier acción en la inspección de la Fase Inicial.

La fase inicial será repetida para cada cuadrilla nueva que vaya a ejecutar el trabajo o cuando los estándares de calidad especificados no sean alcanzados.

Esta fase puede ser necesaria bajo las siguientes condiciones:

- En una determinada característica de la obra;
- Si la calidad del trabajo es no –conforme.
    - Si el trabajo es no-conforme se seguirán los procedimientos establecidos para el manejo de las No- Conformidades, desde la identificación, hasta la implementación de medidas correctivas aceptadas por el Cliente.
- Si se han realizado cambios en el personal de Control de Calidad, de supervisión o de cuadrillas.
- En caso de presentarse otros problemas que requieran la repetición de la fase.

Para permitir la correcta ejecución y seguimiento de los trabajos de las actividades características del proyecto, se realizarán reuniones con el equipo de la Inspección y el Cliente, las cuales deberán ser documentadas mediante una agenda típica de asuntos a tratar, dándole el debido seguimiento a través de su respectiva minuta. Los aspectos a tratar incluirán los siguientes puntos:

- Seguridad y accidentes: Se abarcarán los comentarios acerca de la Seguridad ocupacional, prevención de accidentes, uso del equipo de seguridad en la obra, revisión y análisis de estadísticas de accidentes.
- Cuidado Ambiental
- Reportes de inspección: La finalidad de estos, es determinar y clasificar los asuntos que deben ser corregidos en cuanto a

procedimientos de Construcción o que requieran reparaciones menores.

- Reportes de No conformidad.

Se efectuarán tantas fases iniciales adicionales como sean necesarias en la misma actividad característica de trabajo si la calidad del trabajo que se ejecuta no es aceptable o está en no cumplimiento.

5.4 Fase de seguimiento

Consiste en revisiones diarias que se realizarán para asegurar las actividades de control, incluyendo ensayos de control, que provean evidencias que certifiquen un cumplimiento continuo de los requerimientos del contrato hasta la culminación de la actividad característica del trabajo. Se realizará la revisión final de seguimiento y se corregirán todas las deficiencias y no-conformidades, cuya implementación deberá ser finalmente aceptadas por la Inspección antes de iniciar las actividades características de trabajo adicionales que puedan verse afectada por el trabajo no conforme o defectuoso. El Contratista no ejecutará trabajos consecuentes sobre, ni encubrirá, trabajos que presenten deficiencias o no-conformidades.

5.4.1 Pruebas

El contratista efectuará las pruebas especificadas o exigidas para verificar que las medidas de control son adecuadas para lograr un producto que sea conforme a los requisitos del contrato. El Contratista obtendrá los servicios de un laboratorio comercial de ensayo aprobado por el Cliente, El Contratista realizará las siguientes actividades y registrará los siguientes datos:

- Verificar que los procedimientos de prueba cumplen con los requisitos del contrato.

- Verificar que las instalaciones y equipo de prueba se encuentran disponibles y cumplen con lo estipulado en las normas de ensayo.
- Comprobar los datos de calibración de los instrumentos de prueba contra las normas de certificación correspondientes.
- Verificar que se han elaborado y aprobado por el Cliente y la Inspección, los formularios de registro y el sistema de control del número de identificación de la prueba, incluyendo todos los requisitos de documentación de la prueba.
- Los resultados de todas las pruebas tantos los aprobados como los reprobados, se registrarán en el informe de control de calidad de la fecha en que se tomaron. De aprobarlo la Inspección, los informes de pruebas actuales podrán presentarse posteriormente con una referencia al número de prueba y fecha en que se tomó.

Los ensayos al concreto según la actividad a realizar serán los siguientes:

1. Vaciado de Pilas
    - Ensayo de medición de flujo de asentamiento (ASTM C 1611),
    - temperatura (ASTM C 1064)
    - compresión de cilindros a los 3 y 28 días (ASTM C 39).
2. Vaciado de bases de pilas
    - Ensayo de medición de flujo de asentamiento (ASTM C 1611),
    - temperatura (ASTM C 1064)
    - compresión de cilindros a los 3 y 28 días (ASTM C 39).
3. Vaciado de Vigas Cabeceras

- Ensayo de medición de flujo de asentamiento (ASTM C 1611),
- temperatura (ASTM C 1064)
- compresión de cilindros a los 3 y 28 días (ASTM C 39).

4. Vaciado de Vigas, pre-losas y diafragmas
   - Compresión de cubos de morteros (ASTM C 109)

Si la resistencia del concreto resulta menor a la requerida se harán extracciones de núcleos (ASTM C 42) y ensayos de compresión a estos núcleos para tener una segunda medida de resistencia.

La información de los ensayos será complementada con el plan de muestreo.

5.4.2 Laboratorio de ensayo

El Contratista se asegurará de que los laboratorios externos utilizados cumplan con los estándares en las especificaciones del contrato. Laboratorios utilizados para analizar concretos, morteros y aceros deberán cumplir criterios detallados en las normas mencionadas a continuación:

Normativa	Descripción
ASTM E 329	Especificación Normativa para Entidades Dedicadas a la Inspección de Construcciones y/o Realización de Ensayos
ASTM C 94	Especificación Normalizada para Concreto Premezclado

ASTM C 31	Práctica Normalizada para Preparación y Curado de Especímenes de Ensayo de Concreto en la Obra
ASTM C 39	Método de Ensayo Normalizado para Resistencia a la Compresión de Especímenes Cilíndricos de Concreto
ASTM C 33	Especificación Normalizada de Agregados para Concreto
ASTM C 42	Método de Ensayo Normalizado para la Obtención y Ensayo de Núcleos Perforados y Vigas Aserradas de Concreto
ASTM C 1611	Método de Ensayo normalizado para flujo de asentamiento de concreto autocompactante
ASTM A 615	Especificación Normalizada para Barras de Acero al Carbono Lisas y Corrugadas para Refuerzo de Concreto
ASTM A 706	Especificación Normalizada para Barras de Acero de Baja Aleación Lisas y Corrugadas para Refuerzo de Concreto
ASTM C 1064	Método de prueba estándar para la determinación de la temperatura del concreto de cemento hidráulico recién mezclado
ASTM C 42	Método de prueba estándar para obtención y ensayo de núcleos perforados y vigas aserradas de concreto
ASTM C 109	Método de prueba estándar para la resistencia a la compresión de Morteros de cemento hidráulico.

5.5 Fase de terminación

5.5.1 Inspección de terminación

Cuando la terminación de la tarea esté próxima, o de cualquier incremento del mismo, establecida por un plazo de terminación estipulado, el Ingeniero de Control de Calidad o el Superintendente del Proyecto, realizará una inspección y desarrollará una lista de pendientes que serán detalles que no estén acorde con los planos y/o especificaciones aprobados. Esta lista de pendientes se incluirá en la documentación de control de calidad del contratista e indicará la fecha estimada en la cual culminarán los trabajos pendientes. El Ingeniero de Proyecto en conjunto con el Superintendente del Proyecto, o su equipo, realizarán tantas inspecciones como sean necesarias, a fin de asegurar que, en efecto, todas las deficiencias y no-conformidades se encuentran corregidas. Una vez esto se haya realizado, el contratista notificará a la Inspección que está todo preparado para la inspección pre-final por parte de la Inspección para verificar que todos los trabajos hayan sido terminados.

5.5.2 Inspección Pre-Entrega Final

Esta inspección será realizada conjuntamente por el Contratista y la Inspección para verificar que las instalaciones están terminadas y listas para usarse. En esta inspección se puede generar una lista de pendientes y el Ingeniero de Control de Calidad o el Superintendente del Proyecto se encargará de que todos los puntos en esta lista sean terminados antes de hacer la entrega final.

5.5.3 Inspección de aceptación definitiva (Entrega final)

El Ingeniero de Control de Calidad, el Superintendente u otra persona de la administración primaria del contratista y la Inspección estarán

presentes en esta última inspección. Podrá asistir también personal adicional del Cliente que requiera estar presente. La inspección definitiva se programará formalmente con la Inspección, la cual coordinara con el Cliente las personas que participaran luego de recibir los resultados de la inspección pre-final. La inspección final es para verificar la terminación de los trabajos y su cumplimiento con los requerimientos del contrato. Se le dará aviso al Cliente, por lo menos, 3 antes de la inspección de aceptación definitiva, e incluirá la garantía del contratista que todos los ítems específicos previamente señalados al Contratista como inaceptables, como también el trabajo restante y por realizar bajo el contrato, se encontrarán terminados y aceptables en la fecha programada para la inspección de aceptación definitiva.

6 Documentación

El Contratista mantendrá registros actualizados que proporcionen evidencia que las actividades y/o las pruebas de control de calidad requeridas se realizaron. Estos registros incluirán el trabajo de los subcontratistas y proveedores y se presentarán en un formulario previamente aceptado por el Cliente, que incluya como mínimo, la siguiente información:

- Contratistas/Subcontratistas, nombre, dirección, teléfono y área de responsabilidades
- Planta/equipo utilizados con las horas trabajadas, inactivas, o de penalización avería/reparación.
- Trabajo realizado cada día, señalando la ubicación, descripción y por quien.
- Pruebas y/o de actividades de control efectuadas con los resultados y referencias a los requisitos correspondientes en las especificaciones y planos. La fase de control se identificará (preparatoria, inicial y seguimiento). Se listarán las deficiencias juntamente con las medidas correctivas.

- Los reportes de no-conformidades serán enviados al Cliente en un periodo no mayor de 48 horas luego de que un producto, trabajo o procedimiento fuera de conformidad haya sido detectado.
- Cantidad de materiales recibidos en el sitio de la obra, con la declaración respecto a su aceptabilidad, almacenaje, y referencias a los requisitos correspondientes en las especificaciones/planos.
- Evaluaciones de seguridad del trabajo, señalando que se verificó, los resultados, e instrucciones o las medidas correctivas.
- Instrucciones que se impartieron/recibieron y los conflictos de planos y/o especificaciones.
- Declaración de verificación del subcontratista.
- Un reporte final donde se consolide el progreso histórico del proyecto en términos de la gestión del Contratista y sus controles de calidad. Se debe incluir como mínimo:
    - Evidencia fotográfica
    - Cuadros estadísticos y sus resultados
    - Reportes de calidad
    - Los materiales y certificaciones de laboratorio
    - Todos los ensayos realizados por tipo de trabajo
    - Se deben completar los Reportes de Trabajos Realizados y deben ser firmado por ambas partes.
- Los Reportes Semanales indicarán una descripción de las actividades realizadas, las condiciones climatológicas encontradas, problemas encontrados y las acciones de correcciones tomadas. Se suministrará el original y una copia de estos registros en formato de informe al Cliente semanalmente, dentro de las 24 horas, a partir de la fecha comprendida por el informe.

7 Actividades características del proyecto

A continuación, describimos las actividades principales de la obra, que se estarán monitoreando y registrando para garantizar el cumplimiento con los requerimientos de calidad de acuerdo con las especificaciones técnicas y contrato. El propósito es garantizar que estas actividades mantengan los estándares mínimo-requeridos por las especificaciones del proyecto y las normativas aplicables.

El control de calidad del contratista es el medio por el cual se asegura que la obra, que incluye la de los subcontratistas y proveedores, cumple con los requisitos del contrato. El Ingeniero de Control de Calidad y el Superintendente del Proyecto dirigirá por lo menos tres (3) de las fases de control para cada actividad característica del trabajo.

A continuación, detallamos cada una de estas actividades y las distintas verificaciones que se realizaran en cada una de las fases que conllevan su realización (Preparatoria, Inicial, Seguimiento y Terminación):

7.1 Reparación de pilas

7.1.1 Inspección preparatoria (P)

1. Revisión de las especificaciones técnicas.
2. Revisar, con el capataz responsable de la actividad y el personal de la Inspección, en una reunión dirigida por el Superintendente del proyecto, el plano del trabajo a realizar, área de trabajo y límites de las áreas. Revisar el procedimiento para la realización del trabajo.
3. Revisar el equipo a ser utilizado.
4. Revisión de la zona de trabajo para asegurar que todo el trabajo preliminar exigido se ha terminado y que da cumplimiento al contrato.
5. Verificar la cantidad de personal requerido para la realización de la actividad característica.

6. Revisar el plan de seguridad, Sistema de Manejo Ambiental y Plan de Respuestas a Emergencias antes de iniciar los trabajos.
7. Asegurar que todo el equipo está en buenas condiciones operativas y ha sido inspeccionado por seguridad.
8. Inspeccionar y revisar el método de disposición, y el sitio aprobado.
9. Revisar los procedimientos a utilizar para controlar la calidad del trabajo, incluyendo las deficiencias o no-conformidades repetitivas. Documentar las normas de tolerancias y de pericia para la actividad característica particular.
10. Someter la aprobación de los suministros de materiales (camisas, barras de polímero reforzado con fibra de vidrio)
11. Someter el diseño de mezcla (especificaciones de los aditivos, característica de los agregados y del cemento).
12. Almacenar apropiadamente cada material según especificaciones del fabricante o proveedor.

7.1.2 Inspección Inicial (I)

1. Se realizará una reunión previa al comienzo de la fase inicial, donde la Inspección será invitada. Un acta de esta reunión será levantada y adjuntada en el reporte diario el día en que se da la reunión.
2. Revisar que el trabajo a realizar cumple cabalmente con los requisitos del contrato.
3. Revisar el acta de la reunión preparatoria de la actividad de limpieza y desmonte selectivo.
4. Inspeccionar que la seguridad del área será mantenida de acuerdo con el plan de seguridad y que aplique a esta actividad. También

el mejoramiento del plan de seguridad y del análisis de riesgo de la actividad.

5. Instalación de andamios colgantes, plataforma de trabajos y pontones cumpliendo con las normas de seguridad.
6. Aplicación de inhibidor de corrosión MCI 2020 a parte inferior de las pilas
7. Colocación de refuerzo no metálico para recrecido de parte inferior de las pilas
8. Colocación de camisa para parte inferior de las pilas
9. Colocación de concreto de recrecido de parte inferior de las pilas El concreto será colocado o vaciado cuando la formaleta y el refuerzo hayan sido revisados y aprobados por el cliente, se avisará 24 horas antes del vaciado.
10. Instalación del equipo de hidrodemolición con sus guías para demolición de pilas circulares.
11. Verificación de profundidad de hidrodemolición
12. Verificación de la pérdida de sección en las barras de refuerzo.
13. Verificar aplicación de pasivador de armadura a refuerzo expuesto por hidrodemolición y colocado como acero suplementario.
14. Colocación del inhibidor de corrosión MCI 2020
15. Colocación de camisas para la parte superior de las pilas y el anillo de transición.
16. Colocación de concreto de recrecido de parte superior de las pilas El concreto será colocado o vaciado cuando la formaleta y el refuerzo pasivado hayan sido revisados y aprobados por el cliente, se avisará 24 horas antes del vaciado.

17. Prueba de flujo y temperatura al concreto según ASTM C 1611 y ASTM C 1064, verificando el cumplimiento de las especificaciones establecidas en el diseño de mezcla previamente aprobado.
18. Toma de cilindros de prueba según ASTM C 31, se ensayarán a los 3 y 28 días.

7.1.3 Inspecciones de seguimiento (S)

1. Realizar la inspección diaria de los puntos listados en la inspección inicial.
2. Realizar comprobaciones para asegurar que las actividades de control mantengan en forma continuada, el cumplimiento con los requisitos del contrato, hasta que concluya con la actividad característica del trabajo
3. Las comprobaciones de las actividades realizadas serán parte de la documentación del control de calidad del contratista.
4. Todas las deficiencias y no-conformidades detectadas serán corregidas y aceptadas por el Cliente; antes de iniciar cualquier otra actividad característica que se pueda ver afectada por el trabajo defectuoso o no-conforme.
5. Se dará seguimiento al cumplimiento con la seguridad tanto del equipo, personal y medio ambiente de acuerdo con el plan de Seguridad Salud e Higiene Industrial y Sistema de Manejo Ambiental.
6. En la actividad de bombeo del concreto, el equipo de bombeo tendrá cualidades adecuadas y la capacidad para la ejecución de la obra.
7. La operación de bombeo del concreto propiamente dicha será precedida por una mezcla de apresto. Esta será un concreto sin

agregado grueso o la que recomiende el fabricante del equipo. El propósito será lubricar la bomba y la tubería, pero no se permitirá que esa mezcla de apresto contamine el concreto que se vaya a vaciar para el recrecido de las pilas.

8. Se usará un concreto altamente fluido sin segregación, que puede ser extendido en el sitio, llenando la formaleta y encapsulando el refuerzo, sin ningún tipo de consolidación mecánica.
9. Se colocará el concreto dentro de 3 horas, luego que el agua es añadida por primera vez a la mezcla, no se colocará el concreto luego que haya evidencia de la fragua inicial. El retemplado del concreto no es permitido.

7.1.4 Inspección de terminación (T)

1. Al finalizar el bombeo, se expulsará el concreto dentro de la línea.
2. La desinstalación de las camisas no será necesaria debido a que el encamisado de las pilas es permanente.
3. Será realizada una inspección de terminación del trabajo.
4. Desarrollar una lista de excepciones de todas las discrepancias notadas. La lista de excepciones es para ser transmitidas al superintendente del proyecto y una fecha debe ser programada para realizar y terminar las correcciones.
5. Hacer una segunda inspección para verificar que los trabajos con no- conformidades han sido corregidos.

7.2 Reparación de vigas cabeceras

7.2.1 Inspección preparatoria (P)

1. Revisión de las especificaciones técnicas.
2. Revisar, con el capataz responsable de la actividad y el personal de la Inspección, en una reunión dirigida por el Superintendente del

proyecto, el plano del trabajo a realizar, área de trabajo y límites de las áreas. Revisar el procedimiento para la realización del trabajo.

3. Revisar el equipo a ser utilizado.
4. Revisión de la zona de trabajo para asegurar que todo el trabajo preliminar exigido se ha terminado y que da cumplimiento al contrato.
5. Verificar la cantidad de personal requerido para la realización de la actividad característica.
6. Revisar el plan de seguridad, Sistema de Manejo Ambiental y Plan de Respuestas a Emergencias antes de iniciar los trabajos.
7. Asegurar que todo el equipo está en buenas condiciones operativas y ha sido inspeccionado por seguridad.
8. Inspeccionar y revisar el método de disposición, y el sitio aprobado.
9. Revisar los procedimientos a utilizar para controlar la calidad del trabajo, incluyendo las deficiencias o no-conformidades repetitivas. Documentar las normas de tolerancias y de pericia para la actividad característica particular.
10. Someter la aprobación de los suministros de materiales (armaduras y aditivos)
11. Someter el diseño de mezcla, (especificaciones de los aditivos, característica de los agregados y del cemento).
12. Almacenar apropiadamente cada material según especificaciones del fabricante o proveedor.

7.2.2 Inspección inicial (I)

1. Se realizará una reunión previa al comienzo de la fase inicial, donde la Inspección será invitada. Un acta de esta reunión será levantado y adjuntada en el reporte diario el día en que se da la reunión.

2. Revisar que el trabajo a realizar cumple cabalmente con los requisitos del contrato.
3. Revisar el acta de la reunión preparatoria de la actividad de limpieza y desmonte selectivo.
4. Inspeccionar que la seguridad del área será mantenida de acuerdo con el plan de seguridad y que aplique a esta actividad. También el mejoramiento del plan de seguridad y del análisis de riesgo de la actividad.
5. Instalación de andamios colgantes, plataforma de trabajos y muelles flotantes cumpliendo con las normas de seguridad.
6. Instalación del equipo de hidrodemolición con sus guías y sistemas semi-robotizados para las vigas cabeceras.
7. Verificación de profundidad de hidrodemolición
8. Verificación de la pérdida de sección en las barras de refuerzo.
9. Aplicación de manera uniforme del pasivador a la armadura de refuerzo.
10. Colocación de las mallas de refuerzo de polímero reforzado con fibra de vidrio
11. El concreto será colocado cuando el acero haya sido revisado y aprobados por el cliente, se avisará 24 horas antes del vaciado.
12. Prueba de temperatura al concreto según ASTM C 1064, verificando el cumplimiento de las especificaciones establecidas en el diseño de mezcla previamente aprobado.
13. Prueba flujo de asentamiento al concreto según ASTM C 1611

7.2.3 Inspecciones de seguimiento (S)

1. Realizar la inspección diaria de los puntos listados en la inspección inicial.

2. Realizar comprobaciones para asegurar que las actividades de control mantengan de forma continua, el cumplimiento con los requisitos del contrato, hasta que concluya con la actividad característica del trabajo
3. Las comprobaciones de las actividades realizadas serán parte de la documentación del control de calidad del contratista.
4. Todas las deficiencias y no-conformidades detectadas serán corregidas y aceptadas por el Cliente; antes de iniciar cualquier otra actividad característica que se pueda ver afectada por el trabajo defectuoso o no-conforme.
5. Se dará seguimiento al cumplimiento con la seguridad tanto del equipo, personal y medio ambiente de acuerdo con el plan de Seguridad Salud e Higiene Industrial y Sistema de Manejo Ambiental.
6. La operación de bombeo del concreto propiamente dicha será precedida por una mezcla de apresto. Esta será un concreto sin agregado grueso o la que recomiende el fabricante del equipo. El propósito será lubricar la bomba y la tubería, pero no se permitirá que esa mezcla de apresto contamine el concreto que se vaya a vaciar para el recrecido de las pilas.
7. Se usará un concreto altamente fluido sin segregación, que puede ser extendido en el sitio, llenando la formaleta y encapsulando el refuerzo, sin ningún tipo de consolidación mecánica.
8. Se colocará el concreto dentro de 3 horas, luego que el agua es añadida por primera vez a la mezcla, no se colocará el concreto luego que haya evidencia de la fragua inicial. El retemplado del concreto no es permitido.

7.2.4 Inspección de terminación (T)

1. Al finalizar el bombeo, se expulsará el concreto dentro de la línea y se trasladaran los desperdicios al sitio destinado.
2. Será realizada con una inspección de terminación del trabajo.
3. Desarrollar una lista de excepciones de todas las discrepancias notadas. La lista de excepciones es para ser transmitidas al superintendente del proyecto y una fecha debe ser programada para realizar y terminar las correcciones.
4. Hacer una segunda inspección para verificar que los trabajos con no- conformidades han sido corregidos.

7.3 Reparación de vigas, pre-losas y diafragmas

7.3.1 Inspección preparatoria (P)

1. Revisión de las especificaciones técnicas.
2. Revisar, con el capataz responsable de la actividad y el personal de la Inspección, en una reunión dirigida por el Superintendente del proyecto, el plano del trabajo a realizar, área de trabajo y límites de las áreas. Revisar el procedimiento para la realización del trabajo.
3. Revisar el equipo a ser utilizado.
4. Revisión de la zona de trabajo para asegurar que todo el trabajo preliminar exigido se ha terminado y que da cumplimiento al contrato.
5. Verificar la cantidad de personal requerido para la realización de la actividad característica.
6. Revisar el plan de seguridad, Sistema de Manejo Ambiental y Plan de Respuestas a Emergencias antes de iniciar los trabajos.
7. Asegurar que todo el equipo está en buenas condiciones operativas y ha sido inspeccionado por seguridad.
8. Inspeccionar y revisar el método de disposición, y el sitio aprobado.

9. Revisar los procedimientos a utilizar para controlar la calidad del trabajo, incluyendo las deficiencias o no-conformidades repetitivas. Documentar las normas de tolerancias y de pericia para la actividad característica particular.
10. Someter la aprobación de los suministros de materiales (aditivos y morteros)
11. Almacenar apropiadamente cada material según especificaciones del fabricante o proveedor.

7.3.2 Inspección Inicial (I)

1. Se realizará una reunión previa al comienzo de la fase inicial, donde la Inspección será invitada. Un acta de esta reunión será levantado y adjuntada en el reporte diario el día en que se da la reunión.
2. Revisar que el trabajo a realizar cumple cabalmente con los requisitos del contrato.
3. Revisar el acta de la reunión preparatoria de la actividad de limpieza y desmonte selectivo.
4. Inspeccionar que la seguridad del área será mantenida de acuerdo con el plan de seguridad y que aplique a esta actividad. También el mejoramiento del plan de seguridad y del análisis de riesgo de la actividad.
5. Instalación de andamios colgantes, plataforma de trabajos y muelles flotantes cumpliendo con las normas de seguridad.
6. Debido a que la reparación es puntual y localizada, se hará la demolición del concreto dañado con el equipo de demolición manual (eléctricos o de aire comprimido).

7. Limpieza mediante equipo de chorro de arena hasta un grado SA 2.
8. Verificación de la pérdida de sección en las barras de refuerzo.
9. Aplicación de manera uniforme del pasivador a la armadura de refuerzo.
10. Reconstrucción con un mortero tixotrópico aprobado.

7.3.3 Inspecciones de seguimiento (S)

1. Se realizará una inspección periódica de los puntos listados en las inspecciones o reuniones previas del proyecto.
2. Realizar comprobaciones para asegurar que las actividades de control mantengan en forma continuada, el cumplimiento con los requisitos del contrato, hasta que concluya con la actividad característica del trabajo.
3. Las comprobaciones de las actividades realizadas serán parte de la documentación del control de calidad del contratista.
4. Todas las deficiencias y no-conformidades detectadas serán corregidas y aceptadas por el Cliente; antes de iniciar cualquier otra actividad característica que se pueda ver afectada por el trabajo defectuoso o no-conforme.
5. Se dará seguimiento al cumplimiento con la seguridad tanto del equipo, personal y medio ambiente de acuerdo con el plan de Seguridad Salud e Higiene Industrial y Sistema de Manejo Ambiental.
6. Se tomarán muestras de mortero entregado por el proveedor y se ensayaran cada tres meses.
7. Estas muestras de morteros serán ensayadas para evaluar su resistencia a compresión.

7.3.4 Inspección de terminación (T)

1. Una vez realizadas todas las reparaciones puntuales que se requieran, se procederá con la aplicación de un tratamiento superficial del 100% de la superficie con un inhibidor de corrosión.
2. Será realizada una inspección de terminación del trabajo.
3. Desarrollar una lista de excepciones de todas las discrepancias notadas. La lista de excepciones es para ser transmitidas al superintendente del proyecto y una fecha debe ser programada para realizar y terminar las correcciones.
4. Hacer una segunda inspección para verificar que los trabajos con no- conformidades han sido corregidos.

8 Evaluación y aceptación de suministros de materiales

Los materiales, insumos y equipos que se utilicen en los proyectos deben contar con la aprobación del cliente. Se utilizará un formato de sometimientos para la aprobación es estos materiales.

Los sometimientos deben ser entregados con suficiente tiempo de anticipación para que el Cliente en conjunto con la Inspección puedan revisarlas y aprobarlas antes de la construcción o compra. A continuación, una lista previa de los materiales para aprobación.

Descripción	Proveedor	Material
Jackets	Denso	Jacket Seashield Fiber Form
Armadura GFRP	B&B FRP Manufacturing Inc.	MTS BAR
Humo de Sílice	Sika	Sikafume
Aditivo Superplastificante	Sika	SikaPlast 328 PA
Aditivo Inhibidor de Corrosión	Sika	Sika CNI
Aditivo Retardador	Sika	Plastiment 650 PA
Pasivador de Armadura	Sika	Armatec 110 EPOCEM

Descripción	Proveedor	Material
Humo de Sílice	Sika	Sikafume
Aditivo Acelerante	Sika	Sigunit L 50 AF
Mortero de Reparación	Sika	Sikapair 224
Curador	Sika	Antisol Blanco PA
Retardador Superficial	Sika	Rugasol 200 PA
Epoxico de anclaje	Sika	Sika Anchorfix 2 Tropical
Inhibidor de Corrosión	Construventa	CORTEC MCI 2020 V/O
Mortero de Reparación	Construventa	Rep Con V/O
Aditivo Inhibidor de Corrosión	Construventa	MCI 2005
Curador	Construventa	E-Cure
Curador	Construventa	SpecRez
Anticorrosivo	Construventa	SpecpRep EZ
Espuma expansiva	Sika	Sika Boom
Impermeabilizante	Construventa	Aquafin
Cemento	Hormigón Express	Cemento Tipo 1
Agregado fino	Hormigón Express	Arena de rio
Agregado grueso	Hormigón Express	Piedra 3/8”
Diseño de mezcla de concreto autocompactante		

9 Personal

El personal que empleará el Contratista cuenta con una amplia experiencia en la realización de cada una de las actividades principales de la obra, por lo que el Departamento de Ingeniería y Recursos Humanos, se aseguran de que los mismos cumplan con la experiencia mínima para cada actividad. A continuación, se presentará las descripciones de funciones de los principales departamentos.

Posición	Responsabilidad
Gerente de proyecto	Persona responsable de la administración de un proyecto de construcción desde su inicio hasta que funcione como fue propuesto.

Gerente asistente	Persona responsable de la administración de un proyecto de construcción desde su inicio hasta que funcione como fue propuesto en la ausencia del Gerente de Proyecto.
Gerente de Diseño / Ingeniero proyectista	Ingeniero encargado de diseñar en base a las necesidades que presente el proyecto.
Ingeniero de Proyecto	Su principal objetivo es el cumplimiento del contrato, dentro del tiempo y presupuesto establecido.
Asistente de control de proyectos	Asistir en la ejecución y documentación de todas las actividades concernientes al proyecto, presupuesto, control de costos, etc.
Superintendente	El superintendente es el responsable de la administración de la construcción real en el campo. Su primordial objetivo es dirigir y coordinar con los capataces las actividades de las cuadrillas.
Ingeniero de control de calidad	Encargado de supervisar la calidad de los trabajos a realizar velando por el cumplimiento de los estándares de materiales y diseño.
Encargado de salud y seguridad ocupacional	El Oficial de Seguridad Ocupacional coordina los sistemas de salud y seguridad en el proyecto. Identificaran riesgos a la salud y seguridad, proporcionando controles requeridos en el sitio, y asesorando para la prevención de accidentes.
Encargado de ambiente	El asistente de ambiente apoya en la gestión ambiental que adelanta la empresa en sus instalaciones y proyectos.

10 Maquinaria y herramientas

La maquinaria (equipo de trabajo) estará en condiciones óptimas de funcionamiento. Estos serán revisados y verificado por el Departamento de equipo del Contratista antes del salir llevado al proyecto para que satisfaga los requisitos mínimos requeridos por el Cliente y por las políticas internas de regulación del Departamento de Equipos. También el Departamento de equipo será el responsable del servicio de mantenimiento de los equipos utilizados en la obra y en atender las reparaciones de los equipos que puedan surgir durante la realización del proyecto.

Las herramientas de poder a utilizar en la obra también estarán en condiciones óptimas de operación para garantizar el correcto desempeño de estas durante su uso en los trabajos. Las herramientas que presenten algún desperfecto serán removidas de la obra para su adecuada reparación y prueba para la utilización de estas nuevamente.

Tanto los equipos como herramientas a utilizar deberán cumplir todos los requerimientos de seguridad mínimo para su uso en la obra; tal y como lo indica el plan de seguridad del proyecto. A continuación, mencionamos algunos equipos y herramientas principales que se estarán utilizando en la obra:

- Equipo de Hidrodemolición
- Hovercraft
- Equipo de mezclado de concreto proyectado
- Andamios colgantes
- Luminaria de desvió y señalización
- Torres de iluminación
- Muelle flotante

11 Lista de Verificación de Infracciones

11.1 Hidrodemolición

11.1.1 Pilas

- Verificar la hidrodemolición a espesor constante definido en el diseño

11.1.2 Vigas cabeceras

- Verificar la hidrodemolición a espesor constante definido en el diseño

11.2 Preparación antes del vaciado

11.2.1 Pilas

- El sistema de iluminación debe ser suficiente para iluminar el área de trabajo y proporcionar un lugar seguro.
- Todas las barras de acero expuestas en la hidrodemolición tendrán el pasivador antes de colocar el concreto.
- Se quitarán de las barras de refuerzo: el mortero antiguo, lubricantes y otras incrustaciones o capas que pudieran reducir la adherencia.
- La herrumbre y las escamas sueltas serán removidas y las dimensiones mínimas del acero no serán menores que las requeridas en el ACI 318.
- Todas las barras de acero expuestas en la hidrodemolición se les aplicara el pasivador previo a la colocación del concreto.
- Se colocará el inhibidor de corrosión MCI 2020
- Se quitarán los desechos y materiales extraños en el interior del encofrado, en el interior del equipo de mezcla y transporte.
- Se verificarán posibles defectos en las cimbras (jackets) que puedan afectar la impermeabilidad.
- La tornillería de apriete lateral estará en la posición definida en el diseño.
- Colocación de los sunchos temporales en los jackets, para el vaciado de acuerdo con lo estipulado en el diseño.
- Las bocas de vaciados estarán ajustadas para evitar derrames de concreto.

11.2.2 Vigas cabeceras

- El sistema de iluminación debe ser suficiente para iluminar el área de trabajo y proporcionar un lugar seguro.
- Todas las barras de acero expuestas en la hidrodemolición tendrán el pasivador antes de colocar el concreto.
- Colocación de la armadura de polímeros reforzados con fibras (GFRP).
- Se quitarán de las barras de refuerzo: el mortero antiguo, lubricantes y otras incrustaciones o capas que pudieran reducir la adherencia.
- La herrumbre y las escamas sueltas serán removidas y las dimensiones mínimas del acero no serán menores que las requeridas en el ACI 318.
- Se quitarán los desechos y materiales extraños en el interior del equipo de mezcla y transporte.
- Colocación de guías laterales.
- Colocación de plataformas y lonas para evitar derrames de concreto al mar.

11.3 Vaciados

11.3.1 Pilas

- No se usarán tubos de aluminio para llevar el concreto bombeado.
- El caudal de la bomba al momento del vaciado será entre 3 m^3/hr a 6 m^3/hr.
- La altura de vertido del concreto será entre 4 m a 6 m. El Instituto Americano del Concreto ACI 318 (Código de Diseño de Hormigón Estructural), ACI 301-10 (Especificaciones para el concreto

estructural) y ACI 304 (Guía práctica para la colocación del concreto) no especifican una altura máxima de vertido de concreto.

- Ensayos de extensión de flujo ASTM C 1611
  1. D_{max}: el mínimo valor será de 60 cm
  2. T_{50}: el máximo valor será de 5 segundos
- Temperatura: el máximo valor será de 35 °C
- Resistencia mínima de compresión a los 3 días será de 25 MPa
- Resistencia mínima de compresión a los 28 días será de 35 MPa

11.3.2 Vigas cabeceras

- No se usarán tubos de aluminio para llevar el concreto bombeado.
- El caudal de la bomba al momento del vaciado será entre 6 m^3/hr a 20 m^3/hr.
- Ensayos de extensión de flujo ASTM C 1611
  3. D_{max}: el mínimo valor será de 70 cm
  4. T_{50}: el máximo valor será de 5 segundos
- Temperatura: el máximo valor será de 35 °C
- Resistencia mínima de compresión a los 3 días será de 25 MPa
- Resistencia mínima de compresión a los 28 días será de 35 MPa

11.4 Después del vaciado

11.4.1 Vigas cabeceras

- El curado será mediante un compuesto especificado formador de membrana líquida, o papel o esteras para curado de concreto.
- El compuesto líquido se debe aplicar a una medida uniforme. Los valores usuales de cobertura varían de 0.2 litros/m2 a 0.25 litros/m2.
- El compuesto de curado líquido se aplicará con aspersor de presión.

11.5 Reparaciones especiales en las caras laterales de las vigas cabeceras

Estas reparaciones en las caras laterales deberán aplicarse cuando se evidencia actividad mínima de corrosión en toda la cara lateral de la viga cabecera. Entiéndase por evidencia actividad mínima de corrosión, la colección de lecturas de velocidad de corrosión que en su mayoría no excede **1.0 mA/cm2**, distribuidas en toda la extensión de la viga cabecera.

En el caso de que la mayoría de la superficie examinada presente actividad mínima de corrosión y se encuentren focos locales de corrosión, se realizarán reparaciones puntuales.

Las reparaciones puntuales por realizar no deberán exceder el 50% del área de la cara lateral de la viga cabecera

- Solo se removerá el tratamiento superficial existente, con medios mecánicos abrasivos, chorro de granalla abrasiva o chorro de agua a alta presión según sea necesario.
- Se aplicará inhibidor de corrosión migratorio **CORTEC MCI 2020 VO** a toda la superficie expuesta
- Se aplicará el sellador de poros utilizando una bomba de proyección de mortero, se aplicará el producto **AQUAFIN IC.**

11.6 Reparación de vigas, pre-losas y diafragmas

- En las reparaciones puntuales se eliminará el concreto afectado (con herramientas mecánicas o hidrodemolición).
- Se limpiarán las armaduras con granallado.
- Todas las barras de acero expuestas durante la reparación tendrán el pasivador antes de colocar el mortero.

- Se hará la reconstrucción con un mortero reparador con resistencia de compresión a los 7 días de 25 MPa, la resistencia requerida a los 28 días será de 35 MPa.
- Colocación del tratamiento superficial del 100% de la superficie con el inhibidor de corrosión.

12 Formatos para control de calidad

Los formatos por utilizar para los controles de calidad de la obra se encuentran adjuntos en el ANEXO a este documento, Detallados a continuación:

- Formato de solicitud de cambio
- Submittal de materiales
- Bitácora de submittal
- Informe de No-Conformidad.
- Informe de Producto No Conforme
- Formato de inspecciones diarias de control de calidad
- Reporte Semanal de Control de Calidad
- Reporte de Trabajos Realizados
- Inspección de estructuras

REPORTE SEMANAL DE CONTROL DE CALIDAD

SEMANA DEL XX AL XX DE XX

Índice

1 Reparación de Pilas 4
1.1 Hidrodemolición 4
1.2 Preparación antes del vaciado 4
1.2.1 Base de pilas 4
1.2.2 Pilas 4
1.3 Vaciados 6
1.3.1 Base de Pilas 6
1.3.2 Pilas 6
2 Reparación de Vigas Cabeceras 6
2.1 Hidrodemolición 6
2.2 Preparación antes del vaciado 6
2.3 Vaciados 7
2.4 Después del vaciado 7
3 Reparación de vigas, pre-losas y diafragmas 8
3.1 Reparaciones puntuales 8
3.2 Tratamiento Superficial 9
4 Problemas Encontrados /Acción de Corrección Tomada 9
5 Inspecciones de materiales y equipos 9
6 Registro Fotográfico de los vanos antes de las reparaciones 9
7 Pruebas y ensayos 9
7.1 Ensayo de resistividad eléctrica superficial 9

7.2 Ensayo de medición de contenidos de cloruros 10

7.3 Ensayo de velocidad de corrosión 10

7.4 Ensayos al concreto fresco 10

8 Condiciones Climatológicas 10

9 Anexos 10

1 Reparación de Pilas

1.1 Hidrodemolición

- Se verificó la hidrodemolición a espesor constante definido en el diseño

1.2 Preparación antes del vaciado

1.2.1 Base de pilas

- Se aplicará el inhibidor de corrosión migratorio aprobado (Cortec MCI 2020 VO)

- Se instalarán ganchos de GFRP anclados al concreto para sujetar la armadura de piel

1.2.2 Pilas

- En el caso de encontrarse pérdida superior al 10% del área de acero de refuerzo transversal, el mismo deberá ser suplementado por acero adicional

- Se removió de las barras de refuerzo: la herrumbre, el mortero antiguo, lubricantes y otras incrustaciones o capas que pudieran reducir la adherencia.

- Todas las barras de acero expuestas en la hidrodemolición se les aplicó pasivador previo a la colocación del concreto.

- Se debe colocar el encamisado Fiber Form de la marca Denso

- La tornillería de apriete lateral fue colocada en la posición pre-definida en el diseño.

- Colocación de los sunchos temporales en los jackets, para el vaciado de acuerdo con lo estipulado en el diseño.

- Las bocas de vaciados estaban ajustadas para evitar derrames de concreto.

- El sistema de iluminación fue colocado se manera eficiente para iluminar el área de trabajo y proporcionar claridad con el fin de realizar un trabajo seguro.

1.3 Vaciados

1.3.1 Base de Pilas

- Se deberá esperar 3 días (f'c = 25MPa) luego del vaciado antes de vaciar el fuste de la pila.

1.3.2 Pilas

- Resistencia de compresión

2 Reparación de Vigas Cabeceras

2.1 Hidrodemolición

- Se verificó la hidrodemolición a espesor constante definido en el diseño

2.2 Preparación antes del vaciado

- En el caso de encontrarse pérdida superior al 10% del área de acero de refuerzo transversal, el mismo deberá ser suplementado por acero adicional

- Se removió de las barras de refuerzo: la herrumbre, el mortero antiguo, lubricantes y otras incrustaciones o capas que pudieran reducir la adherencia.

- Todas las barras de acero expuestas en la hidrodemolición se les aplicó pasivador previo a la colocación del concreto.

- Se colocó de la armadura de polímeros reforzados con fibras (GFRP).

- Se realizó la colocación de las formaletas y guías laterales.

- Se colocaron plataformas y lonas para evitar derrames de concreto al mar.

2.3 Vaciados

- Resistencia de compresión

2.4 Después del vaciado

- El curado fue realizado mediante el uso de un compuesto especificado formador de membrana líquida.

3 Reparación de vigas, pre-losas y diafragmas

3.1 Reparaciones puntuales

- En las reparaciones puntuales se eliminará el concreto afectado (con herramientas mecánicas o hidrodemolición). Hasta exponer el concreto sano.

- Se limpiaron las armaduras con granallado.

- Todas las barras de acero expuestas durante la reparación tienen el pasivador antes de colocar el mortero.

- En el caso de encontrarse pérdida superior al 10% del área de acero de refuerzo transversal, el mismo deberá ser suplementado por acero adicional

- Se hizo la reconstrucción con un mortero reparador con resistencia de compresión a los 28 días de 35 MPa

3.2 Tratamiento Superficial

- Se limpiará la superficie con equipo de hidrolavado a presión

- Se coloco del tratamiento superficial del 100% de la superficie con el inhibidor de corrosión.

4 Problemas Encontrados /Acción de Corrección Tomada

5 Inspecciones de materiales y equipos

6 Registro Fotográfico de los vanos antes de las reparaciones

7 Pruebas y ensayos

7.1 Ensayo de resistividad eléctrica superficial

7.2 Ensayo de medición de contenidos de cloruros

7.3 Ensayo de velocidad de corrosión

7.4 Ensayos al concreto fresco

8 Condiciones Climatológicas

9 Anexos

Resultados de ensayos a compresión de cilindros recibidos hasta la fecha

ENA SUR, S.A. / SEG Ingeniería	*SOLICITUD DE CAMBIO*	ICONSA PCS INGENIERÍA CONTINENTAL, S.A

DETALLES DE LA SOLICITUD:

PROYECTO:	Estudio, Diseño y Construcción del Proyecto de rehabilitación estructural del tramo marino del Corredor Sur.
N° DE SOLICITUD	
FECHA DE PRESENTACIÓN	
FECHA DE REQUERIDO	
SOLICITADO POR	
NOMBRE DEL CAMBIO	
JUSTIFICACIÓN	

AFECTACIONES

ALCANCE	
TIEMPO	
COSTO	
SEGURIDAD	
RIESGO	
AMBIENTE	

☐ Adjunta Planos ☐ Adjunta Minuta ☐ Adjunta Detalles de Costos

N°	DESCRIPCIÓN DE CAMBIOS

Estatus de solicitud: ☐ **Aprobada** ☐ **Volver a Someter**

☐ **Rechazada**

PREPARADO POR:
ICONSA - PCS

_____
FECHA:

REVISADO POR:
PROYECO - SEG

_____
FECHA:

ACEPTADO POR:
ENA SUR, S.A.

_____
FECHA:

ENA SUR, S.A / SEG Ingeniería	***SUBMITTAL***	ICONSA PCS Ingeniería Continental, S.A

PROYECTO:	Estudio, diseño y construcción del proyecto de rehabilitación estructural del tramo marino del Corredor Sur		
FECHA:			
NOMBRE:		**SUBMITTAL N°:**	
PARA:			
DE:		**FIRMA:**	

TIPO DE SUBMITTAL					
☐	Certificación de Equipo/Personal	☐	Cronograma	☐	Planos
☐	Materiales	☐	Facturación Mensual	☐	Metodología
☐	Reportes de Inspección	☐	Diseño	☐	Otros:

DESCRIPCION

STATUS DE SUBMITTAL			
☐ Aprobado	☐ Aprobado con comentarios	☐ Rechazado	☐ Re-someter
COMENTARIOS:			

REVISIONES			
NOMBRE	FIRMA	FECHA	ORGANIZACIÓN

Informe de No-Conformidad

Proyecto/Departamento:	**Fecha:**	**No.**
		18-805-N-001
Descripción de No-Conformidad: (Incluir Normas y Requisitos Incumplidos)		
Detectada por:	**Documentación del SGC**	**No Conformidad**
		☐ **Mayor** ☐ **Menor**
Análisis de la causa raíz (¿Por qué sucedió esto?):		
Corrección propuesta con fechas de culminación:		

Realizada por:	Cargo:	Firma:	Fecha:
Autorizada por: Ing.	Cargo:	Firma:	Fecha:

Plan de Acción correctiva (para evitar recurrencia)			
Realizada por:	Cargo:	Firma:	Fecha:
Autorizada por:	Cargo:	Firma:	Fecha:
Impacto preliminar estimado de costos, recursos y tiempo:			

Verificación de la implementación del plan de acción correctiva por el auditor			
Observaciones:			
Verificada por:		**Fecha:**	
CIERRE por RC/CS	Firma:	Fecha:	
ADJUNTAR Evidencia (Fotos, documentos, Registros, etc.)			

ENA SUR,S.A

Bitacora de Submittals

ICONSA INGENIERÍA CONTINENTAL,S.A PCS

Proyecto:	Estudio, diseño y construcción del proyecto de rehabilitación estructural del tramo marino del Corredor Sur
Fecha Act.	

No.	No. De Submittal	Descripción	Fecha Sometido	Fecha Requerido	Respuesta					Fecha Aprobación	Tiempo Respuesta	Tiempo Aprobación	Notas
					A	AN	R	NA	Fecha				

A Aprobado
AN Aprobado con Notas
R Resometer
NA No Aprobado

Control del Producto No Conforme

Proyecto:		**No del proyecto**	
Producto No Conforme No		**Fase de la obra:**	

DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO NO CONFORME			
Detectado por:	**Fecha:**	**Cargo:**	**Firma:**
ANÁLISIS DE CAUSA			
Se abre una No Conformidad ☐ SI ☐ NO			
EVIDENCIA			
TRATAMIENTO A SEGUIR			
Aprobado por:	**Fecha:**	**Cargo:**	**Firma:**
Impacto preliminar estimado (costos, recursos y tiempo)			
VERIFICACIÓN DEL PRODUCTO NO CONFORME (SI APLICA)			
Verificado por:	**Fecha:**	**Cargo:**	**Firma:**

INSPECCIÓN DIARIA DE CONTROL DE CALIDAD

NOMBRE DE PROYECTO:	ESTUDIO, DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DEL PROYECTO DE REHABILITACIÓN ESTRUCTURAL DEL TRAMO MARINO DEL CORREDOR SUR	N° REPORTE	
		FECHA	

CONDICIONES CLIMATICAS / INTERRUPCIONES.

Descripción del clima	Hora	Temperatura	Viento (km/h)	Cond. Mar

ACTIVIDADES DE CONTROL DE CALIDAD

REPARACIÓN DE PILAS, VIGAS CABECERAS, VIGAS, PRELOSAS Y DIAFRAGMAS		Vano Inspeccionado	
		Elemento Inspeccionado	

N°	VERIFICACIÓN DE CUMPLIMIENTO	Cumple	No Cumple	No Aplica

COMENTARIOS

PROBLEMAS ENCONTRADOS / ACCIÓN DE CORRECCIÓN TOMADA

N°	Descripción

Ing. Ariel González
ICONSA-PCS

REPORTE DE TRABAJO REALIZADO A PILAS

NOMBRE DE PROYECTO:	ESTUDIO, DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DEL PROYECTO DE REHABILITACIÓN ESTRUCTURAL DEL TRAMO MARINO DEL CORREDOR SUR	N° REPORTE	

REPARACIÓN DE PILAS								Apoyo- Inspeccionado		
PILAS	FECHA	VERIFICACIÓN DE TRABAJOS REALIZADOS								
		DEMOLICIÓN DE CONCRETO CONTAMINADO			TRATAMIENTO DE ARMADURA DE ACERO			COLOCACIÓN DE CAMISA Y RECRECIDO DEL CONCRETO		
		REALIZADO	NO REALIZADO	NO APLICA (*)	REALIZADO	NO REALIZADO	NO APLICA (*)	REALIZADO	NO REALIZADO	NO APLICA (*)
A										
B										
C										
D										

COMENTARIOS	
001	
002	
003	
004	
005	
006	
007	
008	
009	
010	

(*) No aplica: realizado en periodo anterior

Ing. Ariel González
CONSORCIO ICONSA-PCS

Inspección
PROYECO-SEG

ENA SUR,S.A / SEG Ingeniería	REPORTE DE TRABAJO REALIZADO A VIGAS CABECERAS	ICONSA PCS INGENIERÍA CONTINENTAL,S.A

NOMBRE DE PROYECTO:	ESTUDIO, DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DEL PROYECTO DE REHABILITACIÓN ESTRUCTURAL DEL TRAMO MARINO DEL CORREDOR SUR	N° REPORTE	
		FECHA	

	REPARACIÓN DE VIGAS CABECERAS	Elemento Inspeccionado		
No.	VERIFICACIÓN DE TRABAJOS REALIZADOS	REALIZADO	NO REALIZADO	NO APLICA
001	DEMOLICIÓN, DE CONCRETO CONTAMINADO FONDO			
002	DEMOLICIÓN, DE CONCRETO CONTAMINADO COSTADOS			
003	TRATAMIENTO DE ARMADURA DE ACERO			
004	TRATAMIENTO SUPERFICIAL Y RECRECIDO DE FONDO			
005	TRATAMIENTO SUPERFICIAL DE COSTADOS Y REPARACIÓN DE MORTERO O RECRECIDO DE COSTADOS			

COMENTARIOS	
001	
002	
003	
004	
005	
006	
007	
008	
009	
010	

(*) No aplica: realizado en periodo anterior

Ing. Ariel González
CONSORCIO ICONSA-PCS

Inspección
PROYECO-SEG

ENA SUR,S.A / SEG Ingeniería	REPORTE DE TRABAJO REALIZADO A VIGAS	ICONSA INGENIERÍA CONTINENTAL,S.A / PCS	
NOMBRE DE PROYECTO:	ESTUDIO, DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DEL PROYECTO DE REHABILITACIÓN ESTRUCTURAL DEL TRAMO MARINO DEL CORREDOR SUR	**N° REPORTE**	

REPARACIÓN DE VIGAS		**Vano Inspeccionado**		
VIGAS	**FECHA**	**VERIFICACIÓN DE TRABAJOS REALIZADOS**		
		La reparación de las vigas incluye: Demolición, Tratamiento de Armadura y Reparación con mortero en zonas puntuales y Tratamiento Superficial a toda la superficie del elemento.		
		REALIZADO	NO REALIZADO	NO APLICA (*)
001				
002				
003				
004				
005				
006				
007				
008				

COMENTARIOS	
001	
002	
003	
004	
005	
006	
007	
008	
009	
010	

(*) No aplica: realizado en periodo anterior

Ing. Ariel González
CONSORCIO ICONSA-PCS

Inspección
PROYECO-SEG

ENA SUR,S.A / SEG Ingeniería	**REPORTE DE TRABAJO REALIZADO A PRELOSAS**	ICONSA INGENIERÍA CONTINENTAL,S.A / PCS	
NOMBRE DE PROYECTO:	ESTUDIO, DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DEL PROYECTO DE REHABILITACIÓN ESTRUCTURAL DEL TRAMO MARINO DEL CORREDOR SUR	**N° REPORTE**	

REPARACIÓN DE PRELOSAS		**Vano Inspeccionado**		
VIGAS	**FECHA**	**VERIFICACIÓN DE TRABAJOS REALIZADOS**		
		La reparación de las prelosas incluye: Demolición de concreto, tratamiento de armadura y reparación con mortero en zonas puntuales y Tratamiento Superficial a toda la superficie del elemento.		
		REALIZADO	NO REALIZADO	NO APLICA (*)
001				
002				
003				
004				
005				
006				
007				

COMENTARIOS	
001	
002	
003	
004	
005	
006	
007	
008	
009	
010	

(*) No aplica: realizado en periodo anterior

Ing. Ariel González
CONSORCIO ICONSA-PCS

Inspección
PROYECO-SEG

ENA SUR,S.A / SEG Ingeniería	**REPORTE DE TRABAJO REALIZADO A DIAFRAGMAS**	ICONSA INGENIERÍA CONTINENTAL,S.A / PCS	
NOMBRE DE PROYECTO:	ESTUDIO, DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DEL PROYECTO DE REHABILITACIÓN ESTRUCTURAL DEL TRAMO MARINO DEL CORREDOR SUR	**N° REPORTE**	

REPARACIÓN DE DIAFRAGMAS		**Apoyo Inspeccionado**		
DIAFRAGMAS	**FECHA**	**VERIFICACIÓN DE TRABAJOS REALIZADOS**		
		La reparación de Los diafragmas incluye: Demolición de concreto, tratamiento de armadura y reparación con mortero en zonas puntuales y Tratamiento Superficial a toda la superficie del elemento.		
		REALIZADO	NO REALIZADO	NO APLICA (*)
001				
002				
003				
004				
005				
006				
007				

COMENTARIOS	
001	
002	
003	
004	
005	
006	
007	
008	
009	
010	

(*) No aplica: realizado en periodo anterior

Ing. Ariel González
CONSORCIO ICONSA-PCS

Inspección
PROYECO-SEG

ENA SUR,S.A / SEG Ingeniería	**BITACORA DE TRABAJOS REALIZADOS**	ICONSA PCS INGENIERÍA CONTINENTAL,S.A	
	ESTUDIO, DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DEL PROYECTO DE REHABILITACIÓN ESTRUCTURAL DEL TRAMO MARINO DEL CORREDOR SUR	**N° REPORTE**	
		FECHA	
REPARACIONES EN :		**Elemento Inspeccionado**	
		Fecha	

ANTES DE LAS REPARACIONES	**REPARACIONES REALIZADAS**
VACIADOS	**COMENTARIOS**

Ing. Ariel González
CONSORCIO ICONSA-PCS

Inspección
PROYECO-SEG

	Longitud de Pila Rehabilitada (m)				Longitud de Base de Pila (m)				Producto pasivador de Acero				Consumo de Concreto (m3)				Reposición de Acero (kg)**			
EJE	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D
01	4.40	4.43	4.25	4.23	0.50	N/A	N/A	N/A	MAPEFER 1K	EPOCEM	MAPEFER 1K	EPOCEM	2.25	2.25	2.25	2.25	9.2	55.3	35.4	0.0
02	4.81	4.86	4.94	4.93	0.50	0.50	0.50	0.50	EPOCEM	MAPEFER 1K	EPOCEM	MAPEFER 1K	2.50	2.25	2.50	2.25	34.1 +10.7	59.0 +10.8	56.2 +15.9	13.8
03	4.58	4.96	4.78	4.60	0.50	N/A	N/A	N/A	MAPEFER 1K	MAPEFER 1K	MAPEFER 1K	MAPEFER 1K	4.00	2.25	3.00	2.25	100.2 +38.1	75.9 +61.0	27.7	81.8 +57.3
04	4.65	3.76	4.59	4.74	N/A	N/A	N/A	N/A	EPOCEM	DURALPREP	EPOCEM	DURALPREP	2.25	2.25	2.25	2.25	74.6 +9.4	86.1 +3.8	34.1 +16.7	91.7 +28.6
05	4.00	4.43	4.41	4.68	N/A	N/A	N/A	N/A	EPOCEM	MAPEFER 1K	EPOCEM	MAPEFER 1K	2.50	2.25	2.50	2.25	12.8	0.0	120.6 +56.9	73.9 +10.9
06	3.51	4.08	4.21	4.26	N/A	N/A	N/A	N/A	EPOCEM	DURALPREP	EPOCEM	DURALPREP	2.25	2.25	2.25	2.25	85.9 +18.0	0.0	0.0	62.0 +32.2
07	4.16	4.20	4.16	4.03	N/A	N/A	N/A	N/A	EPOCEM	MAPEFER 1K	EPOCEM	MAPEFER 1K	2.25	2.25	2.25	2.25	86.1 +41.9	16.5 +1.9	56.6 +33.3	23.7 +7.6
08	4.30	4.34	4.39	4.31	N/A	N/A	N/A	N/A	MAPEFER 1K	EPOCEM	MAPEFER 1K	EPOCEM	2.50	2.25	2.50	2.25	102.0 +7.0	18.8	124.4 +15.8	108.4 +25.8
09	4.35	4.23	4.22	4.23	N/A	N/A	N/A	N/A	EPOCEM	EPOCEM	EPOCEM	EPOCEM	2.25	2.25	2.25	2.25	62.6 +18.0	36.2 +4.8	40.4	34.3
10	4.40	4.33	4.46	4.46	N/A	N/A	N/A	N/A	EPOCEM	EPOCEM	EPOCEM	EPOCEM	2.25	2.50	2.25	2.50	46.9	13.6	26.0 +6.3	38.6 +17.1
11	4.34	4.36	4.60	4.45	N/A	N/A	N/A	N/A	EPOCEM	EPOCEM	EPOCEM	EPOCEM	1.75	2.25	1.75	2.25	2.8	101.2 +37.5	0.0	0.0
12	4.50	4.50	4.50	4.30	N/A	N/A	N/A	0.50	EPOCEM	EPOCEM	EPOCEM	EPOCEM	2.25	2.25	2.25	2.25	41.9 +16.2	74.9	37.9	56.1
13	4.45	4.48	4.65	4.05	N/A	N/A	N/A	0.50	EPOCEM	EPOCEM	EPOCEM	EPOCEM	2.25	2.25	2.25	2.25	3.3	53.4	60.7	54.4
14	4.35	4.36	4.60	4.40	N/A	N/A	N/A	0.50	EPOCEM	EPOCEM	EPOCEM	EPOCEM	2.50	4.50	4.50	3.00	28.3	21.7	66.9	83.5 +32.9
15	4.30	4.55	4.40	4.25	N/A	N/A	N/A	0.50	EPOCEM	EPOCEM	EPOCEM	EPOCEM	2.25	2.25	2.25	2.25	116.8 +31.8	48.0	118.5 +32.7	191.2
16	4.14	4.17	4.20	4.17	N/A	N/A	N/A	0.50	EPOCEM	EPOCEM	EPOCEM	EPOCEM	2.25	2.25	2.25	2.25	69.5	124.0 +24.5	54.7 +19.7	99.1 +17.1
17	4.20	4.32	4.48	4.38	N/A	N/A	N/A	0.50	EPOCEM	EPOCEM	EPOCEM	EPOCEM	1.75	2.00	1.75	2.00	112.8 +39.6	23.8	35.9	91.4 +20.3
18	3.96	4.30	4.44	4.32	0.50	N/A	N/A	0.50	EPOCEM	EPOCEM	EPOCEM	EPOCEM	2.25	2.00	2.25	2.00	60.0	128.2	113.1	40.1
19	4.28	4.16	4.20	4.07	0.50	N/A	0.50	0.50	EPOCEM	EPOCEM	EPOCEM	EPOCEM	1.75	1.75	1.75	1.75	16.3	54.9	61.8	57.1
20	4.44	4.37	4.40	4.06	0.50	0.50	0.50	0.50	EPOCEM	EPOCEM	EPOCEM	EPOCEM	1.75	1.75	1.75	1.75	1.3	23.2	50.6	8.6
21	4.85	4.60	4.47	4.09	0.50	0.50	0.50	0.50	EPOCEM	EPOCEM	EPOCEM	EPOCEM	1.75	1.50	1.75	1.50	16.0	45.3	0.0	38.5
22	4.89	4.51	4.28	4.10	0.50	0.50	0.50	0.50	EPOCEM	EPOCEM	EPOCEM	EPOCEM	2.00	1.75	2.00	1.75	60.2	51.7	44.5	49.9
23	4.47	4.33	4.07	3.87	0.50	0.50	0.50	0.50	EPOCEM	EPOCEM	EPOCEM	EPOCEM	2.25	2.25	2.25	2.25	66.7 +25.0	67.5 +27.1	36.4 +5.4	0.0
24	4.56	4.12	4.04	3.80	0.50	0.50	0.50	0.50	EPOCEM	EPOCEM	EPOCEM	EPOCEM	1.75	1.75	1.75	1.75	13.2	31.3	53.9	4.6
25	4.61	4.51	4.32	3.93	0.50	0.50	0.50	0.50	EPOCEM	EPOCEM	EPOCEM	EPOCEM	1.25	1.75	1.75	1.75	0.0	23.6	53.2	32.9
26	4.54	4.12	4.06	3.79	0.50	0.50	0.50	0.50	EPOCEM	EPOCEM	EPOCEM	EPOCEM	1.75	1.75	1.75	1.75	2.6	46.3	7.0	2.2
27	4.41	4.32	3.98	3.89	0.50	0.50	0.50	0.50	EPOCEM	EPOCEM	EPOCEM	EPOCEM	1.75	1.75	1.75	1.75	0.0	20.0	41.9	0.0
28	4.43	4.54	4.25	3.96	0.50	0.50	0.50	0.50	EPOCEM	EPOCEM	EPOCEM	EPOCEM	1.75	1.75	1.75	1.75	6.0	41.8	35.1	35.1
29	3.99	4.51	3.56	3.96	0.50	0.50	0.50	0.50	EPOCEM	EPOCEM	EPOCEM	EPOCEM	1.50	1.75	1.50	1.75	42.4	13.1	42.4	18.4
30	4.52	4.22	4.02	3.80	0.50	0.50	0.50	0.50	EPOCEM	EPOCEM	EPOCEM	EPOCEM	1.75	2.00	1.75	2.00	0.0	0.0	19.1	0.0
31	4.44	4.17	4.00	3.83	0.50	0.50	0.50	0.50	EPOCEM	EPOCEM	EPOCEM	EPOCEM	2.00	1.75	2.00	1.75	0.0	0.0	10.5 +13.9	44.9
32	4.47	4.00	3.99	3.80	0.50	0.50	0.50	0.50	EPOCEM	EPOCEM	EPOCEM	EPOCEM	1.75	1.50	1.75	1.50	0.0	0.0	0.0	5.6
33	3.91	4.00	3.51	4.00	0.50	0.50	0.50	0.50	EPOCEM	EPOCEM	EPOCEM	EPOCEM	1.50	1.75	1.50	1.75	4.1	23.6	2.0	0.0
34	3.47	3.20	3.29	3.20	0.50	0.50	0.50	0.50	EPOCEM	EPOCEM	EPOCEM	EPOCEM	1.75	1.75	1.75	1.75	0.0	0.0	0.0	0.0
35	3.45	3.38	3.31	3.24	0.50	0.50	0.50	0.50	EPOCEM	EPOCEM	EPOCEM	EPOCEM	1.50	2.00	1.50	2.00	0.0	0.8	48.5	9.3
36	3.46	3.46	3.46	3.46	0.50	0.50	0.50	0.50	EPOCEM	EPOCEM	EPOCEM	EPOCEM	1.50	1.50	1.50	1.50	0.0	7.1	0.0	5.1
37	3.32	3.32	3.32	3.32	0.50	0.50	0.50	0.50	EPOCEM	EPOCEM	EPOCEM	EPOCEM	1.63	1.75	1.63	1.75	0.0	24.2	0.0	12.1
38	3.41	3.41	3.41	3.41	0.50	0.50	0.50	0.50	EPOCEM	EPOCEM	EPOCEM	EPOCEM	1.75	1.50	1.75	1.50	24.2	52.0	12.1	28.4
39	3.39	3.39	3.39	3.39	0.50	0.50	0.50	0.50	EPOCEM	EPOCEM	EPOCEM	EPOCEM	1.75	1.50	1.75	1.50	0.0	0.0	0.0	0.0
40	3.14	3.14	3.14	3.14	0.50	0.50	0.50	0.50	EPOCEM	EPOCEM	EPOCEM	EPOCEM	1.75	1.50	1.75	1.50	0.0	0.0	0.0	0.0
41	3.19	3.19	3.19	3.19	0.50	0.50	0.50	0.50	EPOCEM	EPOCEM	EPOCEM	EPOCEM	1.50	1.50	1.50	1.50	0.0	29.0	48.5	0.0
42	3.07	3.07	3.07	3.07	0.50	0.50	0.50	0.50	EPOCEM	EPOCEM	EPOCEM	EPOCEM	1.63	1.50	1.63	1.50	0.0	0.0	0.0	0.0
43	3.10	3.10	3.10	3.10	0.50	0.50	0.50	0.50	EPOCEM	EPOCEM	EPOCEM	EPOCEM	1.50	1.50	1.50	1.50	48.5	6.3	12.1	0.0
44	3.05	3.05	3.05	3.05	0.50	0.50	0.50	0.50	EPOCEM	EPOCEM	EPOCEM	EPOCEM	1.50	1.50	1.50	1.50	16.7	0.0	6.9	0.0
45	3.13	3.13	3.13	3.13	0.50	0.50	0.50	0.50	EPOCEM	EPOCEM	EPOCEM	EPOCEM	1.50	1.50	1.50	1.50	12.1	0.0	42.4	54.5
46	3.06	3.06	3.06	3.06	0.50	0.50	0.50	0.50	EPOCEM	EPOCEM	EPOCEM	EPOCEM	1.50	1.50	1.50	1.50	12.5	2.2	0.0	0.0
47	3.04	3.04	3.04	3.04	0.50	0.50	0.50	0.50	EPOCEM	EPOCEM	EPOCEM	EPOCEM	1.50	1.17	1.50	1.17	2.2	0.0	121.2	12.1
48	2.92	2.92	2.92	2.92	0.50	0.50	0.50	0.50	EPOCEM	EPOCEM	EPOCEM	EPOCEM	1.50	1.50	1.50	1.50	18.2	33.2	12.1	24.2
49	2.91	2.91	2.91	2.91	0.50	0.50	0.50	0.50	EPOCEM	EPOCEM	EPOCEM	EPOCEM	1.38	1.50	1.38	1.50	0.0	18.2	109.1	18.2
50	2.94	2.94	2.94	2.94	0.50	0.50	0.50	0.50	EPOCEM	EPOCEM	EPOCEM	EPOCEM	1.38	1.50	1.38	1.50	0.0	48.5	78.8	48.5
51	2.94	2.94	2.94	2.94	0.50	0.50	0.50	0.50	EPOCEM	EPOCEM	EPOCEM	EPOCEM	1.75	1.75	1.75	1.75	0.0	12.1	12.1	1.2
52	2.89	2.89	2.89	2.89	0.50	0.50	0.50	0.50	EPOCEM	EPOCEM	EPOCEM	EPOCEM	1.75	3.00	1.75	3.00	24.2	12.1	30.3	0.0
53	2.80	2.80	2.80	2.80	0.50	0.50	0.50	0.50	EPOCEM	EPOCEM	EPOCEM	EPOCEM	1.75	1.75	1.75	1.75	24.2	18.2	30.3	18.2
54	2.87	2.87	2.87	2.87	0.50	0.50	0.50	0.50	EPOCEM	EPOCEM	EPOCEM	EPOCEM	1.50	1.50	1.50	1.50	36.4	24.2	36.4	24.2
55	2.66	2.73	2.81	2.89	0.50	0.50	0.50	0.50	EPOCEM	EPOCEM	EPOCEM	EPOCEM	1.17	1.75	2.50	1.75	48.5	42.4	30.3	54.5
56	2.61	2.68	2.76	2.83	0.50	0.50	0.50	0.50	EPOCEM	EPOCEM	EPOCEM	EPOCEM	2.00	1.75	2.00	1.75	22.7	30.3	36.3	0.0
57	2.44	2.62	2.85	3.03	0.50	0.50	0.50	N/A	EPOCEM	EPOCEM	EPOCEM	EPOCEM	1.50	1.50	1.50	1.50	0.0	72.7	63.6	118.1
58	2.54	2.72	2.90	3.08	0.50	N/A	N/A	0.50	EPOCEM	EPOCEM	EPOCEM	EPOCEM	2.25	1.75	1.50	1.75	0.0	10.3	31.8	0.0
59	2.46	2.68	2.89	3.11	0.50	0.50	0.50	0.50	EPOCEM	EPOCEM	EPOCEM	EPOCEM	1.75	1.75	1.75	1.75	22.7	45.4	1.2	45.4
60	2.52	2.73	2.93	3.14	0.50	0.50	N/A	0.50	EPOCEM	EPOCEM	EPOCEM	EPOCEM	1.75	1.50	1.75	1.50	13.6	9.1	45.4	9.1
61	2.29	2.50	2.71	2.92	0.50	0.50	0.50	0.50	EPOCEM	EPOCEM	EPOCEM	EPOCEM	2.00	1.75	2.00	1.75	27.3	4.5	18.2	45.4
62	2.55	2.76	2.98	3.19	0.50	0.50	0.50	0.50	EPOCEM	EPOCEM	EPOCEM	EPOCEM	1.75	2.00	1.75	2.00	5.4	27.3	40.9	27.3
63	2.65	2.86	3.08	3.29	0.50	0.50	0.50	0.50	EPOCEM	EPOCEM	EPOCEM	EPOCEM	1.75	2.00	1.75	2.00	18.2	13.6	50.0	54.5
64	2.74	2.96	3.17	3.39	0.50	0.50	0.50	0.50	EPOCEM	EPOCEM	EPOCEM	EPOCEM	2.00	2.00	2.00	2.00	9.1	9.1	45.4	54.5
65	2.51	2.97	3.03	3.40	0.50	0.50	0.50	0.50	EPOCEM	EPOCEM	EPOCEM	EPOCEM	2.00	2.00	2.00	2.00	45.4	9.1	9.1	63.6
66	2.68	2.70	2.58	2.68	0.50	0.50	0.50	0.50	EPOCEM	EPOCEM	EPOCEM	EPOCEM	2.00	2.00	2.00	2.00	27.3	13.6	54.5	99.9
67	2.49	2.50	3.13	2.50	0.50	0.50	0.50	0.50	EPOCEM	EPOCEM	EPOCEM	EPOCEM	1.75	2.00	1.75	2.00	9.1	9.1	54.5	45.4 +13.1
68	2.50	2.50	2.50	2.50	0.50	0.50	0.50	0.50	EPOCEM	EPOCEM	EPOCEM	EPOCEM	2.00	1.75	2.00	1.75	8.4	0.5	25.8 +26.1	9.1
69	2.30	2.30	2.44	2.39	0.50	0.50	0.50	0.50	EPOCEM	EPOCEM	EPOCEM	EPOCEM	2.00	1.25	2.00	4.25	45.4 +13.1	8.9	36.3 +6.6	8.0
70	2.32	2.41	2.16	2.19	0.50	0.50	0.50	0.50	EPOCEM	EPOCEM	EPOCEM	EPOCEM	2.25*	2.50	1.25	1.50	54.5	82.6	8.4	27.3
71	2.80	2.80	2.80	2.09	0.50	0.50	0.50	0.50	EPOCEM	EPOCEM	EPOCEM	EPOCEM	1.50	2.50	1.25	1.25	9.8	8.0	78.6 +39.1	71.8
72	1.95	1.94	2.18	2.93	0.50	0.50	0.50	0.50	EPOCEM	EPOCEM	EPOCEM	EPOCEM	1.25	2.00	1.25	2.00	8.9	0.0	0.0	0.0
73	1.85	1.84	1.80	1.86	N/A	N/A	N/A	N/A	EPOCEM	EPOCEM	EPOCEM	EPOCEM	1.25	1.25	1.25	2.00	0.0	0.0	0.5	46.8
74	1.00	1.01	1.12	0.88	N/A	N/A	N/A	N/A	EPOCEM	EPOCEM	EPOCEM	EPOCEM	1.25	1.25	4.00	1.25	1.0	0.0	5.5	0.0

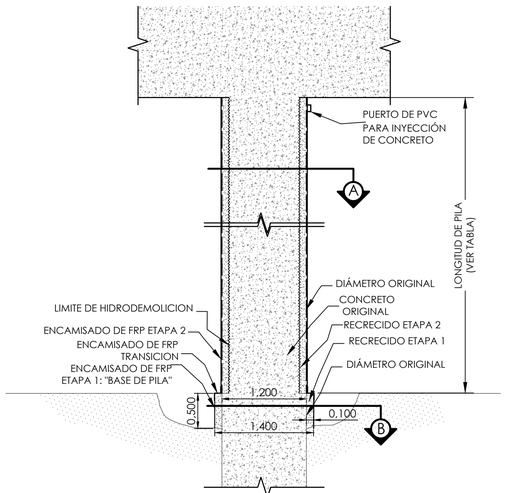
*LA PILA 70 A FUE VACIADA EN DOS ETAPAS, **LOS CONSUMOS DE ACERO INDICADOS CON UN SOLO NÚMERO CORRESPONDEN A ACEROS TRANSVERSALES. CUANDO SE INDICA LA SUMA DE UN SEGUNDO NÚMERO, ESTE CORRESPONDE A ACERO LONGITUDINAL INSTALADO

NOTAS:

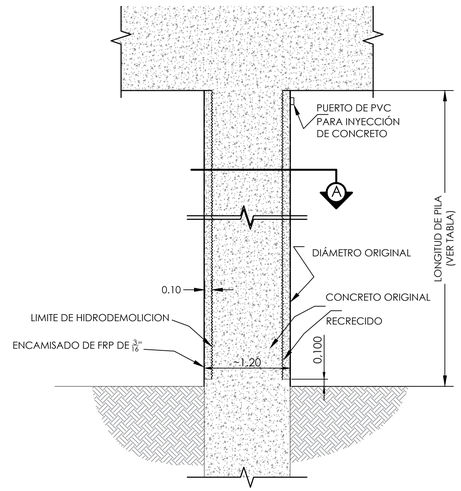
- LAS PILAS ESTAN ENUMERADAS DESDE ATLAPA HACIA TOCUMEN
- LAS COLUMNAS "A" ESTAN HACIA TIERRA, LAS "D" HACIA EL MAR
- TODAS LAS PILAS TIENEN UN DIÁMETRO NOMINAL DE 1.20m, SIN EMBARGO, AL MOMENTO DE LA INTERVENCIÓN LA MEDICIÓN ES DE ≈1.24m DEBIDO A LA EXPANSIÓN DE LOS ACEROS POR CORROSIÓN
- REFIÉRASE A LA METODOLOGÍA APROBADA PARA DETALLES DEL TRATAMIENTO DE LAS PILAS (CIPTS-18-805-D-MC-01, REV5)
- LAS PILAS DE LOS EJES 76 AL 80 NO RECIBEN TRATAMIENTO POR ESTAR ENTERRADAS FUERA DE LA LÍNEA DE COSTA. LAS PILAS DEL EJE 75 RECIBIERON LIMPIEZA Y APLICACIÓN DE INHIBIDOR DE CORROSIÓN MIGRATORIO. LAS PILAS 75 A Y B RECIBIERON REPARACIONES PUNTUALES POR ACEROS EXPUESTOS (DESCONCHAMIENTOS POR FALTA DE RECUBRIMIENTO LOCALIZADO)
- EN EL CASO DE LAS REPARACIONES PARCIALES DE ESPIRALES, EL ESPIRAL SUPLEMENTARIO SE COLOCÓ POR DEBAJO O POR ENCIMA DEL ESPIRAL EXISTENTE, EN CONTACTO CON EL REFUERZO LONGITUDINAL. LA LONGITUD DEL ESPIRAL SUPLEMENTARIO SERÁ 30CM MAS LARGA QUE LA ZONA CON PERDIDA DE SECCIÓN
- EN CASO DE REEMPLAZO COMPLETO DE ESPIRALES EN UNA LONGITUD DE PILA, SE COLOCARON ANILLOS CERRADOS AL INICIO Y AL FINAL DE LA LONGITUD DE PILA A REPARAR, SOLDANDO LA CANTIDAD NECESARIA DE ESPIRALES ENTRE LOS ANILLOS INICIALES Y FINALES. EL PASO DE LOS ESPIRALES SERÁ IGUAL O MENOR DE 7.5cm.
- EL EMPALME DE CIERRE DEL ANILLO, EL EMPALME DE ANILLO A ESPIRAL O DE ESPIRAL A ESPIRAL, SE REALIZARÁ CONFORME AL DETALLE DE EMPALME SUMINISTRADO
- EN LA TABLA MOSTRADA ARRIBA, CUANDO SE INDICA "N/A" EN LA LONGITUD DE BASE DE PILA, SE DEBE A QUE LA BASE DE LA PILA ESTABA EN FONDO ROCOSO. CADA BASE DE PILA TIENE UN CONSUMO DE 0.30m^3 de CONCRETO. ESTE VOLUMEN NO ESTÁ INCLUIDO EN EL CONSUMO DE CONCRETO INDICADA EN LA TABLA.

MATERIALES

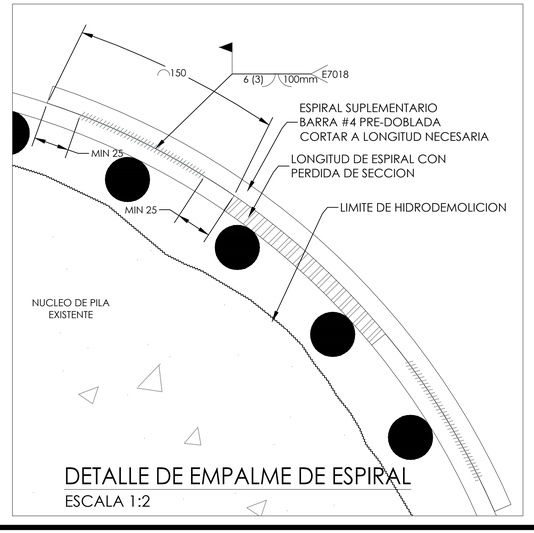
- BARRAS DE GFRP: DIÁMETRO 10mm, RESISTENCIA A LA TENSIÓN 1000 MPa, ADHERENCIA AL CONCRETO 20 MPa, MÓDULO DE YOUNG >70000 MPa
- CONCRETO DEL RECRECIDO (DISEÑO):
  - RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN ASTM C39: 25 MPa a los 3 días, 35 MPa a los 28 días,
  - RESISTIVIDAD SUPERFICIAL (AASHTO TP95) de 21 kΩ-cm A LOS 28 DÍAS (BAJA PERMEABILIDAD DE ION CLORURO)
  - W/C < 0.40, CEMENTO TIPO I (ASTM C150) + 8% DE MICROSÍLICE + INHIBIDOR DE CORROSIÓN SIKA CNI > 13.2 kg/m^3
  - LAS PROPIEDADES MEDIDAS DEL CONCRETO SE ENCUENTRAN EL INFORME DE CALIDAD
- ACEROS SUPLEMENTARIOS: ASTM A706 GRADO 60
- SE UTILIZARON TRES PRODUCTOS PARA LA PASIVACIÓN DEL ACERO: SIKA ARMATEC EPOCEM 110 DEL FABRICANTE SIKA, MAPEFER DEL FABRICANTE MAPEI Y DURALPREP A.C. DE EUCLID.
- ENCAMISADO DE FRP CON ESPESOR DE $\frac{3}{16}$". RESISTENCIA ÚLTIMA A LA TENSIÓN (ASTM D638) DE 110 MPa, RESISTENCIA ÚLTIMA A LA FLEXIÓN (ASTM D790) DE 172 MPa, MÓDULO DE ELASTICIDAD EN FLEXIÓN (ASTM D790) DE 5,516 MPa, DUREZA BARCOL (ASTM D2583) DE 45min, IMPACTO IZOD (ASTM D256) DE 20 LB-pie/pulg (0.4J/m), RECUBRIMIENTO GRIS RESISTENTE A RAYOS ULTRAVIOLETA



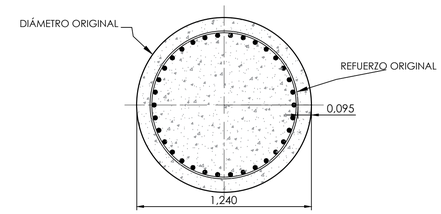
ELEVACIÓN TIPICA DE PILA (FONDO LAMOSO)
ESCALA 1:40



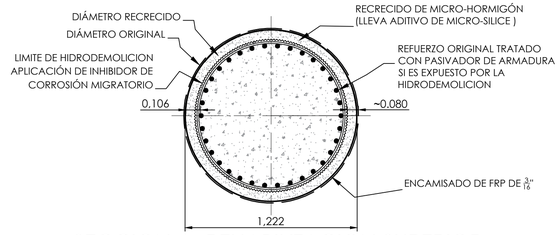
ELEVACIÓN TIPICA DE PILA (FONDO ROCOSO)
ESCALA 1:40



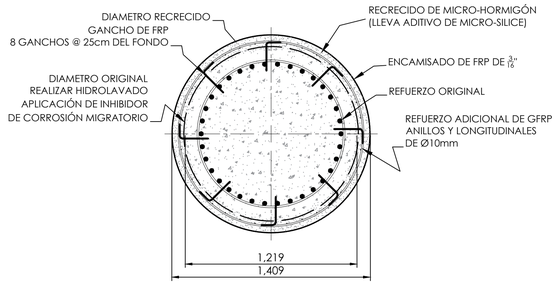
DETALLE DE EMPALME DE ESPIRAL
ESCALA 1:2



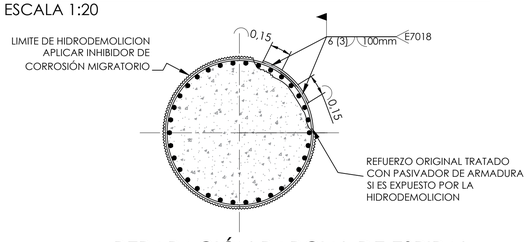
ESTADO ORIGINAL
ESCALA 1:20



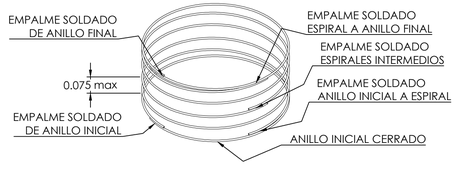
SECCION A: REHABILITACION SUPERIOR
ESCALA 1:20



SECCION B: REHABILITACION 50cm INFERIORES
ESCALA 1:20



REPARACIÓN PARCIAL DE ESPIRAL
ESCALA 1:20



DETALLE DE REMPLAZO DE ESPIRALES COMPLETOS EN LONGITUD DE PILA
S/E

LAS MEDIDAS RIGEN SOBRE EL DIBUJO

Sello de Aprobación de Plano Original

REV.	FECHA	DESCRIPCIÓN	DISEÑADO VERIFICADO	REVISADO PRESENTADO	APROBADO
5	OCT 2021	COMO CONSTRUIDO		AA AAV	
4	OCT 2018	PARA CONSTRUCCION		AA AAV	
3	OCT 2018	PARA CONSTRUCCION		AA AAV	
2	26OCT 2021	PARA APROBACIÓN		AAV	

No. CONTRATO: No. 003/17
DISEÑADO POR: A. Avendaño
ESCALA: Indicada
DIBUJADO POR: A. Avendaño
APROBADO POR:

CONSORCIO ICONSA PCS TRAMO SUR
APARTADO 0843-03089
PANAMA, REP. DE PANAMA

Proyecto:
ENA SUR/ Estudio, Diseño y Costrucción del Proyecto de Rehabilitación Estructural del Tramo Marino del Corredor Sur

Cliente:
ENA SUR,S.A

Ubicación:
Ciudad de Panamá, República de Panamá

Aprobado:
DIRECTOR DE PROYECTOS ESPECIALES - MOP

ICONSA INGENIERÍA CONTINENTAL,S.A.
PCS

Contenido:
REHABILITACIÓN DE PILAS

"Todos los derechos de este documento y la información contenida en él, son reservados. Su reproducción , uso o distribución a terceros sin autorización expresa esta estrictamente prohibido"
CONSORCIO ICONSA-PCS TRAMO SUR

PROY.: 18-805 | Hoja: 1 | Total: 1

Nº VC	ALTURA DE RECRECIDO CARA ESTE	ALTURA DE RECRECIDO CARA OESTE	TIPO	ACERO REEMPLAZADO EN ESTRIBOS (kg)	ACERO REEMPLAZADO EN LONGITUDINALES (kg)	CONSUMO DE CONCRETO (m3)	OBSERVACIÓN
1	0.50 m	0.50 m	RECTA	33.00	0.00	9.00	CARA OESTE INACCESIBLE POR PROXIMIDAD A ESTRIBO. SE ENCONTRARON ESTRIBOS CON PÉRDIDA QUE NO FUE POSIBLE SUPLEMENTAR. SE DETERMINÓ ANALÍTICAMENTE QUE LA PÉRDIDA DE SECCIÓN EN LOS ESTRIBOS NO RESULTA EN INSUFICIENCIA DE LOS FACTORES DE SEGURIDAD
2	COMPLETA	COMPLETA	RECTA	274.94	151.35	22.00	
3	COMPLETA	0.50 m	RECTA	271.51	96.90	11.00	
4	COMPLETA	COMPLETA	RECTA	526.42	145.25	15.00	
5	COMPLETA	COMPLETA	RECTA	500.48	145.25	22.00	
6	1.20 m	COMPLETA	RECTA	565.03	160.90	18.00	
7	COMPLETA	COMPLETA	RECTA	543.02	145.25	19.00	
8	0.70 m	COMPLETA	RECTA	465.76	173.87	18.50	CARA ESTE RECRECIDO COMPLETO HASTA MITAD DE VC DE LADO MAR A TIERRA. CONTINUA EN 0.70 m.
9	COMPLETA	COMPLETA	RECTA	615.24	175.06	19.00	
10	COMPLETA	COMPLETA	RECTA	523.74	258.81	22.00	
11	COMPLETA	COMPLETA	RECTA	420.25	234.58	16.00	
12	0.60 m	COMPLETA	RECTA	491.13	95.35	16.00	
13	0.60 m	COMPLETA	RECTA	163.18	13.50	16.00	
14	0.60 m	COMPLETA	RECTA	404.62	87.41	16.50	
15	0.60 m	COMPLETA	RECTA	180.46	24.83	18.00	CARA ESTE RECRECIDO COMPLETO DE 5.0M DE LADO MAR A TIERRA. CONTINUA EN 0.60 m
16	COMPLETA	COMPLETA	RECTA	523.74	147.80	22.00	
17	COMPLETA	COMPLETA	RECTA	541.00	162.89	16.50	
18	0.60 m - 0.80 m	1.60 m	INCLINADA	361.73	291.62	16.00	
19	0.60 m - 0.80 m	0.60 m - 0.80 m	INCLINADA	86.88	200.49	8.25	
20	0.60 m - 1.10 m	0.60 m - 0.90 m	INCLINADA	85.32	86.77	10.75	
21	0.40 m - 1.00 m	0.40 m - 1.00 m	INCLINADA	34.55	0.00	12.25	
22	0.40 m - 1.00 m	0.40 m - 1.00 m	INCLINADA	9.87	0.00	11.50	
23	0.40 m - 1.00 m	0.40 m - 1.00 m	INCLINADA	49.30	2.24	11.50	
24	0.40 m - 1.05 m	0.40 m - 1.05 m	INCLINADA	24.35	9.14	9.65	
25	0.40 m - 1.00 m	0.40 m - 1.00 m	INCLINADA	4.88	0.00	11.90	
26	0.40 m - 1.05 m	0.40 m - 1.05 m	INCLINADA	2.09	0.00	11.70	
27	0.40 m - 1.00 m	0.40 m - 1.00 m	INCLINADA	29.95	80.33	12.25	
28	0.40 m - 1.00 m	0.40 m - 1.00 m	INCLINADA	85.06	98.53	11.30	
29	0.40 m - 1.00 m	0.40 m - 1.00 m	INCLINADA	29.34	0.00	11.75	
30	0.40 m - 1.00 m	0.40 m - 1.00 m	INCLINADA	18.54	0.00	13.50	
31	0.40 m - 1.00 m	0.40 m - 1.00 m	INCLINADA	21.72	9.14	11.50	
32	0.40 m - 1.00 m	0.40 m - 1.00 m	INCLINADA	98.60	178.32	6.75	
33	0.40 m - 1.00 m	0.40 m - 1.00 m	INCLINADA	62.36	67.14	11.50	
34	0.40 m - 0.65 m	0.40 m - 0.65 m	INCLINADA	60.61	48.45	9.50	
35	0.50 m	0.50 m	RECTA	72.73	41.90	9.00	
36	0.50 m	0.50 m	RECTA	0.00	0.00	10.50	
37	0.50 m	0.50 m	RECTA	60.58	14.19	8.00	
38	0.50 m	0.50 m	RECTA	72.73	67.38	9.50	
39	0.50 m	0.50 m	RECTA	10.85	0.00	9.50	
40	0.50 m	0.50 m	RECTA	30.30	0.00	8.00	
41	0.50 m	0.50 m	RECTA	72.73	0.00	10.00	
42	0.50 m	0.50 m	RECTA	60.61	23.21	9.00	
43	0.50 m	0.50 m	RECTA	36.37	14.30	8.00	
44	0.50 m	0.50 m	RECTA	30.30	33.15	9.00	
45	0.50 m	0.50 m	RECTA	24.24	0.00	9.50	
46	0.50 m	0.50 m	RECTA	0.00	0.00	8.00	
47	0.50 m	0.50 m	RECTA	48.49	0.00	9.50	
48	0.50 m	0.50 m	RECTA	0.00	0.00	9.50	
49	0.50 m	0.50 m	RECTA	0.00	0.00	8.90	
50	0.50 m	0.50 m	RECTA	0.00	0.00	7.40	
51	0.50 m	0.50 m	RECTA	0.00	0.00	7.00	
52	0.50 m	0.50 m	RECTA	0.00	0.00	9.00	
53	0.50 m	0.50 m	RECTA	5.96	0.00	6.00	
54	0.50 m	0.50 m	RECTA	0.00	0.00	8.75	
55	0.55 m	0.55 m	INCLINADA	0.00	0.00	7.60	
56	0.50 m	0.50 m	INCLINADA	7.16	0.00	9.75	
57	0.55 m	0.55 m	INCLINADA	102.99	29.80	9.50	
58	0.50 m - 1.00 m	0.50 m - 1.00 m	INCLINADA	0.00	0.00	10.00	
59	0.50 m - 1.10 m	0.50 m - 1.10 m	INCLINADA	0.00	213.91	14.00	
60	0.50 m - 1.10 m	0.50 m - 1.10 m	INCLINADA	60.58	90.78	12.00	
61	0.50 m - 1.10 m	1.50 m	INCLINADA	54.51	121.18	16.00	
62	0.50 m - 1.10 m	0.50 m - 1.10 m	INCLINADA	127.19	318.63	12.00	
63	0.50 m - 1.10 m	0.50 m - 1.10 m	INCLINADA	118.11	242.15	12.00	
64	0.50 m - 1.10 m	0.50 m - 1.10 m	INCLINADA	161.74	287.33	12.00	
65	0.50 m - 1.10 m	0.50 m - 1.10 m	INCLINADA	145.36	266.37	12.00	
66	0.50 m - 1.10 m	0.50 m - 1.10 m	INCLINADA	654.13	290.51	12.00	
67	0.50 m - 1.10 m	0.50 m - 1.10 m	INCLINADA	190.79	339.61	12.00	
68	0.85 m	1.50 m	INCLINADA	399.75	199.72	14.50	
69	0.50 m	1.00 m	INCLINADA	236.21	224.39	12.50	
70	0.30 m	0.30 m	INCLINADA	196.13	15.89	8.00	
71	0.50 m	1.50 m	INCLINADA	290.73	303.53	14.00	
72	0.30 m	1.50 m	INCLINADA	272.55	272.35	12.00	
73	1.50 m	1.50 m	FONDO HORIZONTAL, ALTO ESCALONADO	454.26	303.53	16.50	
74	1.50 m	1.50 m	INCLINADA	1.99	0.00	28.00	
75							VIGAS EN ZONA TERRESTRE. SE REALIZÓ LIMPIEZA SUPERFICIAL Y APLICACIÓN DE INHIBIDOR DE CORROSIÓN MIGRATORIO.
76							
77							
78							
79							

NOTAS:

- LAS VIGAS CABECERAS ESTÁN ENUMERADAS DE ATLAPA HACIA TOCUMEN (EN DIRECCIÓN ESTE)
- LAS VIGAS CABECERAS EN GENERAL TIENEN UN PERALTE DE 1.50, SIN EMBARGO, LA GEOMETRÍA DE LAS MISMAS NO ES UNIFORME EN TODO EL TRAMO MARINO. LA RAZANTE DEL TRAMO MARINO TIENE DOS CURVAS HORIZONTALES. EN LA ROTACIÓN DE LAS CURVAS, LAS VIGAS CABECERAS VARÍAN PARA ACOMODAR LA GEOMETRÍA DE LA RAZANTE. EN LA MAYORÍA DE LOS CASOS, EL FONDO DE LA VIGA CABECERA SE INCLINA PARA ACOMODAR LA CURVA HORIZONTAL.
- DURANTE LA INTERVENCIÓN SE ENCONTRÓ QUE ALGUNAS VIGAS CABECERAS FUERON PRE-FABRICADAS. EL DETALLE DE ACERO DE REFUERZO DE ESTAS VIGAS ES DIFERENTE AL DE LAS VIGAS CABECERAS VACIADAS EN SITIO. NO SE ENCONTRÓ REGULARIDAD EN EL USO DE VIGAS CABECERAS PRE-FABRICADAS O VACIADAS EN SITIO

DESCRIPCIÓN DEL TRATAMIENTO DE VIGAS CABECERAS EN TRAMO MARINO (1-74):

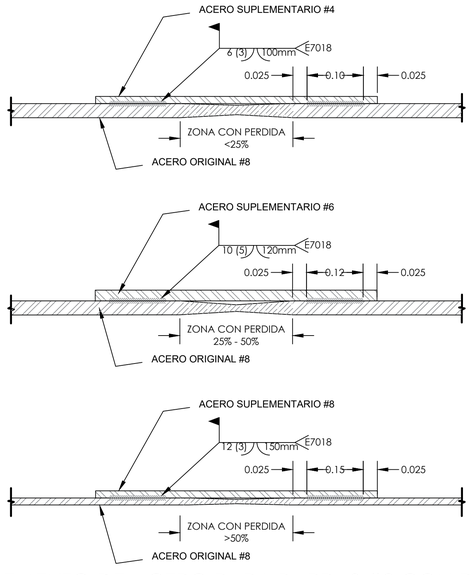
- EL TRATAMIENTO APLICADO OBEDECE A LA METODOLOGÍA APROBADA (18-805-D-MC-02, REV06). EN TÉRMINOS GENERALES, LOS PASOS SON LOS SIGUIENTES:
  - HIDRODEMOLICIÓN DE LA SUPERFICIE DE CONCRETO CONTAMINADO
  - TRATAMIENTO DE LOS ACEROS EXPUESTOS: ESTO INCLUYE REPOSICIÓN O SUPLEMENTO DE ACEROS CUANDO LA PÉRDIDA SUPERA EL 10% DEL ÁREA DE LAS BARRAS, PREPARACIÓN DE LA SUPERFICIE DE LAS BARRAS POR GRANALLADO CON ARENA A NIVEL DE LIMPIEZA SA2 Y FINALMENTE APLICACIÓN DE UN PASIVADOR EPÓXICO-CEMENTICIO
  - SI LA HIDRODEMOLICIÓN NO ALCANZA EL NIVEL DEL ACERO, SE APLICÓ INHIBIDOR DE CORROSIÓN MIGRATORIO
  - A LAS ZONAS A RECRECER SE LE INSTALÓ UNA MALLA ORTOGONAL DE BARRAS DE GFRP, FIJADAS AL CONCRETO CON GANCHOS ESPACIADOS A UN MÁXIMO DE 1.0m. LOS GANCHOS TAMBIÉN SON DE GFRP Y SON FIJADOS AL CONCRETO TALADRANDO Y EMPLEANDO UN EPÓXICO DE FIJACIÓN
  - SE COLOCÓ EL CONCRETO DEL RECRECIDO
  - EN LAS ZONAS FUERA DEL RECRECIDO, SE REMOVIÓ UN TRATAMIENTO SELLADOR PREVIO Y SE APLICÓ UN TRATAMIENTO DE SELLADOR POR CRISTALIZACIÓN DE ACCIÓN PUZOLÁNICA
- LO DESCRITO ANTERIORMENTE SE APLICÓ AL 100% DE LOS FONDOS DE LAS VIGAS CABECERAS LISTADAS
- LA METODOLOGÍA APROBADA DESCRIBE DOS ALTERNATIVAS PARA EL TRATAMIENTO DE LAS CARAS LATERALES. LA ALTERNATIVA 1 CONSISTE EN UN RECRECIDO EN LA ALTURA COMPLETA DE LA CARA DE LA VIGA CABECERA, LA ALTERNATIVA 2 SE LIMITA A LA ZONA INFERIOR, DONDE SE ENCONTRARON LA MAYORÍA DE LOS DAÑOS.
- CUANDO SE UTILIZÓ LA ALTERNATIVA 2, LA ALTURA DE LA ZONA INFERIOR FUE EVALUADA CASO POR CASO. LA ALTURA MÍNIMA EJECUTADA FUE DE 30cm.
- LA SELECCIÓN DEL TRATAMIENTO (ALTERNATIVA 1 O 2) ES INDEPENDIENTE PARA CADA CARA DE UNA MISMA VIGA CABECERA. SE OBSERVÓ QUE LAS CARAS QUE MIRAN AL OESTE PRESENTAN MÁS DAÑOS. LAS CARAS QUE MIRAN AL OESTE RECIBEN LAS OLAS Y SU SALPICADURA PUESTO QUE LA MAR ENTRANTE EN GENERAL VIAJA EN DIRECCIÓN NOR-ESTE.
- LA DESICIÓN DE APLICAR ALTERNATIVA 1 O ALTERNATIVA 2 A UNA CARA CUALQUIERA FUE FUNCIÓN DE LAS MEDICIONES DE VELOCIDAD DE CORROSIÓN Y LOS DAÑOS VISIBLES EN LA CARA. REFIÉRASE A LA METODOLOGÍA PARA MÁS DETALLES
- LA TABLA INCLUIDA EN ESTE PLANO RESUME EL TRATAMIENTO APLICADO A CADA CARA DE CADA VIGA CABECERA,

DESCRIPCIÓN DEL TRATAMIENTO DE VIGAS CABECERAS EN TRAMO TERRESTRE (1-75):

- EL TRATAMIENTO APLICADO OBEDECE A LA METODOLOGÍA APROBADA. EN TÉRMINOS GENERALES, LOS PASOS SON LOS SIGUIENTES:
- LIMPIEZA SUPERFICIAL CON CHORRO DE AGUA A PRESIÓN (3000 PSI)
- APLICACIÓN DE INHIBIDOR DE CORROSIÓN MIGRATORIO (CORTEC MCI 2020 VO)
- SOLO LA VIGA 75 REQUIRIÓ REPARACIÓN PUNTUAL POR ACERO EXPUESTO EN EL FONDO DE LA VIGA CABECERA. ESTA REPARACIÓN SIGUE LO ESTABLECIDO EN LA METODOLOGÍA APROBADA.

MATERIALES

- PROPIEDADES DE BARRAS DE GFRP: DIÁMETRO 10mm, RESISTENCIA A LA TENSIÓN 1000 MPa, ADHERENCIA AL CONCRETO 20 MPa, MÓDULO DE YOUNG >70000 MPa
- PROPIEDADES DEL CONCRETO DEL RECRECIDO (DISEÑO):
  - RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN ASTM C39: 25 MPa a los 3 días, 35 MPa a los 28 días,
  - RESISTIVIDAD SUPERFICIAL (AASHTO TP95) de 21 kΩ-cm A LOS 28 DÍAS (BAJA PERMEABILIDAD DE ION CLORURO)
  - W/C < 0.40, CEMENTO TIPO I (ASTM C150) + 8% DE MICROSÍLICE + INHIBIDOR DE CORROSIÓN SIKA CNI > 13.2 kg/m^3
- ACEROS SUPLEMENTARIOS: ASTM A706 GRADO 60



SUPLEMENTO DE ACERO PARA BARRAS #8 CON PÉRDIDA

ESCALA 1:5

LAS MEDIDAS RIGEN SOBRE EL DIBUJO

Sello de Aprobación de Plano Original

REV.	FECHA	DESCRIPCIÓN	DISEÑADO VERIFICADO	REVISADO PRESENTADO	APROBADO
0	DIC 2021	COMO CONSTRUIDO	AA	FM	
1	26OCT 2021	PARA APROBACIÓN	AA	AAV	

No. CONTRATO: No. 003/17	DISEÑADO POR: A. Avendaño
ESCALA: Indicada	DIBUJADO POR: A. Avendaño
	APROBADO POR:

CONSORCIO ICONSA PCS TRAMO SUR
APARTADO 0843-03089
PANAMA, REP. DE PANAMA

Proyecto:
ENA SUR/ Estudio, Diseño y Costrucción del Proyecto de Rehabilitación Estructural del Tramo Marino del Corredor Sur

Cliente:
ENA SUR,S.A

Ubicación:
Ciudad de Panamá, República de Panamá

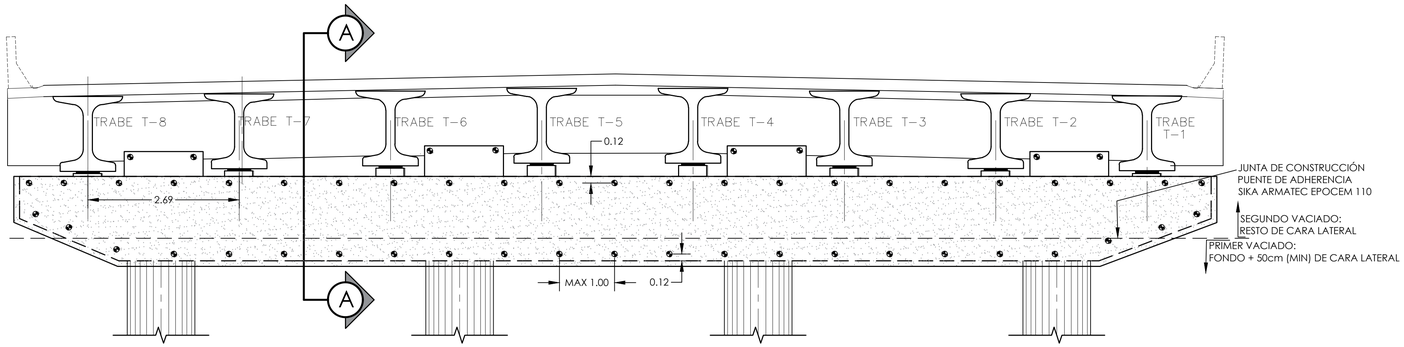
Aprobado:
DIRECTOR DE PROYECTOS ESPECIALES - MOP

ICONSA INGENIERÍA CONTINENTAL,S.A.
PCS

Contenido:
REHABILITACIÓN DE VIGAS CABECERAS

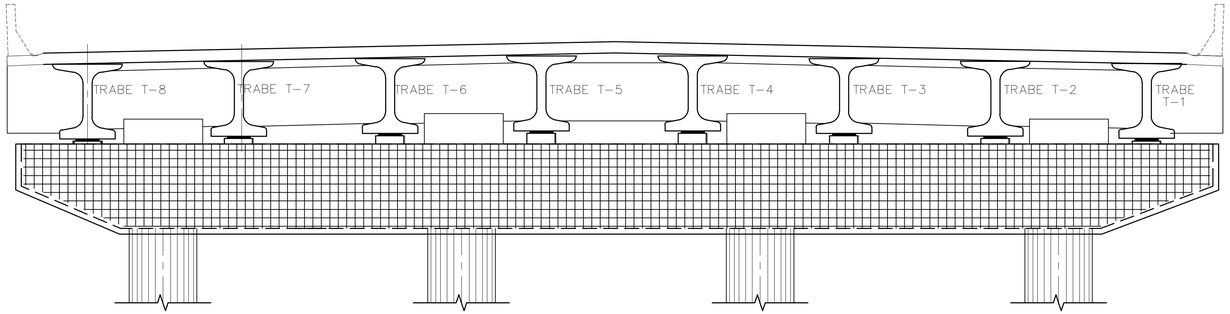
"Todos los derechos de este documento y la información contenida en él, son reservados. Su reproducción , uso o distribución a terceros sin autorización expresa esta estrictamente prohibido"
CONSORCIO ICONSA-PCS TRAMO SUR

PROY.:	Hoja:	Total:
18-805	1	4



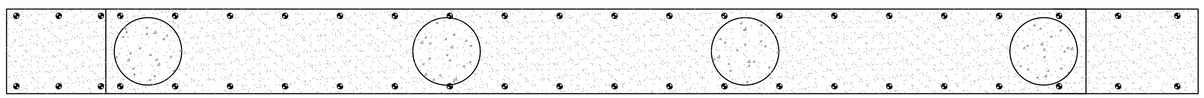
ELEVACIÓN DE VIGA CABECERA CON RECRECIDO EN CARA COMPLETA: UBICACIÓN DE ANCLAJES DE REFUERZO

ESCALA 1:50



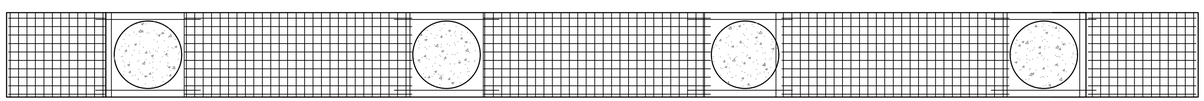
ELEVACIÓN DE VIGA CABECERA CON RECRECIDO EN CARA COMPLETA: REFUERZO DEL RECRECIDO (GFRP)

ESCALA 1:50



FONDO DE VIGA CABECERA (TÍPICO): UBICACIÓN DE ANCLAJES DE REFUERZO

ESCALA 1:50

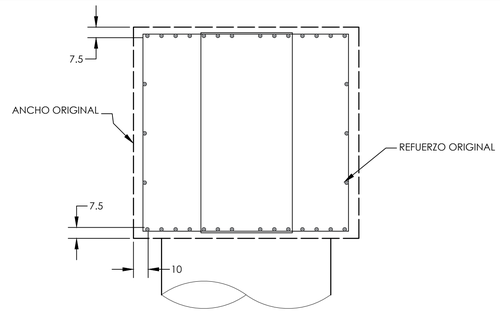


FONDO DE VIGA CABECERA (TÍPICO): REFUERZO DEL RECRECIDO (GFRP)

ESCALA 1:50

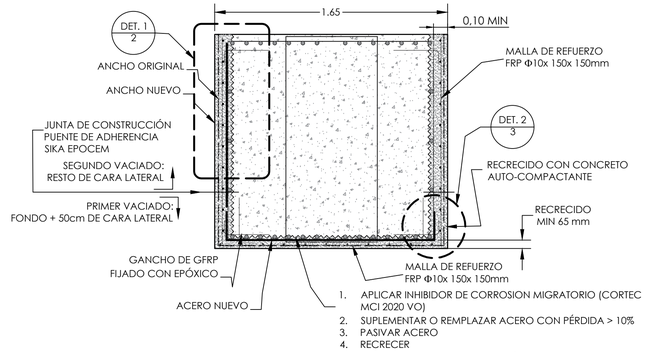
NOTAS:

- EN LA SECCIÓN "A-A LUEGO DE LA INTERVENCIÓN" SE MUESTRA UN RECRECIDO DE FONDO MÁS LA CARA LATERAL COMPLETA.
- LA SECCIÓN MUESTRA LA MISMA ALTURA DE RECRECIDO EN AMBAS CARAS LATERALES. ALGUNAS VIGAS CABECERAS TIENEN TRATAMIENTOS DIFERENTES EN CADA CARA.
- REFIÉRASE A LA TABLA EN LA PRIMERA PÁGINA DEL PLANO DE VIGAS CABECERAS PARA SABER QUÉ TRATAMIENTO FUE APLICADO A CADA CARA DE CADA VIGA CABECERA.
- EN EL "DETALLE 1", LA ZONA CON PÉRDIDA DE SECCIÓN VARÍA EN LONGITUD, DESDE 25CM HASTA ≈120CM, REQUIRIENDO ACEROS SUPLEMENTARIOS EN TODA LA PROFUNDIDAD DE LA CARA LATERAL EN EL PEOR DE LOS CASOS.



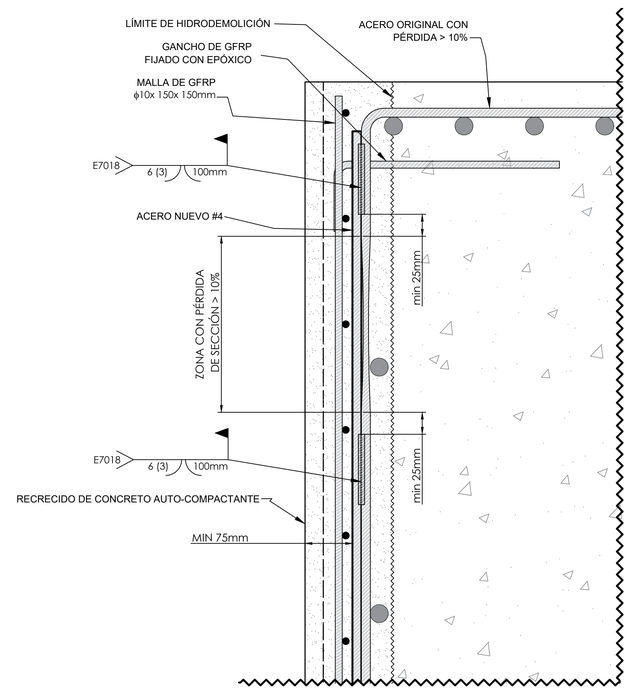
CORTE A-A (TIPICO) ANTES DE LA INTERVENCIÓN

ESCALA 1:20



CORTE A-A LUEGO DE LA INTERVENCIÓN

ESCALA 1:20



DET. 1 / 2

REPARACIÓN DE ACERO EN CARA LATERAL

ESCALA 1:4

LAS MEDIDAS RIGEN SOBRE EL DIBUJO

Sello de Aprobación de Plano Original

REV.	FECHA	DESCRIPCIÓN	DISEÑADO	REVISADO	APROBADO
R-1	DIC 2021	COMO CONSTRUIDO	AA	FM	
R-0	26OCT 2021	PARA APROBACIÓN	AAV		

No. CONTRATO: No. 003/17	DISEÑADO POR: A. Avendaño
ESCALA: Indicada	DIBUJADO POR: A. Avendaño
	APROBADO POR:

CONSORCIO ICONSA PCS TRAMO SUR
APARTADO 0843-03089
PANAMA, REP. DE PANAMA

Proyecto:

ENA SUR/ Estudio, Diseño y Costrucción del Proyecto de Rehabilitación Estructural del Tramo Marino del Corredor Sur

Cliente:

ENA SUR,S.A

Ubicación:

Ciudad de Panamá, República de Panamá

Aprobado:

DIRECTOR DE PROYECTOS ESPECIALES - MOP

ICONSA INGENIERÍA CONTINENTAL,S.A.

PCS

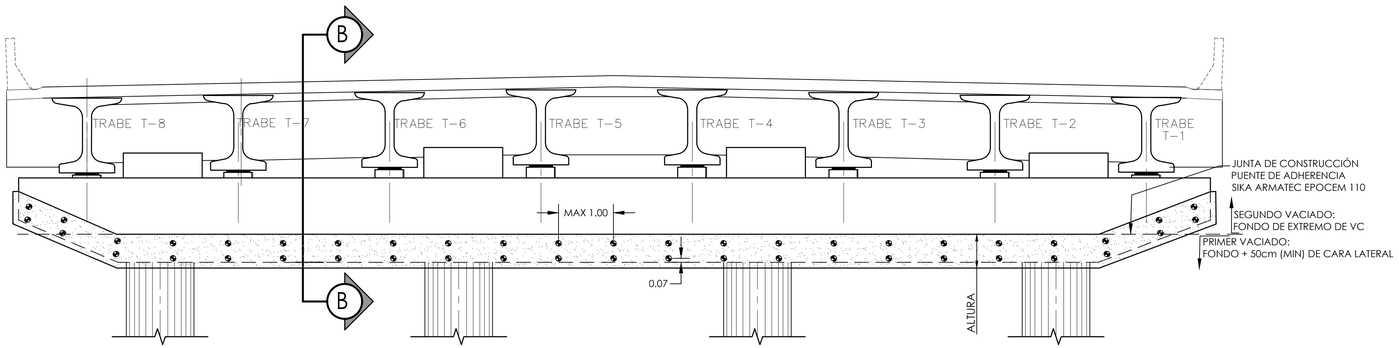
Contenido:

REHABILITACIÓN DE VIGAS CABECERAS

"Todos los derechos de este documento y la información contenida en él, son reservados. Su reproducción , uso o distribución a terceros sin autorización expresa esta estrictamente prohibido"

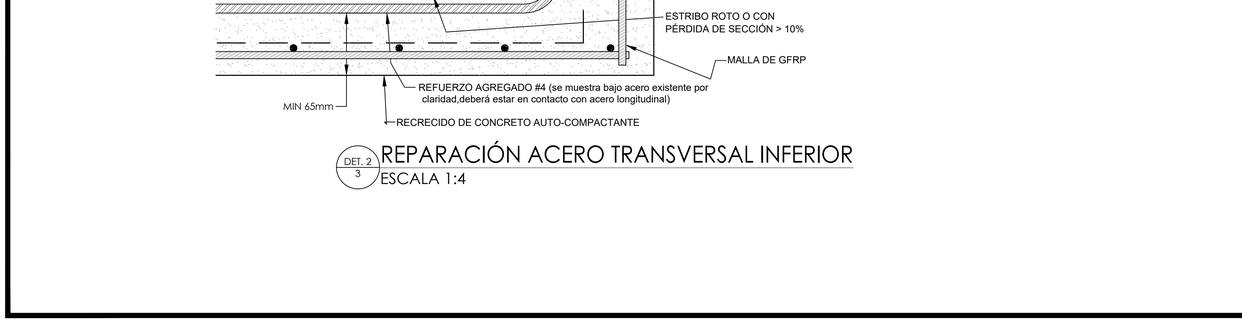
CONSORCIO ICONSA-PCS TRAMO SUR

PROY.:	Hoja:	Total:
18-805	2	4



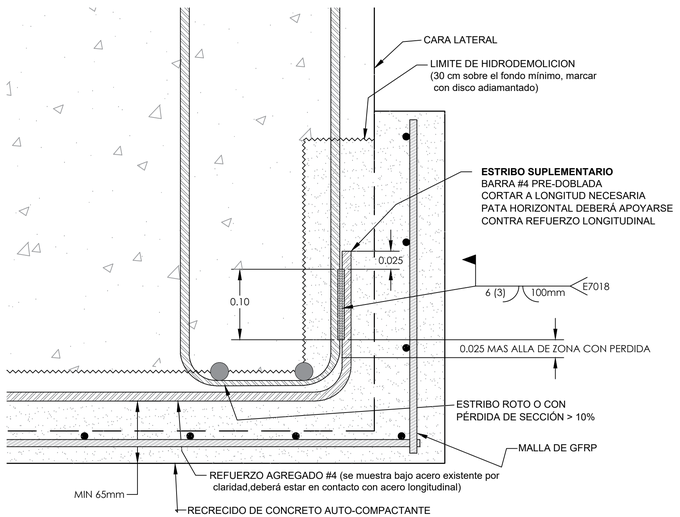
ELEVACIÓN DE VIGA CABECERA RECTA CON RECRECIDO EN ZONA CON DAÑOS: UBICACIÓN DE ANCLAJES DE REFUERZO

ESCALA 1:50



ELEVACIÓN DE VIGA CABECERA RECTA CON RECRECIDO EN ZONA CON DAÑOS: REFUERZO DEL RECRECIDO (GFRP)

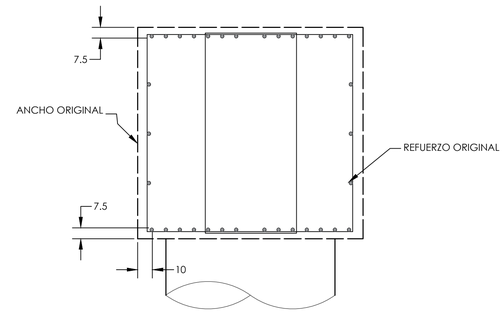
ESCALA 1:50



DET. 2 / 3

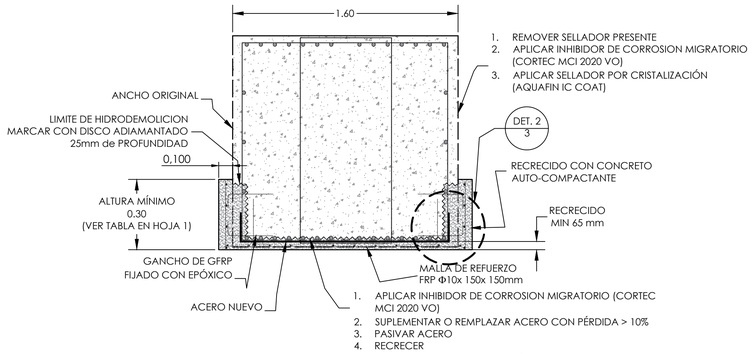
REPARACIÓN ACERO TRANSVERSAL INFERIOR

ESCALA 1:4



CORTE A-A (TIPICO) ANTES DE LA INTERVENCIÓN

ESCALA 1:20



CORTE B-B LUEGO DE LA INTERVENCIÓN

ESCALA 1:20

NOTAS:

- EN LA SECCIÓN B-B SE MUESTRA UN RECRECIDO DE FONDO MÁS UNA ALTURA PARCIAL DE LA CARA LATERAL.
- LA SECCIÓN MUESTRA LA MISMA ALTURA DE RECRECIDO EN AMBAS CARAS LATERALES. ALGUNAS VIGAS CABECERAS TIENEN TRATAMIENTOS DIFERENTES EN CADA CARA.
- REFIÉRASE A LA TABLA EN LA PRIMERA PÁGINA DEL PLANO DE VIGAS CABECERAS PARA SABER QUÉ TRATAMIENTO FUE APLICADO A CADA CARA DE CADA VIGA CABECERA.

LAS MEDIDAS RIGEN SOBRE EL DIBUJO

Sello de Aprobación de Plano Original

REV.	FECHA	DESCRIPCIÓN	DISEÑADO VERIFICADO	REVISADO PRESENTADO	APROBADO
0	DIC 2021	COMO CONSTRUIDO	AA	FM	
0	26OCT 2021	PARA APROBACIÓN	AAV		

No. CONTRATO: No. 003/17	DISEÑADO POR: A. Avendaño
ESCALA: Indicada	DIBUJADO POR: A. Avendaño
	APROBADO POR:

CONSORCIO ICONSA PCS TRAMO SUR
APARTADO 0843-03089
PANAMA, REP. DE PANAMA

Proyecto:
ENA SUR/ Estudio, Diseño y Costrucción del Proyecto de Rehabilitación Estructural del Tramo Marino del Corredor Sur

Cliente:
ENA SUR,S.A

Ubicación:
Ciudad de Panamá, República de Panamá

Aprobado:

DIRECTOR DE PROYECTOS ESPECIALES - MOP

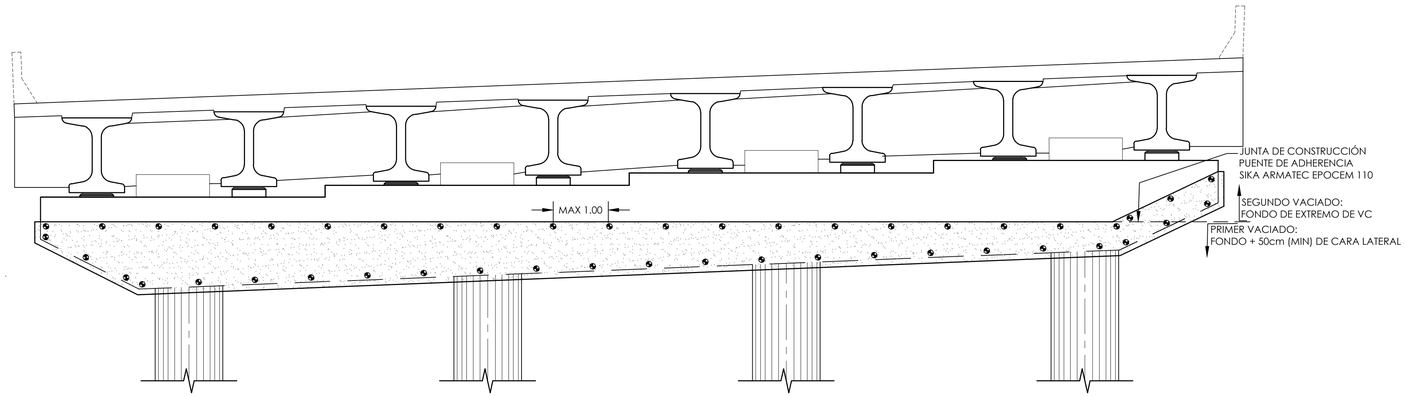
ICONSA INGENIERÍA CONTINENTAL,S.A.

PCS

Contenido:
REHABILITACIÓN DE VIGAS CABECERAS

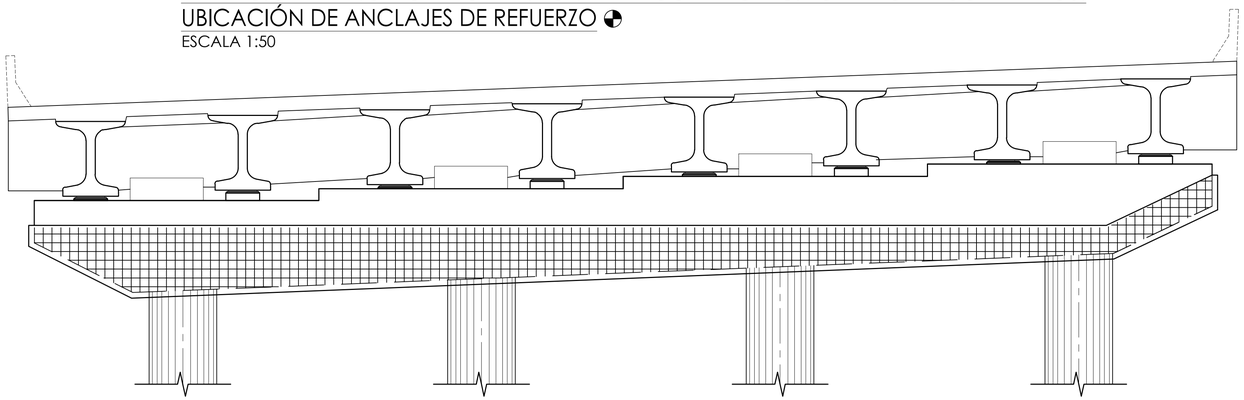
"Todos los derechos de este documento y la información contenida en él, son reservados. Su reproducción , uso o distribución a terceros sin autorización expresa esta estrictamente prohibido"
CONSORCIO ICONSA-PCS TRAMO SUR

PROY.:	Hoja:	Total:
18-805	3	4



ELEVACIÓN DE VIGA CABECERA INCLINADA CON RECRECIDO EN ZONA CON DAÑOS:
UBICACIÓN DE ANCLAJES DE REFUERZO

ESCALA 1:50



ELEVACIÓN DE VIGA CABECERA INCLINADA CON RECRECIDO EN ZONA CON DAÑOS:
REFUERZO DEL RECRECIDO (GFRP)

ESCALA 1:50

LAS MEDIDAS RIGEN SOBRE EL DIBUJO

Sello de Aprobación de Plano Original

REV.	FECHA	DESCRIPCIÓN	DISEÑADO / VERIFICADO	REVISADO / PRESENTADO	APROBADO
R-2	DIC 2021	COMO CONSTRUIDO	AA	FM	
R-0	26OCT 2021	PARA APROBACIÓN	AAV		

No. CONTRATO: No. 003/17	DISEÑADO POR: A. Avendaño
ESCALA: Indicada	DIBUJADO POR: A. Avendaño
	APROBADO POR:

CONSORCIO ICONSA PCS TRAMO SUR
APARTADO 0843-03089
PANAMA, REP. DE PANAMA

Proyecto:

ENA SUR/ Estudio, Diseño y Costrucción del Proyecto de Rehabilitación Estructural del Tramo Marino del Corredor Sur

Cliente:

ENA SUR,S.A

Ubicación:

Ciudad de Panamá, República de Panamá

Aprobado:

DIRECTOR DE PROYECTOS ESPECIALES - MOP

ICONSA INGENIERÍA CONTINENTAL,S.A.

PCS

Contenido:

REHABILITACIÓN DE VIGAS CABECERAS

"Todos los derechos de este documento y la información contenida en él, son reservados. Su reproducción , uso o distribución a terceros sin autorización expresa esta estrictamente prohibido"
CONSORCIO ICONSA-PCS TRAMO SUR

PROY.:	Hoja:	Total:
18-805	4	4

NOTAS:

- LOS TÉRMINOS "VIGAS" Y "TRABES" SE UTILIZAN INDISTINTAMENTE EN LOS DOCUMENTOS DE ESTE CONTRATO
- LAS VIGAS ESTÁN NUMERADAS DEL 1 AL 8 EN DIRECCIÓN MAR-AFUERA.
- REFIÉRASE A LA METODOLOGÍA APROBADA PARA DETALLES DEL TRATAMIENTO GENERAL DE LAS VIGAS, PRELOSAS Y DIAFRAGMAS (CIPTS-18-805-D-MC-03, REV2)
- PARA LA REPARACIÓN ESPECIAL DE LA VIGA 4 DEL VANO 5-6, REFIÉRASE A LA METODOLOGÍA ESPECÍFICA APROBADA (CIPTS-18-805-D-MC-07, REV0)
- PARA LA REPARACIÓN ESPECIAL DE LA VIGA 5 DEL VANO 73-74, REFIÉRASE A LA METODOLOGÍA ESPECÍFICA APROBADA (CIPTS-18-805-D-MC-05, REV1)

REPARACIÓN DE BARRAS CON PÉRDIDA DE SECCIÓN

- LA INCIDENCIA DE BARRAS CON PÉRDIDA DE SECCIÓN SE ENCONTRÓ PREDOMINANTEMENTE EN LOS 3m EXTREMOS DE LAS VIGAS.
- CUANDO SE ENCONTRARON ACEROS CON PÉRDIDA DE SECCIÓN, SE SIGUIERON LOS SIGUEINTES LINEAMIENTOS:
  - BARRAS CON PÉRDIDA DE SECCIÓN INFERIOR AL 10% NO REQUERIRÁN ACERO SUPLEMENTARIO
  - EN EL CASO DE QUE LA PÉRDIDA DE SECCIÓN SUPERE EL 10% PERO NO EXCEDA EL 60% EN BARRAS DENTRO DE LA ZONA A REHABILITAR, SE CUANTIFICARÁ UNA PÉRDIDA PROMEDIO POR BARRA EN LA ZONA. LUEGO, SE INSTALARÁ ACERO SUPLEMENTARIO PARA COMPENSAR ESTA PÉRDIDA PROMEDIO. POR EJEMPLO, SI EN PROMEDIO LAS BARRAS #3 TIENEN 33% DE PÉRDIDA DE SECCIÓN, SE AGREGARÁ UNA BARRA #3 ADICIONAL POR CADA 3 BARRAS TRANSVERSALES. SI EN PROMEDIO LAS BARRAS #3 TIENEN 25% DE PÉRDIDA, SE AGREGARÁ UNA BARRA #3 ADICIONAL POR CADA 4 BARRAS TRANSVERSALES. LA EXTENSIÓN DE LA ZONA EN LA QUE SE PROMEDIAN LAS PÉRDIDAS NO DEBERÁ EXCEDER 30cm PARALELOS AL EJE DE LA VIGA.
  - SI LAS BARRAS #3 SE ENCUENTRAN ROTAS (PÉRDIDA DE 100%) O BIEN CON UNA PÉRDIDA SUPERIOR AL 60%, SE AGREGARÁ UNA BARRA #3 POR CADA BARRA O BIEN UNA BARRA #4 CADA BARRA ALTERNA.
  - CUANDO SE AGREGUEN BARRAS ADICIONALES, SI LA EXTENSIÓN DE LA REPARACIÓN ES TAL QUE AMBAS CARAS LATERALES DEL ALA INFERIOR DE LA VIGA TIENEN EL ACERO EXPUESTO, SE PODRÁ ADICIONAR LAS BARRAS SIN SOLDARLAS A LAS EXISTENTES SIEMPRE Y CUANDO LA BARRA ADICIONADA CUENTE CON GANCHOS EN SUS EXTREMOS QUE PUEDAN SER AMARRADOS A EL ACERO EXISTENTE EN LA CARA LATERAL.

VIGAS CON CABLES ROTOS

- EL ÚNICO CASO DE CABLES ROTOS QUE IMPACTABAN LA INTEGRIDAD ESTRUCTURAL DE LA VIGA FUE LA VIGA 5 DEL VANO 73-74, PARA LA CUÁL SE IMPLEMENTÓ UNA REPARACIÓN ESPECIAL
- MEDIANTE ANÁLISIS ESTRUCTURAL SE DETERMINÓ QUE LAS VIGAS TOLERABAN UN MÁXIMO DE 4 CABLES ROTOS DENTRO DE LOS 9 METROS FINALES, SIN QUE LA CAPACIDAD DE LA VIGA CAYESE POR DEBAJO DE LOS REQUERIMIENTOS DE SEGURIDAD APLICABLES (VER NOTA TÉCNICA CIPTS-GP-CC-2019111).
- SIMILARMENTE, SE DETERMINÓ QUE LA VIGA TOLERABA UN MÁXIMO DE 6 CABLES ROTOS, SIEMPRE Y CUANDO LA ROTURA FUESE DENTRO DE LOS 6 METROS FINALESSIN QUE LA CAPACIDAD DE LA VIGA CAYESE POR DEBAJO DE LOS REQUERIMIENTOS DE SEGURIDAD APLICABLES (VER NOTA TÉCNICA 18-805-CIPTS-GP-CC-2020114)
- EN LAS ZONAS DONDE SE ENCONTRARON CABLES ROTOS QUE NO IMPACTABAN LA INTEGRIDAD ESTRUCTURAL DE LA VIGA, SE SUPLEMENTÓ EL ACERO LONGITUDINAL ADHERIDO CON 4 BARRAS #3.
- SE ANOTAN LAS SIGUIENTES OCURRENCIAS:
  - VIGA 1, VANO 73-72, EXTREMO SOBRE VC 73, 4 CABLES ROTOS EN LOS ÚLTIMOS 3m
  - VIGA 3, VANO 55-54, EXTREMO SOBRE VC 54, 2 CABLES ROTOS EN LOS ÚLTIMOS 3m
  - VIGA 4, VANO 5-6, EXTREMO SOBRE VC6, 6 CABLES ROTOS EN LOS ÚLTIMOS 3.6m
  - VIGA 8, VANO 5-6, EXTREMO SOBRE VC6, 6 CABLES ROTOS EN LOS ÚLTIMOS 3.6m
  - VIGA 5, VANO 73-74, 8 CABLES ROTOS EN ZONA ENTRE 9.8m y 12m DESDE 73 HACIA 74.

REPARACIONES DE TRABES FUERA DEL ALCANCE ORIGINAL

- LA VIGA 5, DEL VANO 73-74, REQUIRIÓ LA INSTALACIÓN DE UN REFUERZO EXTERNO DE BARRAS DE ALTA RESISTENCIA PARA COMPENSAR LA MERMA EN CAPACIDAD CAUSADA POR LA ROTURA DE 8 CABLES DEL PRETENSADO. VER HOJA 3 DE ESTE PLANO PARA MÁS DETALLES.
- LA VIGA 4, DEL VANO 5-6, REQUIRIÓ UN CONFINAMIENTO EXTERNO DEL ALA INFERIOR, DE LA ZONA CERCANA A LA VC6. VER HOJA 4 DE ESTE PLANO PARA MÁS DETALLES

REPARACIONES DE TOPES SÍSMICOS

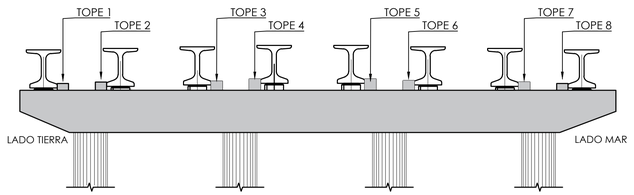
- HAY DOS TIPOS DE TOPES SÍSMICOS EN EL TRAMO MARINO:
  - EN LOS APOYOS QUE COINCIDEN CON JUNTAS EN LA LOSA DE PAVIMENTO, SE TIENEN TOPES SÍSMICOS EN AMBAS CARAS (ESTE Y OESTE) DE LA VIGA CABECERA, 8 TOPES EN CADA CARA, 16 TOPES POR VIGA CABECERA, EN CONTACTO CON EL ALA INFERIOR DE LAS VIGAS. HAY JUNTAS APROXIMADAMENTE CADA 5 VANOS. VER ESQUEMA DE NUMERACIÓN
  - EN LOS APOYOS QUE NO COINCIDEN CON JUNTAS, SE TIENEN 4 TOPES SÍSMICOS DE MAYOR TAMAÑO, EN CONTACTO CON UN GRAN DIAFRAGMA QUE ESTABILIZA LAS VIGAS QUE SALEN DE ESE APOYO EN AMBAS DIRECCIONES. VER ESQUEMA DE NUMERACIÓN
- SE EJECUTARON 3 TIPOS DE REPARACIONES EN TOPES SÍSMICOS
  - TIPO 1: SOLO REQUIRIÓ LIMPIEZA Y APLICACIÓN DE INHIBIDOR DE CORROSIÓN MIGRATORIO
  - TIPO 2: REQUIRIÓ REPARACIÓN PUNTUAL
  - TIPO 3: REQUIRIÓ UNA RECONSTRUCCIÓN TOTAL DEL TOPE SÍSMICO
- EL TIPO DE REPARACIÓN SE INDICA EN LA TABLA ADJUNTA. LOS TOPES NO INDICADOS EN LA TABLA TUVIERON UNA REPARACIÓN TIPO 1.

REPARACIONES DE PEDESTALES

- VER TABLA EN HOJA 2 DE ESTE PLANO CLASIFICANDO LA REPARACIÓN A CADA PEDESTAL
- REPARACIÓN "PENDIENTE": 120 PEDESTALES NO FUERON REPARADOS DENTRO DEL ALCANCE DE ESTE CONTRATO YA QUE PRESENTABAN DAÑOS ESTRUCTURALES DEBAJO O PELIGROSAMENTE CERCA DE LA HUELLA DEL NEOPRENO, REQUIRIENDO EL IZAJE DEL PUENTE PARA LA EJECUCIÓN ADECUADA DE LA REPARACIÓN.
- "PC": SE IDENTIFICARON 10 PLACAS DE ACERO, EMBUTIDAS SUPERFICIALMENTE EN EL FONDO DE LAS VIGAS PRETENSADAS, DIRECTAMENTE SOBRE LAS ALMOHADILLAS DE NEOPRENO, EN LAS QUE SE OBSERVA DETERIORO POR CORROSIÓN Y SE REQUERIRÍA EL IZAJE DEL PUENTE PARA PODER TRATAR LA PLACA.
- "OK": ESTOS PEDESTALES SE ENCONTRABAN EN BUEN ESTADO. RECIBIERON LIMPIEZA Y APLICACIÓN DE INHIBIDOR DE CORROSIÓN MIGRATORIO
- "REPARADO": CORRESPONDE A PEDESTALES QUE PRESENTABAN AGRIETAMIENTOS O DESPRENDIMIENTOS DE CONCRETO. EN LA TABLA SE SOMBREAN EN GRIS LAS REPARACIONES QUE REQUIRIERON REEMPLAZO DE ACEROS.

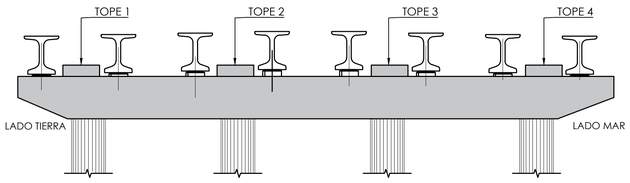
MATERIALES

- CONCRETO DE REPARACIONES ESPECIALES (DISEÑO):
  - RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN ASTM C39: 25 MPa a los 3 días, 35 MPa a los 28 días,
  - RESISTIVIDAD SUPERFICIAL (AASHTO TP95) de 21 kΩ-cm A LOS 28 DÍAS (BAJA PERMEABILIDAD DE ION CLORURO)
  - W/C < 0.40, CEMENTO TIPO I (ASTM C150) + 8% DE MICROSÍLICE + INHIBIDOR DE CORROSIÓN SIKA CNI > 13.2 kg/m^3
  - LAS PROPIEDADES MEDIDAS DEL CONCRETO SE ENCUENTRAN EL INFORME DE CALIDAD
- ACEROS SUPLEMENTARIOS: ASTM A706 GRADO 60
- SE UTILIZARON TRES PRODUCTOS PARA LA PASIVACIÓN DEL ACERO: SIKA ARMATEC EPOCEM 110 DEL FABRICANTE SIKA, MAPEFER DEL FABRICANTE MAPEI Y DURALPREP A.C. DE EUCLID.
- LOS MORTEROS DE REPARACIÓN FUERON SELECCIONADOS PARA CUMPLIR CON LAS SIGUIENTES CARACTERÍSTICAS:
  - ALTA IMPERMEABILIDAD
  - ALTA RESISTENCIA TEMPRANA
  - LIBRE DE RETRACCIÓN
  - ADITIVADO CON MICRO-SILICE, INHIBIDOR DE CORROSIÓN O AMBOS
  - APLICABLE SOBRE CABEZA
- SE UTILIZARON LOS SIGUIENTES MORTEROS DE REPARACIÓN PARA LAS REPARACIONES PUNTUALES
  - SIKA REPAIR 224, DE LA CASA SIKA
  - REPCON VO, DE LA CASA SPECCHEM
  - SPEED CRETE PM, DE LA CASA EUCLID
  - VERTICOAT SUPREME, DE LA CASA EUCLID
  - MASTER EMACO S 488 CL. DE LA CASA BASF
  - MORTAR MIX PLUS, CTS CEMENT MANUFACTURING CORP.
  - MAXRITE -F, DE LA CASA DRIZORO
  - DUO PATCH, DE LA CASA SPECCHEM



ESQUEMA DE IDENTIFICACIÓN DE TOPES SÍSMICOS EN APOYO CON JUNTA DE PAVIMENTO (VC 6, 11, 16, ETC)

ESCALA 1:100



ESQUEMA DE IDENTIFICACIÓN DE TOPES SÍSMICOS EN APOYO SIN JUNTA DE PAVIMENTO

ESCALA 1:100

REPARACIONES DE TOPES SÍSMICOS:

	Cara Este								Cara Oeste							
Eje	1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4	5	6	7	8
1	REP	REP	REP	REP	REP	REP	REP	REP	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
2	OK	OK	OK	OK	-	-	-	-	OK	OK	OK	OK	-	-	-	-
3	OK	OK	OK	OK	-	-	-	-	OK	OK	OK	OK	-	-	-	-
4	REP	REP	**REC**	REP	-	-	-	-	REP	REP	REP	REP	-	-	-	-
5	REP	REP	REP	REP	-	-	-	-	REP	OK	REP	REP	-	-	-	-
6	**REC**	**REC**	**REC**	**REC**	**REC**	**REC**	**REC**	**REC**	**REC**	**REC**	**REC**	**REC**	**REC**	**REC**	**REC**	**REC**
7	OK	OK	REP	REP					OK	OK	REP	REP				
8	REP	OK	REP	REP	-	-	-	-	REP	OK	REP	REP	-	-	-	-
9	REP	REP	REP	REP	-	-	-	-	REP	REP	REP	REP	-	-	-	-
10	REP	OK	REP	REP	-	-	-	-	REP	REP	REP	OK	-	-	-	-
11	OK	OK	REP	REP	REP	REP	REP	**REC**	**REC**	OK	REP	REP	REP	REP	**REC**	**REC**
12	REP	OK	OK	OK	-	-	-	-	REP	OK	OK	OK	-	-	-	-
13	OK	OK	OK	REP	-	-	-	-	OK	OK	OK	REP	-	-	-	-
14	OK	OK	REP	REP	-	-	-	-	OK	OK	REP	REP	-	-	-	-
15	OK	OK	OK	OK	-	-	-	-	OK	OK	OK	OK	-	-	-	-
16	REP	REP	OK	OK	OK	OK	OK	**REC**	REP	OK	OK	REP	OK	**REC**	REP	REP
17	OK	REP	OK	OK	-	-	-	-	REP	REP	REP	OK	-	-	-	-
18	OK	OK	OK	OK	-	-	-	-	OK	OK	OK	OK	-	-	-	-
19	OK	OK	OK	OK	-	-	-	-	OK	OK	OK	OK	-	-	-	-
20	OK	OK	OK	OK	-	-	-	-	OK	OK	OK	OK	-	-	-	-
21	REP	OK	OK	REP	**REC**	OK	**REC**	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
22	OK	OK	OK	OK					OK	OK	OK	OK	-	-	-	-
23	OK	OK	OK	OK					OK	OK	OK	OK	-	-	-	-
24	OK	OK	OK	OK					OK	OK	OK	OK	-	-	-	-
25	OK	OK	OK	OK					OK	OK	OK	OK	-	-	-	-
26	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	REP	OK	OK	OK	OK	OK	OK	REP	REP
27	OK	OK	OK	REP	-	-	-	-	OK	OK	OK	REP	-	-	-	-
28	OK	OK	OK	REP	-	-	-	-	REP	OK	REP	REP	-	-	-	-
29	OK	OK	OK	OK					OK	OK	OK	OK	-	-	-	-
30	OK	OK	OK	OK					OK	OK	OK	OK	-	-	-	-
31	OK	OK	OK	OK	OK	**REC**	OK	REP	**REC**	**REC**	OK	OK	OK	OK	**REC**	**REC**
32	OK	OK	OK	OK	-	-	-	-	OK	OK	OK	OK	-	-	-	-
33	OK	OK	OK	OK	-	-	-	-	OK	OK	OK	OK	-	-	-	-
34	OK	OK	OK	OK	-	-	-	-	OK	OK	OK	REP	-	-	-	-
35	OK	OK	OK	REP	-	-	-	-	OK	REP	OK	OK	-	-	-	-
36	OK	OK	OK	OK	REP	OK	OK	REP	OK	OK	REP	OK	OK	REP	**REC**	OK
37	OK	OK	OK	OK	-	-	-	-	OK	OK	OK	OK	-	-	-	-
38	OK	OK	OK	OK	-	-	-	-	OK	OK	OK	OK	-	-	-	-
39	OK	OK	OK	OK	-	-	-	-	OK	OK	OK	OK	-	-	-	-
40	OK	OK	OK	OK	-	-	-	-	OK	OK	OK	OK	-	-	-	-
41	REP	REP	OK	REP	OK	OK	REP	OK	REP	OK	OK	OK	OK	REP	OK	OK
42	OK	OK	OK	OK	-	-	-	-	OK	OK	OK	OK	-	-	-	-
43	OK	OK	OK	OK	-	-	-	-	OK	OK	OK	OK	-	-	-	-
44	OK	OK	OK	OK	-	-	-	-	OK	OK	OK	OK	-	-	-	-
45	OK	OK	OK	OK	-	-	-	-	OK	OK	OK	OK	-	-	-	-
46	REP	REP	REP	REP	REP	REP	OK	REP	REP	OK	REP	REP	REP	REP	OK	REP
47	OK	OK	OK	OK	-	-	-	-	OK	OK	OK	OK	-	-	-	-
48	OK	OK	OK	OK	-	-	-	-	OK	OK	OK	OK	-	-	-	-
49	OK	OK	OK	OK	-	-	-	-	OK	OK	OK	OK	-	-	-	-
50	OK	OK	OK	OK	-	-	-	-	OK	OK	OK	OK	-	-	-	-
51	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	REP	REP	OK	REP	OK	OK	OK	OK
52	OK	OK	OK	OK	-	-	-	-	OK	OK	OK	OK	-	-	-	-
53	OK	OK	OK	OK	-	-	-	-	OK	OK	OK	OK	-	-	-	-
54	OK	OK	OK	OK	-	-	-	-	OK	OK	OK	OK	-	-	-	-
55	OK	OK	OK	OK	-	-	-	-	OK	OK	OK	OK	-	-	-	-
56	REP	REP	OK	REP	OK	REP	OK	OK	REP	REP	OK	OK	REP	**OK**	REP	**OK**
57	OK	OK	OK	OK	-	-	-	-	OK	OK	OK	OK	-	-	-	-
58	OK	OK	OK	OK	-	-	-	-	OK	OK	OK	OK	-	-	-	-
59	OK	OK	OK	OK	-	-	-	-	OK	OK	OK	OK	-	-	-	-
60	OK	OK	OK	OK	-	-	-	-	OK	OK	OK	OK	-	-	-	-
61	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	REP	OK	REP	REP	REP	REP	**OK**	**OK**
62	OK	OK	OK	OK	-	-	-	-	OK	OK	OK	OK	-	-	-	-
63	OK	OK	OK	OK	-	-	-	-	OK	OK	OK	OK	-	-	-	-
64	OK	OK	OK	OK	-	-	-	-	OK	OK	OK	OK	-	-	-	-
65	OK	OK	OK	OK	-	-	-	-	OK	OK	OK	OK	-	-	-	-
66	OK	OK	OK	OK	-	-	-	-	OK	OK	REP	OK	-	-	-	-
67	OK	OK	OK	OK	-	-	-	-	OK	OK	OK	OK				
68	OK	OK	OK	OK	-	-	-	-	OK	OK	OK	OK	-	-	-	-
69	OK	OK	OK	OK	-	-	-	-	OK	OK	OK	OK	-	-	-	-
70	OK	OK	OK	OK	-	-	-	-	OK	OK	OK	OK	-	-	-	-
71	OK	OK	OK	OK	-	-	-	-	OK	OK	OK	OK	-	-	-	-
72	OK	OK	OK	OK	-	-	-	-	OK	OK	OK	OK	-	-	-	-
73	OK	OK	OK	OK	-	-	-	-	OK	OK	OK	OK	-	-	-	-
74	OK	OK	OK	OK	-	-	-	-	OK	OK	OK	OK	-	-	-	-
75	OK	OK	OK	OK	-	-	-	-	OK	OK	OK	OK	-	-	-	-
76	OK	OK	OK	OK	-	-	-	-	OK	OK	OK	OK	-	-	-	-
77	OK	OK	OK	OK	-	-	-	-	OK	OK	OK	OK	-	-	-	-
78	OK	OK	OK	OK	-	-	-	-	OK	OK	OK	OK	-	-	-	-
79	OK	OK	OK	OK	-	-	-	-	OK	OK	OK	OK	-	-	-	-

REP	Reparación Puntual
REC	Reconstrucción
OK	Limpieza y MCI

LAS MEDIDAS RIGEN SOBRE EL DIBUJO

Sello de Aprobación de Plano Original

REV.	FECHA	DESCRIPCIÓN	DISEÑADO VERIFICADO	REVISADO PRESENTADO	APROBADO
0	23FEB 2022	COMO CONSTRUIDO	AAV		

No. CONTRATO: No. 003/17	DISEÑADO POR: A. Avendaño
ESCALA: Indicada	DIBUJADO POR: A. Avendaño
	APROBADO POR:

CONSORCIO ICONSA PCS TRAMO SUR
APARTADO 0843-03089
PANAMA, REP. DE PANAMA

Proyecto:

ENA SUR/ Estudio, Diseño y Costrucción del Proyecto de Rehabilitación Estructural del Tramo Marino del Corredor Sur

Cliente:

ENA SUR,S.A.

Ubicación:

Ciudad de Panamá, República de Panamá

Aprobado:

DIRECTOR DE PROYECTOS ESPECIALES - MOP

ICONSA INGENIERÍA CONTINENTAL,S.A.

PCS

Contenido:

REHABILITACIÓN DE VIGAS, PRELOSAS Y DIAFRAGMAS: INFORMACIÓN GENERAL

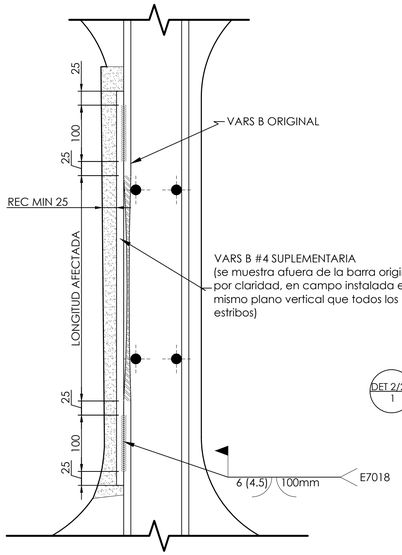
"Todos los derechos de este documento y la información contenida en él, son reservados. Su reproducción , uso o distribución a terceros sin autorización expresa esta estrictamente prohibido"
CONSORCIO ICONSA-PCS TRAMO SUR

PROY.:	Hoja:	Total:
18-805	1	4

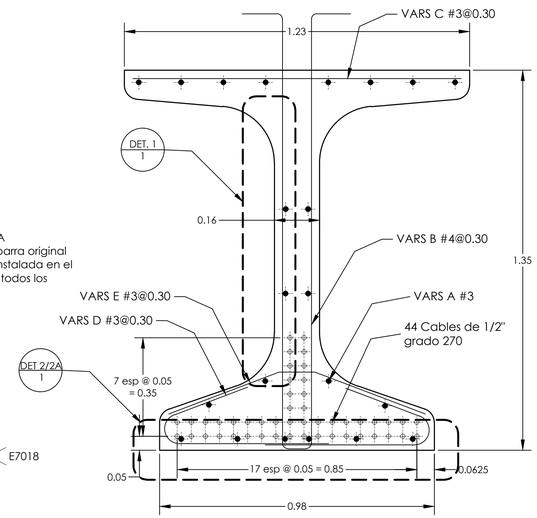
REPARACIONES DE PEDESTALES:

	CARA ESTE								CARA OESTE							
Eje	1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4	5	6	7	8
1	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
2	OK	OK	OK	REPARADO	OK	OK	OK	OK	OK	OK	REPARADO	REPARADO	OK	OK	OK	OK
3	REPARADO	OK	OK	REPARADO	REPARADO	REPARADO	OK	OK	REPARADO	REPARADO	REPARADO	REPARADO	REPARADO	REPARADO	OK	OK
4	PENDIENTE	PENDIENTE	PENDIENTE	PENDIENTE	PENDIENTE	PENDIENTE	PENDIENTE	OK	PENDIENTE	PENDIENTE	PENDIENTE	PENDIENTE	PENDIENTE	PENDIENTE	PENDIENTE	PENDIENTE
5	PENDIENTE	PENDIENTE	REPARADO	PENDIENTE	PENDIENTE	PENDIENTE	PENDIENTE	PENDIENTE	PENDIENTE	PENDIENTE	REPARADO	PENDIENTE	PENDIENTE	PENDIENTE	PENDIENTE	OK
6	OK	PENDIENTE	PENDIENTE	PENDIENTE	PENDIENTE	PENDIENTE	PENDIENTE	OK	OK	PENDIENTE	PENDIENTE	PENDIENTE	PENDIENTE	PENDIENTE	PENDIENTE	OK
7	PENDIENTE	PENDIENTE	PENDIENTE	OK	PENDIENTE	PENDIENTE	PENDIENTE	OK	PENDIENTE	PENDIENTE	PENDIENTE	PENDIENTE	PENDIENTE	PENDIENTE	PENDIENTE	PENDIENTE
8	OK	PENDIENTE	REPARADO	REPARADO	REPARADO	OK	PENDIENTE	OK	PENDIENTE	PENDIENTE	OK	REPARADO	REPARADO	PENDIENTE	PENDIENTE	OK
9	PENDIENTE	PENDIENTE	REPARADO	OK	REPARADO	REPARADO	PENDIENTE	OK	PENDIENTE	PENDIENTE	PENDIENTE	PENDIENTE	PENDIENTE	PENDIENTE	PENDIENTE	PENDIENTE
10	PENDIENTE	PENDIENTE	REPARADO	PENDIENTE	PENDIENTE	PENDIENTE	PENDIENTE	PENDIENTE	PENDIENTE	PENDIENTE	REPARADO	PENDIENTE	REPARADO	REPARADO	PENDIENTE	PENDIENTE
11	OK	REPARADO	REPARADO	OK	REPARADO	REPARADO	PENDIENTE	PENDIENTE	OK	PENDIENTE	PENDIENTE	REPARADO	OK	REPARADO	PENDIENTE	PENDIENTE
12	OK	REPARADO	REPARADO	OK	OK	OK	REPARADO	OK	OK	OK	REPARADO	OK	REPARADO	OK	REPARADO	PENDIENTE
13	REPARADO	PENDIENTE	REPARADO	REPARADO	REPARADO	REPARADO	PENDIENTE	OK	OK	PENDIENTE	REPARADO	PENDIENTE	REPARADO	REPARADO	PENDIENTE	PENDIENTE
14	OK	REPARADO	REPARADO	REPARADO	REPARADO	REPARADO	REPARADO	OK	OK	REPARADO	REPARADO	REPARADO	REPARADO	PENDIENTE	PENDIENTE	PENDIENTE
15	REPARADO	REPARADO	REPARADO	REPARADO	REPARADO	REPARADO	PENDIENTE	PENDIENTE	PENDIENTE	REPARADO	REPARADO	REPARADO	PENDIENTE	REPARADO	PENDIENTE	PENDIENTE
16	REPARADO	REPARADO	REPARADO	REPARADO	REPARADO	REPARADO	PENDIENTE	OK	REPARADO	REPARADO	REPARADO	REPARADO	REPARADO	REPARADO	PENDIENTE	OK
17	REPARADO	REPARADO	REPARADO	REPARADO	PENDIENTE	PENDIENTE	PENDIENTE	PENDIENTE	REPARADO	REPARADO	REPARADO	REPARADO	REPARADO	PENDIENTE	PENDIENTE/PC	PENDIENTE
18	OK	OK	OK	OK	REPARADO	REPARADO/PC	PENDIENTE	PENDIENTE	OK	REPARADO	REPARADO	OK	REPARADO	REPARADO	PENDIENTE/PC	OK/PC
19	OK	OK	OK	OK	OK	REPARADO	OK	OK	OK	OK	OK	OK/PC	OK/PC	OK/PC	OK/PC	OK/PC
20	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
21	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	REPARADO	OK
22	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	PENDIENTE	OK
23	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
24	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
25	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
26	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
27	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
28	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	REPARADO	OK
29	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
30	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
31	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
32	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
33	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
34	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
35	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
36	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
37	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
38	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
39	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
40	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
41	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
42	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
43	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
44	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
45	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
46	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
47	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
48	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
49	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
50	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
51	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
52	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
53	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK/PC	OK	OK	OK	OK	OK
54	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
55	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
56	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
57	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
58	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
59	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
60	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
61	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
62	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
63	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
64	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
65	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
66	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	PENDIENTE	OK	OK	OK	OK	OK
67	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
68	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
69	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
70	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
71	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
72	OK	OK	OK	OK	PENDIENTE	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
73	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
74	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
75	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
76	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
77	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
78	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
79	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK

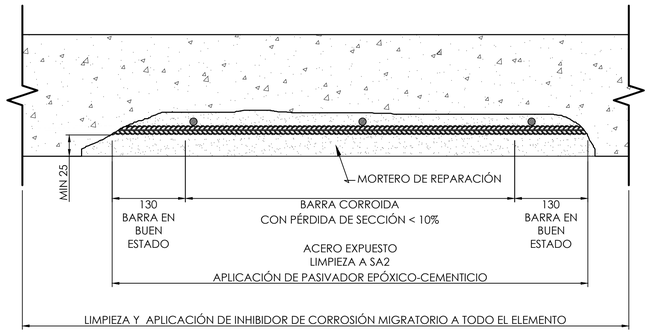
PENDIENTE	Daño extraordinario, fuera del alcance de este contrato. Reparación pendiente requiere izar el puente
REPARADO	Reparado, sin pérdida de sección en los aceros
OK	Pedestal en buen estado. Recibió limpieza y aplicación de inhibidor de corrosión migratorio
REPARADO	Reparado, requirió reemplazo de acero
PC	Placa metálica sobre el neopreno con deterioro por corrosión



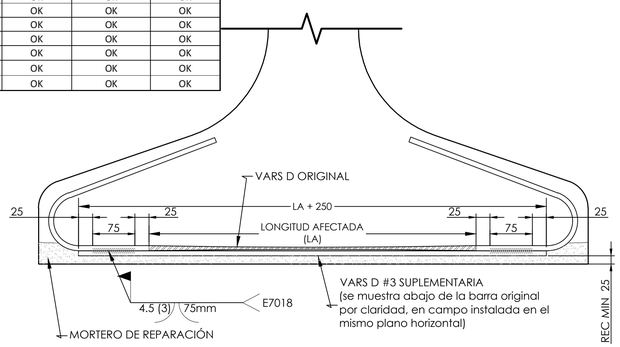
DET. 1 / 1 REPARACIÓN DE VARS B
ESCALA 1:5



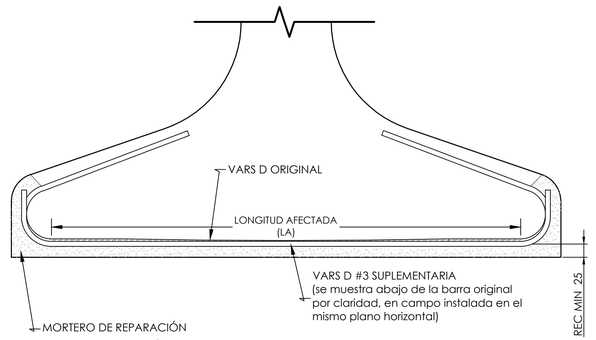
CABLES Y REFUERZO DE DISEÑO
ESCALA 1:10



ESQUEMA DE REPARACIÓN PUNTUAL TÍPICA
ESCALA 1:5



DET. 2 / 1 REPARACIÓN DE VARS D:
CASO CON PÉRDIDA EN EL CENTRO DEL ANCHO DE LA VIGA
ESCALA 1:5



DET. 2A / 1 REPARACIÓN DE VARS D:
CASO CON PÉRDIDA EN TODO EL ANCHO DE LA VIGA
ESCALA 1:5

LAS MEDIDAS RIGEN SOBRE EL DIBUJO

Sello de Aprobación de Plano Original

REV.	FECHA	DESCRIPCIÓN	DISEÑADO VERIFICADO	REVISADO PRESENTADO	APROBADO
0	23FEB 2022	COMO CONSTRUIDO	AAV		

No. CONTRATO: No. 003/17	DISEÑADO POR: A. Avendaño
ESCALA: Indicada	DIBUJADO POR: A. Avendaño
	APROBADO POR:

CONSORCIO ICONSA PCS TRAMO SUR
APARTADO 0843-03089
PANAMA, REP. DE PANAMA

Proyecto:
ENA SUR/ Estudio, Diseño y Costrucción del Proyecto de Rehabilitación Estructural del Tramo Marino del Corredor Sur

Cliente:
ENA SUR,S.A

Ubicación:
Ciudad de Panamá, República de Panamá

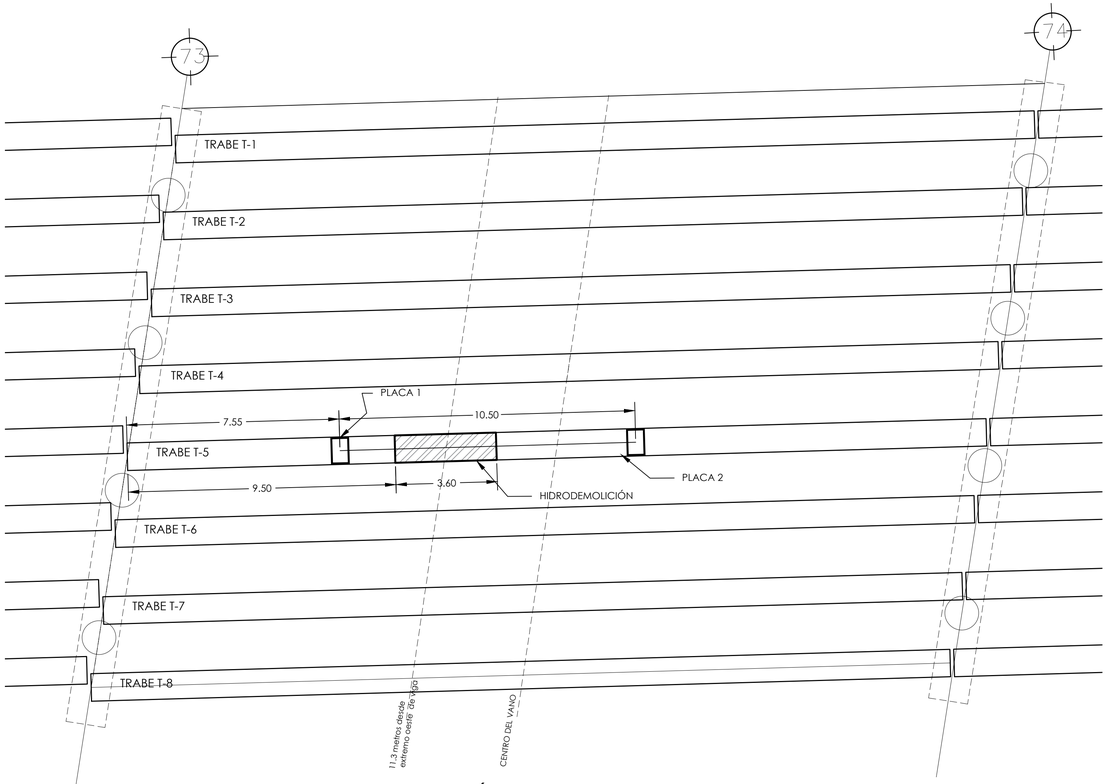
Aprobado:
DIRECTOR DE PROYECTOS ESPECIALES - MOP

ICONSA INGENIERÍA CONTINENTAL,S.A.
PCS

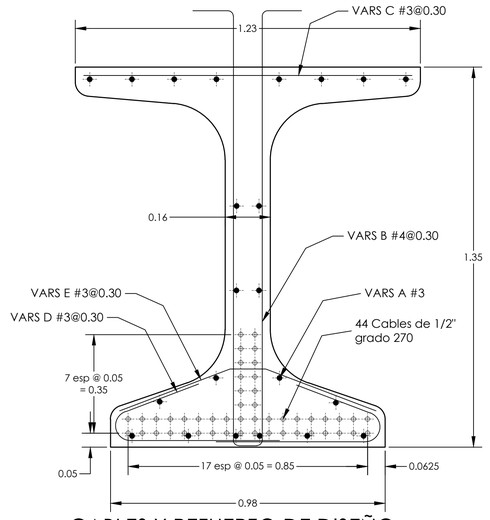
Contenido:
REHABILITACIÓN DE VIGAS, PRELOSAS Y DIAFRAGMAS: REPARACIÓN TÍPICA

"Todos los derechos de este documento y la información contenida en él, son reservados. Su reproducción , uso o distribución a terceros sin autorización expresa esta estrictamente prohibido"
CONSORCIO ICONSA-PCS TRAMO SUR

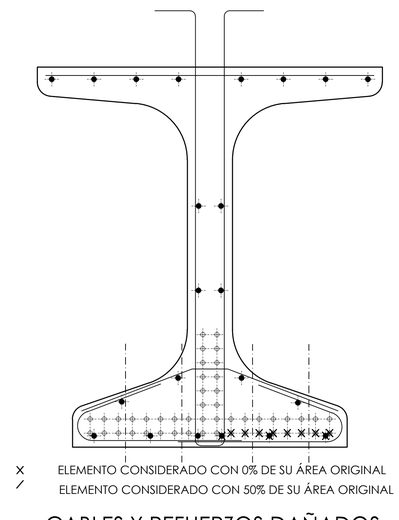
PROY.:	Hoja:	Total:
18-805	1	4



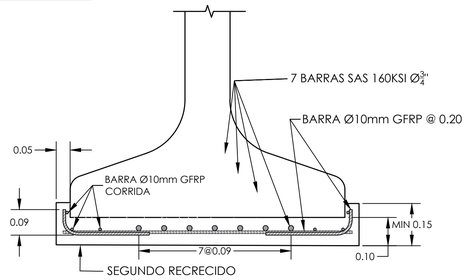
PLANTA DE VANO 73-74: UBICACIÓN DE REFUERZO EXTERNO
ESCALA 1:100



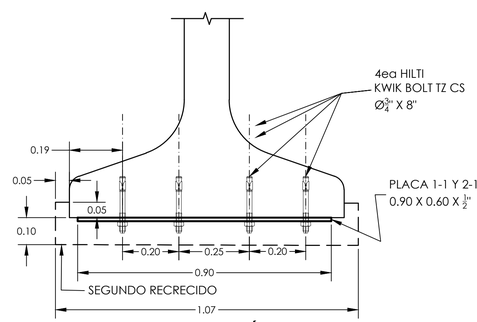
CABLES Y REFUERZO DE DISEÑO
ESCALA 1:10



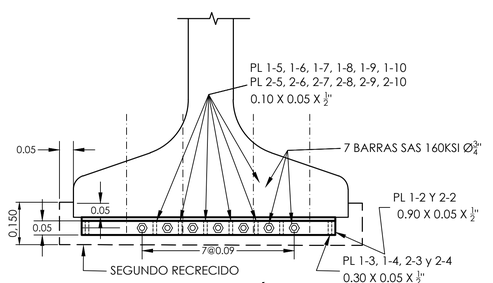
CABLES Y REFUERZOS DAÑADOS
ESCALA 1:10



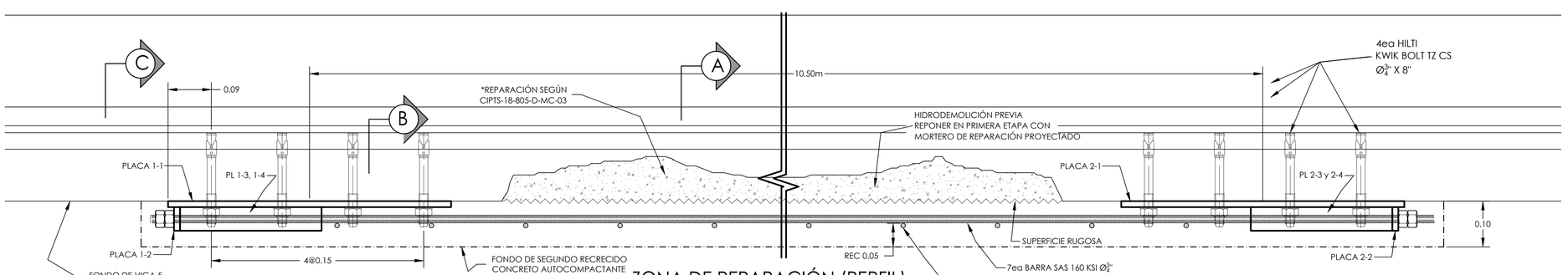
A SECCIÓN DEL RECRECIDO
ESCALA 1:10



B PERNOS DE FIJACIÓN DE PLACA
ESCALA 1:10



C PERNOS DE FIJACIÓN DE PLACA
ESCALA 1:10



ZONA DE REPARACIÓN (PERFIL)
ESCALA 1:5

LAS MEDIDAS RIGEN SOBRE EL DIBUJO

Sello de Aprobación de Plano Original

REV.	FECHA	DESCRIPCIÓN	DISEÑADO VERIFICADO	REVISADO PRESENTADO	APROBADO
0	23FEB 2022	COMO CONSTRUIDO	AAV		

No. CONTRATO: No. 003/17	DISEÑADO POR: A. Avendaño
ESCALA: Indicada	DIBUJADO POR: A. Avendaño
	APROBADO POR:

CONSORCIO ICONSA PCS TRAMO SUR
APARTADO 0843-03089
PANAMÁ, REP. DE PANAMÁ

Proyecto:
ENA SUR/ Estudio, Diseño y Costrucción del Proyecto de Rehabilitación Estructural del Tramo Marino del Corredor Sur

Cliente:
ENA SUR,S.A

Ubicación:
Ciudad de Panamá, República de Panamá

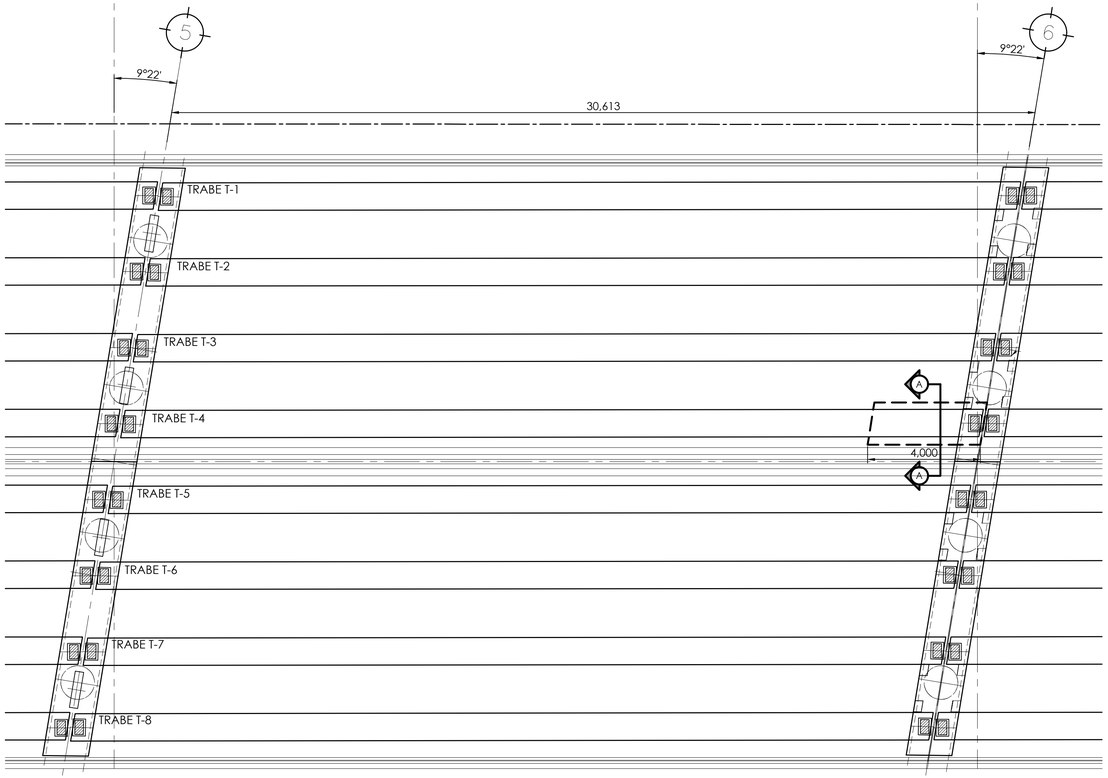
Aprobado:
DIRECTOR DE PROYECTOS ESPECIALES - MOP

ICONSA INGENIERÍA CONTINENTAL,S.A.
PCS

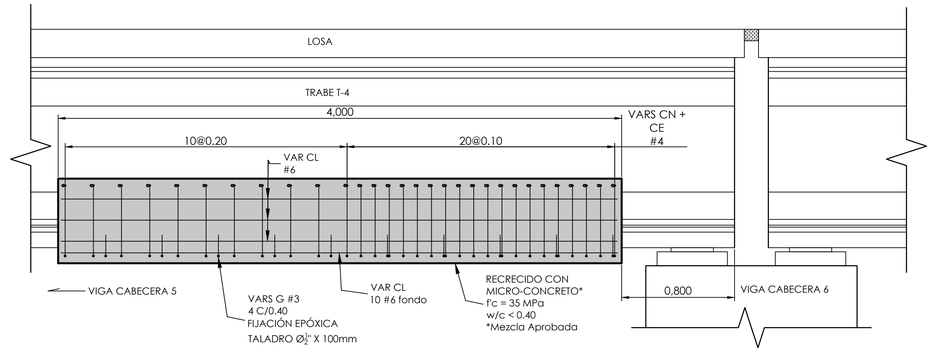
Contenido:
REHABILITACIÓN DE VIGAS, PRELOSAS Y DIAFRAGMAS: REPARACIÓN ESPECIAL VIGA 5, VANO 73-74

"Todos los derechos de este documento y la información contenida en él, son reservados. Su reproducción , uso o distribución a terceros sin autorización expresa esta estrictamente prohibido"
CONSORCIO ICONSA-PCS TRAMO SUR

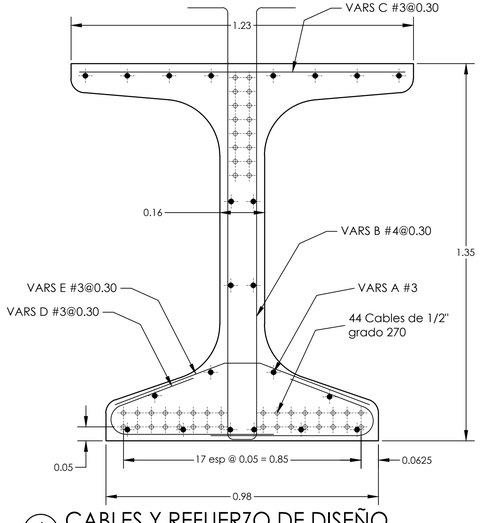
PROY.:	Hoja:	Total:
18-805	3	4



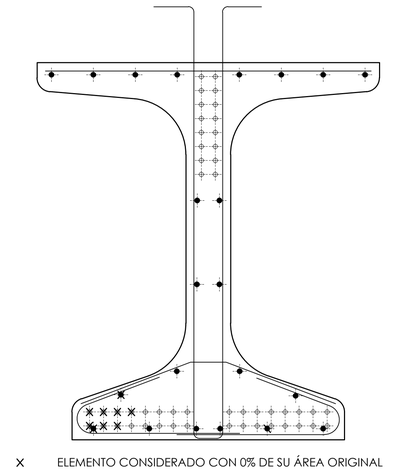
PLANTA DE VANO 5-6: UBICACIÓN DE REFUERZO EXTERNO
ESCALA 1:100



ELEVACIÓN
ESCALA 1:20



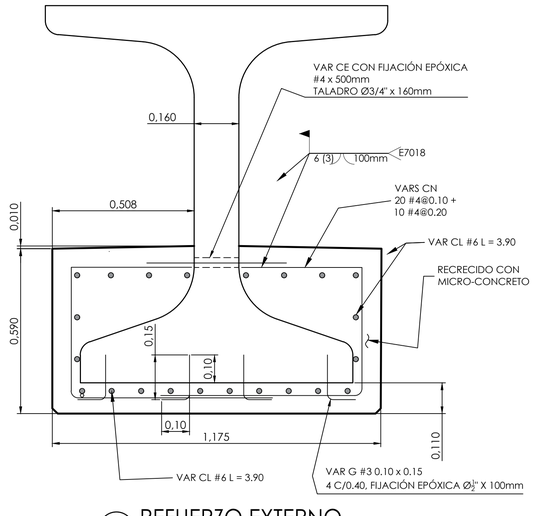
A CABLES Y REFUERZO DE DISEÑO
ESCALA 1:10



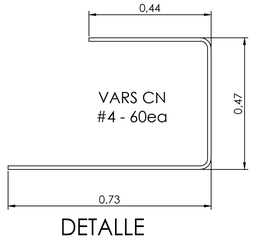
X ELEMENTO CONSIDERADO CON 0% DE SU ÁREA ORIGINAL

/ ELEMENTO CONSIDERADO CON 50% DE SU ÁREA ORIGINAL

A CABLES Y REFUERZOS DAÑADOS
ESCALA 1:10



A REFUERZO EXTERNO
ESCALA 1:10



DETALLE
ESCALA 1:10

LAS MEDIDAS RIGEN SOBRE EL DIBUJO

Sello de Aprobación de Plano Original

REV.	FECHA	DESCRIPCIÓN	DISEÑADO	REVISADO	APROBADO
0	23FEB 2022	COMO CONSTRUIDO	AAV		

No. CONTRATO: No. 003/17	DISEÑADO POR: A. Avendaño
ESCALA: Indicada	DIBUJADO POR: A. Avendaño
	APROBADO POR:

CONSORCIO ICONSA PCS TRAMO SUR
APARTADO 0843-03089
PANAMA, REP. DE PANAMA

Proyecto:
ENA SUR/ Estudio, Diseño y Costrucción del Proyecto de Rehabilitación Estructural del Tramo Marino del Corredor Sur

Cliente:
ENA SUR,S.A

Ubicación:
Ciudad de Panamá, República de Panamá

Aprobado:
DIRECTOR DE PROYECTOS ESPECIALES - MOP

ICONSA INGENIERÍA CONTINENTAL,S.A.
PCS

Contenido:
REHABILITACIÓN DE VIGAS, PRELOSAS Y DIAFRAGMAS: REPARACIÓN ESPECIAL VIGA 4, VANO 5-6

"Todos los derechos de este documento y la información contenida en él, son reservados. Su reproducción , uso o distribución a terceros sin autorización expresa esta estrictamente prohibido"
CONSORCIO ICONSA-PCS TRAMO SUR

PROY.:	Hoja:	Total:
18-805	4	4