



TÍTULO DEL INFORME

EVALUACIÓN Y SELECCIÓN DE EQUIPOS PARA EL PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO “ENCAPSULACION DE PILOTES (APE)”

MODALIDAD DE TITULACIÓN:

“TRABAJO PROFESIONAL”

NOMBRE: César Eusebio Lozano Urbina

NÚMERO DE CUENTA: 098185168

CARRERA: Ingeniería Mecánica

ASESOR: Dr. Álvaro Ayala Ruiz

AÑO: 2014

INDICE.

Páginas

1.	INTRODUCCION.....	1-2
2.	DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA	
	2.2 ANTECEDENTES	2-9
	2.1 ORGANIGRAMA DE LA EMPRESA	10
	2.3 DESCRIPCIÓN DE PUESTOS DE TRABAJO.....	11-17
3.	DESCRIPCION DE LA PARTICIPACION EN LA EMPRESA	
	3.1 PLANEACION INTEGRAL.....	18-20
	3.2 CASO DE ESTUDIO	20
	3.2.1 Proyecto asignado	20-21
	3.2.2 Administración de recursos con base en el programa de Obra	21-22
	3.2.3 Selección de personal, equipos y materiales según especificaciones	23-53
	3.2.4 Ejecución.....	54-59
	3.2.5 Entrega y recepción del proyecto.....	59-60
4.	RESULTADOS Y APRENDIZAJE	
	4.1 RESULTADOS.....	61-62
5.	CONCLUSIONES.....	63
	BIBLIOGRAFÍA.....	64

1. INTRODUCCION

Debido a las condiciones ambientales y las fuerzas a las que son sometidas las estructuras de los muelles de atraque, es necesario considerar el mantenimiento y hacer reparaciones pertinentes para el buen desempeño y funcionamiento de estas. Tanto en la infraestructura como superestructura marítima es necesario realizar un mantenimiento continuo y reparaciones cada periodo de tiempo. Normalmente se realiza un primer mantenimiento ligero a los 10 años de su construcción, posteriormente se realizan reparaciones periódicas cada 5 años también de carácter menor, al cumplir 25 años los muelles requieren de una reparación a nivel estructural. Para disminuir los costos de mantenimiento es necesario aumentar los periodos de buen funcionamiento.

El caso de estudio del presente reporte se asignó a través de una licitación privada "Invitación de cuando menos tres personas", convocada por el cliente, en este caso SSA México S.A. de C.V., por lo que se elaboró un presupuesto, con base en las especificaciones, catálogo de conceptos y plazo de ejecución. Posteriormente el cliente favorece la propuesta a nombre de la empresa Edificaciones y Proyectos Torres S.A. de C.V. y se firma el contrato referente a este proyecto en la Ciudad de México el 21 de enero de 2008, en donde el gerente de ingeniería por parte de SSA México y el director general por parte de Edificaciones y Proyectos Torres pactan los términos y condiciones de trabajo.

Como objetivo se realiza la evaluación y selección de los equipos para la reparación estructural y recubrimiento de pilotes mediante el procedimiento constructivo de encapsulación de pilotes APE, el cual disminuye en un 200% el periodo de mantenimiento, es decir, al utilizar este procedimiento la protección y reforzamiento estructural que brinda, ofrece un tiempo de buen comportamiento estructural y físico de 50 años.

A continuación se describen los capítulos contenidos en el presente reporte.

Descripción de la empresa.- La empresa constructora se especializa en obras marítimas y en los equipos mecánicos que estas requieren, por lo que el personal técnico que labora en ella necesita cumplir con un perfil que le permita satisfacer las necesidades de estos procedimientos.

Descripción de la participación en la empresa.- Con mi formación integral cumpla el perfil adecuado para llevar a cabo la evaluación y selección de todos los equipos mecánicos involucrados en los procedimientos constructivos de estas características.

Resultados y aprendizaje.- Se obtuvo un aprendizaje del procedimiento constructivo al llevar a cabo las actividades y resolviendo problemas operativos.

2. DESCRIPCION DE LA EMPRESA

2.1 ANTECEDENTES

Edificaciones y Proyectos Torres, S.A. de C.V. (EPT) es una empresa dedicada a la edificación general, obras edificación, instalaciones eléctricas, marítimas, cimentación, movimiento de tierras y toda clase de estructuras de acero y concreto desde **julio de 1966**. **EPT** tiene una amplia experiencia y cuenta con el reconocimiento del mercado a nivel nacional. El sistema de obras desarrollado a la fecha nos permite ejecutar proyectos de diferentes especialidades constructivas y de proveeduría dentro de normas y tiempos de excelencia.

Nuestra **misión** es resolver los proyectos tomando en cuenta todos los factores involucrados buscando la mejor solución para nuestros clientes. **EPT** es una empresa comprometida con la calidad, el respeto a las normas, los estándares y necesidades de nuestros clientes.

A la fecha **EPT** ha conformado un equipo de trabajo compacto, eficiente y experimentado, que le permite manejar obras de cualquier nivel de complejidad tanto en macro proyectos como en obras de menor dimensión.

La empresa se encuentra ubicada en Av. Rio Churubusco 274- A int. 6 Colonia El Carmen Delegación Coyoacán, C.P. 04100 México D.F. Tels. (55)56732912 y (55)26523288. Correo electrónico atencion.clientes@eptmx.com

Algunos de los clientes se mencionan a continuación:

Tabla 01. Algunos clientes y proyectos en la trayectoria de la empresa

Ubicación	Descripción del procedimiento constructivo	Cliente
Manzanillo, Col.	Distribuidor vial pez vela instalaciones de fuerza, alumbrado y drenaje pluvial, postes y superpostes a lo largo de 1,300 m. del distribuidor vial, en manzanillo, col.	Administración Portuaria Integral de Manzanillo.
Naucalpan, Edo. Méx.	Reestructuración de puentes peatonales sobre el boulevard Toluca y Actipac.	Gobierno del Estado de México
Tlapacoyan, Ver.	Puente a base de estribos, aleros, nervaduras y losa en el puente Jiliapan	Gobierno del Estado de Veracruz
Mecacalco, Ver.	Construcción del puente a base de estribos de concreto ciclopeo, aleros, traveses de acero y losas de concreto	Gobierno del Estado de Veracruz
Mazatlán, Sin.	Construcción de la unión del muelle no. 6 a los patios, fabricación e hincado de pilotes de 50 x 50 cm y de 70 x 70 cm, superestructura de concreto armado, dragado de material del fondo marino, enrocamientos, terracerías y pavimentación de concreto asfáltico.	Administración Portuaria Integral de Mazatlán
Manzanillo, Col.	Construcción de patio posterior para la posición de atraque 10 y 11 en el puerto interior de San Pedrito, terracerías, rellenos, sub-base, base en patios, pavimento de asfalto de 12 cm. de espesor, en Manzanillo, Col.	Administración Portuaria Integral de Manzanillo.
Manzanillo, Col.	Mantenimiento y conservación de vialidades terracerías, rellenos, sub-base, base en 22,000 m ² , pavimento de asfalto de 12 cm. de espesor, bacheo, empedrado en camino al faro, en Manzanillo, Col.	Administración Portuaria Integral de Manzanillo.

Ubicación	Descripción del procedimiento constructivo	Cliente
Ocoyoacac, Edo. Méx.	Terracerías, pavimentación en concreto y asfalto en la terminal intermodal "Maclovio Herrera" obra ejecutada totalmente en épocas de lluvias, mejoramiento del terreno, pavimento de concreto f'c 350 módulo de ruptura a la flexión de 42 kg. x m2.	Bulkmatic de México, S de R.L. de C.V., Terminal Maclovio Herrera
Tuxpan, Ver.	Terracerías en la construcción del puente del canal de descarga correspondiente a las unidades 5 y 6 de la central termoeléctrica "Adolfo López Mateos"	ICA Fluor
Villa Azueta, Ver.	Movimiento de tierras en la 2a etapa del drenaje sanitario y colectores.	Gobierno del Estado de Veracruz
Rodríguez Clara, Ver.	Movimiento de tierras en construcción de drenaje sanitario y colectores.	Gobierno del Estado de Veracruz
Petacalco, Gro.	Movimientos de tierras en la red de drenaje sanitario del poblado de Petacalco, ubicada en el municipio de la unión, en el Estado de Guerrero,	Comisión Federal de la Electricidad
Petacalco, Gro.	Construcción de obras civiles y electromecánicas para la terminación de entrega de las unidades para c.t. Pdte. Plutarco Elías Calles.	Comisión Federal de la Electricidad
México, D.F.	Primera etapa de la remodelación de la gerencia técnica de la coordinación de proyectos termoeléctricos, ubicadas en Rio Mississippi n° 71, Col. Cuauhtémoc, localizado en México, D.F.	Comisión Federal de la Electricidad
Manzanillo, Col.	Rehabilitación del muelle de pescadores en Manzanillo, Col.	Administración Portuaria Integral de Manzanillo.
Veracruz, Ver.	Rehabilitación del pavimento en el muelle 7 sur del puerto de Veracruz	Administración Portuaria Integral de Veracruz

Ubicación	Descripción del procedimiento constructivo	Cliente
Catazaja, Chis.	Confinamiento del punto interno de control en Catazaja, Chiapas.	INDAABIN
Mazatlán, Sin.	Construcción de vías férreas en el puerto de Mazatlán Sin.	Administración Portuaria Integral de Mazatlán
Manzanillo, Col.	Reparación de pilotes con sistema APE (advanced pile encapsulation) en la terminal especializada de contenedores SSA México, en Manzanillo Col.	Administración Portuaria Integral de Manzanillo
Veracruz, Ver.	Tablaestacado frente a la fortaleza de San Juan de Ulúa en el puerto de Veracruz con sistema sin vibración mecánica	Administración Portuaria Integral de Veracruz
Mazatlán, Sin.	Construcción de duques de alba y muelle para barcos turísticos y carga general frente a los muelles no. 5 y 6 en Mazatlán, Sin.	Administración Portuaria Integral de Mazatlán

En las siguientes imágenes se detallan algunos ejemplos de procedimientos constructivos donde estuvieron involucrados equipos mecánicos, maquinaria y personal técnico especializado en el área de ingeniería mecánica. (Fig. 1-7).



Fig. 1 Rehabilitación del pavimento del muelle 7 sur en el puerto de Veracruz. Demolición y retiro de 7200m³ de material, colocación de capa rompedora a base de pedraplen para superar nivel medio de marea como mejoramiento de la base del muelle. En este procedimiento se utilizaron excavadoras hidráulicas con capacidad de 1m³ y alcance de hasta 5 m, además de martillos hidráulicos para los trabajos de demolición.



Fig. 2 Rehabilitación del muelle de pescadores en Manzanillo, Col. Hidrodemolición de 850 m³ de concreto sin dañar la estructura del muelle con vibraciones mecánicas. Para este procedimiento se emplearon bombas de alta presión con capacidad de 20,000 a 40,000 psi, además de un cortador hidráulico con movimiento transversal y rotatorio para concreto montado en una retroexcavadora.



Fig. 3 Tablestacado frente a la fortaleza de San Juan de Ulúa en el puerto de Veracruz. Se hincaron 700m de tablestaca de 18 m de longitud con equipo especializado (piloteadora hidráulica) a base de presión cuasi-estática sin producción de vibraciones mecánicas



Fig. 4 Bomba de inyección de grout

Fig. 4 y 5 Aplicación del sistema de reparación de pilotes "APE". Se repararon 135 pilotes con el sistema de encapsulación de pilotes "APE" en la terminal especializada de contenedores SSA México, en el puerto de Manzanillo Col. Los principales equipos utilizados fueron una bomba de pistón desplazamiento positivo.



Fig. 5 Bomba de inyección de grout



Fig. 6. Colado de pilas

Fig. 6 y 7 Construcción de muelle turístico y duques de alba, en el puerto de Mazatlán Sinaloa. Se construyó un muelle a base de pilas de 1.20m de diámetro y duques de alba para barcos turísticos y carga general frente a los muelles No.5 y 6 en el puerto de Mazatlán Sinaloa. Se utilizó equipo de perforación "airlift" que consiste básicamente en erosionar y triturar la zona donde se ubicara la pila, previamente se estabiliza con un ademe metálico que hace la función de cimbrado, con una bomba de agua con capacidad de 2000 psi y descarga de 4" de diámetro y un compresor de aire con salida de presión de 375 CFM conectados a un punzón de 5 toneladas montado a una grúa estructural, todo este equipo trabajando sobre flotadores metálicos.



Fig. 7 Equipos sobre plataformas metálicas flotantes.

2.2 ORGANIGRAMA DE LA EMPRESA



Fig. 8 Organigrama de la empresa

2.3 DESCRIPCION DE PUESTOS DE TRABAJO

- **DIRECTOR GENERAL:**

Actividades: Gerenciales y de decisiones finales

- Coordinar a las jefaturas de las distintas áreas tanto técnicas como administrativas, para su operación y control.
- Toma de decisiones a nivel Gerencial, relación con los Clientes y proveedores con rango de inferencia importante para el desarrollo de cada actividad económica y financiera de la empresa.
- Gestión y control de cada una de las unidades de negocio (obras) con dependencias y gobierno así como de la iniciativa privada en caso de existir, y toma final de decisiones en los precios de venta.

- **GERENTE COMERCIAL:**

Actividades: Gerenciales de Relaciones públicas.

- Atención a clientes.
- Promoción de servicios y actividades de la empresa.
- Seguimiento al servicio proporcionado, así como gestión en la cobranza y los controles financieros internos de la unidad de negocio (obra) contratados.

- **GERENTE DE CONSTRUCCIÓN:**

Actividades: Gerenciales de Control, planeación y procedimientos constructivos.

- Contratar o asignar al residente o superintendente, según la magnitud de la obra.
- Supervisar y/o analizar técnicamente la proyección de la obra, según sea el caso.

- Dirigir y Gestionar la planeación de la unidad de negocio así como establecimiento y decisiones sobre los procedimientos constructivos decididos para una cada de estas.
- Supervisión de la planeación, control y de la administración y desarrollo financiero de la unidad de negocio.

- **SUPERINTENDENCIA DE OBRA**

Actividades: Coordinación interna de cada Unidad de Negocio (región, zona, obra, según sea el caso) así como enlace y representatividad de la empresa ante el cliente.

- Dirigir, planear, organizar y ordenar todos los procesos necesarios para la ejecución de obra desde su inicio hasta el final.
- Planear y dirigir la ejecución de la obra en coordinación con la supervisión de obra en caso de que esta exista.
- Control técnico y financiero de la obra, así como coordinación del personal asignado para dichas actividades.
- Atención a las supervisiones del cliente durante la ejecución de los trabajos así como gestión a nivel técnico y financiero de los asuntos relacionados con la cobranza de la unidad de negocio.

- **CONTADOR GENERAL**

Actividades: Planeación y supervisión de las actividades y proyecciones financieras y fiscales de la empresa en general así como control y supervisión de todas y cada una de sus unidades de trabajo.

- Llevar el control contable y financiero de la empresa.
- Supervisar y autorizar todos los pagos y trámites fiscales y de la seguridad social.
- Regular e implementar cada una de las normativas vigentes a la empresa y retransmitir a cada unidad de negocio.
- Controlar el presupuesto de la empresa.

- Conocer y supervisar la balanza general y por unidad de negocio en cada momento del desarrollo de las mismas.
- Supervisión de las actividades de su personal.

Obra:

- Contratar al auxiliar contable de la obra en caso de que se cuente con ellos.
- Capacitar y asignar las actividades al auxiliar administrativo-contable de la obra o unidad de negocio.
- Supervisar y Autorizar la contabilidad de cada unidad de negocio para su integración a la contabilidad general.

- **AUXILIAR CONTABLE**

Actividades:

- Proceso y elaboración de los reportes contables y fiscales a partir de los papeles de trabajo que emiten las unidades de negocio, así como de la oficina central.
- Proceso de la documentación relativa a la seguridad social de todo el personal tanto de oficina como de las unidades de negocio. Elaboración de nóminas.
- Control y balance de la caja chica de oficina y arqueo de las cajas chicas de las unidades de negocio.
- Recaudación de la comprobación fiscal y conocimiento y control de las cuentas por pagar en caso de existir.

- **TESORERO**

Actividades:

- Realizar operaciones bancarias y control de los estados de cuenta de todos los bancos.
- Elaboración de reportes por cuentas contables para auxilio de la contabilidad general.
- Recaudación de la comprobación fiscal.

- **ADMINISTRADOR**

Actividades:

- Diseñar, regular, vigilar y controlar los procesos dentro de la empresa.
- Administrar los recursos humanos y materiales de la empresa.
- Crear las políticas y reglamentos para cada proceso.
- Planeación estratégica anual o semestral así como prospección del comportamiento del ingreso-egreso de toda la empresa y de todas y cada uno de las unidades de negocio.
- Asignación de los sueldos a cada una de las categorías y puestos de trabajo así como la creación de los perfiles.
- Distribución de los recursos para la realización de los pagos, así como atención y seguimiento de las líneas de crédito y proveedores.
- Control y administración de las cuentas por pagar si es que se presentan.
- Supervisión y control de compras y subcontratos.
- Atención y seguimiento a la planeación y controles financieros de cada unidad de negocio.
- Supervisión y control de los almacenes tanto general como por unidad de negocio.
- Conocimiento y control de los activos de la empresa y de toda la documentación relacionada con la misma.
- Atención y seguimiento a la implementación de la estrategia financiera y fiscal en conjunto con el área contable.
- Evaluar el desempeño de los empleados eventuales.

Obra:

- Diseñar el organigrama y la estructura por cada obra.
- Elaborar junto con el área de ingeniería y gestión, la planeación de la obra, asentando las etapas del proyecto, el tiempo para elaborarlas, los entregables de cada actividad, los responsables de cada actividad, estipular los materiales para cada etapa.
- Administrar el proyecto y vigilar su avance comparando lo real contra lo planeado.
- Realizar un análisis, junto con el área de ingeniería, de las desviaciones del proyecto en cada obra.

- **AUXILIAR ADMINISTRATIVO**

Actividades:

- Apoyo en todas las funciones del administrador.
- Elaboración de órdenes de compras y cotizaciones.

- **CHOFER**

Actividades:

- Realizar actividades de mensajería.
- Apoyo en el control vehicular.
- Apoyo en compras menores

- **JEFE DE PROYECTOS**

Actividades:

- Proyectar y evaluar técnicamente las obras potenciales de la empresa
- Asesorar al área de gestión sobre las obras potenciales.
- Organizar, planear y dirigir el área de proyectos.
- Asignar recursos necesarios según cada proyecto, para la elaboración de licitación pública.
- Controlar el presupuesto de obra.

- **ANALISTA DE PRECIOS UNITARIOS**

Actividades:

- Realizar presupuestos en general, incluyendo licitaciones públicas

- **AUXILIAR ANALISTA**

Actividades:

- Elaboración de propuestas técnicas en licitaciones públicas.
- Realizar cotizaciones para elaboración de presupuestos

- **JEFE DE MANTENIMIENTO Y OPERACIÓN**

Actividades:

- Control de Maquinaria, equipos menores y vehículos de la empresa.
- Proyectos donde se involucren equipos mecánicos.
- Coordinación, capacitación y supervisión de personal operativo de maquinaria y equipos.
- Atención y seguimiento en adquisición de maquinaria y equipos.
- Elaboración de costos horarios en presupuestos.

Control de Maquinaria, equipos menores y vehículos de la empresa.-
Elaborar bitácoras de maquinaria, equipos y vehículos, donde se programan mantenimientos preventivos, se atienden mantenimientos correctivos; control de altas y bajas (inventario), de maquinaria, equipos y vehículos.

Proyectos donde se involucren equipos mecánicos.- *Investigación de rendimientos, costos, funcionamiento, alcances técnicos y disponibilidad de todo tipo de maquinaria, equipos y vehículos para adquisición o renta, ya sea para elaboración de presupuestos o proyectos asignados.*

Coordinación, capacitación y supervisión de personal operativo de maquinaria y equipos.- *Jefe directo de personal operativo de maquinaria y equipos en proyectos asignados; realizar capacitación de personal para equipos especializados; supervisión de rendimientos de la maquinaria, equipos y del personal operativo.*

Atención y seguimiento en adquisición, reparación y mantenimiento de maquinaria y equipos.- Atención a proveedores de maquinaria, equipos y vehículos; atención a proveedores de refacciones y servicios de mantenimiento.

Elaboración de costos horarios en presupuestos.- Elaborar costos horarios (análisis de precios unitarios donde se involucran todos los insumos, ya sea personal operativo, materiales consumibles, rendimientos de los equipos en espera, reserva y activos) de maquinaria, equipos y vehículos para presupuestos utilizando programa de precios unitarios "Neo Data".

Requisitos

- Conocimientos en maquinaria pesada y equipos de construcción.
- Experiencia mínima de 3 años en obra civil.
- Experiencia en coordinación de personal.
- Conocimientos en Precios unitarios y procesos de licitación pública.

• MECANICO

Actividades:

- Llevar a cabo los mantenimientos correctivos y preventivos de la maquinaria, equipos y vehículos.
- Realizar compras de refacciones.

• ALMACENISTA

Actividades:

- Realizar inventario de refacciones y materiales.
- Realizar limpieza de maquinaria y equipos.

3. DESCRIPCIÓN DE LA PARTICIPACIÓN EN LA EMPRESA

3.1 PLANEACION INTEGRAL

Actualmente se desempeña el cargo de “**jefe de mantenimiento y operación**”, en el cual se desarrollan las actividades mencionadas en la sección 1.3.

Las actividades realizadas se encuentran en la planeación integral del procedimiento constructivo (fig. 9).

A continuación se describe de forma general dicha planeación integral.

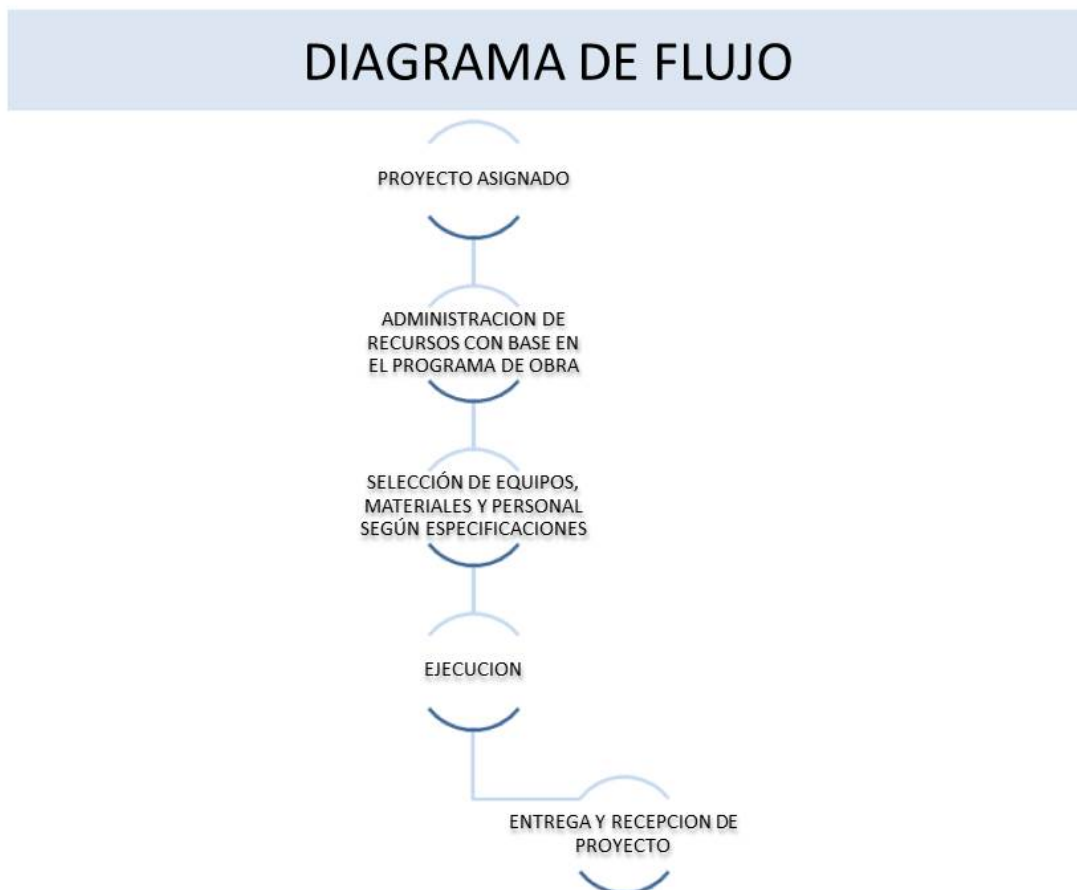


Fig. 9 Diagrama de flujo de la planeación integral

Proyecto asignado.- En esta etapa el cliente asigna un proyecto al contratista conforme a un contrato de obra en donde se establecen los términos y condiciones (montos, tiempos de ejecución, formas de pago, penalizaciones y garantías) y se firma de conformidad por ambas partes.

Administración de recursos con base en el programa de obra.- Una vez formalizado los términos y condiciones en los cuales se desarrollaran los trabajos, la contratista se reúne con el personal encargado de la supervisión por parte del cliente para conciliar tiempos de ejecución y etapas constructivas en base a un programa de obra. Este programa de obra sirve para administrar los recursos económicos con los cuales se ejecutaran los trabajos. Además de abrir una bitácora de proyecto donde se formalizan todos los asuntos referentes al desarrollo de éste.

Selección de equipos, materiales y personal según especificaciones.- Después de planear la administración de los recursos económicos, se lleva a cabo la adquisición o renta de equipos, la compra de materiales que cumplan con las especificaciones solicitadas por el cliente, así como la selección del personal calificado para la ejecución de los trabajos. En esta etapa, tengo la función de enlazar a los proveedores de los equipos que se rentarán con el superintendente de obra brindándole a este último la asesoría técnica para cada tipo de actividad, también de elaborar un reporte detallado de la maquinaria, equipos y vehículos propios que se utilizarán en el sitio de la obra, además de capacitar al personal técnico encargado de la operación de dichos equipos, soy el responsable directo de la correcta selección y funcionamiento de todos los insumos referentes a éstos.

Ejecución.- Una vez que los insumos solicitados se encuentran en el sitio se procede a ejecutar los trabajos. El jefe de mantenimiento es el responsable de la correcta operación y rendimientos de todos los equipos, maquinaria, vehículos y personal operativo de los mismos, involucrados en los trabajos, ya que de eso depende en gran parte el cumplimiento de los plazos de ejecución planteados en el programa de obra. En caso de alguna falla en los equipos, se encarga de

evaluar y coordinar el mantenimiento correctivo o en su defecto la sustitución del equipo teniendo como prioridad los rendimientos constructivos.

Entrega y recepción de proyecto.- Como parte final del proceso la empresa realiza las actividades referentes a la entrega del proyecto, realizando los recorridos de todos y cada uno de los frentes de trabajo hasta que estos quedan terminados según especificaciones del cliente, dando paso a la recepción por parte del mismo, la cual consiste en la elaboración del finiquito financiero del proyecto, acta entrega-recepción del proyecto y cierre de bitácora de proyecto. El Jefe de mantenimiento, se encarga de coordinar la entrega de los equipos rentados, al igual que el traslado de la maquinaria propia al patio o bodega de la empresa, finaliza su participación elaborando un reporte donde se indican las condiciones en las que se encuentran los equipos, maquinaria y vehículos para programar mantenimientos.

3.2 CASO DE ESTUDIO

A continuación se presenta el siguiente proyecto constructivo, en donde mis actividades consistieron en hacer la evaluación e investigación de los equipos para el procedimiento constructivo APE (Encapsulamiento Avanzado de Pilotes) cumpliendo con las especificaciones del proyecto. La secuencia que se llevó fue la siguiente:

3.2.1 Proyecto asignado

El proyecto se asignó a través de una licitación privada “Invitación de cuando menos tres personas”, convocada por el cliente, en este caso SSA México S.A. de C.V., por lo que se elaboró un presupuesto con la participación del jefe de proyectos, un analista de precios unitarios y un auxiliar de precios unitarios, con base en las especificaciones, catálogo de conceptos y plazo de ejecución. Posteriormente el cliente favorece nuestra propuesta y se firma el contrato referente a este proyecto en la Ciudad de México el 21 de enero de 2008, en

donde el gerente de ingeniería por parte de SSA México y el director general por parte de Edificaciones y Proyectos Torres pactan los términos y condiciones de trabajo.

3.2.2 Administración de recursos con base en el programa de obra

El residente de la supervisión por parte del cliente se reúne con el gerente de construcción y el superintendente encargado de la ejecución del proyecto por parte de Edificaciones y Proyectos Torres S.A. de C.V., para hacer entrega del área donde se efectuarán los trabajos y se revisa el programa de obra a seguir para cumplir con el objetivo del proyecto, el cual es la reparación y mantenimiento del total de los pilotes de los muelles 12 y 13 de la terminal de contenedores SSA México en Manzanillo, Colima los cuales suman 134 pilotes (Fig. 10) en un plazo de 90 días naturales.

BERTH 12 REPAIR SCHEDULE					BERTH 13 REPAIR SCHEDULE					BERTH 13 REPAIR SCHEDULE				
Pile No.	Repair Type	Repair Length (meters)	Top Elev. (meters)	Bottom of Deck	Pile No.	Repair Type	Repair Length (meters)	Top Elev. (meters)	Bottom of Deck	Pile No.	Repair Type	Repair Length (meters)	Top Elev. (meters)	Bottom of Deck
14D	CR	1.2	Bottom of Deck		22I	CR	0.9	Bottom of Deck		31A	PR	4.0	Bottom of Deck	
49D	CR	1.2			43I	CR	0.9			31HN	PR	4.0		
53B	CR	1.2			50RB	CR	1.8	Bottom of Deck		32I	PR	4.0		
7D	CR	1.5			50RS	CR	1.8	Bottom of Deck		34A	PR	4.0		
7EW	CR	0.9	Bottom of Deck		8DB	SJ	2.0	-0.9		34OB	PR	4.0		
18AW	SJ	1.2	9.8		129S	SJ	6.0	-7.6		35A	PR	4.0		
67B	SR	1.2	Bottom of Deck		14DS	SJ	4.0	-2.4		36CS	PR	4.0		
62B	SR	1.9			209S	SJ	7.0	-7.8		39A	PR	2.5		
63B	SR	1.5			25CE	SJ	3.0	-8.2		39I	PR	2.5		
64AL	SR	1.2			30BS	SJ	4.0	-8.5		37B	PR	4.0		
64AW	SR	1.2			65A	SJ	3.0	-6.7		38HN	PR	4.0		
65B	SR	1.2			5B	PR	4.0		Bottom of Deck	39HS	PR	4.0		
66B	SR	1.5			55N	PR	4.0			39BN	PR	4.0		
66B	SR	1.2			6A	PR	4.0			41HN	PR	4.0		
67B	SR	1.8			66N	PR	4.0			44A	PR	4.0		
68B	SR	1.2			6EN	PR	4.0			45A	PR	4.0		
69AL	SR	1.2			8RS	PR	2.5			46A	PR	4.0		
69AW	SR	1.2			7A	PR	4.0			46I	PR	1.0		
69B	SR	1.2			76N	PR	4.0			48BS	PR	4.0		
70AW	SR	1.2			76S	PR	4.0			50FS	PR	4.0		
70B	SR	1.2			79S	PR	2.5			53B	PR	4.0		
71AE	SR	1.2			86N	PR	4.0			53S	PR	4.0		
71AW	SR	1.2			89N	PR	2.5			55HN	PR	4.0		
71B	SR	1.2			96N	PR	4.0			55I	PR	2.5		
72AR	SR	1.2			96S	PR	4.0			56I	PR	4.0		
72AW	SR	1.2			96S	PR	4.0			57BS	PR	4.0		
72B	SR	1.2			99N	PR	4.0			57HS	PR	4.0		
73AR	SR	1.2			106N	PR	4.0			59HS	PR	4.0		
73AW	SR	1.2			116S	PR	4.0			60H	PR	4.0		
73B	SR	1.2			11CN	PR	4.0			60I	PR	3.0		
74AL	SR	1.2			11HS	PR	2.5			61I	PR	2.5		
74AW	SR	1.2			129S	PR	2.5			62B	PR	4.0		
74B	SR	1.2			13A	PR	4.0			63H	PR	4.0		
75AL	SR	1.2			136	PR	4.0			65I	PR	2.5		
75AW	SR	1.2			13GS	PR	4.0			64B	PR	4.0		
75B	SR	1.2			13HS	PR	2.5			64I	PR	4.0		
76AR	SR	1.2			150S	PR	4.0			29H	PRC	4.0		
76AW	SR	1.2			150S	PR	4.0			51BS	PRC	4.0	Bottom of Deck	
76B	SR	1.2			150B	PR	4.0							
76AR	SR	1.2			166N	PR	4.0							
76AW	SR	1.2			16H	PR	2.5							
76B	SR	1.2			166N	PR	2.5							
76AL	SR	1.2			17FS	PR	4.0							
76AW	SR	1.2			24FS	PR	4.0							
76B	SR	1.2			27HN	PR	4.0							
80AL	SR	1.2			283N	PR	4.0							
80AW	SR	1.2			29A	PR	4.0							
80B	SR	1.2	Bottom of Deck		29FS	PR	4.0	Bottom of Deck						

Fig. 10 Relación del tipo de reparación de los 134 pilotes de los muelles 12 y 13.

Programa de Obra

A continuación se describe el programa de obra que se llevó a cabo (Fig. 11). El frente de limpieza realizó la primera actividad y el cual tuvo una duración de 7 semanas. Los trabajos de las reparaciones tipo SR (reparaciones superficiales), CR (reparaciones en esquinas), y PR (reparaciones sobre el nivel de marea), constituyen el segundo frente, comenzaron una semana después, dando tiempo de hacer la revisión inicial y duraron 10 semanas. Las reparaciones SJ (reparación bajo nivel de mareas) y PRC (reparación tipo capiteles) se realizaron en los últimos 30 días del plazo dando tiempo a la fabricación y llegada de las camisas y del equipo y personal especializado de esos trabajos.

De acuerdo con lo antes descrito la:

- Reparación de pilotes sobre el nivel de mareas duro 10 semanas.
- Reparación de capiteles se logró una semana.
- Reparación de pilotes bajo el nivel de mareas duro 3 semanas.
- Demolición bajo y sobre nivel de mareas se llevó a cabo en 8 semanas.

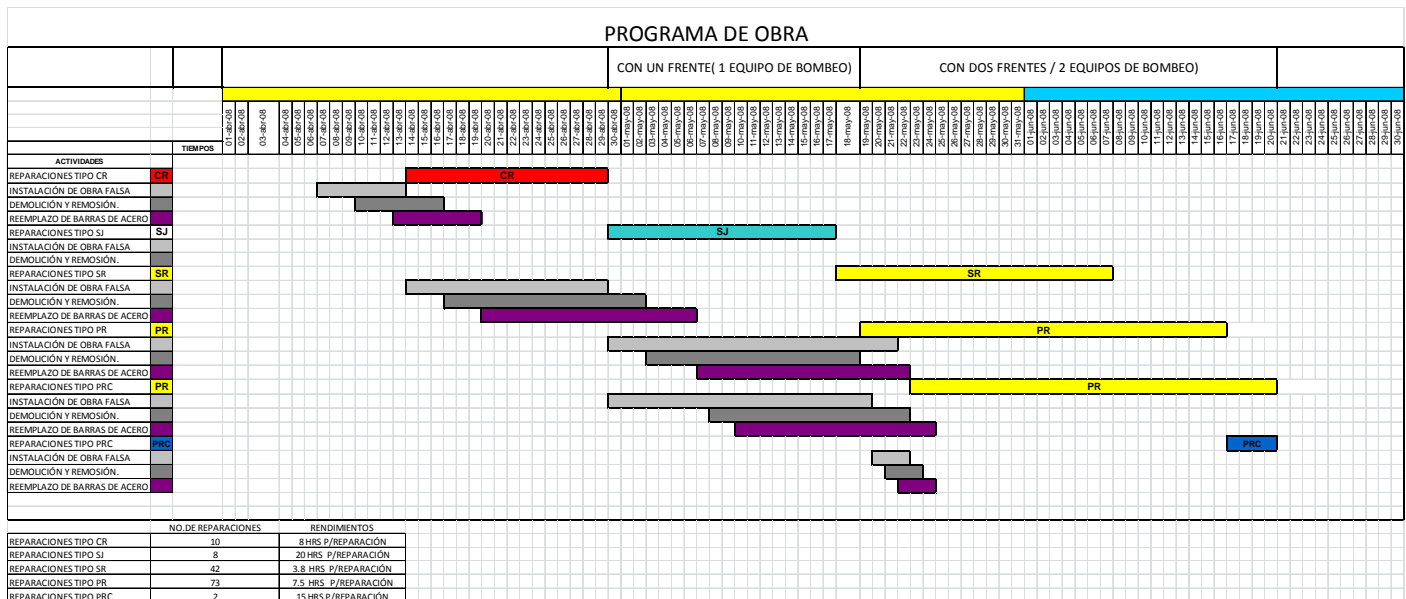


Fig. 11 Ruta crítica del programa de obra

3.2.3 Selección de personal, equipos y materiales según especificaciones.

Ya con el programa de obra realizado y analizado nos reunimos el superintendente y el administrador para llevar a cabo la selección de personal técnico (Fig. 12), maquinaria, equipos y vehículos con los que se ejecutarán los trabajos.

Selección de personal técnico

La organización del personal técnico para la obra reparación de pilotes de los muelles 11 y 12 de la terminal especializada de contenedores SSA México en Manzanillo, Colima con el sistema de encapsulamiento APE se estructuró de la siguiente manera:

ORGANIGRAMA DEL PROYECTO

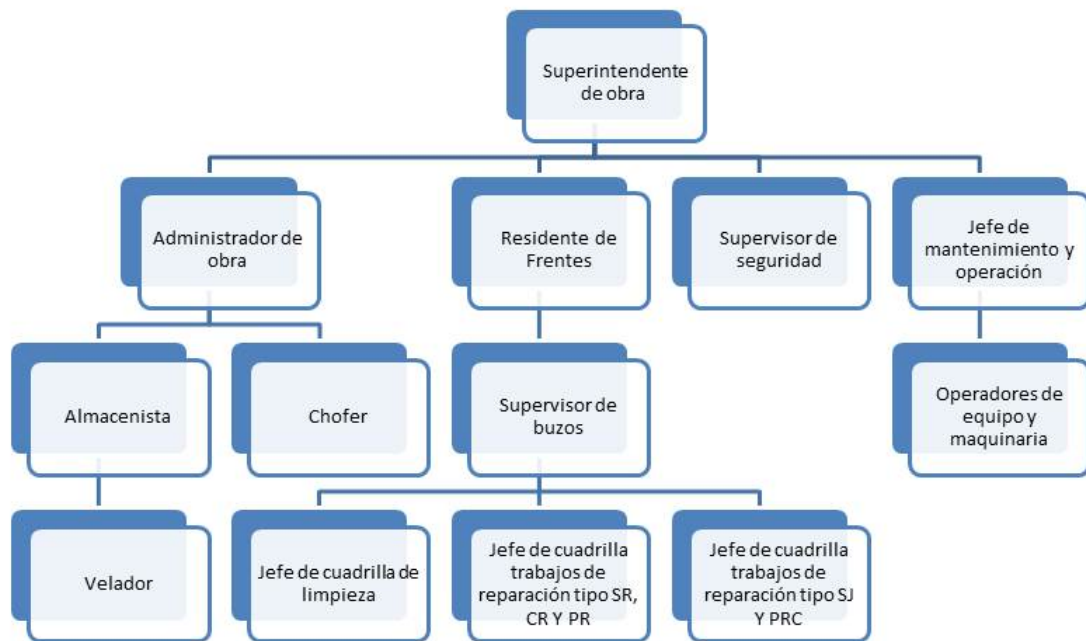


Fig. 12 Personal Técnico encargado de la ejecución de los trabajos

Superintendente de Obra

Será la persona encargada de coordinar, supervisar, dirigir y llevar un control en la ejecución de la obra. Estableciendo estrategias que aseguren su calidad y por consecuencia eleven la productividad.

Jefe de Mantenimiento y Operación

Será la persona encargada de coordinar y supervisar la operación, mantenimiento, renta y adquisición de la maquinaria y equipos involucrados en el proyecto.

Administrador en Obra

Será la persona encargada de administrar los recursos otorgados a la oficina de campo. De llevar un riguroso control de la nómina del personal, así como asegurar que el personal cuente con el servicio de seguridad social (IMSS). Además de llevar el control de la facturación, cobro, pagos etc. con los proveedores.

Residente de Frentes

Será la persona que vigilará la planeación, el procedimiento constructivo, los materiales requeridos, la maquinaria utilizada, el personal técnico y obrero, para realizar una correcta ejecución de la obra de acuerdo al proyecto y especificaciones generales y particulares. Así como documentar y corregir situaciones no previstas en el proyecto.

Supervisor de Seguridad

Será el encargado de vigilar que todo el personal involucrado en la obra utilice los equipos de seguridad adecuados para garantizar su seguridad física. Así mismo que los trabajos se lleven a cabo bajo los parámetros de seguridad establecidos

por las normas correspondientes. Se encargará de tramitar todos los permisos solicitados para las actividades dentro del recinto portuario.

Supervisor de Buzos

Será el enlace directo entre el residente de frentes y las cuadrillas de trabajo. Se encargará de operar el equipo de bombeo del grout, y reportara al jefe de mantenimiento el funcionamiento del mismo.

Jefe de Cuadrilla de Limpieza

Estará encargado de coordinar y ejecutar junto con su personal, la limpieza de la superficie de los pilotes con equipo de agua a alta presión (3000 psi), además de retirar y recuperar todo el material producto de las demoliciones, y sobrantes de materiales que se produzcan durante las reparaciones. Mismos que serán subidos al muelle para su retiro al lugar indicado por la supervisión.

Jefe de Cuadrilla Reparación tipo SR, CR Y PR

Se encargará junto con su personal del montaje y desmontaje de la cimbra falsa en el área de las reparaciones de los pilotes para permitir el trabajo de los obreros, además de llevar a cabo las reparaciones de los pilotes Tipo SR CR y PR.

Jefe de Cuadrilla Reparación tipo SJ Y PRC

Será el encargado de coordinar y realizar junto con su personal los trabajos de la reparación Tipo SJ y PRC en los pilotes de concreto. Esto es, colocarán las camisas, inyectarán el grout y colocarán los sellos finales.

Almacenista

Será la persona encargada de llevar un control de la entrada y salida de los materiales que ingresen a la obra, así como de las herramientas y equipo que serán utilizados en dicha obra.

Operadores de Maquinaria y Equipos

Serán las personas encargadas de operar la maquinaria y equipos requeridos en el proyecto, además de reportar su funcionamiento al jefe de mantenimiento y operación.

Velador

Será la persona encargada de resguardar el área, materiales, equipo e instalaciones de EPT ubicadas en las instalaciones de SSA México en los días y horas que no halla actividad alguna en los trabajos de la reparación de los pilotes.

Selección de los equipos, maquinaria y vehículos.

En cuanto a la selección de la maquinaria, equipos y vehículos que se ocuparon para la ejecución del proyecto, el superintendente me hizo entrega de una requisición donde plantea sus necesidades para cada actividad del procedimiento (Tabla 02). Para dar respuesta a esta requisición elaboré un reporte en donde se asignan recursos en función de una evaluación e investigación de las actividades del programa de obra, conforme a las capacidades, disponibilidad y rentabilidad de dichos equipos.

Tabla 02. Actividades del programa de obra

ACTIVIDADES	No. DE REPARACIONES
REPARACIONES TIPO CR (reparaciones en esquinas)	10
INSTALACIÓN DE OBRA FALSA	APLICA
LIMPIEZA, DEMOLICIÓN Y REMOCIÓN.	APLICA
REEMPLAZO DE ACERO DE REFUERZO	APLICA
REPARACIONES TIPO SR (reparaciones superficiales)	41
INSTALACIÓN DE OBRA FALSA	APLICA
LIMPIEZA, DEMOLICIÓN Y REMOCIÓN.	APLICA
REEMPLAZO DE ACERO DE REFUERZO	NO APLICA
REPARACIONES TIPO PR (reparaciones sobre el nivel de marea)	73
INSTALACIÓN DE OBRA FALSA	APLICA
LIMPIEZA, DEMOLICIÓN Y REMOCIÓN.	APLICA
REEMPLAZO DE ACERO DE REFUERZO	APLICA
REPARACIONES TIPO SJ (reparación bajo nivel de mareas)	8
INSTALACIÓN DE OBRA FALSA	APLICA
LIMPIEZA, DEMOLICIÓN Y REMOCIÓN.	APLICA
REEMPLAZO DE ACERO DE REFUERZO	APLICA
REPARACIONES TIPO PRC (reparación tipo capiteles)	2
INSTALACIÓN DE OBRA FALSA	APLICA
LIMPIEZA, DEMOLICIÓN Y REMOCIÓN.	APLICA
REEMPLAZO DE ACERO DE REFUERZO	APLICA

Descripción de las actividades

Es importante señalar que cada tipo de reparación tiene que ver con la zona del pilote donde se presenta el daño y la magnitud de éste (Fig. 13-14).

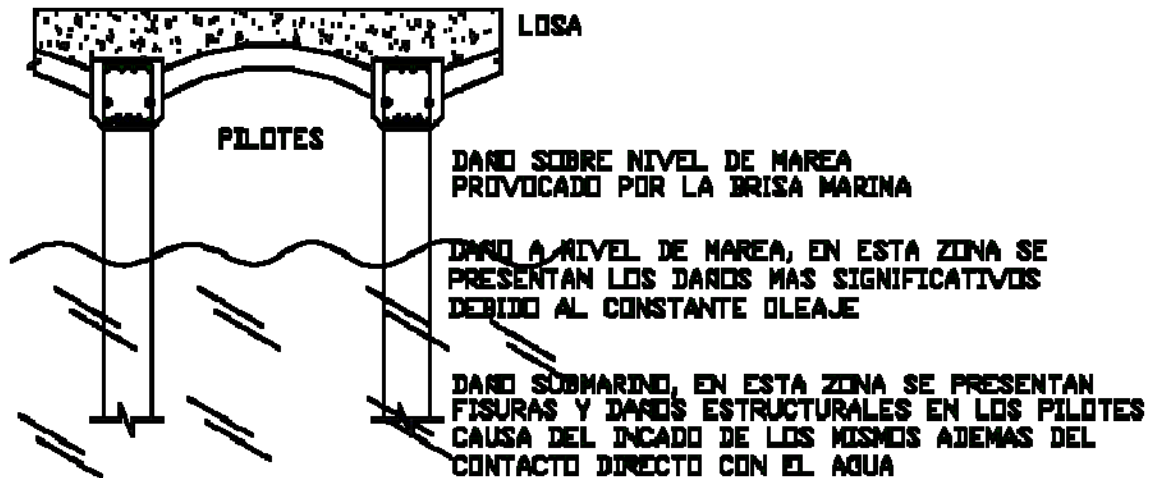


Figura 13. Clasificación de las zonas de afectación.



Figura 14. Zonas de afectación.



Figura 15. Pilote dañado clasificado nivel bajo "fisuras"

En las figuras 15,16 Y17 se pueden apreciar la magnitud de los daños que van desde fisuras que sólo requerían reparaciones superficiales, hasta pilotes en los que el acero de refuerzo estaba expuesto y existía una pérdida de sección transversal considerable.



Figura 16. Pilote dañado clasificado nivel medio "daño parcial"



Figura 17. Pilote Pilote dañado clasificado nivel alto “daño total”

Reparaciones tipo (CR) Pile corner repair (reparaciones en esquinas)

Para realizar este tipo de reparación es necesario montar una obra falsa en donde el personal tenga una superficie de trabajo sobre el agua, por lo que es necesario habilitar balsas de madera con alma de poliestireno. Posteriormente se procede a delimitar el área dañada y demoler el concreto debilitado hasta encontrar concreto sano, si en este proceso se detecta que el acero de refuerzo del pilote tiene una disminución de área de por lo menos un 30% y su estado físico presenta un alto grado de corrosión es necesario reemplazarlo con acero nuevo y aplicar un

anticorrosivo. Una vez terminado se hace limpieza con agua a presión y se procede a colocar cimbra de madera con la forma de la esquina, dejando una entrada en la parte superior para colar el mortero de fraguado rápido. Esta reparación termina con el retiro de la cimbra de madera y el curado del mortero (Fig. 18 y 19).

Maquinaria y equipos involucrados:

- Sierra eléctrica para madera de 7" de diámetro
- Martillos
- Generador eléctrico con capacidad de 6500 W a 110 V
- Esmeril de mano con disco de punta de diamante para corte de concreto
- Compresor de aire de 185 CFM
- Martillo neumático de percusión con un peso de 9kg
- Hidrolavadora de alta presión de 6000 PSI
- Lancha con motor fuera de borda
- Prensa hidráulica para conectores de acero de refuerzo
- Generador eléctrico con capacidad de 50,000 W a 220 V Y 440V
- Máquina para soldar de 450 A

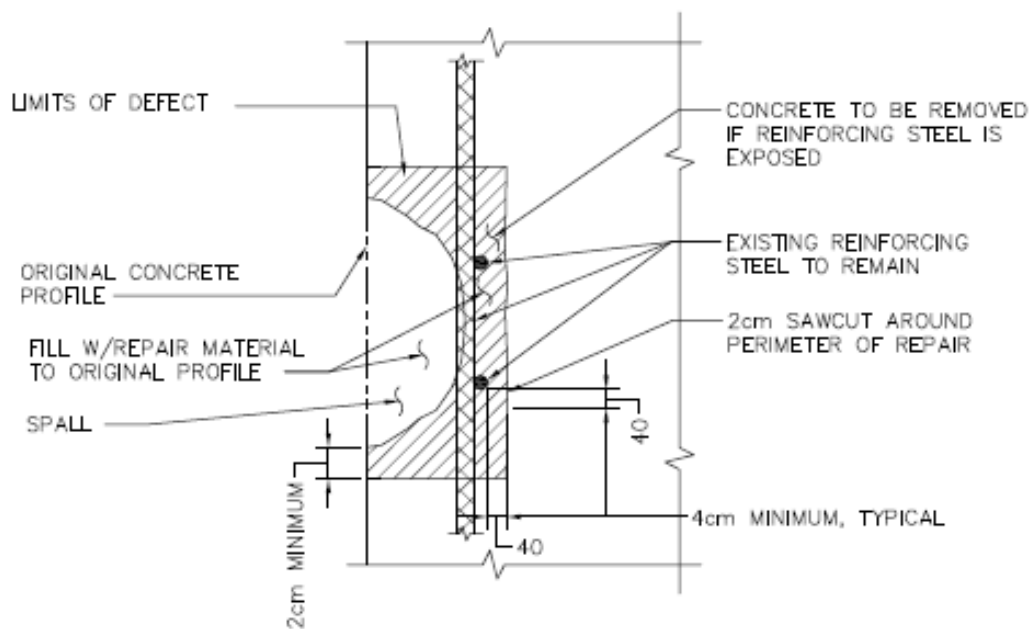


Fig. 18 Esquema de reparación tipo (CR)



Fig. 19 Reparación tipo (CR)

Reparaciones tipo (SR) Pile surface repair (reparaciones superficiales)

Se considera reparación superficial si no es necesario la sustitución de acero de refuerzo, es decir que el pilote solo presenta fisuras, o que el concreto debilitado se encuentra solo en la zona superficial, para esta reparación es necesario instalar la obra falsa, hacer limpieza con agua a presión, delimitar y demoler el concreto dañado cuando así se requiera, o incluso solo resanar las fisuras que se presenten cabe señalar que tanto las reparaciones CR y SR se desarrollan sobre el nivel de mareas. (Fig.20 y 21).

Maquinaria y equipos involucrados:

- Sierra eléctrica para madera de 7" de diámetro
- Martillos
- Generador eléctrico con capacidad de 6500 W a 110 V
- Esmeril de mano con disco de punta de diamante para corte de concreto
- Compresor de aire de 185 CFM
- Martillo neumático de percusión con un peso de 9kg
- Hidrolavadora de alta presión de 6000 PSI
- Lancha con motor fuera de borda

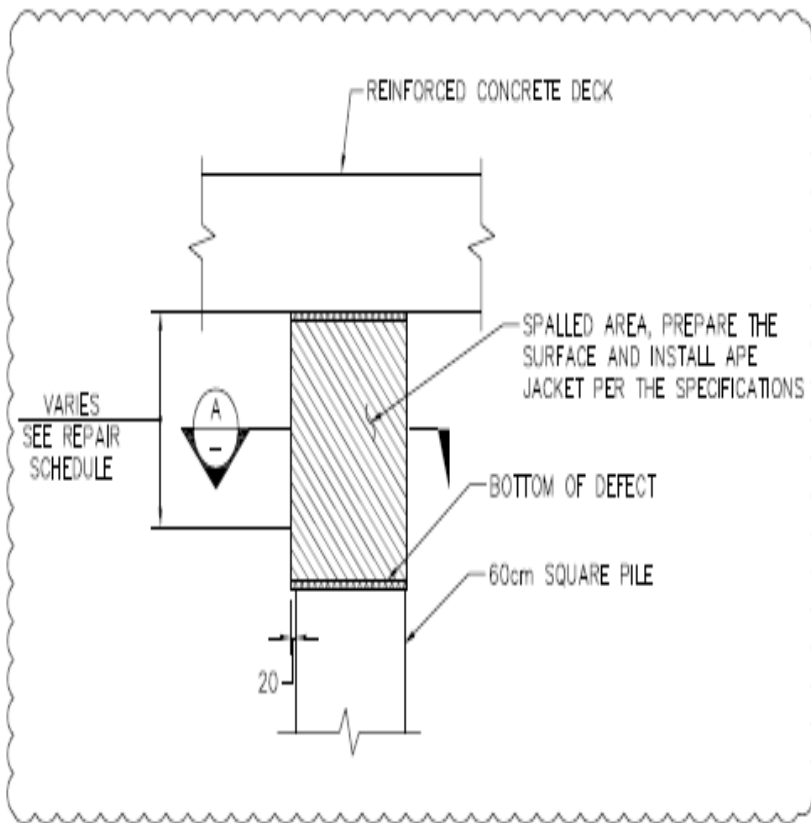


Fig. 20 Esquema de reparación tipo (SR)



Fig. 21 Obra falsa con base en balsas de madera con alma de poliestireno

Reparaciones tipo (PR) Above water pile repair (reparaciones sobre el nivel de marea)

Para llevar a cabo este tipo de reparación se procede a instalar la obra falsa mencionada en el tipo de reparación CR y SR, una vez instalada se delimita el área dañada y se demuele el concreto debilitado, terminada la demolición se limpia la superficie con agua a presión, se sustituye el acero de refuerzo con daño considerable y se aplica inhibidor de corrosión al mismo, a continuación se coloca la camisa de fibra de vidrio con sus respectivos sujetadores temporales, esta cimbra está conformada por dos piezas las cuales se unen con resina epoxica y pijas de sujeción, ya con la cimbra puesta en el pilote se coloca un sello en la parte inferior y se bombea el grout epóxico por los puertos de inyección, cuando el bombeo finaliza se coloca el sello superior de la cimbra y se retiran los sujetadores temporales una vez que el grout endurezca, esta reparación se aplica en la zona de mareas (Fig.22 y 23).

Maquinaria y equipos involucrados:

- Sierra eléctrica para madera de 7" de diámetro
- Martillos
- Generador eléctrico con capacidad de 6500 W a 110 V
- Esmeril de mano con disco de punta de diamante para corte de concreto
- Compresor de aire de 185 CFM
- Martillo neumático de percusión con un peso de 9kg
- Hidrolavadora de alta presión de 6000 PSI
- Lancha con motor fuera de borda
- Prensa hidráulica para conectores de acero de refuerzo
- Generador eléctrico con capacidad de 50,000 W a 220 V Y 440V
- Máquina para soldar de 450 A
- Taladro neumático
- Compresor de aire de 375 CFM
- Bomba de inyección de grout

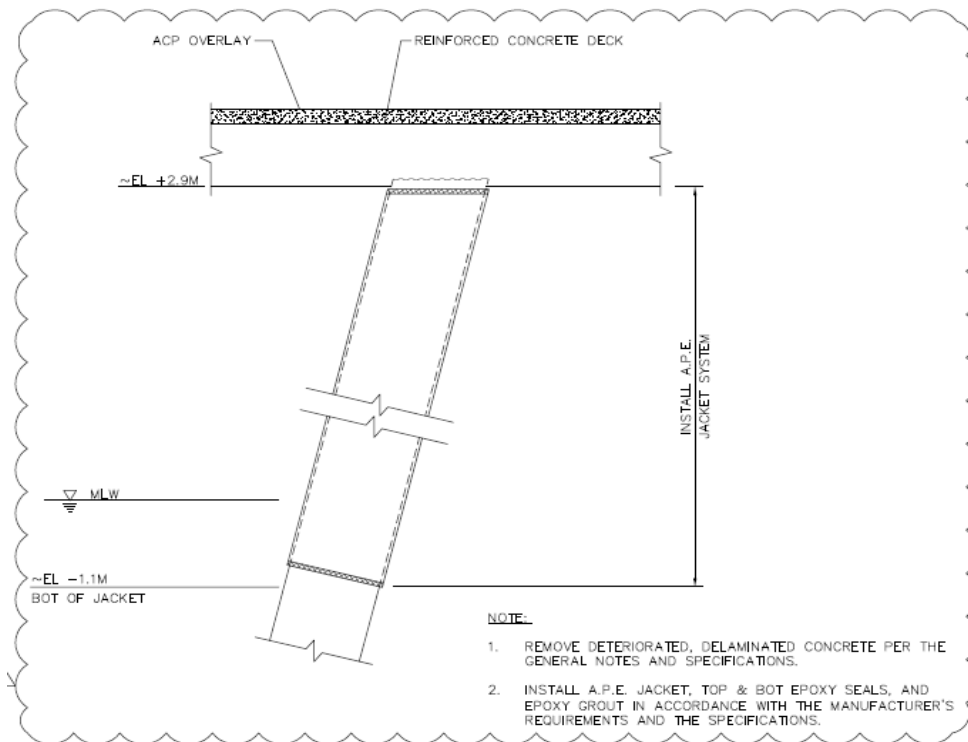


Fig. 22 Esquema de reparación tipo (PR)



Fig. 23 Aplicación de inhibidor Reparación tipo (PR)

Reparaciones tipo (SJ) Sumerged pile jacket repair (reparación bajo nivel de mareas)

El procedimiento es idéntico al tipo de reparación PR solamente que éste se desarrolla bajo en nivel de mareas, es decir submarino, con el grado de complejidad que esto implica (Fig. 24-26).

Maquinaria y equipos involucrados:

- Sierra eléctrica para madera de 7" de diámetro
- Martillos
- Generador eléctrico con capacidad de 6500 W a 110 V
- Esmeril de mano con disco de punta de diamante para corte de concreto
- Compresor de aire de 185 CFM

- Martillo neumático de percusión con un peso de 9kg
- Hidrolavadora de alta presión de 6000 PSI
- Lancha con motor fuera de borda
- Prensa hidráulica para conectores acero de refuerzo
- Generador eléctrico con capacidad de 50,000 W a 220 V Y 440V
- Máquina para soldar de 450 A
- Taladro neumático
- Compresor de aire de 375 CFM
- Bomba de inyección de grout

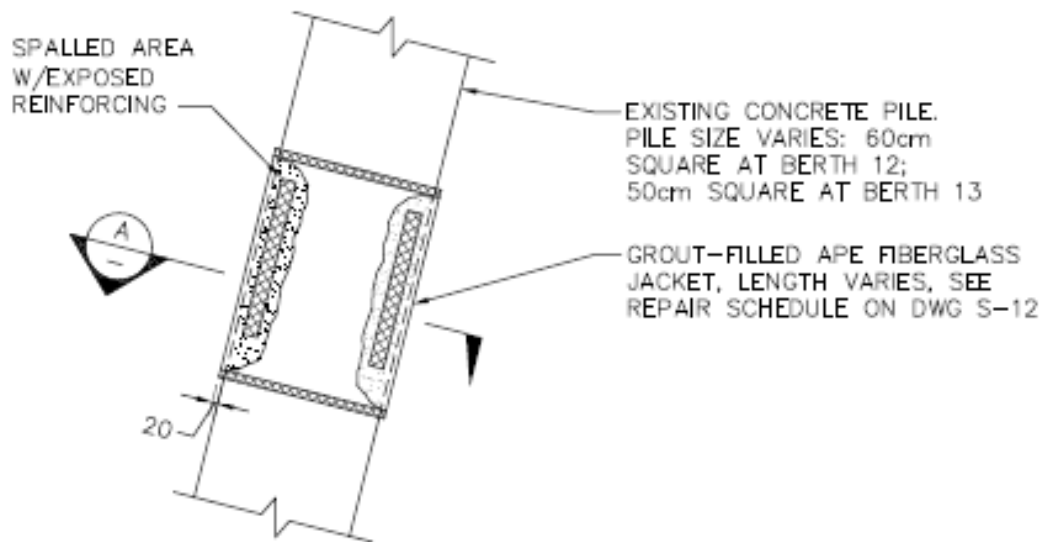


Fig. 24 Esquema de Reparación tipo (SJ)

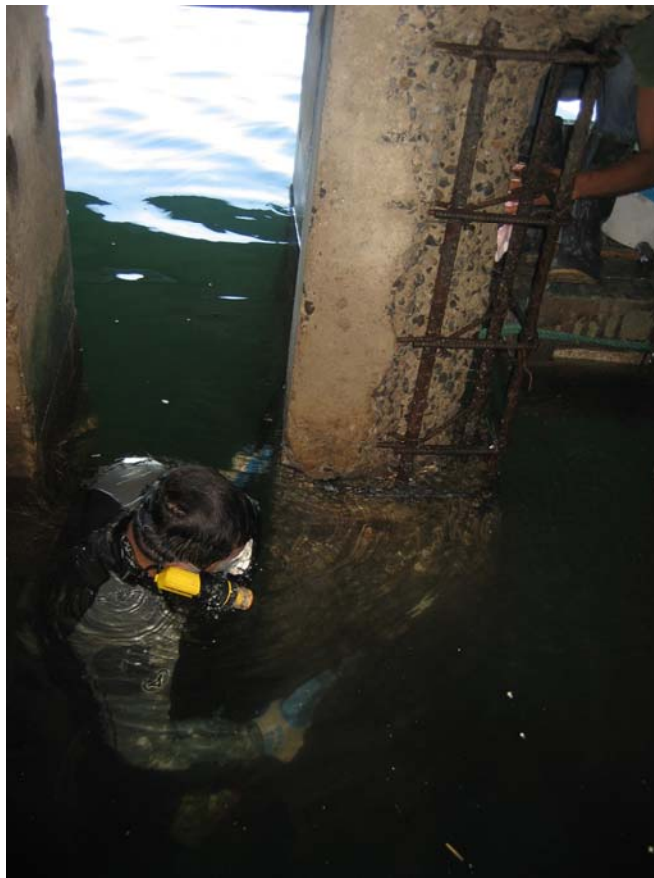


Fig. 25 Limpieza en reparación tipo (SJ)



Fig.26 Inyección del grout epoxico en reparación tipo (SJ)

Reparaciones tipo (PRC) Above water pile repair w/capitol demolition (reparación tipo capiteles)

El procedimiento sigue la misma secuencia que los anteriores PR y SJ, la diferencia en este tipo es que la reparación abarca el capitel del pilote (Fig. 27).

Maquinaria y equipos involucrados:

- Sierra eléctrica para madera de 7" de diámetro
- Martillos
- Generador eléctrico con capacidad de 6500 W a 110 V
- Esmeril de mano con disco de punta de diamante para corte de concreto
- Compresor de aire de 185 CFM
- Martillo neumático de percusión con un peso de 9kg
- Hidrolavadora de alta presión de 6000 PSI
- Lancha con motor fuera de borda
- Prensa hidráulica para conectores
- Generador eléctrico con capacidad de 50,000 W a 220 V Y 440V
- Maquina para soldar de 450 A
- Taladro neumático
- Compresor de aire de 375 CFM
- Bomba de inyección de grout

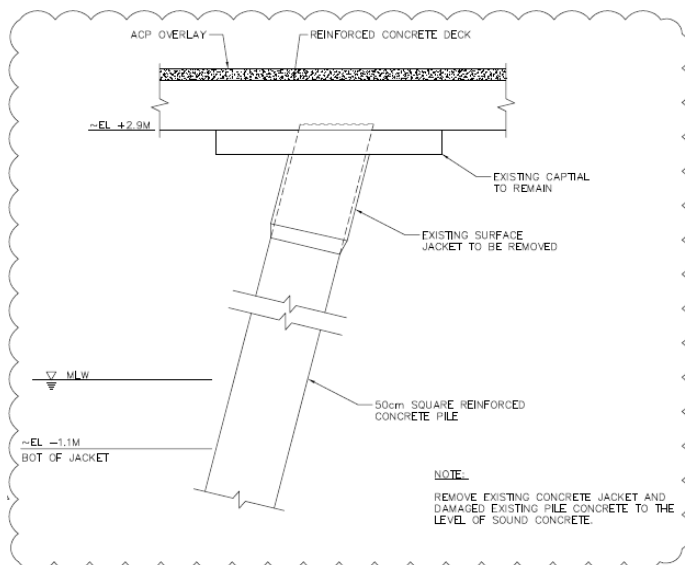


Fig. 27 Esquema de Reparación tipo (PRC)

Investigación realizada para la asignación de recursos (equipos y maquinaria)

Con base en mi experiencia hice la asignación de los recursos para cada actividad, sin embargo, tuve que realizar una investigación adicional del procedimiento constructivo ya que era necesario conocer a detalle el equipo especializado “Bomba de inyección de grout”, con el que se inyecta este material, para poder evaluar cual equipo seria el adecuado para las condiciones del proyecto. La investigación consistió en las siguientes actividades:

Introducción Proceso APE (Encapsulamiento Avanzado de Pilotes).

Es una barrera, totalmente polimérica, aplicable en sitio, arriba y abajo de la superficie del agua, para formar un sistema compuesto, fuertemente adherido al elemento por proteger (Fig. 28).

Independientemente del método de cimentación utilizado para la construcción de un muelle, es muy común que las pilas y pilotes de distintos materiales sufran corrosión y desgaste de algún tipo. Cuando el pilote pierde sección de acero y/o concreto disminuye su capacidad de carga, lo cual se traduce en riesgos estructurales.

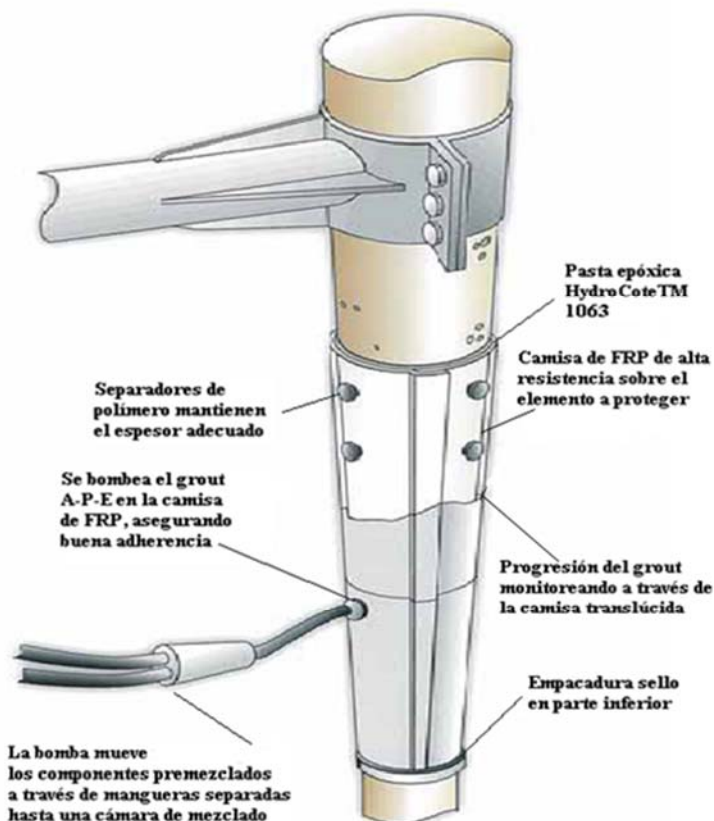


Figura 28. Esquema del encapsulado

El equipo diseñado para la aplicación del grout epóxico es una unidad auto contenida que trabaja con aire comprimido para la dosificación, mezclado y bombeo de A-P-E Grout con el método pluricomponente. Para complementar el funcionamiento de este equipo se requiere de un compresor de aire de 325 CFM (Fig.29).

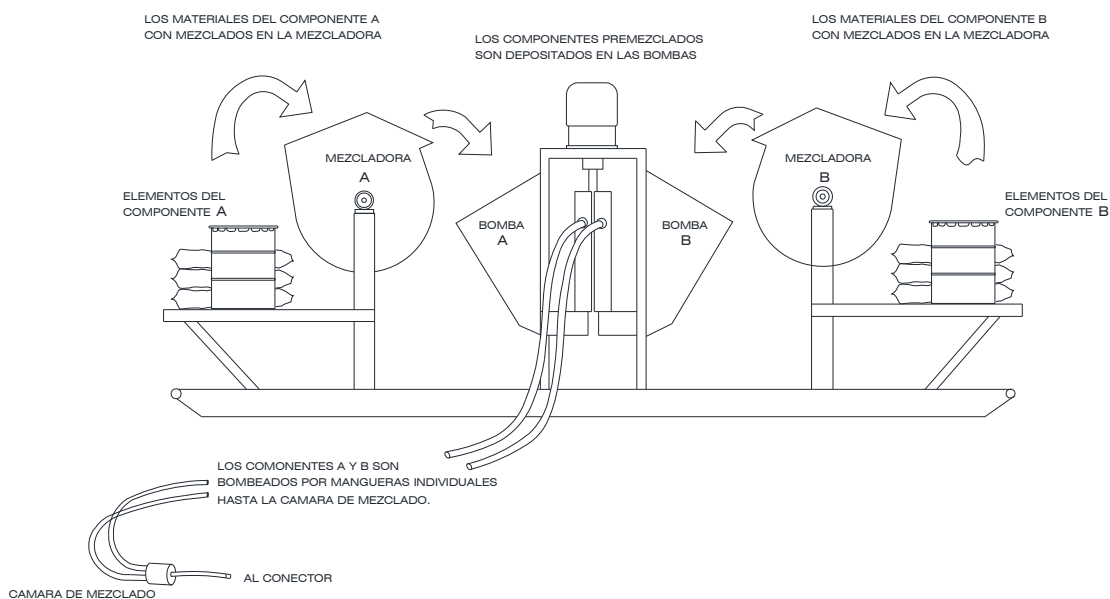


Figura 29. Unidad esquemática de componentes plurales para grout

El Grout A-P-E es un producto pre-ensogado sin solventes, con curado submarino de 3 componentes: una resina epóxica (componente A), un endurecedor epóxico (componente B), y un agregado de dióxido de silicio en polvo (componente C). La proporción de la mezcla debe ser de 1:1 en volumen de los componentes A y B mezclándose durante 3 min., y posteriormente se añade el componente C y se mezcla durante 3 minutos.

Una unidad de 19 l (5 gal) del Componente A con una unidad de 19 l (5 gal) del Componente B al mezclarse con seis sacos de 22.7 kg (50lb) del Componente C se obtiene un rendimiento de aproximadamente 90 l (3.18 ft³) (.09 m³).

Las necesidades del proyecto implicaban inyectar 143 m³ de grout en 76 días naturales por lo que había que conseguir una bomba de inyección que cumpliera con el rendimiento propuesto en el programa de obra.

Tomando en cuenta que en realidad no se podría laborar los 76 días naturales, sólo se contaba con 61 días laborales en jornadas de 8 horas lo cual se traduce a 488 horas, en donde se prevé un 15% de tiempos muertos por la operación del puerto y la preparación de los puertos de inyección debajo del agua que suelen presentar ligeros retrasos se tienen 434 horas efectivas de operación. Por lo que se requiere un rendimiento de **0.33 m³/hr** para cumplir con el objetivo.

Evaluación y selección de equipos de bombeo

En la investigación estuvieron involucrados tres posibles equipos, a continuación se describen sus características técnicas.

Equipo No. 1

El proveedor es Masters Builders con el modelo de bomba 94A784 (Fig. 32). Este equipo arrojó el siguiente rendimiento teórico obtenido de la ficha técnica (Fig.30).

Presión de aire de entrada 90 PSI

Presión máxima de trabajo 360 psi a 10 ciclos por minuto

Gasto volumétrico 30 lts/min (.03 m³/min) (.95) = **0 .0285 m³/min**

Con lo que se tiene: (0 .0285 m³/min) (60 min) = **1.71 m³/h**

Technical Data

4:1 Ratio King Pumps, Models 96A784, 96A785, 96A899, 96A900, 96A926, & 96A927

Category	Data
Maximum Fluid Working Pressure	2.5 MPa, 25 bar (360 psi)
Air Operating Range	0.28–0.6 MPa, 2.8 – 6.2 bar (40 – 90 psi)
Fluid Flow at 60 Cycles per Minute	178 liter/min (47 gpm)
Cycles Per Liter (gallon)	0.34 (1.3)
Maximum Recommended Pump Speed	60 cycles per minute
Wetted parts	<p><i>Model 243739:</i> Carbon Steel, Stainless Steel, PTFE, Ultra High Molecular Weight Polyethylene</p> <p><i>Models 243747 and 243748:</i> Stainless Steel, PTFE, Ultra High Molecular Weight Polyethylene</p>

Viton® is a registered trademark of the Du Pont Co.

Sound Pressure Levels (dBA)

(measured at 1 meter from unit)

Air Motor	Input Air Pressures at 15 cycles per minute		
	40 psi (0.28 MPa, 2.8 bar)	70 psi (0.48 MPa, 4.8 bar)	90 psi (0.6 MPa, 6.2 bar)
Quiet King	77.9 dB(A)	79.2 dB(A)	87.5 dB(A)

Sound Power Levels (dBa)

(tested in accordance with ISO 9614–2)

Air Motor	Input Air Pressures at 15 cycles per minute		
	40 psi (0.28 MPa, 2.8 bar)	70 psi (0.48 MPa, 4.8 bar)	90 psi (0.6 MPa, 6.2 bar)
Quiet King	85.2 dB(A)	86.6 dB(A)	95.2 dB(A)

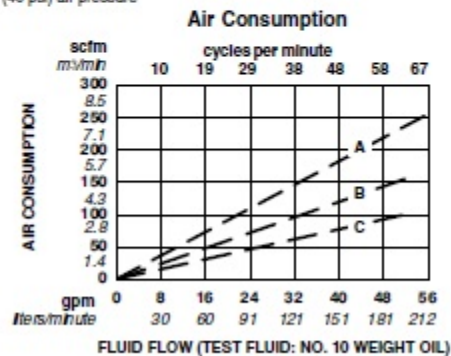
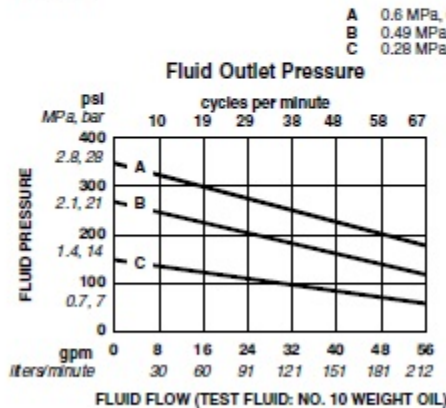
Performance Charts (pump only)

To find Fluid Outlet Pressure (psi/MPa/bar) at a specific fluid flow (lpm/gpm) and operating air pressure (psi/MPa/bar):

1. Locate desired flow along bottom of chart.
2. Follow vertical line up to intersection with selected fluid outlet pressure curve (black). Follow left to scale to read fluid outlet pressure.

To find Pump Air Consumption (m³/min or scfm) at a specific fluid flow (lpm/gpm) and air pressure (psi/MPa/bar):

1. Locate desired flow along bottom of chart.
2. Read vertical line up to intersection with selected air consumption curve (dashes). Follow left to scale to read air consumption.



310562 27

Fig. 30 Datos técnicos de la bomba 94A784

Equipo No.2

El proveedor es Masters Builders con el modelo de bomba 96A388 (Fig.32). Este equipo arrojó el siguiente rendimiento teórico obtenido de la ficha técnica (Fig. 31).

Presión de aire de entrada 90 psi

Presión máxima de trabajo 270 psi a 8 ciclos por minuto

Gasto volumétrico 30 lts/min (.03 m³/min) (.95) = **0 .0285 m³/min**

Con lo que se tiene: (0 .0285 m³/min) (60 min) = **1.71 m³/h**

Technical Data

3:1 Ratio King Pumps, Models 96A388, 96A647, 96A893, 96A894, 96A907, & 96A908

Category	Data
Maximum Fluid Working Pressure	1.9 MPa, 19 bar (270 psi)
Air Operating Range	0.28–0.6 MPa, 2.8 – 6.2 bar (40 – 90 psi)
Fluid Flow at 60 Cycles per Minute	237 liter/min (63 gpm)
Cycles Per Liter (gallon)	0.24 (0.93)
Maximum Recommended Pump Speed	60 cycles per minute
Wetted parts	Models 243749 and 243750: Stainless Steel, PTFE, Ultra High Molecular Weight Polyethylene

Viton® is a registered trademark of the Du Pont Co.

Sound Pressure Levels (dBA) (measured at 1 meter from unit)

Air Motor	Input Air Pressures at 15 cycles per minute		
	40 psi (0.28 MPa, 2.8 bar)	70 psi (0.48 MPa, 4.8 bar)	90 psi (0.6 MPa, 6.2 bar)
Quiet King	77.9 dB(A)	79.2 dB(A)	87.5 dB(A)

Sound Power Levels (dBA) (tested in accordance with ISO 9614-2)

Air Motor	Input Air Pressures at 15 cycles per minute		
	40 psi (0.28 MPa, 2.8 bar)	70 psi (0.48 MPa, 4.8 bar)	90 psi (0.6 MPa, 6.2 bar)
Quiet King	85.2 dB(A)	86.6 dB(A)	95.2 dB(A)

Performance Charts (pump only)

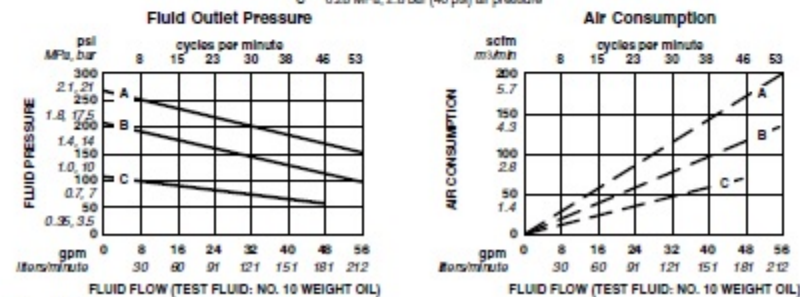
To find Fluid Outlet Pressure (psi/MPa/bar) at a specific fluid flow (lpm/gpm) and operating air pressure (psi/MPa/bar):

1. Locate desired flow along bottom of chart.
2. Follow vertical line up to intersection with selected fluid outlet pressure curve (black). Follow left to scale to read fluid outlet pressure.

To find Pump Air Consumption (m³/min or scfm) at a specific fluid flow (lpm/gpm) and air pressure (psi/MPa/bar):

1. Locate desired flow along bottom of chart.
2. Read vertical line up to intersection with selected air consumption curve (dashed). Follow left to scale to read air consumption.

A 0.6 MPa, 6.2 bar (90 psi) air pressure
B 0.48 MPa, 4.8 bar (70 psi) air pressure
C 0.28 MPa, 2.8 bar (40 psi) air pressure



26 310562

Fig. 31 Datos técnicos de la bomba 96A388



Fig. 32. Equipo para la inyección de grout fabricado por Master Builders

Dimensiones: 101" L x 48" W x 75" H

Peso: 2750 Lbs.

Patente: US N° 4'892,410

Equipo No. 3

El proveedor es WIWA Custom Spray System con el modelo WIWA 600.12 (Fig.34). Este equipo arrojó el siguiente rendimiento teórico obtenido de la ficha técnica (Fig. 33).

Presión de aire de entrada 100 psi

Presión máxima de trabajo 1392 psi a 10 ciclos por minuto

Gasto volumétrico 7.18 lts/min ($.0072 \text{ m}^3/\text{min}$) $(.95) = 0.00684 \text{ m}^3/\text{min}$

Con lo que se tiene: $(0.00684 \text{ m}^3/\text{min}) (60 \text{ min}) = .41 \text{ m}^3/\text{h}$

WIWA Mortar Pumps Technical Specifications



Technical Data	WIWA 410.09	WIWA 600.12
Pressure Ratio	9:1	12:1
Max. Fluid Pressure (psi)	1044	1392
Output per Cycle (fl.oz.)	14	20
Output at 60 Cycles/Min. (gal./min.)	6.5	9.5
Air Motor Plate Diameter (in.)	5.5	8
Stroke Length (in.)	4.7	4.7
Max. Inbound Air Pressure (psi)	116	116
Min. Recommended Air Compressor Rating (cfm)	100	100
Inbound Air Port (BSPP)	1/2"	1"
Inbound Fluid Fitting (BSPP)	2"	2"
Outbound Fluid Port (BSPP)	1"	1"

Standard Tip Sizes Available: 1/8", 1/4", 5/16", 3/8", 1/2"

Fig. 33 Datos técnicos de la bomba WIWA 600.12

WIWA 410.09 Mortar Pump WIWA 600.12 Mortar Pump

The WIWA 410.09 and 600.12 Series mortar pumps are specially designed for the application of epoxy and water-based mortars. They are also capable of applying other cementitious products and coarse aggregate materials, such as vinyl ester.

These two-ball piston pumps are fitted with extra large valves and fluid passages to ensure the maximum flow rate at minimal pump speed. This reduces wear and lost time during jobs.

The straight shot nozzle uses air to assist the dispersion of aggregate and includes a manual shut down device that enables the operator to cut off the air supply to the pump.

Easy to use, easier to maintain, WIWA is the answer!



- User Friendly
- Easy Maintenance
- Sturdy Design
- High Flow Rates

Ready to Spray Package includes:

- Pump with Cart
- 6.5 Gal. Hopper
- Cam Lock Fittings
- 1", 25' Fluid Hose
- 3/4", 10' Whip Hose
- Straight Shot Nozzle
- 5/16" Tip

Other hose lengths and tip sizes available upon request!

Fig. 34 Equipo de bombeo fabricado por WIWA Custom Spray System

Descripción de los criterios de evaluación

Para la evaluación de los equipos se consideró que el gasto volumétrico sería en las condiciones de operación más extremas de bombeo ya que el fluido cuenta con una densidad de 2130 kg/m^3 . Además de un 95% de eficiencia con las que suelen operar este tipo de bombas de pistón.

Rentabilidad:

La rentabilidad se refiere básicamente al costo-beneficio que se obtendrá del equipo para las condiciones particulares de cada proyecto, se toma en cuenta el tiempo que se utilizará, el costo que tiene en renta, el costo que generan los traslados, si la adquisición se amortiza en el proyecto, etc. Para este proyecto en particular los costos presentados fueron los siguientes:

1. La cotización por la renta de un mes del equipo número 1 fue por \$ 248,880.00 M.N. la cual incluye: Traslado de entrega y regreso del equipo de bombeo de Pearl River Lousiana al puerto de Manzanillo, operador certificado y asesoría técnica.
2. La cotización por la renta de un mes del equipo número 1 fue por \$ 235,000.00 M.N. la cual incluye: Traslado de entrega y regreso del equipo de bombeo de Pearl River Lousiana al puerto de Manzanillo, operador certificado y asesoría técnica.
3. La cotización por la compra del equipo número 3 fue por \$ 210,000.00 M.N. la cual incluye: traslado del equipo de Houston Texas, al puerto de Manzanillo Colima, conexiones y tramo de 20 m de manguera de alta presión.

Disponibilidad

Se refiere a que el equipo esté disponible para la actividad requerida, es decir, que no se encuentre rentado, descompuesto o en algún lugar extremadamente retirado del lugar del proyecto donde no es costeable su traslado.

Movilidad

La movilidad en este caso se sugiere a la facilidad para desplazar el equipo de un lugar a otro dentro del puerto, ya que las condiciones de trabajo en ese lugar son con áreas restringidas y cambiantes.

Desempeño

El desempeño implica que el equipo arroje los rendimientos teóricos en la práctica y que no falle por baja capacidad del mismo.

Después de recopilar esta información se procedió a la evaluación final con los siguientes criterios de selección, mostrados en la matriz de decisión (Tabla No.3) con un rango de calificación 1-10 la cual presente al gerente de construcción, al director general y al superintendente de obra.

Tabla 03. Matriz de Decisión

	Gasto (m ³ /h)	Máxima presión de salida (psi)	Rentabilidad	Disponibilidad	Movilidad	Desempeño	Puntuación
Equipo No. 1	1.71	360	Dentro de presupuesto para renta de un mes	Disponible para renta con opción a compra	Poco practica para constantes movimientos	Diseñada específicamente para la aplicación de los tres componentes del procedimiento	55
	<u>10</u>	<u>9</u>	<u>9</u>	<u>10</u>	<u>7</u>	<u>10</u>	
Equipo No. 2	1.71	270	Dentro de presupuesto para renta de un mes	Disponible para renta con opción a compra	Poco practica para constantes movimientos	Diseñada específicamente para la aplicación de los tres componentes del procedimiento	54
	<u>10</u>	<u>8</u>	<u>9</u>	<u>10</u>	<u>7</u>	<u>10</u>	
Equipo No. 3	0.41	1392	Dentro de presupuesto para compra	Disponible para compra	Muy práctica para constantes movimientos	Se requiere incluir un sistema de mezclado externo	54
	<u>9</u>	<u>10</u>	<u>10</u>	<u>10</u>	<u>10</u>	<u>5</u>	

Toma de decisión para equipo de bombeo

Después de obtener el puntaje de los tres equipos el cual indica que todos los equipos cumplían satisfactoriamente con el objetivo, se optó por elegir el equipo No.1 bajo las siguientes consideraciones:

- Obtuvo el puntaje más alto en la matriz de decisión
- El equipo estaba diseñado especialmente para el procedimiento constructivo.
- Se contaría con capacitación y experiencia en todo el desarrollo del procedimiento constructivo, considerando que era la primera vez que se aplicaba por parte de la empresa.
- En caso de necesitar refacciones se contaba con atención rápida y especializada.

Una vez terminada la investigación y evaluación procedí a emitir un reporte en respuesta a la requisición del superintendente donde se asigne y autorice los recursos para las actividades mencionadas en la Tabla 03, quedando de la siguiente manera:

*Autorizados por el **jefe de mantenimiento y operación** para salida de patio-almacén que son propiedad de Edificaciones y Proyectos Torres S.A. de C.V.*

Vehículos:

- Dos camionetas con capacidad de 1.5 ton. para traslado de personal y compras de material en pequeños volúmenes.
- Una camioneta con capacidad de 3.5 ton. para compras de material en grandes volúmenes.

- Un vehículo tipo sedán, para traslado de personal administrativo.
- Un remolque de 1.5m de ancho por 3 m de largo para facilitar el movimiento de los equipos pesados, debido a la actividad del puerto.

Maquinaria.

- Una Retroexcavadora hidráulica modelo 416 con motor de 140 hp. Para facilitar los movimientos de los materiales y equipos sobre la losa del muelle y la zonas de reparación en la infraestructura.

Equipos.

- Dos compresores de aire con capacidad de mínima de 185 y 375 CFM respectivamente. El compresor de 185 CFM se utilizará para dar funcionamiento a martillos neumáticos. El compresor de 375 PCM se ocupará para activar la bomba de inyección de grout.
- Dos hidrolavadoras portátiles con capacidad de presión de 6000 PSI. Las hidrolavadoras se ocuparán en los trabajos de limpieza de pilotes.
- Dos lanchas de fibra de vidrio de 10 ft con motor fuera de borda de 8hp. Las dos lanchas estarán para el servicio de la constructora y la supervisión.
- Dos plantas generadoras portátiles con capacidad mínima de 5600 W a 110 y 220 V. Para dar servicio de energía eléctrica a herramienta menor ya sea taladros, cortadoras, esmeriles, etc.
- Una revolvedora de concreto con motor de 8hp y capacidad para un saco de 50kg para auxiliar en los trabajos de mezcla de componentes.
- Una Planta de soldar con capacidad de 450 A para soldar estribos en la sustitución de acero de refuerzo.

Autorizados por el jefe de mantenimiento y operación para compra

Equipos

- Cuatro equipos de buceo básico y un compresor de aire para buceo de 300 bar. Para ser utilizadas por las cuadrillas de buceo.
- Diez martillos neumáticos de baja percusión de 9kg de peso para utilizarse en las actividades de demolición debajo del muelle.
- Cuatro esmeriles de mano con disco de diamante de 7" para delimitar el área de los trabajos de demolición.
- Dos taladros neumáticos para fijar pijas de sujeción en los empalmes de la cimbra de fibra de vidrio.

Autorizados por el jefe de mantenimiento y operación para renta:

Equipos

- **Bomba de inyección, para el mezclado y bombeo del grout epoxico.**
- Generador eléctrico 50,000 W a 220V Y 440V para dar servicio a la prensa hidráulica para la colocación de conectores en la sustitución del acero de refuerzo.
- Prensa hidráulica para conectores de varilla de $\frac{3}{4}$ " de diámetro con una resistencia de 4,200 kg/cm² para unir acero de refuerzo.

3.2.4 Ejecución

Etapas del proceso

El proceso comenzó con la preparación de la superficie a proteger. Fue necesario remover las incrustaciones marinas y cualquier otro recubrimiento aplicado (Fig. 35). Posteriormente se delimitó el área afectada para proceder a la demolición del concreto debilitado (Fig. 36-37).



Figura 35. Limpieza de la superficie



Figura 36. Delimitación del área



Figura 37. Demolición del concreto dañado

En los pilotes donde el acero de refuerzo se encontró dañado, se sustituyó y se aplicó un inhibidor de corrosión (Fig. 38-39).



Figura 38. Sustitución de acero de refuerzo



Figura 39. Inhibidor de corrosión

Continuando con el procedimiento se hizo la colocación de las camisas de fibra de vidrio unidas longitudinalmente con una pasta epoxica marina que es usada para adherir las uniones de la camisa de fibra de vidrio exterior y los empaques de sellos inferiores, así mismo es utilizada para sellar cualquier elemento de la cimbra. Tambien se colocan pijas de seguridad y cinchos sujetadores para resistir el empuje provocado por el material que una vez endurecido se retiraban. (Fig. 40-43).



Figura 40. Aplicación de sellador en junta de camisa.



Figura 41. Colocación de camisa de fibra de vidrio.



Figura 42. Colocación de sujetadores



Figura 43. Colocación de sello inferior.



Una vez colocada la camisa se procedió a inyectar el grout epóxico (Fig. 44-46).

Figura 44. Pilote preparado para inyección.



Figura 45. Inyección de grout epoxico en la superficie



Figura 46. Inyección de grout epoxico bajo el agua

Los tiempos muertos considerados en el rendimiento fueron los adecuados, ya que con la operación del puerto se tenían que suspender los trabajos de inyección cada vez que las grúas pórtico bloqueaban las líneas de inyección.



Figura 47. Equipo de inyección de grout epoxico

Para finalizar con el proceso del encapsulado se hizo la colocación del sello superior en el pilote (Fig. 48-49).



Figura 48. Colocación de sello superior



Figura 49. Pilote completamente encapsulado y reparado

El grout epóxico catalizado una vez curado bajo el agua presenta las siguientes propiedades físicas:

- | | |
|--|------------|
| a.-) Resistencia a compresión a 7 días 7,000 psi | ASTM C-579 |
| b.-) Resistencia a tensión a 7 días 1,000 psi | ASTM C-307 |
| c.-) Resistencia a adherencia/corte a los 7 días 150 psi | ASTM C-882 |
| d.-) Contracción a los 7 días de curado 0.07% | ASTM C-531 |
| e.-) Absorción de agua a los 7 días de curado 0.45% (máximo) | ASTM C-413 |

El efecto del grout epóxico con agregado al ascender en la camisa mejora la adherencia a la camisa y al substrato, creando un sistema compuesto bien adherido.

3.2.5 Entrega y recepción del proyecto

Para concluir con los trabajos se realizaron inspecciones tanto submarinas como en la superficie y pruebas de adherencia por parte de la supervisión (Fig. 50-52) que eran un punto importante para la recepción de los trabajos.



Figura 50. Perforación y toma de muestra de adherencia



Figura 51. Comprobación de adherencia



Figura 52. Herramienta de perforación y toma de muestras

Finalizada la inspección por parte de la supervisión arrojando datos positivos de adherencia se elabora un acta de entrega-recepción de los trabajos en donde el superintendente de la obra y la supervisión por parte de SSA México firman de conformidad.

Gracias a mi desempeño y del personal que participo en el procedimiento constructivo la empresa fue certificada como aplicadores por parte del proveedor de los productos (Fig. 53).



Figura 53. Certificado obtenido

4. RESULTADOS Y APRENDIZAJE

4.1 RESULTADOS.

Se realizaron 134 reparaciones en 120 días, durante la realización del proyecto fue necesario resolver problemas que se presentaron como:

En longitudes de reparación de más de 2m, se presentaban problemas de presión interna que se manifestaban en ensanchamientos de la geometría de la cimbra y se corría el riesgo de romper los sujetadores temporales, además de que el equipo de bombeo presentaba dificultad para inyectar el grout, todo esto debido a la densidad del producto y al reducido espacio que llegaba a tener en ciertas zonas entre la pared del pilote y la cimbra. Considerando que el tiempo de endurecimiento del grout era muy rápido, solucione el problema inyectando el grout en dos etapas, primeramente conectando por el puerto inferior hasta la mitad de la longitud, posteriormente una vez endurecido se inyectaba la otra mitad por el puerto superior, esto permitió tener un buen desempeño tanto de la bomba de inyección como de las cuadrillas de trabajo.

Se presentó un conflicto debido a la operación del puerto, es decir teníamos que desplazarnos continuamente a diferentes áreas. Para solucionar este problema tome la decisión de autorizar la renta de remolques de trabajo en donde montamos todos los equipos involucrados, con esto formamos unidades móviles para trabajar en distintos puntos de manera rápida y eficiente consiguiendo disminuir en gran porcentaje los tiempos muertos.

Se tenía que tener especial cuidado en la limpieza de las líneas de inyección, ya que el endurecimiento del producto provocaba que se taparan o disminuyeran el área del flujo, se presentaron ciertos problemas debido a la falta de atención en este aspecto. Para dar solución, decidí integrar una cuadrilla encargada exclusivamente de la purga y limpieza de todo el equipo de bombeo, la cual trabajaría una hora extra al término de la jornada laboral.

Para mantener siempre una presión adecuada en el bombeo era necesario cambiar sellos periódicamente cuando así lo necesitara el pistón de la bomba. Lo anterior lo solucione llevando una bitácora de la máquina de bombeo en donde se registraban las horas de actividad y las presiones a las que se trabajaba, con este registro se tenía certeza para realizar cambios de sellos a cada 100hrs de trabajo a una presión de 300 psi.

Al trabajar con personal extranjero se llegó a presentar un ligero problema del idioma, que sólo fue significativo al comienzo, conforme se desarrolló el proyecto el operador de la bomba me capacitó en operación, mantenimiento e incluso para realizar reparaciones menores de la misma, además de recomendaciones sobre el comportamiento del grout epóxico en donde se involucraban parámetros de operación que determinaban un mejor desempeño del procedimiento (Fig. 54).



Figura 54. Capacitación

5. CONCLUSIONES

La evaluación y selección de los equipos para el procedimiento constructivo “Encapsulamiento Avanzado de Pilotes” se desarrollo con base a mi formación academica y experiencia laboral, logrando satisfacer las necesidades de la empresa Edificaciones y Proyectos Torres S.A. de C.V. la cual me asignó esa responsabilidad en el proyecto descrito, aunado a este objetvo cumplido menciono los siguientes objetivos particulares obetenidos.

Durante la realización de la obra, se me asignó como responsable de la operación de los equipos, es decir, evitar que las actividades del procedimiento se detuvieran a causa de los equipos involucrados. También como encargado de recibir capacitación y entrenar al personal a mi cargo para que realizaran las reparaciones.

De esta forma se logró la certificación del uso de la bomba para México como aplicadores del procedimiento constructivo.

Como parte del procedimiento fue necesario aprender buceo para supervisar las reparaciones.

Logré experiencia para desarrollar proyectos en puertos marítimos con las limitantes que esto implica (reducidas áreas de trabajo, constante movimiento de frentes de trabajo, extrema seguridad de personal, maquinaria y equipos, bajos rendimientos en el suministro de materiales, etc.).

Gracias a la experiencia obtenida del procedimiento, actualmente la empresa Edificaciones y Proyectos Torres S.A. de C.V. en la que laboro, estamos participando en una licitación pública para un proyecto que consiste en la reparación de 58 pilotes en el puerto de Ciudad Madero, Tamaulipas y en donde en caso de ser favorecidos el cargo que desempeñaría sería el de superintendente de obra.

La formación integral obtenida en la Facultad de Ingeniería me permite cumplir con el perfil adecuado para la realización de mis actividades dentro de la empresa. Durante los proyectos en los que he participado he adquirido la experiencia necesaria para atacar de manera eficiente las necesidades constructivas en diversas áreas.

BIBLIOGRAFIA

SSA México S.A. de C.V.(2008). Contrato de Construcción y Servicios “Reparación de pilotes en los muelles 12 y 13 de la terminal de contenedores SSA México Manzanillo, Colima.

Mateos Sánchez J.E. (2008). Bitácora de obra “Reparación de pilotes en los muelles 12 y 13 de la terminal de contenedores SSA México Manzanillo, Colima.

Custom Spray System(2008). Technical Data. Obtenido de la red Febrero del 2008. http://www.wiwa.de/fileadmin/pdf/prospekte_en/wiwa_mortar-pump.pdf

MTB México S.A. de C.V.(2008). Información Técnica de equipos de aplicación del sistema APE.

BASF The Chemical Company(2008). Catálogo de Productos. Sistemas compuestos de refuerzo.