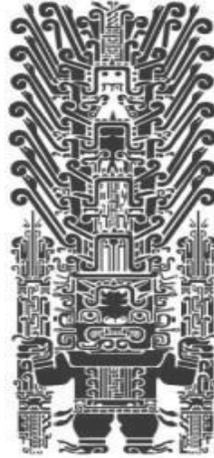


**UNIVERSIDAD NACIONAL FEDERICO VILLARREAL**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL**



TESIS

**“MEJORAMIENTO DE TERRENO EN SUELO LICUABLE  
UTILIZANDO INCLUSIONES RÍGIDAS (CMC)”**

**PRESENTADO POR EL BACHILLER:  
MEDINA ALCARRAZ PABLO MANUEL TÍTULO 2018**

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL.

**LIMA-PERÚ**

2018

**HOJA DE RESPETO**

## DEDICATORIA

A mis padres Lucio y Maximiliana, a quienes amo profundamente, les dedico esta tesis por haberme brindado su comprensión y apoyo incondicional durante toda mi carrera, porque creyeron en mí y porque me sacaron adelante, dándome ejemplos dignos de superación y entrega, porque en gran parte gracias a ustedes, hoy puedo ver alcanzada mi meta, ya que siempre estuvieron impulsándome en los momentos más difíciles de mi carrera, y porque el orgullo que sienten por mí, fue lo que me hizo ir hasta el final. Va por ustedes, por lo que valen, porque admiro su fortaleza y por lo que han hecho de mí.

A mis hermanas Ana y Anabel, que de una u otra manera son la razón por la cual me vi en este punto de mi vida, a puertas del título profesional tan anhelado.

A mis tíos Engracio, Isidoro y Julia, a mis primos Miguel y Rayda, a mis abuelos y amigos.

Gracias por haber fomentado en mí el deseo de superación y el anhelo de triunfo en la vida.

Mil palabras no bastarían para agradecerles su apoyo, su comprensión y sus consejos en los momentos difíciles.

A todos, espero no defraudarlos y contar siempre con su valioso apoyo, sincero e incondicional.

## **AGRADECIMIENTO**

A la Universidad Nacional Federico Villarreal, por la honorable y prestigiosa educación que me brindó en sus aulas en esta maravillosa profesión que es la Ingeniería Civil.

A mis profesores, a quienes les debo gran parte de mis conocimientos, gracias por prepararnos para un futuro competitivo no solo como los mejores profesionales sino también como mejores personas.

## **RESUMEN**

La presente tesis titulada “MEJORAMIENTO DE TERRENO EN SUELO LICUABLE UTILIZANDO INCLUSIONES RIGIDAS (CMC)” busca plantear el mejoramiento del terreno de suelo licuable utilizando inclusiones rígidas (CMC), para llevar a cabo la ampliación de los servicios del Centro Integral de Atención al Adulto Mayor – CIAM La Punta.

El local institucional se construirá en el terreno asignado por la Municipalidad de La Punta y es de 2,435.47 m<sup>2</sup>. Este terreno se caracteriza por ser de suelo licuable, por ello es necesario proponer una solución adecuada y económica para minimizar los efectos de una posible falla del suelo por licuefacción y a la vez el mejoramiento de la capacidad portante del suelo.

Es importante mencionar que después de haberse realizado el estudio de Mecánica de Suelos se plantearon dos soluciones a la problemática: una Cimentación Superficial sobre suelo mejorado (empleando CMC) y una Cimentación Superficial reforzada con micropilotes. Si bien es cierto que fue la primera opción la elegida, también se expondrá en la presente tesis la alternativa con micropilotes, y los motivos que hicieron elegir a la opción con CMC como la solución apropiada.

**PALABRAS CLAVE: INCLUSIONES RÍGIDAS, COLUMNAS DE MÓDULO CONTROLADO.**

## **ABSTRACT**

This thesis entitled "IMPROVEMENT OF LAND IN LITHUABLE SOIL USING RIGID INCLUSIONS (CMC)" seeks to propose the improvement of the land of liquefiable soil using rigid inclusions (CMC), to carry out the expansion of the services of the Integral Center for Adult Care Mayor - CIAM La Punta.

The institutional premises will be built on the land assigned by the Municipality of La Punta and is 2,435.47 m<sup>2</sup>. This land is characterized by being liquefiable soil, so it is necessary to propose an adequate and economical solution to minimize the effects of a possible soil failure by liquefaction and at the same time the improvement of the carrying capacity of the soil.

It is important to mention that after having made the study of Soil Mechanics, two solutions were proposed to the problem: a Superficial Foundations on improved soil (using CMC) and a Surface Foundations reinforced with micropiles. While it is true that the first option was chosen, the alternative with micropiles, and the reasons that made choosing the option with CMC as the appropriate solution, will also be discussed in this thesis.

**KEYWORDS: RIGID INCLUSIONS, COLUMNS OF CONTROLLED MODULE.**

## INTRODUCCIÓN

El terreno en estudio se caracteriza por tener un suelo licuable. Esto se concluye de acuerdo a los resultados del Estudio de Mecánica de Suelos ejecutado por la firma M&M CONSULTORES S.R.L. El cual menciona que existe un potencial de licuefacción compuesto de capas de suelos arenosos susceptibles tanto durante sismos medianos, como durante sismos severos entre las siguientes profundidades:

- Bajo el nivel freático y hasta profundidades comprendidas entre los 3.60 y 3.90 m. en todo el terreno.
- Entre 7.70 y 9.00 m de profundidad en la zona sureste del terreno.
- Entre 11.00 y 14.00 m de profundidad en la zona sureste del terreno.
- A partir de profundidades comprendidas entre 15.50 y 17.00 m. y hasta 18.00 m. de profundidad.
- Que si bien los análisis del potencial de licuefacción indican la existencia de arenas susceptibles a licuefactar bajo los 15 m. de profundidad, la probabilidad de ocurrencia de este fenómeno bajo dicha profundidad es baja.

El mencionado EMS también propone 02 alternativas de solución:

- Cimentación Superficial sobre suelo mejorado
- Cimentación Superficial reforzada con micropilotes.

Se ha seleccionado la primera alternativa, ya que después de un cuidadoso análisis se concluyó que es la mejor opción. Esta alternativa incorpora el método de Inclusión rígida tipo Columna de Módulo Controlado (CMC), que estudia la presente tesis.

# ÍNDICE

RESUMEN	5
ABSTRACT	6
INTRODUCCIÓN	7

## **CAPÍTULO I: GENERALIDADES**

1.1 Antecedentes	10
1.2 Formulación del problema	11
1.3 Justificación e importancia	12
1.4 Objetivos	12
1.5 Hipótesis	13

## **CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO**

2.1 Definiciones teóricas	14
2.2 Método de ejecución de las columnas de módulo controlado (CMC)	15
2.3 Ventajas del CMC	17
2.4 Aplicaciones del CMC	18

## **CAPÍTULO III: DESCRIPCIÓN DEL ÁREA EN ESTUDIO**

3.1 Ubicación de la zona en estudio	20
3.2 Descripción del terreno en estudio	20

## **CAPÍTULO IV: DESARROLLO DEL PROYECTO**

4.1	Alternativas previas de solución a la problemática	22
4.2	Alcances de la metodología CMC a emplearse	27
4.3	Descripción del proceso de construcción de las columnas de modulo controlado (CMC)	30
4.4	Tolerancias de ejecución	35
4.5	Concreto	36
4.6	Material de capa de repartición (plataforma de trabajo)	37

<b>CONCLUSIONES</b>	<b>38</b>
---------------------	-----------

<b>RECOMENDACIONES</b>	<b>39</b>
------------------------	-----------

<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>40</b>
---------------------	-----------

## **ANEXOS**

• Anexo 01: Plano de Planta General	43
• Anexo 02: Panel fotográfico	45
• Anexo 03: Presupuesto	61
• Anexo 04: Ficha técnica Pilote CFA	63
• Anexo 05: Ficha técnica propuesta económica micropilotes Emin Geoestructuras S.A.C.	67
• Anexo 06: Ficha técnica propuesta Chung y Tong Ingenieros S.A.C.	73
• Anexo 07: Cotización - Incotec Cimentaciones del Perú S.A.C.	84
• Anexo 08: Fichas y formatos Soletanche Bachy Perú (SBP S.A.C.)	86
• Anexo 09: Formato de control de cambios - Menard S.A.	93
• Anexo 10: Plan de trabajo Soletanche Bachy Perú (SBP S.A.C.)	95
• Anexo 11: Memoria descriptiva de mejoramiento del terreno	107

# CAPÍTULO I

## GENERALIDADES

### 1.1. ANTECEDENTES

- ANTECEDENTES INTERNACIONALES

A primeros de los años 1990 en Francia, la empresa Menard desarrolló el concepto innovador de Columnas de Módulo Controlado (CMC) cuando se enfrentó con el problema de la no existencia de una técnica económica de mejora del terreno que permitiera cimentar sobre suelos blandos. Se buscó una técnica de refuerzo del terreno que compitiera con las técnicas de cimentación profunda como los pilotes.

De esta manera, las Columnas de Módulo Controlado que desarrolló la empresa Menard se construyeron mediante el uso de una barrena de desplazamiento que desplazaba y comprimía lateralmente la masa de suelo sin extracción de material.

- ANTECEDENTES NACIONALES

En la realización del proyecto en el que se basará la presente tesis participarán tanto la empresa Menard (que tiene carácter internacional) y Soletanche Bachy Perú. Soletanche Bachy Perú (SBP S.A.C.) goza de una amplia experiencia en el mundo entero.

Es una referencia internacional en materia de cimentaciones y tecnologías de suelos. Ha participado en el diseño, la construcción, la rehabilitación y puesta en servicio de todo tipo de obras: infraestructuras viarias, aéreas o ferroviarias, marítimas, fluviales o hidráulicas, comerciales, industriales o de energía.

## **1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

### 1.2.1. PROBLEMA GENERAL

¿Qué procedimiento ingenieril puede llevarse a cabo para lograr el mejoramiento del terreno de suelo licuable con fines de ampliar los servicios del Centro Integral de Atención al Adulto Mayor – CIAM La Punta?

### 1.2.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS

- ¿Cuáles son los elementos rígidos de concreto que deben ser empleados?
- ¿Qué criterios debemos tomar en cuenta en la construcción de Columnas de Módulo Controlado?
- ¿Cómo se puede garantizar la ejecución óptima de las inclusiones rígidas del tipo tornillo?

### **1.3. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA**

El local institucional se construirá en el terreno asignado por la Municipalidad de La Punta y es de 2,435.47 m<sup>2</sup>. Este terreno se caracteriza por ser de suelo licuable, por ello es necesario proponer una solución adecuada y económica para minimizar los efectos de una posible falla del suelo por licuefacción y a la vez el mejoramiento de la capacidad portante del suelo.

### **1.4. OBJETIVOS**

#### **1.4.1. OBJETIVO GENERAL**

Plantear el mejoramiento del terreno de suelo licuable utilizando inclusiones rígidas (CMC), para llevar a cabo la ampliación de los servicios del Centro Integral de Atención al Adulto Mayor – CIAM La Punta.

#### **1.4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Describir el procedimiento de construcción de los elementos rígidos de concreto del tipo Columnas de Módulo Controlado.
- Establecer las bases para definir los criterios de paro o rechazo en la construcción de cada uno de estos elementos para asegurar su correcta profundidad de desplante.
- Garantizar la ejecución de las inclusiones rígidas del tipo tornillo continuo en condiciones óptimas.

## **1.5. HIPÓTESIS**

A través de un correcto planteamiento para el mejoramiento del terreno de suelo licuable utilizando inclusiones rígidas (CMC), se podrá llevar a cabo eficientemente, la ampliación de los servicios del Centro Integral de Atención al Adulto Mayor – CIAM La Punta.

## CAPÍTULO II

### MARCO TEÓRICO

#### 2.1. DEFINICIONES TEÓRICAS

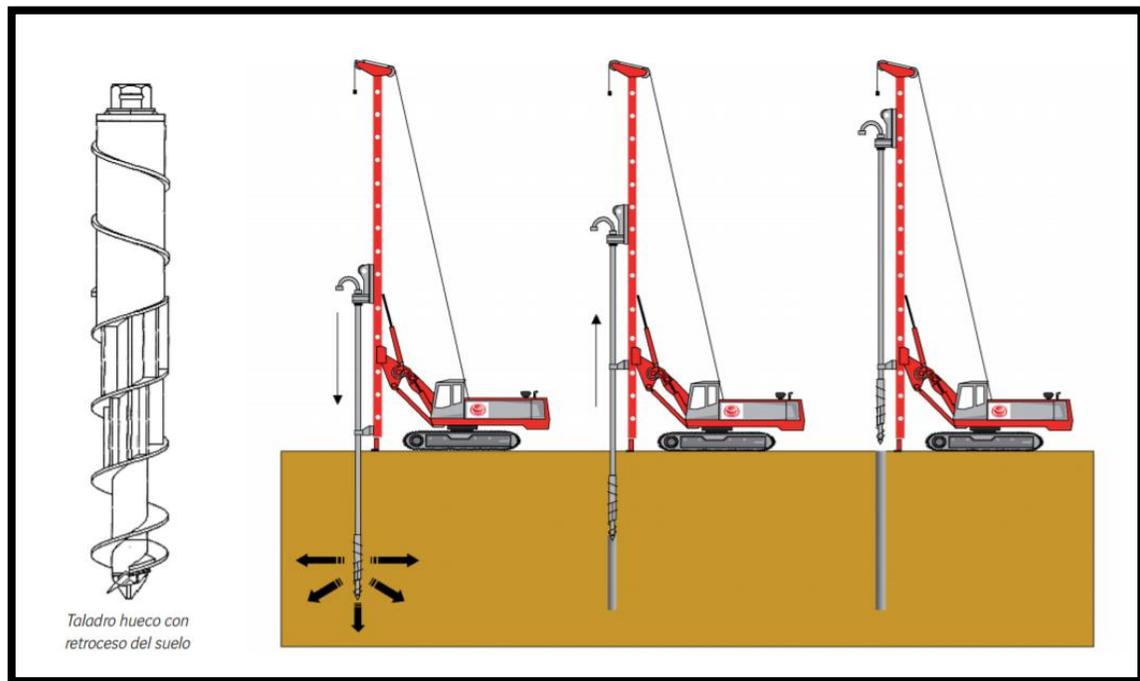
- **Inclusión rígida tipo Columna de Módulo Controlado (CMC):** Es una columna de concreto simple con determinadas características geométricas y mecánicas construida dentro de un terreno a una determinada profundidad. Se construyen en forma masiva como una técnica de mejoramiento de suelo en zonas donde se requiere mejorar las condiciones del terreno existente (deformaciones y capacidad de carga). La técnica puede utilizar una hélice hueca de desplazamiento lateral del terreno, con la prácticamente no existe generación de desechos en la superficie de trabajo, o una hélice hueca de tornillo continuo que sí genera desechos en la superficie debido a la excavación.
  
- **Perforadora Piloteadora:** Máquina de construcción de pilotes diseñada para perforar en el suelo de arena, arcilla, barro salado, y distintos estratos etc., para edificaciones y otras estructuras de la construcción.
  
- **PETS:** Procedimiento escrito de Trabajo Seguro.

- **IPEC:** Identificación de peligros, evaluación de riesgos y controles.
- **ATS:** Análisis de trabajo seguro.
- **Barra Kelly:** Estructura de metal llamada barra de perforación, esta barra de perforación telescópica Kelly transmite el par de rotación y la fuerza de avance del mecanismo rotativo a la herramienta de perforación.
- **Campana de arrastre:** Estructura que se acopla a la cabeza de rotación instalada a la estructura del mástil del equipo piloteadora, para ser empalmada a los tubos recuperables.
- **Concreto:** Mezcla o material de construcción bastante resistente, que se trabaja en su forma líquida, por lo que puede adoptar casi cualquier forma. Este material está constituido, básicamente de agua, cemento y otros químicos, utilizado para la fabricación de pilotes.
- **EPPs Básicos:** Son los Elementos de Protección Personal mínimos requeridos, que todo trabajador debe contar en obra, tales como: Casco, lentes de seguridad, uniforme de trabajo, guantes de seguridad y zapatos de seguridad.

## 2.2. MÉTODO DE EJECUCIÓN DE LAS COLUMNAS DE MÓDULO CONTROLADO (CMC)

La técnica de las Columnas de Módulo Controlado utiliza un sistema de atornillado especial con retroceso del suelo ejecutado con máquinas que desarrollan pares de rotación muy elevados, combinados con importantes fuerzas de apoyo.

La penetración del taladro genera un movimiento lateral del suelo por retroceso, sin vibración ni ascenso de materiales durante la perforación. Los diámetros utilizados generalmente se sitúan entre 250 y 450 mm.



Procedimiento de Ejecución del CMC. Fuente: Capeco.

La herramienta se atornilla en el suelo hasta alcanzar la profundidad deseada y luego se remonta lentamente sin escombros. Entonces se incorpora una lechada o mortero en el suelo a baja presión (generalmente inferior a 0.5 MPa) a través del taladro hueco para constituir una columna de material cementado. En ciertos

casos, el retroceso se puede obtener mediante la hincada de un tubo cerrado en su base. Las Columnas de Módulo Controlado son dimensionadas, realizadas y controladas según un pliego de especificaciones técnicas específico.

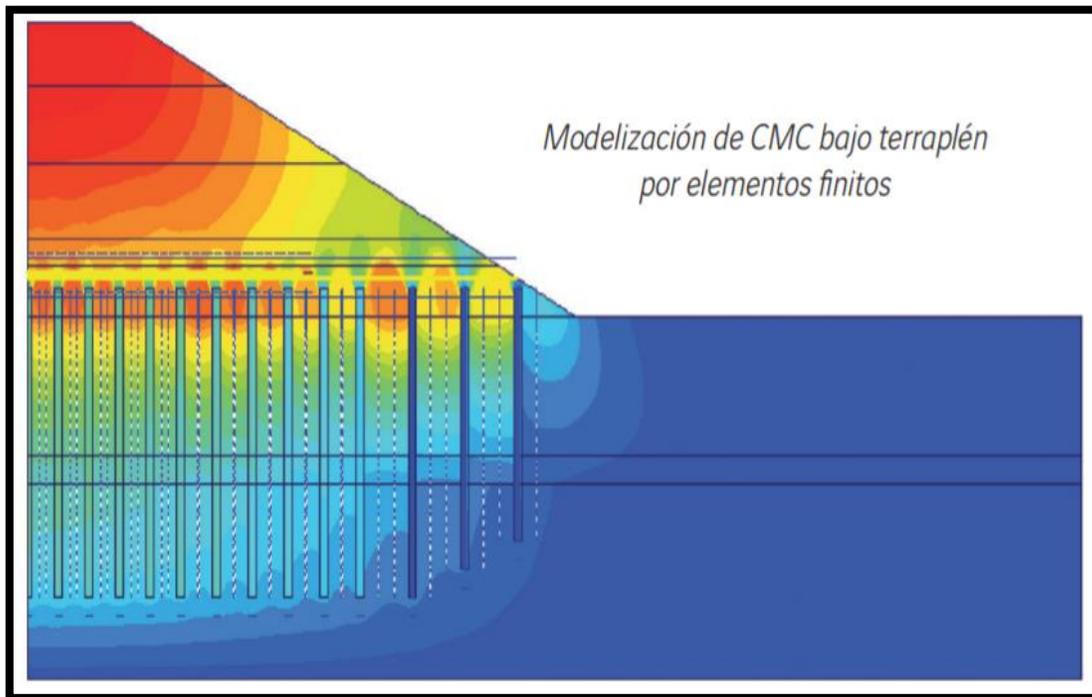


Foto del proceso de ejecución del CMC. Fuente: Capeco.

### 2.3. VENTAJAS DEL CMC

- Buena adaptación a cargas superficiales elevadas y a estrictos criterios de asiento.
- No hay extracción de material.
- Rendimientos muy elevados.
- Utilización posible en todo tipo de terreno compresible, inclusive en terrenos de alto contenido orgánico o turbas.
- Procedimiento sin emisión de vibraciones ni daño de las capas superficiales, lo que permite trabajar en zonas adyacentes a obras sensibles.

- Mejora del suelo en la masa lo que permite reducir la rigidez de las estructuras si se compara con soluciones de cimentaciones profundas.

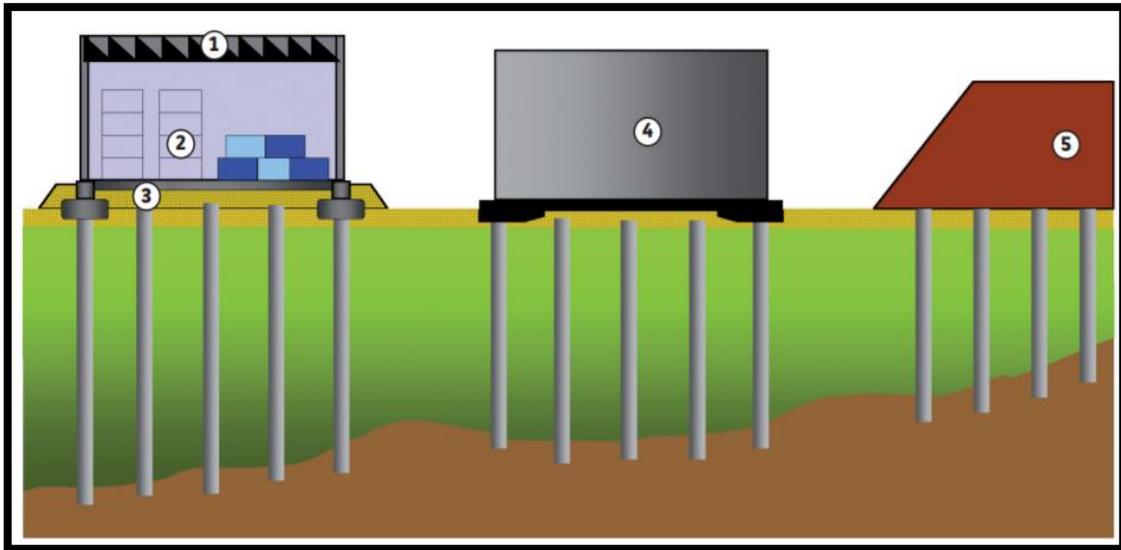


Modelamiento de CMC bajo terraplén por elementos finitos. Fuente: Capeco.

#### 2.4. APLICACIONES DEL CMC

- Estructura de los edificios
- Almacenamientos pesados
- Soleras
- Zapatas de cimentación
- Tanques, depósitos y silos

- Terraplenes y obras en tierra



Aplicaciones del CMC (de izquierda a derecha): 1/ Estructura de los edificios 2/ Almacenes pesados 3/ Soleras 4/ Zapatas de cimentación 5/ Tanques, depósitos y silos 6/ Terraplenes y obras en tierra. Fuente: Capeco.

## **CAPÍTULO III**

### **DESCRIPCIÓN DE LA ZONA EN ESTUDIO**

#### **3.1. UBICACIÓN**

El proyecto en el que se basa la presente tesis se encuentra localizado en el Malecón Pardo S/N, en la intersección de las calles Medina y Agustín Tovar, al oeste de la poza La Arenilla, en el distrito de la Punta, Provincia del Callao.

El local institucional se construirá en el terreno asignado por la Municipalidad de La Punta de 2,435.47 m<sup>2</sup>.

En el lote asignado se ha proyectado una edificación que consta de cinco bloques, bloques 1 y 2 que incluyen área administrativa, salud, comedor y recreación de dos niveles y un semisótano, bloque 3 de usos múltiples, bloque 4 de depósito y lockers, y bloque 5 de vestuarios.

#### **3.2. DESCRIPCIÓN DEL TERRENO EN ESTUDIO**

De acuerdo a los resultados del Estudio de Mecánica de Suelos ejecutado por la firma M&M CONSULTORES S.R.L., se concluye que existe un potencial de licuefacción, compuesto de capas de suelos arenosos susceptibles tanto durante

sismos medianos, como durante sismos severos entre las siguientes profundidades:

- Bajo el nivel freático y hasta profundidades comprendidas entre los 3.60 y 3.90 m. en todo el terreno.
- Entre 7.70 y 9.00 m de profundidad en la zona sureste del terreno.
- Entre 11.00 y 14.00 m de profundidad en la zona sureste del terreno.
- A partir de profundidades comprendidas entre 15.50 y 17.00 m. y hasta 18.00 m. de profundidad.
- Que, si bien los análisis del potencial de licuefacción indican la existencia de arenas susceptibles a licuefactar bajo los 15 m. de profundidad, la probabilidad de ocurrencia de este fenómeno bajo dicha profundidad es baja.

El mencionado EMS también propone 02 alternativas de solución:

- Cimentación Superficial sobre suelo mejorado
- Cimentación Superficial reforzada con micropilotes.

Se ha seleccionado la primera alternativa, ya que después de un cuidadoso análisis se concluyó que es la mejor opción. Esta alternativa incorpora el método de Inclusión rígida tipo Columna de Módulo Controlado (CMC), que estudia la presente tesis.

## **CAPÍTULO IV**

### **DESARROLLO DEL PROYECTO**

#### **4.1. ALTERNATIVAS PREVIAS DE SOLUCIÓN A LA PROBLEMÁTICA**

De acuerdo a los resultados del informe de revisión y análisis (como perito autorizado por la Municipalidad Distrital de la Punta) de Alva Hurtado Ingenieros S.R.L. se tiene la siguiente conclusión a la problemática en estudio:

En base a las características del perfil estratigráfico, el análisis de licuación realizado y las cargas transmitidas por las estructuras proyectadas, se ha realizado el análisis para las siguientes alternativas:

##### **Alternativa N°1.- Cimentación Superficial sobre suelo mejorado.**

- Profundidad de suelo mejorado:  $\approx 5.0$  m con inclusiones rígidas de 40cm de diámetro.
  
- Profundidad de cimentación: 1.50 m.
  
- Tipo de cimentación: Zapatas Aisladas ( $B=[1.5-3.6]$ m.) y/o cimiento corrido ( $B=2.40$  m), conectadas con vigas de cimentación.

- Capacidad admisible bajo la cimentación será de:

$$Q_{adm} = 150 \text{ KPa (1.5 Kg/cm}^2\text{)}$$

- Asentamiento: Aplicando la teoría de la elasticidad se obtiene un asentamiento máximo de **1.63 cm**, menor al asentamiento máximo admisible (2.5 cm). El mejoramiento de suelos controlará los asentamientos.

### **Alternativa N°2.- Cimentación Superficial reforzada con micropilotes**

- Características de los micropilotes:

#### **Descripción Valor**

Diámetro del bulbo,  $d_r$  15 cm

Longitud del bulbo,  $l_r$  250 cm

Longitud Libre sobre Nivel Fundación ( $3d_r+7.5\text{cm}$ ) 52 cm

Longitud Libre bajo Nivel Fundación 300 cm (400cm Bloque I)

Tipo de Inyección, T.I. Inyección general, fase única

Fricción lateral (gráficos M. Bustamante) 180 MPa promedio

Coefficiente de Mayoración,  $\alpha$  1.1

Diámetro Nominal Barra Refuerzo 50 mm

Modulo Elasticidad Barra Refuerzo 205,000 N/mm<sup>2</sup> +/- 5%.

Grado del Acero 500/600 N/mm<sup>2</sup>

Tipo de cimentación: Zapatas Aisladas (B=[1.5-3.6]m) y/o cimiento corrido (B=2.40 m), conectadas con vigas de cimentación.

La capacidad admisible de cada micropilote será de:

$$Q_{adm} = 104 \text{ KN (10.4 t)}$$

- Asentamiento: Se obtiene un asentamiento máximo de 0.89 cm en un micropilote individual y 0.93cm en el grupo de micropilotes más cargado.

Ambas alternativas son viables y dependerá del análisis económico para definir una de ellas.

Es importante señalar que la Entidad: Municipalidad Distrital de La Punta contrató bajo su responsabilidad un perito para la Revisión y Análisis Final de los Estudios de Suelos realizados por las Empresas Ghama Ingeniera S.A. y M&M Consultores S.R.L. ya que ambos estudios no eran coincidentes en sus conclusiones y diferían respecto a los efectos de la falla del terreno por licuefacción, en este sentido la MDLP indicó y autorizó la utilización del Análisis Final realizado por Jorge E. Alva

Hurtado Ingenieros S.R.L y que esta conclusión sea implementada finalmente en el Estudio Definitivo y se aplique en la Ejecución De la Obra.

### **PROPUESTAS DE MEJORAMIENTO DE TERRENO EVALUADAS**

Jorge E. Alva Hurtado Ingenieros S.R.L. (2017), concluye lo siguiente:

Las propuestas más bajas son las presentadas por SOLETANCHE BACHY para inclusiones rígidas (CMC) y INCOTEC para la opción de los Micropilotes, sin embargo, al comparar las soluciones técnicas y los precios finales (en coordinación y aprobación de la Entidad), se tiene que el de SOLETANCHE BACHY es S/. 1'085,127.01 Nuevos Soles (Inc. IGV) mientras que INCOTEC propone S/. 1'680,640.13 Nuevos Soles (Inc. IGV).

Hay que señalar que la propuesta de INCOTEC no incluye el carguío y retiro de material de perforaciones, el servicio de energía trifásica y la evaluación permanente de pilotajes, partidas que INCOTEC considera como cobros no previstos en su cotización.

Así mismo cabe señalar que ninguna de las propuestas económicas incluye seguros, comedor, vestuarios, vías de accesos para traslado de equipos, señalización, mitigación de impacto ambiental, plataforma de trabajo, costo que se deberá añadirse a todas las propuestas.

### **PROPUESTA SELECCIONADA**

La opción seleccionada es la de SOLETANCHE BACHY, por ser la más económica.

El costo total de este proveedor incluido el trabajo no considerado en su propuesta económica sería la siguiente (Columnas de hasta 6m según EMS):

PROVEEDOR SELECCIONADO	MONEDA	PROPUESTA ECONOMICA
<b>PROPUESTA ECONOMICA DE SOLETANCHE BACHY</b>	<b>S/.</b>	<b>736,164.40</b>
<b>TRABAJOS NO CONSIDERADOS POR EL PROVEEDOR</b>		
SEGUROS CONTRA TERCEROS		17,913.81
COMEDOR, VESTUARIOS		1,820.50
VIAS DE ACCESO PARA TRASLADO DE EQUIPOS		2,648.02
SEÑALIZACION		993.00
MITIGACION DE IMPACTO AMBIENTAL		3,151.92
PLATAFORMA COMPACTADA		3,640.98
	<b>S/.</b>	<b>766,332.63</b>
GASTOS GENERALES Y UTILIDAD DE CHT (20%)	S/.	153,266.53

SUB TOTAL	S/.	919,599.16
<b>COSTO (INC. EL IG.V.)</b>	<b>S/.</b>	<b>165,527.85</b>
<b>TOTAL</b>		<b>1'085,127.01</b>

Costo de la propuesta seleccionada. Fuente: Elaboración Propia.

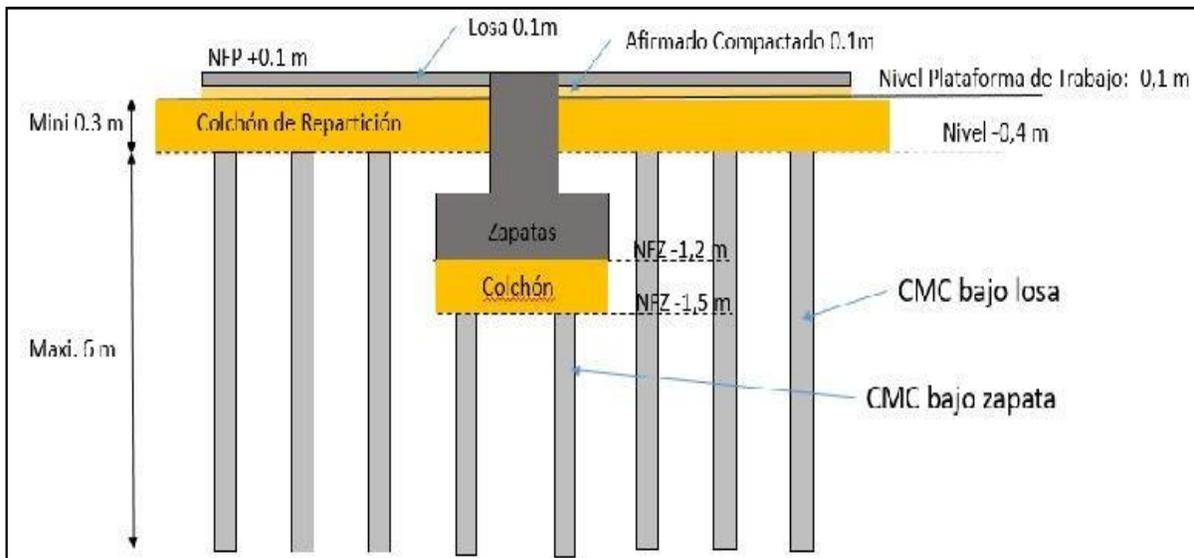
#### 4.2. ALCANCES DE LA METODOLOGÍA CMC A EMPLEARSE

Los trabajos de mejoramiento de suelos definidos para el proyecto del “**Centro Integral del Adulto Mayor**” (CIAM), ubicado en el distrito de La Punta, provincia constitucional del Callao, departamento de Lima, utilizando la metodología de las inclusiones rígidas tipo Columnas de Módulo Controlado (CMC), la cual está basada en el concepto de “incluir” en el suelo elementos rígidos para poder aumentar las capacidades mecánicas de un suelo con propiedades deficientes.

Las inclusiones CMC se construirán desde la superficie –plataforma de trabajo-. Según los planos autorizados, deberán atravesar un estrato de suelos compuestos por rellenos y se apoyarán en el estrato gravoso ubicado hasta el nivel variable entre los -3.00 y -6.00 m de profundidad respecto del nivel del terreno natural.

Serán 340 unidades de 40 cm de diámetro, con un arreglo en planta en mallas cuadrículas de hasta 2.5x2.5m bajo la losa de cimentación y en arreglos diversos bajo las zapatas que reciben muros o columnas de la superestructura.

En la figura siguiente, se muestra un corte esquemático de la configuración del proyecto:



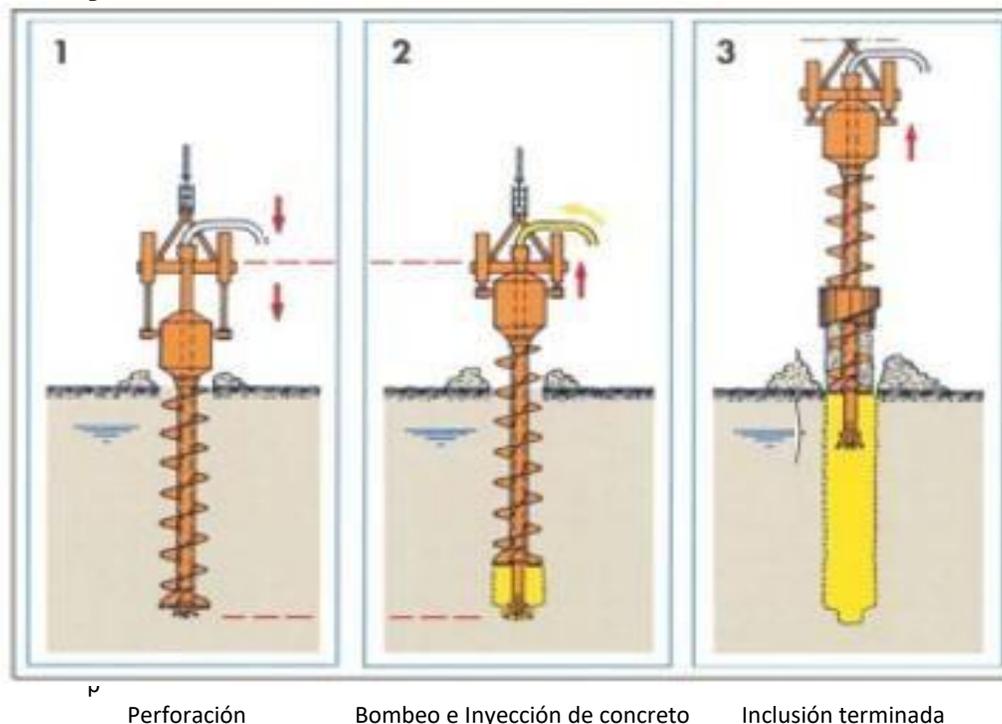
Corte esquemático del Proyecto. Fuente: Elaboración Propia.

Es obligatorio la disposición de una capa de reparto de al menos 0.30m entre la losa y las inclusiones rígidas “CMC”. Dicha capa depende de las características del terreno a tratar, del diámetro, de la separación y de la profundidad de las columnas, del tipo y de la intensidad de las cargas y de la rigidez de la estructura proyectada.

La capa de reparto se ejecuta según los procedimientos y controles habituales

aplicados a las capas de afirmado compactado bajo losas. La capa de reparto no es obligatoria en el caso de cimentación con zapata.

El concreto o mortero de las CMC tendrá una resistencia a la compresión simple a los 28 días de  $f'c=150 \text{ kg/cm}^2$ , verificada conforme lo dice el punto 7 de este documento. Las inclusiones serán construidas bajo la metodología denominada de "Tornillo Continuo".



"Fases del procedimiento constructivo de inclusiones tipo CMC con barrena de tornillo continuo". Fuente: Capeco.

Este procedimiento es de aplicación para el proyecto "**Centro Integral del Adulto Mayor**" (CIAM). Para la construcción de las 340 inclusiones rígidas proyectadas, se utilizará una barrena de tornillo continuo (o perforadora de tornillo continuo en algún caso puntual) que, debido a su tecnología de registro en tiempo real de

perforación y a su proceso constructivo tiene ventajas sobre las perforadoras de barrena sin instrumentación.

### **Documentos de Referencia**

- Estudio de mecánica de suelos: N°M4699 de M&M Consultores.
- Planos arquitectónicos y estructurales del proyecto.

### **4.3. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE CONSTRUCCIÓN DE LAS COLUMNAS DE MÓDULO CONTROLADO (CMC)**

Previo al inicio de los trabajos, la plataforma de trabajo debe permitir los movimientos de todas las máquinas que intervendrán en la ejecución de las inclusiones (camiones de concreto, perforadoras, bombas de concreto, etc.) en cualquier tiempo, de forma segura, y libre de todos los obstáculos en el suelo.

Por tanto, para garantizar la ejecución de las inclusiones rígidas del tipo tornillo continuo en condiciones óptimas, será necesario la preparación y mantenimiento de:

- Vías de circulación adecuadas para el tránsito de grúas hasta 60 Ton, equipos pesados y mixer de concreto, con acceso a los diferentes frentes de trabajo.
- Plataformas de trabajo horizontal (plana), drenada y estables cada frente de trabajo.
- Mantenimiento permanente de la plataforma.
- En caso de desplazar el equipo de una plataforma de trabajo a otra, la

pendiente de acceso no puede superar los 3° de inclinación.

- Identificación y demolición de obstáculos, tanto aéreos como subterráneos, que puedan interferir con el ingreso de vehículos pesados para el retiro del material de excavación y el suministro del concreto.
- Identificación y demolición de redes, tanto aéreas como subterráneas, que puedan interferir con el proceso de traslado de equipos, así como la excavación y fundida de los pilotes.

El registro de inspección de la plataforma, lo realiza el Jefe de Obra con el representante del cliente en el formato “Entrega de plataforma para la producción de inclusiones”.

La plataforma de ejecución de las inclusiones será compuesta de un material de tipo balastro al nivel -0.10m (mínimo 30cm de espesor), según planos de cimentaciones. El tamaño máximo de material será de 3.

La ejecución de las inclusiones CMC se realizará desde esta plataforma, y la punta de las CMC se apoyará en el estrato gravoso que se encuentre entre los niveles -3.0m y -6.0m.

Para la construcción de las inclusiones tipo CMC, se utiliza una perforadora sobre orugas.

Este equipo consiste en un cabezal de giro, movido por un motor hidráulico el cual acciona una barrena de tornillo continuo que extrae el material del terreno para luego proceder al vaciado del concreto.

Esta herramienta de penetración hueca permite la alimentación continua de concreto a través de la punta.

El proceso para la colocación de inclusiones rígidas se lleva a cabo de la siguiente manera:

- Para el inicio de los trabajos de las inclusiones el jefe de obra le indica al topógrafo que realice la liberación de la plataforma a trabajar. El topógrafo entonces define la plataforma a trabajar y se asegura de que no se perforar a ningún obstáculo o instalación indicada por el cliente, las cuales deben ser verificadas y aprobadas por el cliente o supervisión.

La liberación de la plataforma y el nivel promedio de liberación de la plataforma, son registrados por el topógrafo en el formato “Entrega de plataforma para inclusiones tipo CMC”.

- Para el inicio de la perforación el jefe de obra le indica al topógrafo que realice el trazo de las inclusiones dentro del área en que se va a trabajar.

El topógrafo entonces traza secciones dentro del área de trabajo ubicando inclusiones de referencia con una estación total en un área determinada; posterior a esto, las inclusiones que se encuentren dentro del área delimitada por las inclusiones de referencia se trazan con ayuda de una cinta.

Las ubicaciones se realizan respetando el plano aprobado para construcción y una secuencia de perforación pre-establecida, y deben ser verificadas y aprobadas por el cliente o su supervisión.

La localización se efectuará colocando en sitio estacas o varillas como mínimo de 20cm localizando los centros de las inclusiones rígidas a excavar.

Adicionalmente se colocarán estacas en los que se indique la numeración de los pilotes.

La secuencia de perforación es realizada por el Responsable de Obra y el Jefe de Obra respetando el programa de obra establecido.

El trazo de los puntos de referencia y el nivel promedio de la plataforma, son registrados por el topógrafo en el formato "Control de ubicación de referencias para inclusiones tipo CMC".

- La perforación se realiza teniendo la ubicación de las inclusiones aprobada (de lo contrario se procede a trazar nuevamente la ubicación de las inclusiones de referencia), el operador posiciona la perforadora sobre el punto de la inclusión a construir según el trazo indicado por el topógrafo y procede entonces a realizar la perforación desde el nivel de plataforma hasta alcanzar el nivel previsto.

Una barrena hueca del tipo tornillo continuo perforará el terreno cruzando los estratos de suelo hasta llegar al nivel de desplante, el cual ha sido definido en 6.0m de profundidad desde el nivel de plataforma como máximo.

La barrena extraerá el terreno que se encuentre a su paso, hasta alcanzar la profundidad de desplante establecida, en la que el operador detiene la perforación.

En caso que la perforadora encuentre un obstáculo durante el inicio de la perforación: roca, madera, placa de metal, instalaciones u otro, la ubicación de la inclusión será desplazada a máximo dos diámetros de distancia y se

hará registro de ello. El operador podrá hacer dos intentos como máximo, y después del segundo intento, si aún no es posible realizar la perforación, el jefe de obra se reunirá con el residente para encontrar una solución en conjunto.

- Cuando la perforación ha alcanzado su máximo nivel, se inicia la colocación del concreto por bombeo, a través del tubo central interior de la barrena – el Jefe de Obra es el responsable de solicitar con la debida anticipación el volumen de concreto necesario para el llenado de las inclusiones para evitar retrasos en la ejecución-.

El llenado de la perforación con concreto se hace realizando las siguientes operaciones:

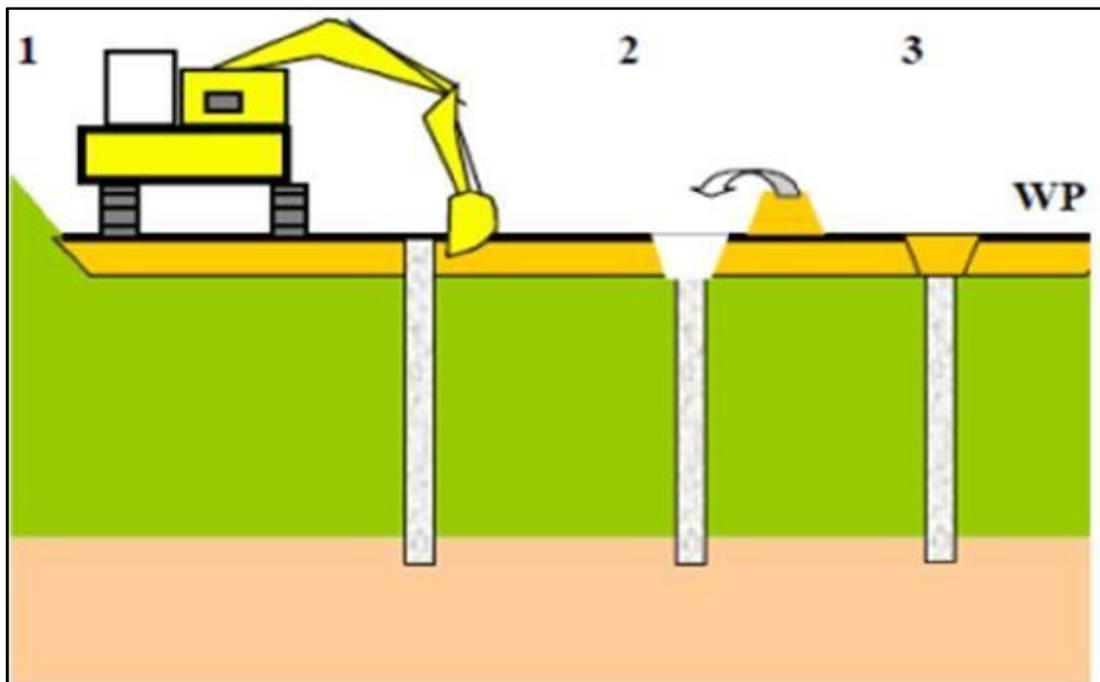
- a. El operador de la perforadora eleva la barrena de una altura entre 1 y 2 diámetros (0.40 – 0.80 m) respecto al fondo de la perforación antes de iniciar el bombeo del concreto.
- b. El operador de la bomba entonces, bajo indicación del operador de la perforadora, inicia el bombeo a presión.
- c. Una vez que se haya completado el relleno de la zona de la punta, el operador de la perforadora continúa el ascenso de la barrena a la vez que el operador de la bomba realiza el bombeo sin parar para ir formando una columna de concreto de abajo hacia arriba hasta llegar a la superficie de la plataforma. Cuando la barrena es extraída totalmente, la máquina puede desplazarse hacia un punto nuevo de perforación.

El registro de colado, lo realiza el operador de la bomba en el formato

“Control de producción inclusiones tipo CMC”.

- d. Debido al sistema constructivo, el nivel del concreto es el mismo del nivel de la plataforma de trabajo, ya que no es posible dejar el concreto por debajo de este nivel.

Para dejar la cabeza de la CMC al nivel de proyecto, se realizará el retiro de concreto fresco que se encuentra desde el nivel de la plataforma de trabajo hasta el nivel indicado en los planos de proyecto. Después se reemplazará el volumen de concreto retirado con el mismo material removido, con el fin de reestablecer la plataforma de trabajo



Nivelación de cabezas de inclusiones rígidas al nivel proyectado. Fuente: Capeco.

#### **4.4. TOLERANCIAS DE EJECUCIÓN**

El centro de cada columna de módulo controlado terminada deberá estar ubicada dentro de un círculo de 15 cm de radio, centrado en la ubicación teórica.

La tolerancia de verticalidad deberá ser siempre inferior o igual al 3% de la altura de la excavación.

La profundidad de la inclusión rígida será de máximo 6 metros de profundidad.

#### **4.5. CONCRETO**

El concreto empleado para las inclusiones debe ser un concreto simple con cemento de tipo V o HS con una Resistencia a la compresión simple  $f'c=150$  kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días, determinada mediante pruebas a cilindros de 15 cm de diámetro de 30 cm de alto de acuerdo con las normas NTP 339.033 y NTP 339.034.

A continuación, se detallan las características específicas del concreto requerido:

- Slump superior a 160mm (<220mm).
- Bombeable con bomba de pistón. Caudal: mínimo 20m<sup>3</sup>/h, máximo 85m<sup>3</sup>/h.
- Que mantenga la reología durante 2 horas luego de su entrega en obra (S  $\square$  160mm).
- Contenido de aire: Máximo 10%.

- Posibles constituyentes del concreto (el diseño final del concreto será definido según los requerimientos de la obra y los equipos de construcción).
  - Cemento Tipo V o HS.
  - Aditivos : Cenizas volantes (o fillers calcáreos)
  - Agregados : Dmax 10mm en micro-béton)
  - $f'c=150 \text{ kg/cm}^2$  a los 28 días.

#### 4.6. MATERIAL DE CAPA DE REPARTICIÓN (PLATAFORMA DE TRABAJO)

El material de capa de repartición requerido, que en el caso particular de este proyecto coincide con la plataforma de trabajo, debe cumplir las características descritas a continuación:

- Tamaño máximo del material: 3".
- Criterio de compactación: 95% de Proctor Óptimo Modificado o CBR>6.
- Granulometría de material entre las siguientes distribuciones:

TAMAÑO DE TAMIZ (mm)	PORCENTAJE QUE PASA EN PESO (%)
125	100
75	85 – 100
14	25 – 100
2	15 – 100

0.6	9 - 100
0.063	< 15
<b>TAMAÑO DE TAMIZ (mm)</b>	<b>PORCENTAJE QUE PASA EN PESO (%)</b>
125	100
80	85 – 100
16	25 – 100
2	15 – 100
0.5	9 -100
0.063	< 15

Fuente: Elaboración Propia.

## CONCLUSIONES

- Se utilizará la metodología de las inclusiones rígidas tipo Columnas de Módulo Controlado (CMC), la cual está basada en el concepto de “incluir” en el suelo elementos rígidos para poder aumentar las capacidades mecánicas de un suelo con propiedades deficientes.
- Para la construcción de las 340 inclusiones rígidas proyectadas, se utilizará una barrena de tornillo continuo (o perforadora de tornillo continuo en algún caso puntual) que, debido a su tecnología de registro en tiempo real de perforación y a su proceso constructivo tiene ventajas sobre las perforadoras de barrena sin instrumentación.

- Las inclusiones CMC se construirán desde la superficie –plataforma de trabajo-. Y deberán atravesar un estrato de suelos compuestos por rellenos y se apoyarán en el estrato gravoso ubicado hasta el nivel variable entre los -3.00 y -6.00 m de profundidad respecto del nivel del terreno natural. Serán 340 unidades de 40 cm de diámetro, con un arreglo en planta en mallas cuadriculares de hasta 2.5x2.5m bajo la losa de cimentación y en arreglos diversos bajo las zapatas que reciben muros o columnas de la superestructura.
- El concreto o mortero de las CMC tendrá una resistencia a la compresión simple a los 28 días de  $f'c=150 \text{ kg/cm}^2$ .

## **RECOMENDACIONES**

- Es necesaria la disposición de una capa de reparto que tenga un tamaño de al menos 0.30m entre la losa y las inclusiones rígidas “CMC”.

Dicha capa depende de las características del terreno a tratar, del diámetro, de la separación y de la profundidad de las columnas, del tipo y de la intensidad de las cargas y de la rigidez de la estructura proyectada.

- Si bien es cierto la propuesta de SOLETANCHE BACHY fue la elegida, por ser la más económica, se debe tomar en cuenta que, dado que el terreno donde se ejecutarán los trabajos es poco previsible y que la longitud de columnas de módulo controlado a realizarse puede ser mayor o menor.

Por ello se propone que este trabajo se ejecute a precios unitarios el cual será calculado de acuerdo a la propuesta económica de SOLETANCHE BACHY según sus ratios.

En ese sentido la cantidad de columnas y sus longitudes posiblemente en obra puedan variar y por ende el costo final del Mejoramiento del Terreno, el cual solo se determinará cuando se comience a ejecutar la obra.

## **BIBLIOGRAFÍA**

Broms, B. y Wong, I. (1985). *“Embankment Piles.”* Third International Geotechnical Seminar – Soil Improvement Methods, Singapore, 27-29 November.

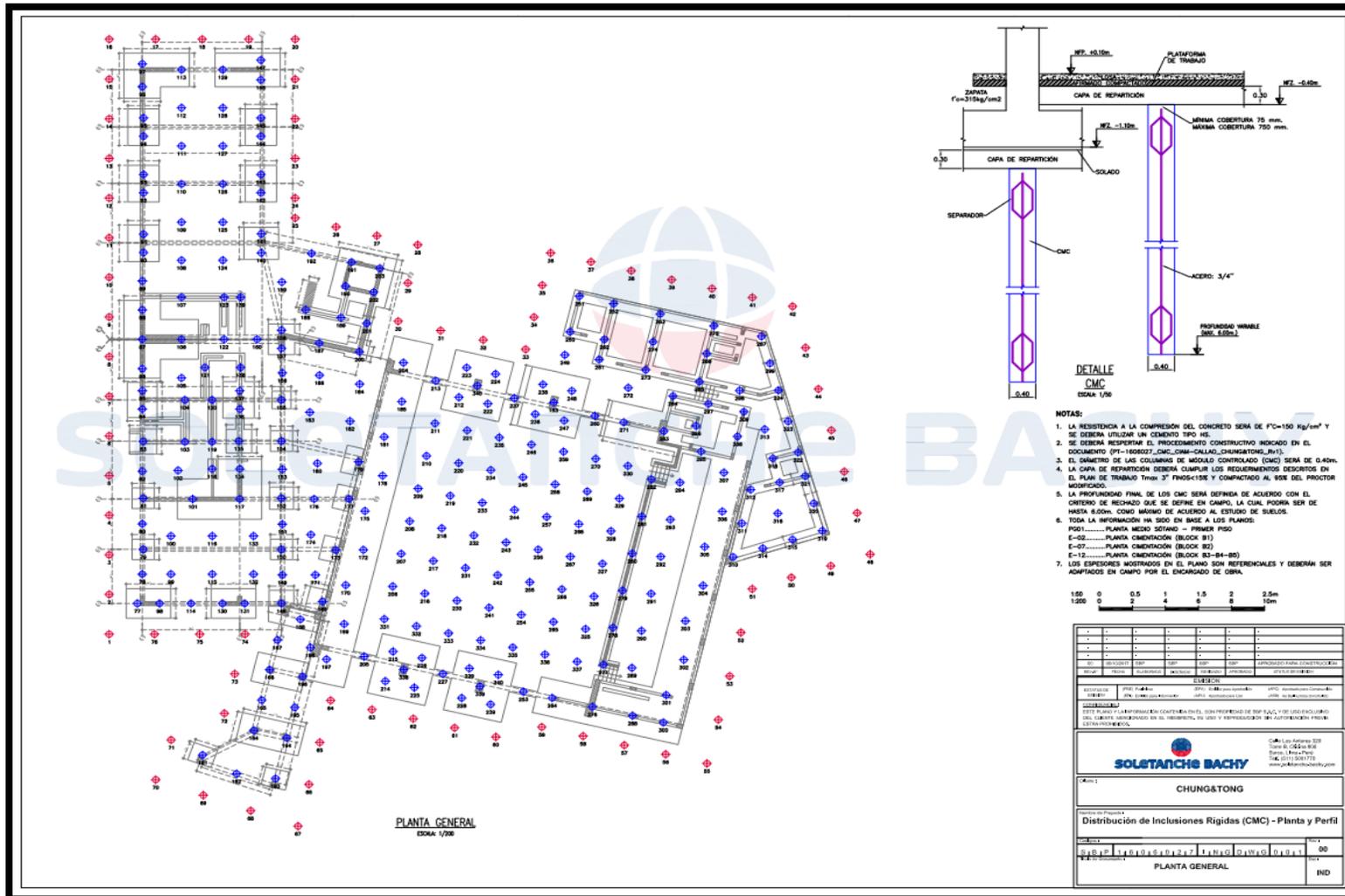
Cundall, P. (1987). *“Distinct Element Models of Rock and Soil Structure”.* *Analytical and Computational Methods in Engineering Rock Mechanics, Ch. 4, pp. 129-163.* London, England: E. T. Brown, ed. London: Allen & Unwin.

- Jorge E. Alva Hurtado Ingenieros E.I.R.L (2017). *Estudio definitivo para la ampliación de los servicios del Centro Integral de Atención al Adulto Mayor – CIAM, La Punta*. Callao, Perú.
- Kramer, S. (1996). “*Geotechnical Earthquake Engineering*”. New Jersey, United States: Prentice Hall, Series in Civil Engineering and Engineering Mechanics.
- Menard (2013). “*Controlled Modulus Columns*”. [Documento en línea]. Recuperado de:  
[http://www.menardweb.com/InternetMenard.nsf/0/3739C12CF337CA11C125718F004DFC9C/\\$FILE/CMCFICHEEN.PDF](http://www.menardweb.com/InternetMenard.nsf/0/3739C12CF337CA11C125718F004DFC9C/$FILE/CMCFICHEEN.PDF)
- Mendoza, M. (2006). “*On the Soil Arching and Bearing Mechanisms in a Structural Fill over Piled Foundations*”. Symposium Rigid inclusions in difficult subsoil conditions, ISSMGE TC36, UNAM.
- Prado, M. (2013). *Investigación de hormigón III* (Trabajo de Investigación). Universidad Técnica de Manabí, Manabí, Ecuador.
- Puémape, L. (2015). *Cimentación de edificaciones en terreno con napa freática alta - aplicación al Condominio Ciudad Verde* (Informe de Suficiencia). Universidad Nacional de Ingeniería, Lima, Perú.

# **ANEXOS**

# **ANEXO 01**

## **PLANO DE PLANTA GENERAL**



Plano de Planta General. Fuente: Soletanche Bachy Perú (SBP S.A.C.)

# **ANEXO 02**

## **PANEL FOTOGRAFÍCO**

## OBRAS PROVISIONALES



Cerco provisional de obra y oficinas. Fuente: Propia.



Cartel de obra de 2.40 X 3.60 m. Fuente: Propia.

## TRABAJOS DE DEMOLICIÓN



Demolición de construcciones existentes c/equipo. Fuente: Propia.



Demolición de veredas. Fuente: Propia.

## MOVIMIENTO DE TIERRAS



Excavación para zapatas c/equipo. Fuente: Propia.



Eliminación de material excedente c/equipo. Fuente: Propia.

## OBRAS DE CONCRETO SIMPLE Y ARMADO



Solados para zapatas  $f'c= 100 \text{ kg/cm}^2$  c/cemento tipo HS. Fuente: Propia.



Vaciado de concreto  $f'c = 315 \text{ kg/cm}^2$ , para zapatas corridas. Fuente: Propia.



Acero de refuerzo  $f'y= 4200 \text{ kg/cm}^2$ , para zapatas – columnas y cimientos. Fuente: Propia.

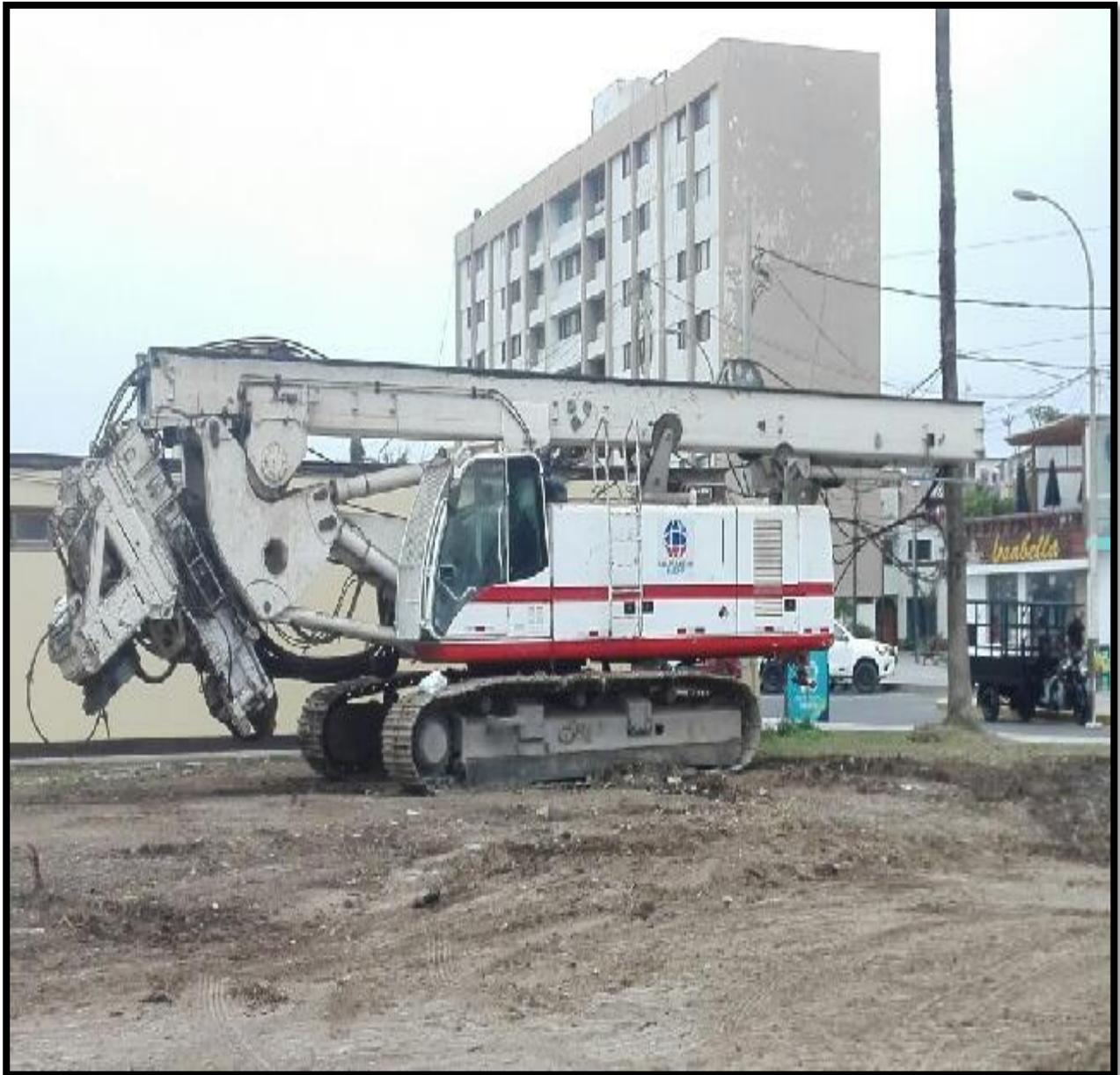


Encofrado de sobrecimientos armados. Fuente: propia.

## MEJORAMIENTO DE TERRENO



Movilización de equipos pesados – grúa telescópica. Fuente: propia.



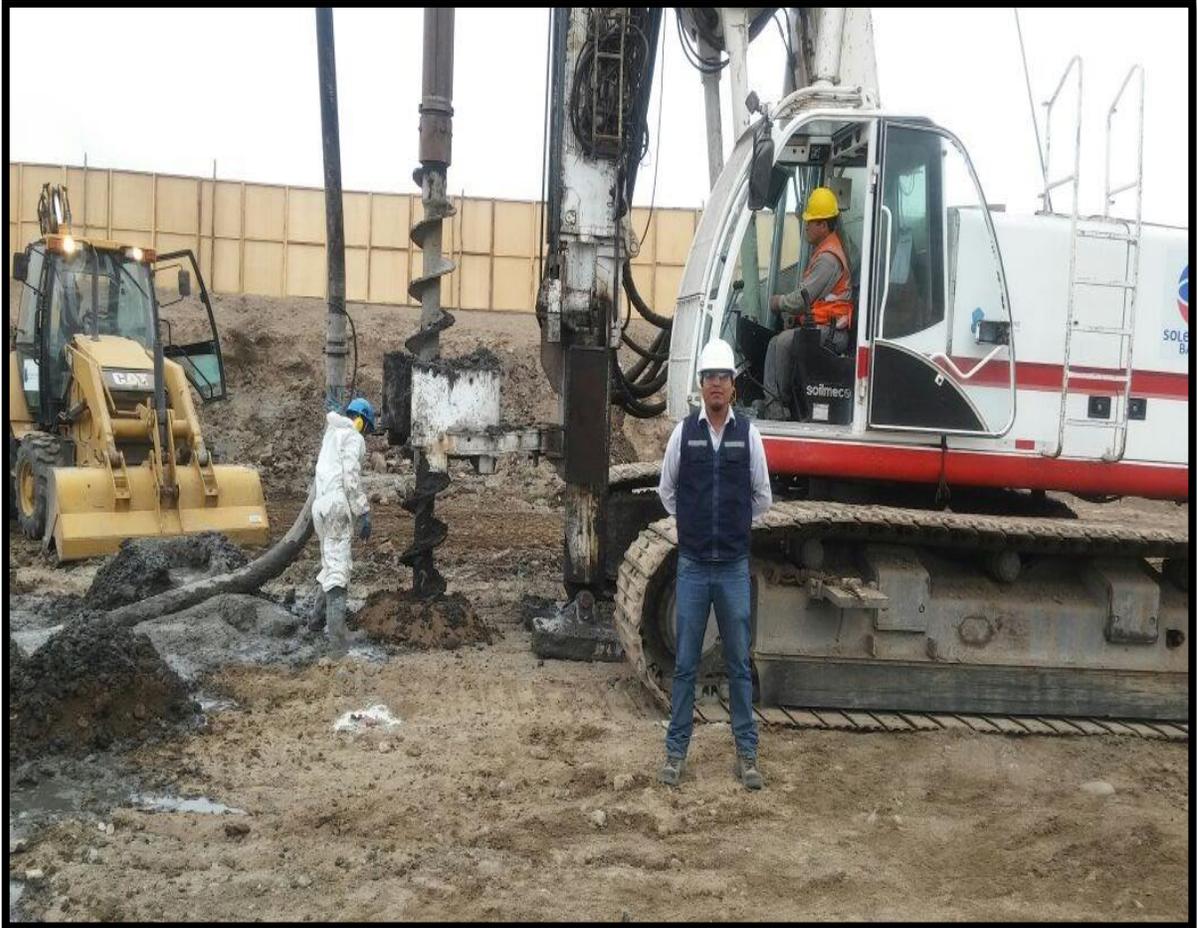
Movilización de equipos pesados – máquina perforadora o pilotera. Fuente: propia.



Prueba de funcionamiento de la máquina perforadora o pilotera. Fuente: propia.



Perforación y vaciado de concreto  $f'c = 150 \text{ kg/cm}^2$ , para CMC. Fuente: propia.



Perforación, bombeo e inyección de concreto  $f'c= 150 \text{ kg/cm}^2$ , para Inclusiones Rígidas. Fuente: propia

# **ANEXO 03**

## **PRESUPUESTO**



# **ANEXO 04**

## **FICHA TÉCNICA PILOTE CFA**

## **PROCESO DE EJECUCIÓN**

Pilotes barrenados. Hormigonado por el tubo central de la barrena.

La perforación se realiza mediante la introducción de la barrena helicoidal de la misma longitud que la perforación a realizar.

Sustituye con ventaja el sistema de perforación con lodos bentónicos cuando los diámetros de los pilotes no son superiores a 100 cm.

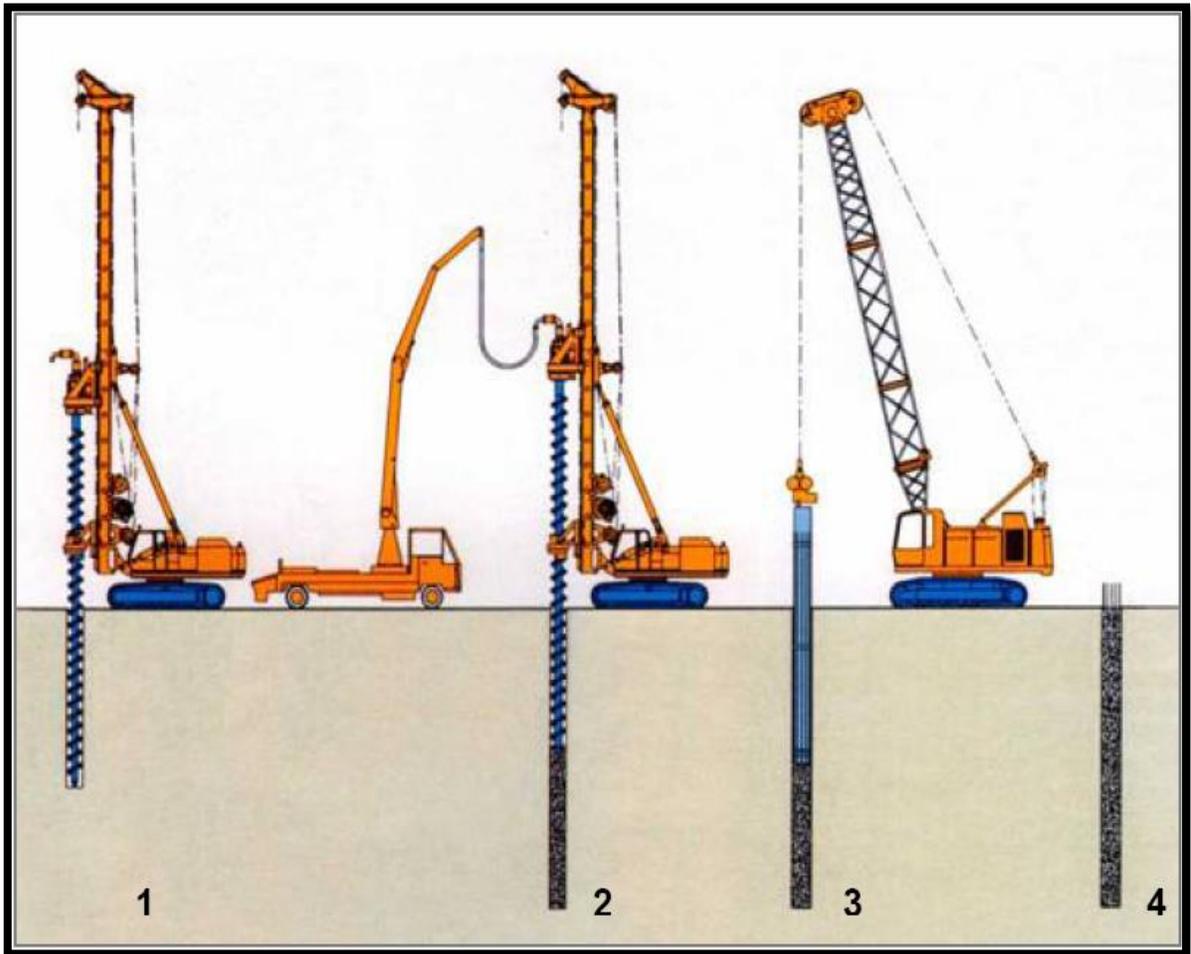
El hormigonado se realizará de forma continua bombeando el hormigón a través de la tubería que constituye el eje de la barrena continua y la extracción simultánea de la barrena helicoidal, que lleva alojada en sus alabes el terreno perforado.

La extracción de la tubería debe realizarse procurando que la parte inferior de la barrena, por donde sale el hormigón esté introducida dentro de la columna de hormigón a una altura del orden de dos diámetros del pilote.

Durante el proceso de hormigonado, se combina adecuadamente la velocidad de ascensión de la barrena.

El caudal del hormigonado y la presión a que se realiza el mismo con el fin de evitar cortes en el fuste del pilote o sobresecciones y excesos de hormigón innecesarios.

La consistencia del hormigón ha de ser fluida para garantizar el bombeo perfecto, evitar taponamientos de hormigón en las mangueras del circuito y no dificultar la introducción de la armadura que se coloca tras el hormigonado.



Proceso de ejecución Pilote CFA. Fuente: Incotec Consultores S. A.

## VENTAJAS

- En terrenos inestables no precisan del uso de entubación ni de lodos para evitar el derrumbamiento del terreno a lo largo de la perforación, puesto que la barrena desempeña una doble tarea de perforación por una parte y de sujeción del terreno o de entubación por otra.
- Registro continuo de parámetros, registrando parámetros tales como la presión de rotación, velocidad de rotación, fuerza de empuje, profundidad, presión de hormigonado, velocidad de avance y volumen real de hormigón inyectado.
- Permiten realizar el empotramiento del pilote en estratos consistentes.
- El rendimiento es elevado, no repercutiendo de manera negativa en el plazo de ejecución global de las obras.
- Perfecta verticalidad de los pilotes, gracias a los dispositivos automatizados de aplome con que cuenta nuestra maquinaria.
- Buenas condiciones medioambientales de trabajo, con un nivel de ruido prácticamente nulo.
- Se pueden dejar los pilotes a la cota que se desee y preparados para la ejecución de los encepados, sin cortarlos posteriormente.

# **ANEXO 05**

**FICHA TÉCNICA PROPUESTA  
ECONÓMICA MICROPILOTES  
EMIN GEOESTRUCTURAS  
S.A.C.**

Lima, Abril 18 de 2017

**Señores**

**CHUNG & TONG INGENIEROS S.A.C.**

**Atn.: Arq. Victor Quiroz**

Av. Del Pinar 180, Of. 803 Urb. Chacarilla del Estanque. Surco - Lima.

Teléfonos: (511) 201-2450 / (511) 372-0229 / (511) 372-5172

E-mail: vquirozcamacho@gmail.com

Perú.

**REF: Propuesta económica preliminar PPR4518**  
**Micropilotes Ampliación CIAM, Provincia del Callao.**

Respetados Señores:

Agradeciendo su invitación, presentamos para su evaluación la propuesta técnica y económica de nuestra compañía, **EMIN GEOESTRUCTURAS S.A.C.**, para ejecutar los trabajos de construcción de los micropilotes que hacen parte del proyecto de la referencia.

### **1. ANTECEDENTES**

De acuerdo con la información suministrada, se proyecta el mejoramiento y ampliación de los servicios del centro integral de atención al adulto mayor – CIAM, el cual se encuentra localizado en el Malecón Pardo S/N, en la intersección de las calles Medina y Agustín Tovar, al oeste de la Poza La Arenilla, en el distrito La Punta, Provincia del Callao. Una alternativa de cimentación para esta estructura, es la ejecución de micropilotes de 0.15m de diámetro y longitudes individuales entre 6 y 7 metros de profundidad.

La valoración de la presente oferta se realizó con base en la información suministrada por el Cliente, que incluye estudio de suelos, planos de cimentación y las cargas actuantes por bloques. El estudio de suelos, elaborado por Jorge E. Alva Hurtado Ingenieros S.A.C., evidencia en los 2 primeros metros de profundidad, capa vegetal y suelo aluvial suelto, seguido de suelo conformado por un manto superior de relleno heterogéneo, con capas intercaladas de arcilla limosa de baja plasticidad, arena fina a gruesa con contenido de arcilla y grava, arena fina gravosa y limosa, y grava arenosa ligeramente arcillosa, con piedras redondeadas de 6 pulgadas de tamaño, hasta los 5.80m de profundidad, y a continuación, hasta los 8,5m de profundidad, un depósito de arena fina, con contenido variable de limos. Se registra nivel freático entre 1,63 y 1,90m de profundidad. Si las condiciones en campo son diferentes, se reevaluará la oferta económica.

Av. Caminos del Inca 670 Oficina 401 – Surco, Lima, Perú – Teléfono: 448 4668



Fuente: Emin Geoestructuras S.A.C.

Nuestra oferta se presenta por precios unitarios, por tanto para la elaboración de las actas se tendrá en cuenta la longitud total de perforación, es decir la correspondiente desde el nivel en que se posicione el equipo hasta la profundidad máxima alcanzada, o sea, se cobrará la longitud total perforada y no solo la longitud efectiva.

Para la valoración de la oferta se asume que se cuenta con continuidad en los trabajos y por tanto en caso contrario se presentará al Contratante la correspondiente valoración del Stand By del personal y equipo.

## **2. ALCANCE DE LOS TRABAJOS**

- 3.573ml de perforación destructiva para micropilotes autoperforantes de 0.15m de diámetro en la longitud establecida.
- Suministro, manejo e instalación de las barras autoperforantes, acoples y broca.
- Suministro, llenado e inyección con lechada agua: cemento en relación 1:1 en peso, empleando bomba de inyección especialmente destinada para tal fin. Se calcula de manera preliminar un consumo promedio de 1 saco de cemento por metro lineal de micropilotes, distribuido entre el llenado y la inyección. Sin embargo, el consumo real dependerá de las condiciones específicas del terreno.
- Movilización y desmovilización de los equipos.
- **No se incluye demoliciones o pases.**
- **No incluye el cargue y retiro del material de perforación.**

## **3. EQUIPOS OFRECIDOS**

Para llevar a cabo los trabajos, ponemos a disposición los siguientes equipos de las características que se describen a continuación.

- Máquina perforadora tipo **CRI0** o similar, motor diesel, dotada con martillo de fondo y todos los demás accesorios y herramientas necesarias.
- Para el suministro de aire se utilizará un compresor de alta presión, dotado con sus accesorios tales como mangueras, acoples etc.
- Bombas de llenado e inyección, dotado con todos sus accesorios tales como manguera y manómetros para la medición de la inyección.



#### 4. VALOR DE LA PROPUESTA

Ofrecemos realizar los trabajos por el sistema de precios fijos, de acuerdo con lo indicado en el Anexo 1, que contiene los valores para los micropilotes.

El valor de los trabajos será el que resulte de multiplicar las cantidades de obra realmente ejecutadas, por su respectivo precio unitario. En particular, la cantidad de obra correspondiente a la perforación de micropilotes se medirá desde la superficie sobre la que se instale el equipo, hasta el fondo de cada perforación.

Los precios propuestos incluyen todos los costos directo e indirecto, mano de obra, herramientas y equipos.

El Contratante suministrará:

- Libre acceso de los equipos a los puntos de perforación, incluyendo la rampa de acceso para ingreso del equipo y las demoliciones que puedan requerirse. Nuestra oferta no incluye ningún tipo de demolición o de paso de placas o cimentaciones en concreto.
- Adecuación y mantenimiento de la plataforma de trabajo.
- Sitio en obra para el contratista.
- Celaduría de materiales y equipos.
- Localización y materialización (pre-barrenado) de los puntos para la perforación.
- Servicio y conexión de energía trifásica y monofásica.
- El descabece de los micropilotes.
- Los estudios y planos respectivos para la correcta ejecución de los trabajos.
- Cargue y retiro del material de perforación.
- Pases en placa o concretos.
- Señalización y manejo de tránsito en caso de requerirse
- Personal en HSE en caso de requerirse

#### 5. FORMA DE PAGO

Proponemos que la forma de pago se realice de la siguiente manera:

- Un anticipo del 30%.
- Una vez completado un 30% de avance de la obra se solicitará un adelanto por otro 30%.
- Una vez completado un 60% de avance de la obra se solicitará un 40% de adelanto.
- Los avances evaluados serán quincenales.



6. **PROGRAMACIÓN Y PLAZO DE ENTREGA**

Para efectos de su programación, ofrecemos un rendimiento promedio por equipo de 50ml/día, con un suministro continuo de los materiales. La secuencia de construcción se definirá conjuntamente con base en sus requisitos específicos.

Para cumplir con este plazo, es de suma importancia coordinar una reunión con el Ingeniero Residente para efectos de verificar los accesos a los sitios de perforación y las restricciones que puedan existir para perforar los elementos.

Los equipos y herramientas cuentan con disponibilidad inmediata para su movilización e inicio de los trabajos. Para efectos de programación de personal y equipo, solicitamos un preaviso de al menos **Veinte (20) días** calendario.

7. **SUPERVISION DE OBRA (Residencia Técnica).**

Para la coordinación y supervisión de los trabajos, ofrecemos un Supervisor de campo con experiencia específica en trabajos similares, quién tendrá a su cargo las cuadrillas de perforación y fundida.

8. **VALIDEZ DE LA OFERTA**

La validez de nuestra oferta es de **Treinta (30) días calendario**, contados a partir de la presentación de la misma.

Agradeciendo su atención, quedamos a sus órdenes para suministrar las aclaraciones que puedan requerir.

Cordialmente,

**Manuel Gutiérrez, Ph.D, P.E.**  
**Gerente General**

Anexo No 1: Resumen de propuesta económica preliminar





**ANEXO No.1 - RESUMEN OFERTA ECONÓMICA PRELIMINAR**

**CLIENTE:** CHUNG & TONG INGENIEROS S.A.C.  
**PROPUESTA:** PPR4518  
**OBRA:** MICROPILOTOS AMPLIACIÓN CIAM, PERÚ  
 ABRIL 18 DE 2017

DESCRIPCIÓN	UND	CANT.	COSTO / UND	COSTO UNIT. TOTAL	I.G.V. 18%	COSTO TOTAL ANTES DE IMPUESTOS
<b>MICROPILOTOS</b>						
- Micropilotes D=150mm, L=6.7m, capacidad por micro: 10.4Ton. Incluye perforación e instalación de tubería, llenado e inyección, suministro de materiales y movilización y desmovilización de equipo. Las profundidades de Micropilotes son aproximadas. No incluye carguío y retiro de material de perforación.	ml	3.573	\$ 150	\$ 535,950	\$ 96,471.00	\$ 632,421.00
<b>TOTAL OFERTA INCLUIDO</b>						<b>USD 632,421.00</b>

Fuente: Emin Geoestructuras S.A.C.

# **ANEXO 06**

**FICHA TÉCNICA PROPUESTA  
CHUNG Y TONG INGENIEROS  
S.A.C.**

**Propuesta N° MIC17005-RA**

Lima, 11 de Abril del 2017

Señores:

**Chung y Tong Ingenieros SAC**

Av. Del Pinar 188 of. 803, Santa - Perú

Atención: **Victor Quispe**  
Coordinador de Proyectos

Asunto: **Cotización de Micropilotes Inyectados**  
Referencia: **CIAM La Punta**

De nuestra consideración:

En virtud a vuestra invitación, tenemos el privilegio de hacerles llegar nuestra propuesta **TECNICA-ECONOMICA**, del proyecto de cimentaciones profundas bajo la técnica de micropilotes inyectados. Esta propuesta se basa en los estudios básicos proporcionados por EL CLIENTE.

La presente propuesta tiene la condición de **EXCLUSIVIDAD** hacia el Cliente, así como de **CONFIDENCIALIDAD**, sometiéndonos a todas las consultas de vuestro cliente principal.

Por lo indicado, el compromiso de **EXCLUSIVIDAD** es recíproco en caso de adjudicación de la obra hacia nuestro CLIENTE, sírvase confirmar este compromiso.

A continuación se detalla el presupuesto **A PRECIOS UNITARIOS**, el presupuesto no considera los impuestos de ley.

Descripción	Unidad	Cantidad	PU (usd)	Subtotal (usd)	Subtotal (usd)
<b>1.00 MICROPILOTOS</b>					<b>272,723.20</b>
1.10 Fabricación, perforación e instalación de micropilotes inyectados de 24 ton de capacidad	m	2,752.00	99.10	272,723.20	
<b>2.00 SERVICIOS COMPLEMENTARIOS</b>					<b>11,660.00</b>
2.10 <i>Servicios</i>					
2.11 Obra Obra	global	1.00	1,320.00	1,320.00	
2.12 Ensayo de carga	und	1.00	10,340.00	10,340.00	
<b>3.00 TRANSPORTES Y TRASLADOS</b>					<b>5,240.00</b>
3.10 <i>Servicios</i>					
3.11 Mobilización de materiales	und	4.00	1,320.00	5,280.00	
3.12 Mobilización y desmobilización de equipos	und	2.00	1,960.00	3,920.00	
<b>COSTO DIRECTO</b>					<b>283,843.20</b>
Gastos generales Fijos		3.4%			<b>10,000.00</b>
Utilidad Fija		5.1%			<b>15,000.00</b>
<b>Presupuesto sin impuestos</b>					<b>308,843.20</b>

Nota:

- No están considerados ningún ensayo que no esté expresamente indicado.
- La justificación técnica y equivalencia de cimentación se presenta en la memoria de cálculos.
- El costo de Starb by, es de 250 usd/hora por equipo, por causas ajenas a Geoperforaciones.

**I. PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO PROPUESTO – INNOVACION TECNOLOGICA:**

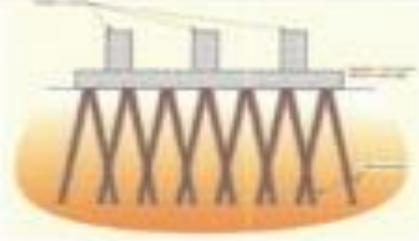
La introducción de innovación tecnológica en los diseños, nos permite ofrecer procedimientos confiables, rápidos y seguros, experiencia validada en obras realizadas en Perú. Se propone la ejecución de micropilotes de tubo con refuerzo de barra de acero de alto módulo. La capacidad de cada micropilote es de 24 Ton, teniendo en consideración las recomendaciones del estudio de Suelos con un FS de 2.0.

Los diseños contemplan la reducción del acero por corrosión, según las recomendaciones de la guía de diseño, permitiendo un cálculo de capacidad en condiciones extremas, cumpliéndose además lo requerimientos mínimos recomendados.

Orgullosamente 100% peruanos

*376,234.978*





La reinyección de los micropilotes permite una densificación de los estratos inferiores, consiguiendo un mejor comportamiento de los suelos de fundación.

## 2. ALCANCE Y LIMITACIONES DE LA OFERTA

Las cantidades son referenciales, las mediciones se adecuaron en base a las mediciones reales de obra.

El presente presupuesto considera las siguientes actividades alcances y/o limitaciones:

### Área Técnica:

1. Innovaciones Tecnológicas en diseños y procesos.
2. Empleo de los equipos más modernos del mercado con lo último en tecnología.
3. Asesoramiento en el análisis de la programación de obra, de tal modo de optimizar los tiempos de ejecución.
4. Asesoramiento en la interpretación geotécnica por parte de nuestro Gerente Técnico.
5. Asesoramiento en los procesos de obra y métodos constructivos generales para la ejecución correcta de la obra.
6. Recomendaciones de la secuencia de ejecución del vaciado de los muros de concreto.
7. Dirección técnica de nuestro Gerente de Producción.

### Área de producción:

8. GEOPERFORACIONES iniciara operaciones a las 7:30 de la mañana diariamente con el precalentamiento de equipos y revisión de máquinas.
9. EL CLIENTE, tiene la obligación de realizar la gestión de seguridad, liberación de frente, etc y recomendaciones en general, hasta antes de las 8:00 de la mañana. Todo inicio de trabajos posterior a esta hora será considerado un tiempo muerto u hora standy.
10. EL CLIENTE tiene la obligación de proporcionar un frente de trabajo continuo, cuya pista de trabajo deberá estar libre de obstáculos para el libre traslado de los equipos y personal de GEOPERFORACIONES. Todo obstáculo que retrase el normal desempeño de GEOPERFORACIONES, será considerado tiempo muerto u horas standy.
11. EL CLIENTE proveerá de un espacio libre de interferencias, para la instalación de sus equipos de Aire comprimido y central de Inyección, no menor de 2.5 x 10.0m y espacio de almacenamiento de cemento y herramientas de 2.5x3.0m, dicho espacio será libre de costo para GEOPERFORACIONES.
12. EL CLIENTE proveerá de un espacio libre para las oficinas de campo de GEOPERFORACIONES, de no menos de 2.5x2.5m, libre de costo para GEOPERFORACIONES.
13. Se estima un consumo de agua industrial para perforación y preparación de grouting a razón de 6,000 lt/día. Libre de costo para GEOPERFORACIONES.
14. Se estima un consumo medio de 1.1 bolsas por ml de micropilote, consumos mayores a la tasa indicada, serán cobrados a razón de 10 usd/bolsa inyectado, en el supuesto de que se verifique mayores consumos, previo aviso y aprobación de la Supervisión de EL CLIENTE.

### Área de Seguridad y RRHH:

15. GEOPERFORACIONES adecuara su gestión de HSE, según la solicitud de EL CLIENTE de acuerdo a la normativa vigente.
16. Todos los permisos y licencias son por cuenta de EL CLIENTE.
17. Los baños químicos son por cuenta de EL CLIENTE, libre de costo para geoperforaciones.
18. La seguridad de obra y los equipos y herramientas son de responsabilidad de EL CLIENTE.

## 3. VALIDEZ DE LA OFERTA.

Esta oferta es válida hasta 30 días después de recepcionado y sujeto a disponibilidad de equipos.

## 4. PLAZO DE EJECUCIÓN

Se ofrece una producción de 4 - 6 unidades de micropilotes instalados por turno de trabajo por equipo, se ofrecen 01 equipos para el proyecto con un plazo máximo de trabajo neto de 40 días efectivos de perforación y 7 días previos de instalación y preparación de materiales. Sin tener en cuenta la movilización a obra. Contados desde el desembolso del adelanto o firma del contrato lo que ocurra último.

No se ha considerado tratos y/o temas sindicales.

## 5. CONDICIONES COMERCIALES

Una vez aceptada la presente cotización, EL CLIENTE deberá enviar a [comercial@geoperforaciones.pe](mailto:comercial@geoperforaciones.pe) la respectiva ORDEN de COMPRA u ORDEN de SERVICIO, debidamente firmada por el representante Legal de su representada. Adicionalmente ponemos a vuestra consideración las siguientes condiciones comerciales:

### Forma de pago:

- En dos partes:
  - o Adelanto de Obra por el 40% del valor del contrato, pagadero antes del inicio de los trabajos.
  - o Valorizaciones semanales.
- Pago de facturas a los 7 días de presentadas.

### Garantías:

- Las garantías por adelanto de obra, será por medio de letras.
- Las garantías por calidad del servicio, será por medio de rebucciones en garantía, hasta por el 10% del monto de contrato. O carta fianza por un periodo de 03 meses.

CHUNG Y TONG  
INGENIEROS S.A.C.  
FIEL SERVIDOR A SU CLIENTE

**Condiciones financieras:**

- GEOPERFORACIONES no ha considerado en su estructura de costos pagos vía Factorín, letras u otros. Por lo mismo los costos que originen pagos con financiamiento bancario serán asumidos por EL CLIENTE.

**6. DISPONIBILIDAD DE EQUIPOS Y PERSONAL**

GEOPERFORACIONES, realizará la obra con alguno de sus equipos, *los más modernos del mercado:*

- **SERIE 2014:** Perforadora COMACCHIO MC12, central de grout CG600, compresor ATLAS COPCO.
- Ingeniero de Obra, monitor de Seguridad, Operadores y personal de perforación debidamente capacitados

**7. CONSIDERACIONES ESPECIALES**

- EL CLIENTE deberá verificar la existencia de elementos enterrados y/o de servicios antes de contratar la obra, GEOPERFORACIONES no se responsabiliza por interferencias preexistentes que puedan afectar el desarrollo normal de obra o interrupción de servicios por sus actividades de perforación y/o daños a terceros.
- Todos los tiempos muertos u horas stand-by, generan automáticamente las ampliaciones de plazo correspondientes.
- Nuestro ofrecimiento de apoyo técnico podemos resumirlo:

Actividad	Recursos
Staff Profesional	Ing. Carlo Corrales – Gerente General Ing. Mac. Adolfo Cabrera – Gerente Técnico Ing. Herly Torres - Gerente de Producción Ing. Mac. Julio Mendosa – Jefe de Oficina Técnica Lic. PhD. Jacqueline Torres – Gerente Comercial Lic. Gloria Alvarez – Gerente Financiero Tec. Cesar Vasquez – Jefe de mantenimiento Tec. Jesus Lin – Jefe de Informática Ing. Cesar Volzmann – Ingeniero Residente de Anclajes y postensados Ing. Nelson Vargas - Ingeniero de Control de Calidad Ing. Oscar Bautista – Ingeniero Residente de obras Civiles Ing. Angella Chusanta – Jefe de Seguridad
Especialista en Geotecnia	Ing. Adolfo Cabrera – Ingeniero Civil, CIP 51898, Master en Geotecnia y Magister en Mecánica del Suelo, candidato a Doctor por la UNIC, con capacitaciones en innovaciones tecnológicas en Italia, Alemania, Francia, Chile, Colombia y México, con más de 18 años de experiencia a disponibilidad del proyecto
Rediseños	Capacidad de cambios de ingeniería de manera rápida y con amplia experiencia
Energía	No requerimos grupos electrógenos para nuestras actividades de perforación
Concreto Lanzado	Contamos con equipos propios para LANZADO de concreto, totalmente autónomos que no requieren energía eléctrica adicional
Flexibilidad	nos adaptamos a la programación de obra, aumentando o disminuyendo nuestra capacidad operativa
Stand-by	Ofrecemos 20 horas libres de stand-by de equipos y personal, para procesos propios de la obra
Equipos	Nuestros equipos adquiridos nuevos representan la flota más moderna del mercado actualmente.



Trabajos de ANCLAS de GRAN CAPACIDAD  
 Proyecto: Edificio Multifamiliar, Cliente: Líder Grupo Constructor

Orgullosamente 100% peruanos



	
Trabajos de ANCLAS de GRAN CAPACIDAD Proyecto: Edificio Magistratura, Cliente: ICCOSA	Trabajos de ANCLAS de GRAN CAPACIDAD Proyecto: Arequipa Central, Cliente: V&C
	
Trabajos de ANCLAS de GRAN CAPACIDAD Proyecto: Edificio Asendil, Cliente: grupo TyC	Trabajos de ANCLAS de GRAN CAPACIDAD Proyecto: CC Cayma-Arequipa, Cliente: IVV Contratistas Generales
	
Trabajos de ANCLAS de GRAN CAPACIDAD Proyecto: CC Antonio Bazo, Cliente: Remacer edificaciones	Trabajos de ANCLAS de GRAN CAPACIDAD Proyecto: Alameda Sur -Chorrillos, Cliente: YS empresa SAC
	
Trabajos de ANCLAS de GRAN CAPACIDAD Proyecto: Calle 13, Cliente: Orión gerencia y construcción	Trabajos de ANCLAS de GRAN CAPACIDAD Proyecto: Hotel Sheraton - Casco, Cliente: Corrales Ingenieros
	
Piloteadora Comacchio CH450, recientemente adquirida Pilotes de 1.1m de diámetro	Tensado de anclajes hasta 170 Ton. Trabajos a 28m de altura

Organizamos 100% personas



Trabajos de ANCLAS de GRAN CAPACIDAD, en espacios confinados  
 Proyecto: CC Cayma-Arequipa, 2ª Etapa  
 Cliente: HV Contratistas Generales



Trabajos de ANCLAS de GRAN CAPACIDAD y MURO LANZADO  
 Proyecto: UCV, Cliente: DaVinci

Trabajos de ANCLAS de GRAN CAPACIDAD y MURO LANZADO  
 Proyecto: CC Atocongo, Cliente: JE



Trabajos de ANCLAS de GRAN CAPACIDAD y MURO LANZADO  
 Proyecto: Pte Villena, Cliente: Consorcio Villena

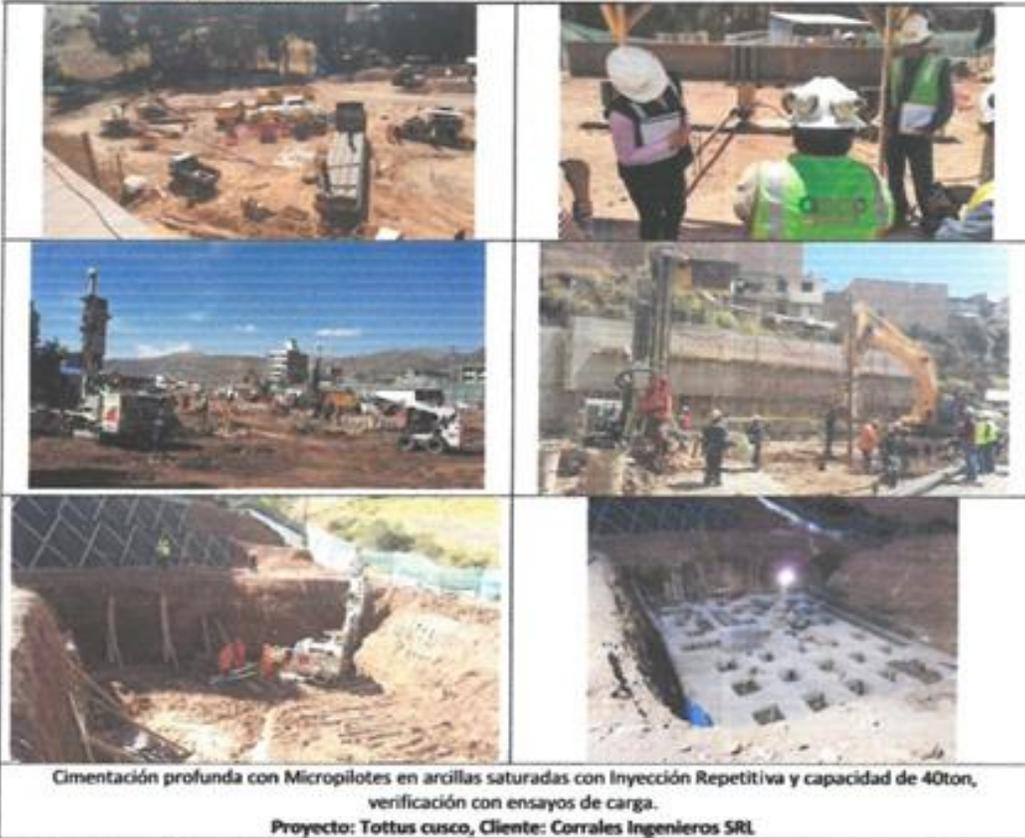
Trabajos de concreto lanzado.  
 Proyecto: Línea 2 del Metro de Lima,  
 Cliente: Consorcio La Colectora



Trabajos de Concreto lanzado, Anclas de gran capacidad y micropilotes – suelos arenosos  
 Proyecto: CC Atocongo, Cliente: JE

Trabajos de concreto lanzado.  
 Proyecto: ICHMA,  
 Cliente: Gyni

Orgullosamente 100% peruanos





Cimentación profunda con Micropilotes en arcillas con bolonería con Inyección de mortero y capacidad de 20ton  
**Proyecto: Sub Estación Eléctrica Caclic, Chachapoyas,**  
**Cliente: UTE MARCONA - COBRA**



Muros lanzado y micropilotes Proyecto: Modernización de la Refinería de Talara, Piura,  
**Cliente: Técnicas Reunidas**

Orgullosamente 100% peruanos



Trabajos de concreto lanzado, anclas de gran capacidad y anclajes antivolteo en la cimentación  
**Proyecto: Puente Villena,**  
**Cliente: Consorcio Villena**



Trabajos suspendidos a 15m de altura en roca fracturada y colocación de shotcrete  
**Proyecto: Tunel Yanango,**  
**Cliente: Consorcio Yanango**



Sostenimiento de taludes con anclajes pasivos y Shotcrete Proyecto: Tnel Yanango, Portal de entrada  
 Cliente: Consorcio Yanango

**Adolfo Cabrera Pérez (\*\*)**  
 Gerente Técnico  
**GEOPERFORACIONES S.A.C.**

**Jackeline Torres H. (\*\*)**  
 Gerente Comercial  
**GEOPERFORACIONES S.A.C.**

(\*\*) Adolfo Cabrera Pérez: Ingeniero Civil, Magister en Geotecnia por la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Master en Mecánica del Suelo e Ingeniería de Orientaciones por la Universidad Politécnica de Madrid, Candidato a Doctor por la Universidad Nacional de Córdoba, Miembro Fundador y Director de la Asociación Peruana de Ingeniería Geotécnica, Miembro de la Sociedad Internacional de Mecánica del suelo e Ingeniería Geotécnica, Miembro de la Sociedad Española de Mecánica del Suelo, miembro de la Sociedad Internacional de Mecánica de Rocas, miembro de la Sociedad Española de Mecánica de Rocas, ExGerente Técnico de Pilotes Terrestres, ExGerente General de Geofundaciones, con estudios de Postgrado en España y capacitaciones en innovaciones tecnológicas en Italia, Portugal, Alemania, Francia, EEUU, Chile, Colombia y México, con más de 18 años de experiencia y más de 1,000 proyectos desarrollados en Perú, Chile, Colombia y Bolivia.

(\*\*) Jackeline Torres: Licenciada en Educación, Magister en Lingüística, Doctora en Lingüística, con estudios de postgrado en idiomas extranjeros, ExGerente Comercial de Alphas Ingeniería, con más de 10 años de experiencia en los temas relacionados a proyectos geotécnicos.

<p><b>CONTACTO:</b>                  Email: <a href="mailto:comercial@geoperforaciones.pe">comercial@geoperforaciones.pe</a>                  Móvil: +51 943 825 256                  Web: <a href="http://www.geoperforaciones.pe">www.geoperforaciones.pe</a></p>	<p>En caso de encontrar conforme la presente cotización, por favor dirigir la ORDEN DE COMPRA a:</p>
	<p>Razón social: <b>GEOPERFORACIONES SAC</b>                  RUC: 2055731684                  Dirección: Av. La Pica 2880, Urbanización Mariscal, San Miguel, Lima - Perú                  Teléfono: +51 1 594 42 44                  CTA sales BIVA: 0011 8262 8200152059 29                  CTA ctares BIVA: 0011 8262 8100011773 37</p>

*(Handwritten signature and stamp)*

# **ANEXO 07**

**COTIZACIÓN - INCOTEC  
CIMENTACIONES DEL PERÚ  
S.A.C.**

PROYECTO:	MEJORAMIENTO Y AMPLIACIÓN DE LOS SERVICIOS DEL CENTRO INTEGRAL DE ATENCIÓN AL ADULTO MAYOR - IJAM
MONEDA:	SOLES
CODIGO:	20170420-CITT-FIMP-002-1
CLIENTE:	CHUNG & TONG INGENIEROS SAC

**MICROPILOTES**

ITEM	DESCRIPCIÓN	CANT	P.UNIT	TOTAL
1	MOVILIZACIÓN Y DESMOVILIZACIÓN DE PERSONAL Y EQUIPO	1	33.000,00 PEN	33.000,00
2	MICROPILOTES $\phi$ 15 CM 5 TON	258	690,50 PEN	185.890,67
3	MICROPILOTES $\phi$ 15 CM 10 TON	36	1.209,80 PEN	45.357,61
4	MICROPILOTES $\phi$ 15 CM 15 TON	355	1.826,28 PEN	648.330,26
5	MICROPILOTES $\phi$ 15 CM PARA PISO	49	1.259,93 PEN	61.738,74
<b>TOTAL SPEN</b>				<b>S 974.305,27</b>
				<b>S 974.305,27</b>

**CONDICIONES DE VENTA**

- 1- Esta cotización considera la provisión de todos los servicios, equipos y materiales necesarios.
- 2- De ser necesario se harán controles de calidad post ejecución de los pilotes.
- 3- El contratante deberá proveer agua en suficiente cantidad y energía eléctrica trifásica, así mismo un área para acopio de materiales y fabricación de armaduras.
- 4- Se considera que la perforación de los pilotes se realizará desde la cota de fondo de la zapata o cimiento corrido con material debidamente compactado.
- 5- El contratista general se deberá hacer cargo del replanteo topográfico, así como de evaluaciones permanentes antes, durante y después de los trabajos de micropiletaje.
- 6- El contratista general deberá proveer accesos seguros para el equipo de perforación, así como una plataforma en condiciones de circulación.
- 7- Tanto el contratante como el contratista deberán contar con los diferentes seguros de ley.
- 8- No se ha incluido la eliminación del material procedente de la perforación de los micropilotes.
- 9- Se considera 10 días para movilización, no computables en el plazo de ejecución.
- 10- El presupuesto garantiza capacidad de carga. Si durante la perforación se identifica la necesidad de profundizar micropilotes, Incotec asume el costo extra.
- 11- El método constructivo permite iniciar obras de hormigón armado sobre los micropilotes a partir de 1 semana de la construcción de los primeros micropilotes.
- 12- Forma de pago: 40 % de anticipo. Saldo contra planilla de avance quincenal.
- 13- Plazo: 44 días hábiles.
- 14- Validez de la oferta: 30 días.
- 15- El precio no incluye I.G.V.

# **ANEXO 08**

**FICHAS Y FORMATOS  
SOLETANCHE BACHY PERÚ  
(SBP S.A.C.)**

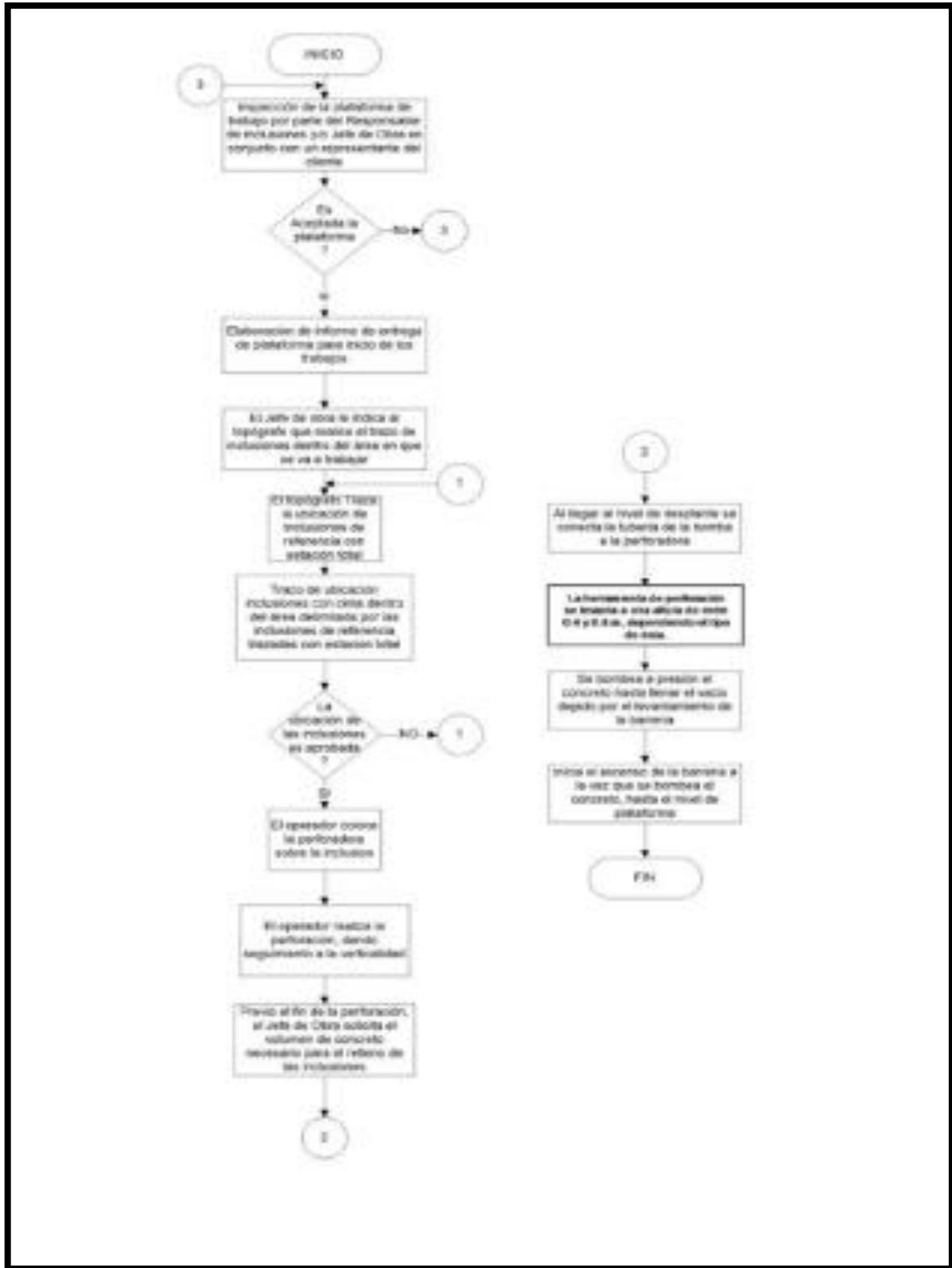


Diagrama de Flujo. Fuente: Soletanche Bachy Perú (SBP S.A.C.)



**SOLETANCHE BACHY PERU (SBP S.A.C.) - MENARD**  
ENTREGA DE PLATAFORMA PARA INCLUSIONES RIGIDAS

Nombre de la Obra: \_\_\_\_\_ N° Obra: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_ Turno: \_\_\_\_\_

**INFORMACIÓN DE PROYECTO**

Plano de referencia: \_\_\_\_\_ Revisión: \_\_\_\_\_ Localización: Ejes x \_\_\_\_\_  
Nivel de plataforma promedio: \_\_\_\_\_ Ejes y \_\_\_\_\_

**CONTROLES (INFORMACIÓN DE CAMPO)**

Hasta de Referencia	valores recibidos			Croquis de localización
	X	Y	Dimension	

Verificación topografía SBP: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_ Firma: \_\_\_\_\_

Verificación topografía Supervisión: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_ Firma: \_\_\_\_\_

Observaciones: (estabilidad de la plataforma, obstáculo, capa, límites, aconeo, permeabilidad, etc...):  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Nombre, firma y fecha Entrega Jefe de Obra	Nombre, firma y fecha Recibe Responsable de Calidad	Nombre, firma y fecha Recibe Cliente/Supervisión
---	--	---

Fuente: Soletanche Bachy Perú (SBP S.A.C.)



**SOLETANCHE BACHY PERU (SBP S.A.C.) - MENARD**  
**CONTROL DE UBICACIÓN DE REFERENCIAS PARA INCLUSIONES RÍGIDAS**

Nombre de la Obra: \_\_\_\_\_ N° Obra: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_ Turno: \_\_\_\_\_

**INFORMACIÓN DE PROYECTO**

Plano de referencia: \_\_\_\_\_ Revisión: \_\_\_\_\_ Localización: Ejes x \_\_\_\_\_  
 Nivel de plataforma promedio: \_\_\_\_\_ Ejes y \_\_\_\_\_

**CONTROLES (INFORMACIÓN DE CAMPO)**

No. Inclusión de referencia	Proyecto		Campo				Id área	Croquis de localización
	X	Y	X	Y	$\Delta X$	$\Delta Y$		

Verificación topografía SBP : \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_ Firma: \_\_\_\_\_  
 Verificación topografía Supervisión: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_ Firma: \_\_\_\_\_

Observaciones :  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

Nombre y firma Jefe de Obra	Nombre y firma Responsable de Calidad	Nombre y firma Responsable de Obra	Nombre y firma Cliente / Supervisión
--------------------------------	--	---------------------------------------	---

Fuente: Soletanche Bachy Perú (SBP S.A.C.)



SOLETANCHE BACHY PERU (SBP S.A.C.) - MENARD		PLAN DE CONTROL INCLUSIONES RIGIDAS												
No. Plan de Control	Fecha de Elib.	Obra No.	Nombre del proyecto				Problemas	Revisión	Destinatario	Páginas				
7	30 Set 16	309037	CSDG TUMS					A		1 de 1				
			Unidad Ejecutora de Calidad Fecha				Unidad Ejecutora de Calidad Fecha		Agencia Ejecutora de Proyecto Fecha		Versiones			
			30 Set 16				31 Set 16		30 Set 16		A			
No.	Nombre del proceso / Descripción de la operación	Nombre de la parte / documento de referencia	Equipo	Caract. Obra	Características				Métodos			Responsable	Plan de acción	
					Producto		Proceso		Método de evaluación / medición	Frecuencia de muestreo	Método de Control			
					Característica	Especificación Tolerancia	Característica	Especificación Tolerancia						
1	Planificación de trabajo	Ubicación límites y estabilidad de la plataforma de trabajo	Electrodinámico	PP	-	-	Límite / estabilidad / acceso	Límite de zona roja / geometría y estabilidad	Excepciones / Datos / Visual	1 vez por zona	Reporte de entrega	Topógrafo / Ingeniero de protección	Revisar de la zona y notificar al responsable de Obra para recibir indicaciones.	
2	Localización	Ubicación del equipo para iniciar la perforación	Electrodinámico	PC	-	-	Descentramiento	< 2% cm del centro de surge	Excepciones / Datos / Carta	4 puntos en la zona de trabajo	Registro del topógrafo	Topógrafo / Ingeniero de protección	Comprobar todo si los planos cambian o si el plano no corresponde con los planos.	
3	Perforación	Perforación de la losada	Equipo de perforación / Equipo de bombeo	PC	-	-	Verticalidad	Desviación max. (2%)	Software instalado en perforadora	Encada lecturas	Registro electrónico	Operador / Jefe de Obra	Notificar al Jefe de Obra y/o Responsable de Obra para recibir indicaciones.	
4				PC	-	-	Perpendicularidad	Excepciones tanto en el cilindro como en el eje	Software instalado en perforadora	Encada lecturas	Registro electrónico		Seguir perforando hasta alcanzar la profundidad de proyecto	
5	Estado de la losada	Concreto	N/A	PC	Calidad del Concreto	NBR C-434	-	-	Revisión de CC contra la norma	1 vez al mes	CC de preventivo	Supervisor de Calidad	Informar al Responsable de Obra y solicitar los certificados correspondientes.	
6				PC	Calidad de Aditivos	Especificaciones del fabricante NBR C-255	-	-	Revisión CC contra especificaciones del fabricante	1 vez al mes	CC de fábrica		Informar al Responsable de Obra y solicitar los certificados correspondientes.	
7				PC	Compatibilidad de agregados	NBR C-133	-	-	Revisión de granulometría contra la norma	1 vez al mes	Quemador de presencia		Informar al Responsable de Obra y solicitar los certificados correspondientes.	
8				PC	Agregado fresco	NBR C-132	-	-	Revisión de índices de análisis del agua	1 vez cada 3 meses	Informe de análisis del agua del proveedor		Informar al Responsable de Obra y solicitar los certificados correspondientes.	
9				PP	Concreto	Nicho de diseño de concreto tipo MENARD	$F_c = 150 \text{ kg/cm}^2$	-	-	Revisión de código de concreto en relación con losa de diseño	En cada colocación	Revisión	Jefe de Obra / Supervisor de Calidad	Revisar la losa e informar al Supervisor de Calidad, Jefe de Obra y/o Responsable de Obra.
10				PC	Desmoldado	22 x 2 cm	Concreto tipo MENARD	-	-	Prueba de desmoldado	3 pruebas a cada día	Reporte de laboratorio		
11				PC	Permanencia	3 horas mínimo	Concreto tipo MENARD	-	-	Visual	En cada obra	Revisión		Si durante el vaciado de la losa se requiere que la mezcla sea bombeada, realizar chequeo.
12				PC	Resistencia a la compresión	$F_c = 150 \text{ kg/cm}^2$	a los 28 días	-	-	Prueba	3 muestras - 4 probetas / muestra por día (Pruebas a 7, 14 y 28 días)	Reporte de laboratorio		Supervisor de Calidad
13	Vaciado del concreto	Equipo de perforación / Equipo de bombeo	PC	-	-	Volumen medido	Volumen real / volumen teórico	Software instalado en perforadora	Encada lecturas	Registro electrónico	Operador / Jefe de Obra	Informar al Jefe de Obra y/o Responsable de Obra para recibir indicaciones.		
14			PC	-	-	Presión del concreto	Superior a cero	Software instalado en perforadora	Encada lecturas	Registro electrónico	Operador / Jefe de Obra	Informar al Jefe de Obra si la presión es diferente de la especificada.		
15			PC	-	-	Verticalidad de mallas de la losa	Datos preliminares de las lecturas	Software instalado en perforadora	Encada lecturas	Registro electrónico	Operador / Jefe de Obra	Informar al Jefe de Obra si la verticalidad de mallas de mallas.		
16			PC	-	-	Nivel de concreto colado	Nivel de columna + 325.5	Visual	Encada lecturas	Registro electrónico	Operador / Jefe de Obra	Informar al Responsable de Obra si no se cumple con este requisito, y recibir indicaciones.		
17	Inclusión	Inclusión	N/A	PC	Diámetro de la inclusión	± 40 cm	-	-	Diámetro de losamientos de perforación	Encada lecturas	Registro electrónico	Topógrafo / Ingeniero de protección	Notificar al Jefe de Obra y/o Responsable de Obra para recibir indicaciones.	

PC = Punto control    PP = Punto de punto    NCS = Nivel de concreción simple    ANC = Aprobado para construcciones    CC = Certificado de calidad

Fuente: Soletanche Bachy Perú (SBP S.A.C.)



# **ANEXO 09**

**FORMATO DE CONTROL DE  
CAMBIOS - MENARD S.A.**



**MEJORAMIENTO DE SUELOS  
MENARD MÉXICO S.A. DE C.V.**

DOCUMENTO	
PROCEDIMIENTO	
TÍTULO	ÁREA
INCLUSIONES DE DESPLAZAMIENTO TIPO COLUMNAS DE MÓDULO CONTROLADO (CMC)	GERENCIA DE CONSTRUCCIÓN
	FECHA
	19/08/2016
VERSIÓN	CÓDIGO
2	MENARD-ING-FOKS-PR001
STATUS	PÁGINA
REV	15 DE 15

10. Control de cambios.

Revisión	Descripción del cambio	Fecha
A	Primera emisión	14/09/2016
2	Actualización	09/05/2017

Fuente: Menard México S. A.

# **ANEXO 10**

## **PLAN DE TRABAJO SOLETANCHE BACHY PERÚ (SBP S.A.C.)**



DOCUMENTO

PLAN DE TRABAJO

TÍTULO	ÁREA	VERSIÓN	CÓDIGO
<b>INCLUSIONES RÍGIDAS TIPO COLUMNAS DE MODULO CONTROLADO (CMC)</b>	GERENCIA DE CONSTRUCCIÓN	1A	PT-1808027
	FECHA	STATUS	PÁGINA
	08/05/2017	REV	1 DE 15

**Notificación de Propiedad**

Soletanche Bachy Perú (SBP S.A.C.) y Menard se reservan el derecho y la propiedad intelectual de todo texto, imágenes gráficas, códigos y cualquier otro medio proporcionado en este documento para su uso y reproducción. Salvo por acuerdo escrito del representante legal de Soletanche Bachy Perú (SBP S.A.C.) y/o Menard, no podrá reproducirse o copiarse ninguna parte total o parcial de este documento, bajo ningún medio electrónico o mecánico; cualquier violación a esta notificación de propiedad es causa suficiente para ejercer acciones civiles y/o penales contra quien resulte responsable.

**CONTENIDO**

1. Propósito.
2. Alcance.
3. Referencias.
4. Definiciones.
5. Responsabilidades.
6. Desarrollo.
7. Materiales.
8. Diagrama de Flujo
9. Anexos
10. Control de cambios

ELABORÓ	REVISÓ Y APROBÓ	
ING. JOSE ANTONIO SOUSA Departamento Técnico-Comercial	ING. HUGO EGOAVIL GERENTE DE INGENIERÍA	ING. IGNACIO MELGAR DIRECTOR

Fuente: Soletanche Bachy Perú (SBP S.A.C.)

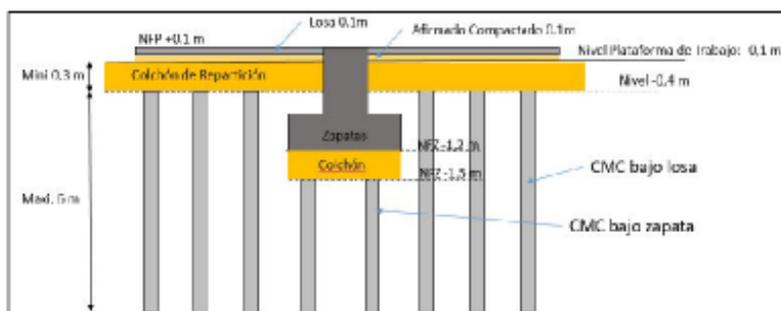
<i>TÍTULO</i>	<i>ÁREA</i>	<i>VERSIÓN</i>	<i>CÓDIGO</i>
<i>INCLUSIONES RÍGIDAS TIPO COLUMNAS DE MÓDULO CONTROLADO (CMC)</i>	<i>GERENCIA DE CONSTRUCCIÓN</i>	<i>1A</i>	<i>PT-1606027</i>
	<i>FECHA</i>	<i>STATUS</i>	<i>PÁGINA</i>
	<i>08/05/2017</i>	<i>REV</i>	<i>2 DE 15</i>

### 1. Propósito.

Este documento tiene por objeto describir el procedimiento de construcción de los elementos rígidos de concreto del tipo Columnas de Módulo Controlado, así como establecer las bases para definir los criterios de paro o rechazo en la construcción de cada uno de estos elementos para asegurar su correcta profundidad de desplante.

Los trabajos de mejoramiento de suelos definidos para el proyecto del “Centro Integral del Adulto Mayor” (CIAM), ubicado en el distrito de La Punta, provincia constitucional del Callao, departamento de Lima, utilizando la metodología de las inclusiones rígidas tipo Columnas de Módulo Controlado (CMC), la cual está basada en el concepto de “Incluir” en el suelo elementos rígidos para poder aumentar las capacidades mecánicas de un suelo con propiedades deficientes.

Las inclusiones CMC se construirán desde la superficie –plataforma de trabajo-. Según los planos autorizados, deberán atravesar un estrato de suelos compuestos por rellenos y se apoyarán en el estrato gravoso ubicado hasta el nivel variable entre los -3.00 y -6.00 m de profundidad respecto del nivel del terreno natural. Serán 340 unidades de 40 cm de diámetro, con un arreglo en planta en mallas cuadrículaes de hasta 2.5x2.5m bajo la losa de cimentación y en arreglos diversos bajo las zapatas que reciben muros o columnas de la superestructura, de acuerdo al plano “SBP\_1606027\_ING\_DWG\_001\_RV0F Distribución de Inclusiones Rígidas (CMC) – Planta y Perfil” adjunto a este documento. En la figura 1, se muestra un corte esquemático de la configuración del proyecto:



**Figura 1. “Corte esquemático del Proyecto”**

Es obligatorio la disposición de una capa de reparto de al menos 0.30m entre la losa y las inclusiones rígidas “CMC”. Dicha capa depende de las características del terreno a tratar, del diámetro, de la separación y de la profundidad de las columnas, del tipo y de la intensidad de las cargas y de la rigidez de la estructura proyectada. Las características de este colchón se presentan en el punto 7 del presente documento. La capa de reparto se ejecuta según los procedimientos y controles habituales aplicados a las capas de afirmado compactado bajo losas. La capa de reparto no es obligatoria en el caso de cimentación con zapata.

El concreto o mortero de las CMC tendrá una resistencia a la compresión simple a los 28 días de  $f_c=150 \text{ kg/cm}^2$ , verificada conforme lo dice el punto 7 de este documento. Las inclusiones serán construidas bajo la metodología denominada de

TÍTULO	ÁREA	VERSIÓN	CÓDIGO
<i>INCLUSIONES RÍGIDAS TIPO COLUMNAS DE MODULO CONTROLADO (CMC)</i>	GERENCIA DE CONSTRUCCIÓN	1A	PT-1808027
	FECHA	STATUS	PÁGINA
	08/05/2017	REV	3 DE 15

"Tornillo Continuo", ver figura 2.

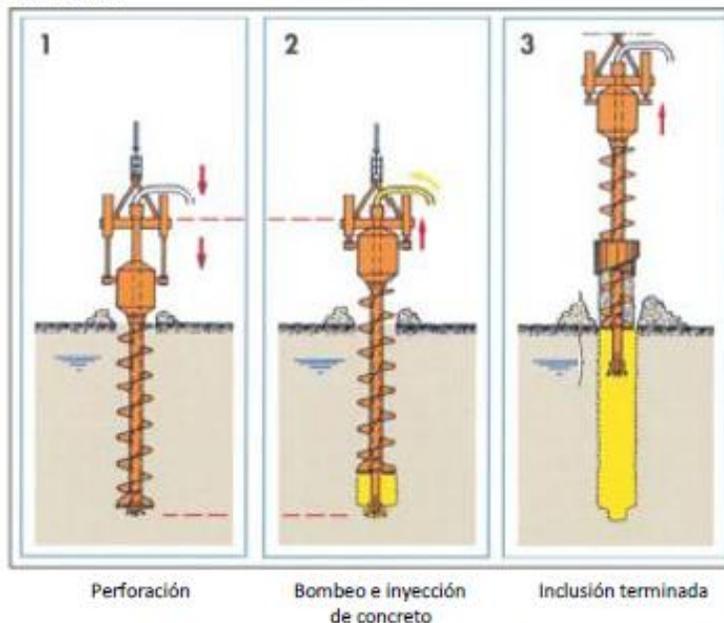


Figura 2. "Fases del procedimiento constructivo de inclusiones tipo CMC con barrena de tornillo continuo"

## 2. Alcance.

Este procedimiento es de aplicación para el proyecto "Centro Integral del Adulto Mayor" (CIAM). Para la construcción de las 340 inclusiones rígidas proyectadas, se utilizará una barrena de tornillo continuo (o perforadora de tornillo continuo en algún caso puntual) que, debido a su tecnología de registro en tiempo real de perforación y a su proceso constructivo tiene ventajas sobre las perforadoras de barrena sin instrumentación.

## 3. Documentos de Referencia

- 3.1 Estudio de mecánica de suelos: N°M4699 de M&M Consultores.
- 3.2 Planos arquitectónicos y estructurales del proyecto.



DOCUMENTO	
<b>PLAN DE TRABAJO</b>	
TÍTULO	ÁREA
<b>INCLUSIONES RÍGIDAS TIPO COLUMNAS DE MÓDULO CONTROLADO (CMC)</b>	<b>GERENCIA DE CONSTRUCCIÓN</b>
	<b>FECHA</b>
	<b>08/05/2017</b>
VERSIÓN	CÓDIGO
<b>1A</b>	<b>PT-1808027</b>
STATUS	PÁGINA
<b>REV</b>	<b>4 DE 15</b>

#### 4. Definiciones

**Inclusión rígida tipo Columna de Módulo Controlado (CMC):** Es una columna de concreto simple con determinadas características geométricas y mecánicas construida dentro de un terreno a una determinada profundidad. Se construyen en forma masiva como una técnica de mejoramiento de suelo en zonas donde se requiere mejorar las condiciones del terreno existente (deformaciones y capacidad de carga). La técnica puede utilizar una hélice hueca de desplazamiento lateral del terreno, con la prácticamente no existe generación de desechos en la superficie de trabajo, o una hélice hueca de tornillo continuo que sí genera desechos en la superficie debido a la excavación.

#### 5. Responsabilidades

**Gerente de Proyecto:** Responsable principal de coordinar y de que se produzca el resultado del proceso descrito en este procedimiento.

**Responsable de Obra:** Administrar y controlar los recursos materiales, así como el personal y los subcontratistas asignados a las obra, con base en planos, especificaciones y controles internos establecidos y con la finalidad de asegurar la ejecución y el cumplimiento de los trabajos en el tiempo, calidad, cantidad, seguridad y costos establecidos en este procedimiento, logrando la entera satisfacción del cliente.

**Responsable de Producción:** Responsable de la coordinación y ejecución de los trabajos relativos de inclusiones, con base en este procedimiento, siguiendo normas y especificaciones con el fin de que se realicen en de tiempo, cantidad, calidad y seguridad optimizando los recursos.

**Supervisor de Calidad y Seguridad:** Asegurar que los procesos de calidad de la obra, declarados y documentados en el Plan de Calidad y Plan de Control, se cumplen para garantizar la calidad del producto intencionado, satisfacer los requisitos y expectativas del cliente para las actividades descritas en el presente procedimiento. Coordinar y supervisar las actividades de seguridad y protección en la obra con base en reglamentos, políticas y normas establecidas en SBP S.A.C., con el fin de prevenir accidentes y garantizar la integridad física de los trabajadores activos de la empresa para las actividades descritas en este procedimiento.

#### 6. Desarrollo.

##### 6.1 Descripción del proceso de construcción de las columnas de modulo controlado (CMC)

Previo al inicio de los trabajos, la plataforma de trabajo debe permitir los movimientos de todas las máquinas que intervendrán en la ejecución de las inclusiones (camiones de concreto, perforadoras, bombas de concreto, etc.) en cualquier tiempo, de forma segura, y libre de todos los obstáculos en el suelo.

Por tanto, para garantizar la ejecución de las inclusiones rígidas del tipo tornillo continuo en condiciones óptimas, será necesario la preparación y mantenimiento de:

- Vías de circulación adecuadas para el tránsito de grúas hasta 60 Ton, equipos pesados y mixer de concreto, con acceso a los diferentes frentes de trabajo.
- Plataformas de trabajo horizontal (plana), drenada y estables cada frente de trabajo.
- Mantenimiento permanente de la plataforma.
- En caso de desplazar el equipo de una plataforma de trabajo a otra, la pendiente de acceso no puede superar los 3°

Fuente: Soletanche Bachy Perú (SBP S.A.C.)

DOCUMENTO	
PLAN DE TRABAJO	
TÍTULO	ÁREA
<b>INCLUSIONES RÍGIDAS TIPO COLUMNAS DE MÓDULO CONTROLADO (CMC)</b>	<b>GERENCIA DE CONSTRUCCIÓN</b>
	<b>FECHA</b>
	<b>08/05/2017</b>
<b>VERSIÓN</b>	<b>1A</b>
<b>STATUS</b>	<b>REV</b>
<b>CÓDIGO</b>	<b>PT-1608027</b>
<b>PÁGINA</b>	<b>5 DE 15</b>

de inclinación.

- Identificación y demolición de obstáculos, tanto aéreos como subterráneos, que puedan interferir con el ingreso de vehículos pesados para el retiro del material de excavación y el suministro del concreto.
- Identificación y demolición de redes, tanto aéreas como subterráneas, que puedan interferir con el proceso de traslado de equipos, así como la excavación y fundida de los pilotes.

El registro de inspección de la plataforma, lo realiza el Jefe de Obra con el representante del cliente en el formato "Entrega de plataforma para la producción de inclusiones" (Anexo 1).

La plataforma de ejecución de las inclusiones será compuesta de un material de tipo balastro al nivel -0.10m (mínimo 30cm de espesor), según planos de cimentaciones. El tamaño máximo de material será de 3" (ver detalles en punto 7). La ejecución de las inclusiones CMC se realizará desde esta plataforma, y la punta de las CMC se apoyará en el estrato gravoso que se encuentre entre los niveles -3.0m y -6.0m.

Para la construcción de las inclusiones tipo CMC, se utiliza una perforadora sobre orugas. Este equipo consiste en un cabezal de giro, movido por un motor hidráulico el cual acciona una barrena de tornillo continuo que extrae el material del terreno para luego proceder al vaciado del concreto. Esta herramienta de penetración hueca permite la alimentación continua de concreto a través de la punta.

El proceso para la colocación de inclusiones rígidas se lleva a cabo de la siguiente manera:

- 6.1.1 Para el inicio de los trabajos de las inclusiones el jefe de obra le indica al topógrafo que realice la liberación de la plataforma a trabajar. El topógrafo entonces define la plataforma a trabajar y se asegura de que no se perforará ningún obstáculo o instalación indicada por el cliente, las cuales deben ser verificadas y aprobadas por el cliente o supervisión.

La liberación de la plataforma y el nivel promedio de liberación de la plataforma, son registrados por el topógrafo en el formato "Entrega de plataforma para inclusiones tipo CMC" (Anexo 1).

- 6.1.2 Para el inicio de la perforación el jefe de obra le indica al topógrafo que realice el trazo de las inclusiones dentro del área en que se va a trabajar. El topógrafo entonces traza secciones dentro del área de trabajo ubicando inclusiones de referencia con una estación total en un área determinada; posterior a esto, las inclusiones que se encuentren dentro del área delimitada por las inclusiones de referencia se trazan con ayuda de una cinta. Las ubicaciones se realizan respetando el plano aprobado para construcción y una secuencia de perforación pre-establecida, y deben ser verificadas y aprobadas por el cliente o su supervisión. La localización se efectuará colocando en sitio estacas o varillas como mínimo de 20cm localizando los centros de las inclusiones rígidas a excavar. Adicionalmente se colocarán estacas en los que se indique la numeración de los pilotes. La secuencia de perforación es realizada por el Responsable de Obra y el Jefe de Obra respetando el programa de obra establecido.

El trazo de los puntos de referencia y el nivel promedio de la plataforma, son registrados por el topógrafo en el formato "Control de ubicación de referencias para inclusiones tipo CMC" (Anexo 2).

- 6.1.3 La perforación se realiza teniendo la ubicación de las inclusiones aprobada (de lo contrario se procede a trazar nuevamente la ubicación de las inclusiones de referencia), el operador posiciona la perforadora sobre el punto de la inclusión a construir según el trazo indicado por el topógrafo y procede entonces a realizar la perforación desde el nivel de plataforma hasta alcanzar el nivel previsto. Una barrena hueca del tipo tornillo continuo perforará el terreno

<i>TÍTULO</i>	<i>ÁREA</i>	<i>VERSIÓN</i>	<i>CÓDIGO</i>
<i>INCLUSIONES RÍGIDAS TIPO COLUMNAS DE MODULO CONTROLADO (CMC)</i>	<i>GERENCIA DE CONSTRUCCIÓN</i>	<i>1A</i>	<i>PT-1606027</i>
	<i>FECHA</i>	<i>STATUS</i>	<i>PÁGINA</i>
	<i>08/05/2017</i>	<i>REV</i>	<i>6 DE 15</i>

cruzando los estratos de suelo hasta llegar al nivel de desplante, el cual ha sido definido en 6.0m de profundidad desde el nivel de plataforma como máximo. La barrena extraerá el terreno que se encuentre a su paso, hasta alcanzar la profundidad de desplante establecida, en la que el operador detiene la perforación.

En caso que la perforadora encuentre un obstáculo durante el inicio de la perforación: roca, madera, placa de metal, instalaciones u otro, la ubicación de la inclusión será desplazada a máximo dos diámetros de distancia y se hará registro de ello. El operador podrá hacer dos intentos como máximo, y después del segundo intento, si aún no es posible realizar la perforación, el jefe de obra se reunirá con el residente para encontrar una solución en conjunto.

- 6.1.4 Cuando la perforación ha alcanzado su máximo nivel, se inicia la colocación del concreto por bombeo, a través del tubo central interior de la barrena – el Jefe de Obra es el responsable de solicitar con la debida anticipación el volumen de concreto necesario para el llenado de las inclusiones para evitar retrasos en la ejecución-.

El llenado de la perforación con concreto se hace realizando las siguientes operaciones:

- a. El operador de la perforadora eleva la barrena de una altura entre 1 y 2 diámetros (0.40 – 0.80 m) respecto al fondo de la perforación antes de iniciar el bombeo del concreto.
- b. El operador de la bomba entonces, bajo indicación del operador de la perforadora, inicia el bombeo a presión.
- c. Una vez que se haya completado el relleno de la zona de la punta, el operador de la perforadora continúa el ascenso de la barrena a la vez que el operador de la bomba realiza el bombeo sin parar para ir formando una columna de concreto de abajo hacia arriba hasta llegar a la superficie de la plataforma. Cuando la barrena es extraída totalmente, la máquina puede desplazarse hacia un punto nuevo de perforación. Ver fig. 1.

El registro de colado, lo realiza el operador de la bomba en el formato "Control de producción inclusiones tipo CMC" (Anexo 3).

- d. Debido al sistema constructivo, el nivel del concreto es el mismo del nivel de la plataforma de trabajo, ya que no es posible dejar el concreto por debajo de este nivel. Para dejar la cabeza de la CMC al nivel de proyecto, se realizará el retiro de concreto fresco que se encuentra desde el nivel de la plataforma de trabajo hasta el nivel indicado en los planos de proyecto. Después se reemplazará el volumen de concreto retirado con el mismo

TÍTULO	ÁREA	VERSION	CÓDIGO
<i>INCLUSIONES RÍGIDAS TIPO COLUMNAS DE MÓDULO CONTROLADO (CMC)</i>	<i>GERENCIA DE CONSTRUCCIÓN</i>	1A	PT-1000027
	<i>FECHA</i>	<i>STATUS</i>	<i>PÁGINA</i>
	08/05/2017	REV	7 DE 15

material removido, con el fin de reestablecer la plataforma de trabajo (ver figura 3).

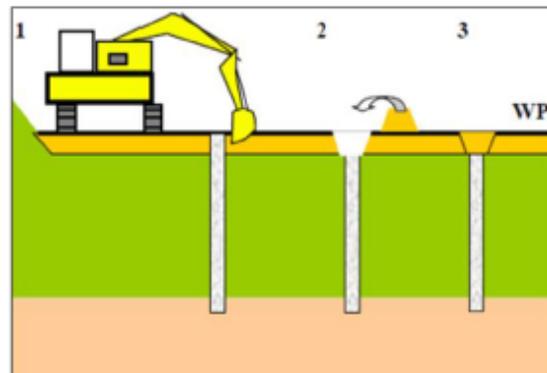


Figura 3. "Nivelación de cabezas de inclusiones rígidas al nivel proyectado"

#### 6.2 Tolerancias de ejecución

El centro de cada columna de módulo controlado terminada deberá estar ubicada dentro de un círculo de 15 cm de radio, centrado en la ubicación teórica.

La tolerancia de verticalidad deberá ser siempre inferior o igual al 3% de la altura de la excavación.

La profundidad de la inclusión rígida será de máximo 6 metros de profundidad.

### 7. Materiales

#### 7.1 Concreto

El concreto empleado para las inclusiones debe ser un concreto simple con cemento de tipo V o HS con una Resistencia a la compresión simple  $f'c=150 \text{ kg/cm}^2$  a los 28 días, determinada mediante pruebas a cilindros de 15 cm de diámetro de 30 cm de alto de acuerdo con las normas NTP 339.033 y NTP 339.034 (ref. Anexo 4. Plan de control Inclusiones).

A continuación, se detallan las características específicas del concreto requerido:

- Slump superior a 160mm (<220mm).
- Bombeable con bomba de pistón. Caudal : mínimo 20m<sup>3</sup>/h, máximo 85m<sup>3</sup>/h,
- Que mantenga la reología durante 2 horas luego de su entrega en obra ( $S \geq 160\text{mm}$ )
- Contenido de aire : Máximo 10%.
- Posibles constituyentes del concreto (el diseño final del concreto será definido según los requerimientos de la obra y los equipos de construcción).
  - Cemento Tipo V o HS,
  - Aditivos : Cenizas volantes (o fillers calcáreos)
  - Agravados : Dmax 10mm en micro-béton)
  - $f'c=150 \text{ kg/cm}^2$  a los 28 días,



DOCUMENTO

PLAN DE TRABAJO

TÍTULO	ÁREA	VERSIÓN	CÓDIGO
<i>INCLUSIONES RÍGIDAS TIPO COLUMNAS DE MODULO CONTROLADO (CMC)</i>	<i>GERENCIA DE CONSTRUCCIÓN</i>	<i>1A</i>	<i>PT-1808027</i>
	<i>FECHA</i>	<i>STATUS</i>	<i>PÁGINA</i>
	<i>08/05/2017</i>	<i>REV</i>	<i>8 DE 15</i>

**7.2 Material de capa de repartición (plataforma de trabajo)**

El material de capa de repartición requerido, que en el caso particular de este proyecto coincide con la plataforma de trabajo, debe cumplir las características descritas a continuación:

- Tamaño máximo del material: 3".
- Criterio de compactación: 95% de Proctor Óptimo Modificado o CBR>6.
- Granulometría de material entre las siguientes distribuciones:

TAMAÑO DE TAMIZ (mm)	PORCENTAJE QUE PASA EN PESO (%)
125	100
75	85 – 100
14	25 – 100
2	15 – 100
0.6	9 - 100
0.063	< 15
TAMAÑO DE TAMIZ (mm)	PORCENTAJE QUE PASA EN PESO (%)
125	100
80	85 – 100
16	25 – 100
2	15 – 100
0.5	9 -100
0.063	< 15

Fuente: Soletanche Bachy Perú (SBP S.A.C.)

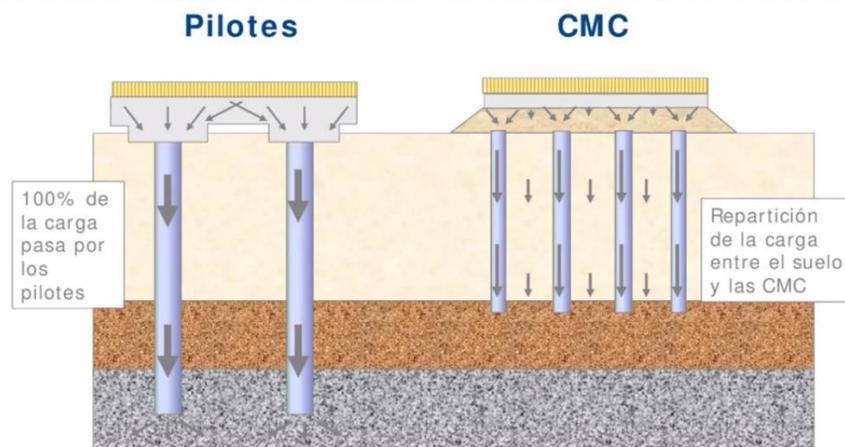
## Columnas de Módulo Controlado



Inclusiones Rígidas tipo MENARD  
=  
Columnas de Módulo Controlado  
(CMC)

Fuente: Soletanche Bachy Perú (SBP S.A.C.)

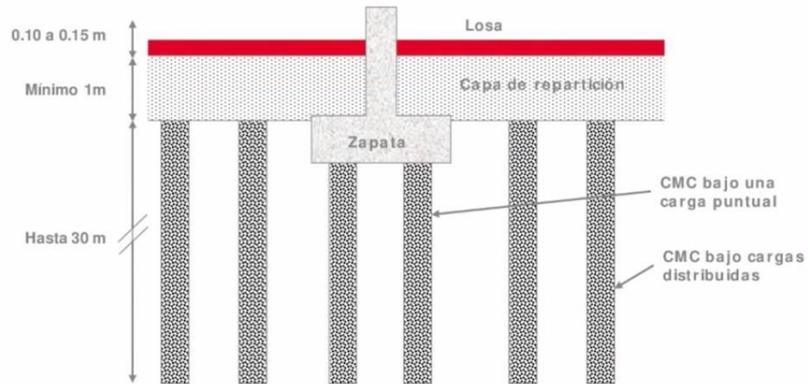
## Columnas de Módulo Controlado



Fuente: Soletanche Bachy Perú (SBP S.A.C.)

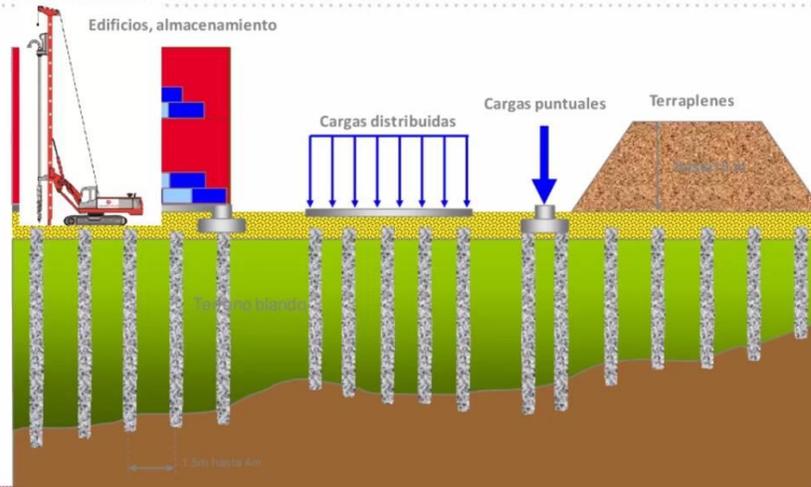


## Columnas de Módulo Controlado



Fuente: Soletanche Bachy Perú (SBP S.A.C.)

## Aplicaciones de las Columnas de Módulo Controlado



Fuente: Soletanche Bachy Perú (SBP S.A.C.)

# **ANEXO 11**

## **MEMORIA DESCRIPTIVA DE MEJORAMIENTO DEL TERRENO**

# MEMORIA DESCRIPTIVA DE MEJORAMIENTO DE TERRENO

"MEJORAMIENTO Y AMPLIACION DE LOS SERVICIOS DEL CENTRO INTEGRAL DE  
ATENCION AL ADULTO MAYOR CIAM LA PUNTA, DISTRITO LA PUNTA, PROVINCIA DEL  
CALLAO -REGION CALLAO"

Fuente: Municipalidad Distrital de La Punta.

## MEMORIA DESCRIPTIVA DE MEJORAMIENTO DE TERRENO

**PROYECTO: "MEJORAMIENTO Y AMPLIACION DE LOS SERVICIOS DEL CENTRO INTEGRAL DE ATENCIÓN AL ADULTO MAYOR - CIAM LA PUNTA, EN EL DISTRITO DE LA PUNTA, PROVINCIA DEL CALLAO - REGIÓN CALLAO".**

**Ubicación:** Malecón Pardo S/N, del distrito de La Punta, Provincia Constitucional del Callao. Entre la intersección de las calles Medina y Agustín Tovar.

---

### GENERALIDADES:

Proyecto "MEJORAMIENTO Y AMPLIACION DE LOS SERVICIOS DEL CENTRO INTEGRAL DE ATENCIÓN AL ADULTO MAYOR – CIAM LA PUNTA, EN EL DISTRITO DE LA PUNTA, PROVINCIA DEL CALLAO – REGIÓN CALLAO".

El local institucional se construirá en el terreno asignado por la Municipalidad de La Punta de 2,435.47 m<sup>2</sup>.

En el lote asignado se ha proyectado una edificación que consta de cinco bloques, bloques 1 y 2 que incluyen área administrativa, salud, comedor y recreación de dos niveles y un semisótano, bloque 3 de usos múltiples, bloque 4 de depósito y lockers, y bloque 5 de vestuarios.

### OBJETIVO:

El objetivo del presente expediente es proponer la solución más adecuada y económica para minimizar los efectos de una posible falla del suelo por licuefacción y a la vez el mejoramiento de la capacidad portante del suelo, que asegure una resistencia mínima de 1.50 kg/cm<sup>2</sup>.

Según Estudio de M&M Consultores S.R.L.: De acuerdo a los resultados del Estudio de Mecánica de Suelos ejecutado por la firma M&M CONSULTORES S.R.L., se concluye que existe un potencial de licuefacción (Ver Cuadro del perfil), compuesto de capas de suelos arenosos susceptibles tanto durante sismos medianos, como durante sismos severos entre las siguientes profundidades:

- Bajo el nivel freático (Entre profundidades comprendidas entre 1.65 y 1.80 m respecto al nivel de la superficie del terreno) y hasta profundidades comprendidas entre los 3.60 y 3.90 m. en todo el terreno.
- Entre 7.70 y 9.00 m de profundidad en la zona sureste del terreno.

Fuente: Municipalidad Distrital de La Punta.

- Entre 11.00 y 14.00 m de profundidad en la zona sureste del terreno.
- A partir de profundidades comprendidas entre 15.50 y 17.00 m. y hasta 18.00 m. de profundidad.
- Que si bien los análisis del potencial de licuefacción indican la existencia de arenas susceptibles a licuefactar bajo los 15 m. de profundidad, la probabilidad de ocurrencia de este fenómeno bajo dicha profundidad es baja.

El mencionado EMS también propone 3 alternativas de solución:

- Cimentación de tipo profundo con pilotes estructurales que transmitan las cargas de las estructuras al depósito de grava arenosa.
- Cimentación convencional por medio de zapatas anchas, cimientos corridos armados o platea de cimentación sobre un terreno mejorado con pilas de grava compactada.
- Cimentación superficial por medio de una platea de cimentación sobre un material de reemplazo de las capas de relleno, ya sea éste de concreto pobre ciclópeo o mortero fluido. Esta alternativa implica aceptar un riesgo de falla de producirse el fenómeno de licuefacción bajo material de reemplazo.

**Según Estudio de Jorge E. Alva Hurtado Ingenieros S.R.L.:** De acuerdo a los resultados del informe de revisión y análisis (como perito autorizado por la Municipalidad Distrital de La Punta) de Alva Hurtado Ingenieros S.R.L. se tiene la siguiente conclusión:

En base a las características del perfil estratigráfico, el análisis de licuación realizado y las cargas transmitidas por las estructuras proyectadas, se ha realizado el análisis para las siguientes alternativas:

**Alternativa N°1.- Cimentación Superficial sobre suelo mejorado.**

- Profundidad de suelo mejorado: ≈5.0 m con inclusiones rígidas de 40cm de diámetro, espaciadas de acuerdo al detalle presentado en el Anexo VI.
- Profundidad de cimentación: 1.50 m.

Fuente: Municipalidad Distrital de La Punta.

- Tipo de cimentación: Zapatas Aisladas (B=[1.5-3.6]m.) y/o cimiento corrido (B=2.40 m), conectadas con vigas de cimentación.

- Capacidad admisible bajo la cimentación será de:

$$Q_{adm} = 150 \text{ KPa (1.5 Kg/cm}^2\text{)}$$

- Asentamiento: Aplicando la teoría de la elasticidad se obtiene un asentamiento máximo de **1.63 cm**, menor al asentamiento máximo admisible (2.5 cm). El mejoramiento de suelos controlará los asentamientos.

**Alternativa N°2.- Cimentación Superficial reforzada con micropilotes).-**

- Características de los micropilotes:

**Descripción Valor**

Diámetro del bulbo,  $d_r$  15 cm

Longitud del bulbo,  $l_r$  250 cm

Longitud Libre sobre Nivel Fundación ( $3d_r+7.5\text{cm}$ ) 52 cm

Longitud Libre bajo Nivel Fundación 300 cm (400cm Bloque I)

Tipo de Inyección, T.I. Inyección general, fase única

Fricción lateral (gráficos M. Bustamante) 180 MPa promedio

Coefficiente de Mayoración,  $\gamma$  1.1

Diámetro Nominal Barra Refuerzo 50 mm

Modulo Elasticidad Barra Refuerzo 205,000 N/mm<sup>2</sup> +/- 5%.

Grado del Acero 500/600 N/mm<sup>2</sup>

Fuente: Municipalidad Distrital de La Punta.

- Tipo de cimentación: Zapatas Aisladas (B=[1.5-3.6]m) y/o cimiento corrido (B=2.40 m), conectadas con vigas de cimentación.

- La capacidad admisible de cada micropilote será de:

$$Q_{adm} = 104 \text{ KN (10.4 t)}$$

- Asentamiento: Se obtiene un asentamiento máximo de 0.89 cm en un micropilote

individual y 0.93cm en el grupo de micropilotes más cargado.

Ambas alternativas son viables y dependerá del análisis económico para definir una de ellas.

Es importante señalar que la Entidad: Municipalidad Distrital de La Punta contrato bajo su responsabilidad un perito para la Revisión y Análisis Final de los Estudios de Suelos realizados por las Empresas Ghama Ingeniera S.A. y M&M Consultores S.R.L.

Ya que ambos estudios no eran coincidentes en sus conclusiones y diferían respecto a los efectos de la falla del terreno por licuefacción, en este sentido la MDLP indico y autorizo la utilización del Análisis Final realizado por Jorge E. Alva Hurtado Ingenieros S.R.L y que este conclusión sea implementada finalmente en el Estudio Definitivo y se aplique en la Ejecución De la Obra.

#### **PROPUESTAS DE MEJORAMIENTO DE TERRENO EVALUADAS:**

De acuerdo las soluciones propuestas por los Proveedores de Mejoramiento de Terreno según el Estudio y Análisis de de Jorge E. Alva Hurtado Ingenieros S.R.L se tiene el siguiente análisis comparativo: (Ver cuadro en el Anexo de Cotizaciones)

Del cuadro se puede apreciar que las propuestas más bajas son las presentadas por SOLETANCHE BACHY para inclusiones rígidas (CMC) y INCOTEC para la opción de los Micropilotes,

Fuente: Municipalidad Distrital de La Punta.

Sin embargo al comparar las soluciones técnicas y los precios finales (en coordinación y aprobación de la Entidad), se tiene que el de SOLETANCHE BACHY es S/. 1'085,127.01 Nuevos Soles (Inc. IGV) mientras que INCOTEC propone S/. 1'880,640.13 Nuevos Soles (Inc. IGV). Hay que señalar que la propuesta de INCOTEC no incluye el carguío y retiro de material de perforaciones, el servicio de energía trifásica y la evaluación permanente de pilotajes, partidas que INCOTEC considera como cobros no previstos en su cotización.

Así mismo cabe señalar que ninguna de las propuestas económicas incluye seguros, comedor, vestuarios, vías de accesos para traslado de equipos, señalización, mitigación de impacto ambiental, plataforma de trabajo, costo que se deberá añadirse a todas las propuestas.

**PROPUESTA SELECCIONADA:**

La opción seleccionada es la de SOLETANCHE BACHY, por ser la más económica.

El costo total de este proveedor incluido los trabajos no considerados en su propuesta económica sería la siguiente (Columnas de hasta 6m según EMS):

PROVEEDOR SELECCIONADO	MONEDA	PROPUESTA ECONOMICA
PROPUESTA ECONOMICA DE SOLETANCHE BACHY	S/.	736,164.40
TRABAJOS NO CONSIDERADOS POR EL PROVEEDOR		
SEGUROS CONTRA TERCEROS		17,913.81
COMEDOR, VESTUARIOS		1,820.50
VIAS DE ACCESO PARA TRASLADO DE EQUIPOS		2,648.02
SEÑALIZACION		993.00
MITIGACION DE IMPACTO AMBIENTAL		3,151.92
PLATAFORMA COMPACTADA		3,640.98
	S/.	766,332.63
GASTOS GENERALES Y UTILIDAD DE CHT (20%)	S/.	153,266.53
SUB TOTAL	S/.	919,599.16
COSTO (INC. EL IG.V.)	S/.	165,527.85
<b>TOTAL</b>		<b>1'085,127.01</b>

Fuente: Municipalidad Distrital de La Punta.

### CONCLUSIONES:

De lo expuesto se concluye que la propuesta más adecuada es la de SOLETANCHE BACHY, la cual asciende a la suma de: \$/. 1'085,127.01 (Incluido Gastos generales, utilidad y el IGV)

Sin embargo dado que el terreno donde se ejecutarán los trabajos es poco previsible y que la longitud de columnas de módulo controlado a realizarse puede ser mayor o menor; se propone que este trabajo se ejecute a precios unitarios el cual será calculado de acuerdo a la propuesta económica de SOLETANCHE BACHY según sus ratios, en ese sentido la cantidad de columnas y sus longitudes posiblemente en obra puedan variar y por ende el costo final del Mejoramiento del Terreno, el cual solo se determinara cuando se comience a ejecutar la obra..

Fuente: Municipalidad Distrital de La Punta.

