



**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**PROCESO CONSTRUCTIVO DE MUROS ANCLADOS EN  
EDIFICIO DE OFICINAS CON 3 SÓTANOS DEL DISTRITO DE  
SANTIAGO DE SURCO – LIMA.**

**PRESENTADO POR  
MANUEL ENRIQUE FLORES JARAMILLO**

**ASESOR  
JAVIER EDUARDO ARRIETA FREYRE**

**INFORME DE SUFICIENCIA PROFESIONAL  
PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL**

**LIMA – PERÚ**

**2019**



**CC BY**

**Reconocimiento**

El autor permite a otros distribuir y transformar (traducir, adaptar o compilar) a partir de esta obra, incluso con fines comerciales, siempre que sea reconocida la autoría de la creación original

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



**USMP**  
UNIVERSIDAD DE  
SAN MARTÍN DE PORRES

FACULTAD DE  
INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**PROCESO CONSTRUCTIVO DE MUROS ANCLADOS EN  
EDIFICIO DE OFICINAS CON 3 SÓTANOS DEL DISTRITO DE  
SANTIAGO DE SURCO – LIMA.**

**TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL**

**PRESENTADO POR**

**FLORES JARAMILLO, MANUEL ENRIQUE**

**LIMA – PERÚ**

**2019**





**USMP** | FACULTAD DE  
UNIVERSIDAD DE SAN MARTÍN DE PORRES | INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**PROCESO CONSTRUCTIVO DE MUROS ANCLADOS EN  
EDIFICIO DE OFICINAS CON 3 SÓTANOS DEL DISTRITO DE  
SANTIAGO DE SURCO – LIMA.**

**TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL**

**PRESENTADO POR**

**FLORES JARAMILLO, MANUEL ENRIQUE**

**LIMA – PERÚ**

**2019**

Dedico esta meta cumplida en primer lugar a Dios, por ser mi guía y fortaleza en cada momento de mi vida.

A mis padres: Manuel, Moraima y mi esposa Milagros e hijas Zuleyka y Zusetty, por todo el apoyo brindado.

Agradezco a mi querida Alma Máter,  
la Universidad de San Martín de  
Porres, por la formación profesional  
brindada y todos los conocimientos  
transmitidos a lo largo de mi etapa  
universitaria.

## ÍNDICE

	<b>Página</b>
<b>RESUMEN</b>	<b>x</b>
<b>ABSTRACT</b>	<b>xi</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>xii</b>
<b>CAPÍTULO I. TRAYECTORIA PROFESIONAL</b>	
1.1 Actividades profesionales	1
1.2 Logros alcanzados	3
1.3 Aprendizaje empírico y formal	4
1.4 Experiencia más significativa	6
<b>CAPÍTULO II. CONTEXTO EN EL QUE SE DESARROLLÓ LA EXPERIENCIA</b>	
2.1 Descripción Ejecutiva de la Empresa	7
2.2 Organización de la Empresa	8
2.3 Puestos desempeñados	10
2.4 Reseña del Proyecto en estudio	10
<b>CAPÍTULO III. ACTIVIDADES DESARROLLADAS</b>	
3.1 Presentación	12
3.2 Descripción General del Proyecto	12
3.3 Proceso constructivo del edificio de oficinas Monte Rosa	27
<b>CAPÍTULO IV. ANÁLISIS CRÍTICO DE LA EXPERIENCIA</b>	
4.1 Aporte en el área de desarrollo	48
4.2 Juicio sobre la realidad	48

4.3 Aportes y responsabilidades	49
4.4 Prácticas realizadas	49
4.5 Desarrollo profesional	50
4.6 Necesidades del Proyecto	50
4.7 Posicionamiento social alcanzado	51
<b>CONCLUSIONES</b>	<b>52</b>
<b>RECOMENDACIONES</b>	<b>53</b>
<b>FUENTES DE INFORMACIÓN</b>	<b>54</b>
<b>ANEXOS</b>	<b>56</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

	<b>Página</b>
Figura 1: Plano de Ubicación y Localización	13
Figura 2: Perfil del terreno natural: típico conglomerado	14
Figura 3: Plano de Elevación principal Calle Monte Rosa	15
Figura 4: Plano de Corte A-A' - Transversal a Edificio Monte Rosa	16
Figura 5: Plano de Corte D-D' - Longitudinal Edificio Monte Rosa	17
Figura 6: Plano de arquitectura-planta típica oficinas	18
Figura 7: Plano de arquitectura-planta típica sótanos	19
Figura 8: Plano de cimentación	20
Figura 9: Plano de anclajes: Planta general y elevación eje A	21
Figura 10: Plano de elevación de panelado-Muro anclado	22
Figura 11: Edificio de 8 niveles límite de propiedad	23
Figura 12: Perfil de cimentación del edificio de 8 pisos	24
Figura 13: Cerco del edificio colindante de 2 pisos sin columnas	24
Figura 14: Edificio de 10 niveles con dos sótanos	25
Figura 15: Edificaciones de 2 pisos colindante por el fondo	26
Figura 16: Vista desde adentro del lote del lindero frontal	26
Figura 17: Excavación masiva y eliminación de material excedente	28
Figura 18: Retroexcavadora mixta-Cuchara	29
Figura 19: Cargador y Pequeño Cargador Frontal	30
Figura 20: Trabajo combinado	30
Figura 21: Volquete de 16 m <sup>3</sup> transportando residuos	31
Figura 22: Volquetes de 20 m <sup>3</sup> transportando residuos	31
Figura 23: Procedimiento de construcción de módulos o paños	32
Figura 24: Paños vaciados del 1er anillo	32
Figura 25: Máquina perforadora e inyectora de concreto	33

Figura 26: Bomba Concretera para la lechada y Compresora	34
Figura 27: Formato de control de características del Anclaje	35
Figura 28: Perforación e Inyección de Anclajes	36
Figura 29: Perforación e Inyección de Anclajes sobre la banqueta	36
Figura 30: Tubos para perforar Anclajes	37
Figura 31: Cables de acero para los anclajes	38
Figura 32: Secuencia de anclajes	39
Figura 33: Colocación de la armadura del paño de muro anclado	40
Figura 34: Refuerzo del elemento estructural	40
Figura 35: Encofrado y vaciado de concreto	41
Figura 36: Se obsérvese anclaje tensado	41
Figura 37: Encofrado y vaciado alternado de muros	42
Figura 38: Tensado del anclaje con gata hidráulica	43
Figura 39: Armado de acero con refuerzo adicional	43
Figura 40: Excedente en Segunda hilada	44
Figura 41: Concluidos todos los paños de la primera hilada	44
Figura 42: Perforación e inyección de anclajes en la segunda hilada	45
Figura 43: Encofrado de un paño en la segunda hilada	45
Figura 44: Muros anclados concluidos	47
Figura 45: Plano de Arquitectura estacionamientos – primer sótano	57
Figura 46: Plano de Arquitectura estacionamientos-segundo sótano	57
Figura 47: Plano de Arquitectura estacionamientos-tercer sótano	57
Figura 48: Plano encofrado sótano 1	57
Figura 49: Plano encofrado sótano 2	57

## ÍNDICE DE TABLAS

	<b>Página</b>
Tabla 1: Parámetros Urbanísticos y Áreas por piso	15
Tabla 2: Lista de anclajes	57

## RESUMEN

En la actualidad, uno de los grandes retos urbanos que afronta el desarrollo urbano es el déficit de estacionamientos, hecho que ha generado un verdadero caos vehicular que se manifiesta en congestionamiento, así como la invasión de la vía pública y zonas privadas para estacionar. Por tal razón, en los distritos con gran intensidad inmobiliaria, comercial y financiera, como es el caso de Santiago de Surco, hoy en día se plantea la construcción de sótanos de gran profundidad, de varios niveles, lo cual conlleva al empleo de diferentes técnicas constructivas, dejando de lado las clásicas calzaduras.

Por ello, el presente trabajo describe y detalla los procesos del empleo de muros anclados en la construcción de edificaciones con varios sótanos, tomando como ejemplo la construcción del Edificio de Oficinas Monte Rosa ubicado en la urbanización Chacarilla del Estanque, en el Centro Financiero del distrito de Santiago de Surco, Lima – Perú.

**Palabras claves:** Muros anclados, edificio de oficinas.

## **ABSTRACT**

At present, one of the great urban challenges facing urban development is the parking deficit, a fact that has generated a real vehicular chaos that manifests itself in congestion, as well as the invasion of public roads and private parking areas. For this reason, in the districts with great real estate, commercial and financial intensity, as is the case of Santiago de Surco, today the construction of basements of great depth, of various levels, is proposed, which leads to the use of different techniques constructive, leaving aside the classic footwear.

Therefore, the present work describes and details the processes of the use of anchored walls in the construction of buildings with several basements, taking as an example the construction of the "Monte Rosa" Office Building located in the Chacarilla del Estanque urbanization, in the Financial Center from the district of Santiago de Surco, Lima - Peru.

**Keywords:** Anchored walls, office building

## INTRODUCCIÓN

Debido al crecimiento rápido de Lima surge la necesidad de aprovechar mejor los espacios físicos disponibles. Ello hace que en las nuevas construcciones se empleen, cada vez con mayor frecuencia varios sótanos, lo cual a su vez amerita nuevas técnicas constructivas.

Dentro de ellas se puede mencionar a los muros anclados. Estos pueden ser caros, comparados con una calzadura artesanal, pero el impacto en el costo del edificio no es importante, más aún si los precios de los inmuebles en el mercado se han elevado por demanda. Esta es una manera real de proteger la vida de los trabajadores y las propiedades adyacentes. Es por eso que, también se analizarán aspectos de costos de ambos sistemas.

El sistema de muros anclados es oportuno emplearlo por su rápido desarrollo en la protección de las paredes laterales de la excavación masiva, ya que antes de iniciarse la excavación existía entre el suelo adyacente a la edificación y el mismo, un equilibrio de empujes; y que, al retirarse parte del suelo, se origina un déficit de tensiones, produciéndose una deformación horizontal del terreno por debajo del nivel de cimentación. Los muros anclados han sido diseñados para resistir la tracción de los tirantes, los cuales transmitirán el esfuerzo aplicado hacia la línea de falla del suelo.

La aplicación de este sistema es adecuada para edificaciones con sótanos mayores de 7m de profundidad, ya que presenta mayor seguridad estructural, rapidez y ahorro de material, y las pantallas reciben las cargas, a la vez componen la estructura del edificio a construirse.

El presente trabajo de suficiencia profesional desarrolla la técnica constructiva de los muros anclados en el Edificio de Oficinas Monte Rosa del distrito de Santiago de Surco.

## **CAPÍTULO I**

### **TRAYECTORIA PROFESIONAL**

#### **1.1 Actividades profesionales**

En el camino del desempeño profesional, el graduado ha realizado diversos e importantes trabajos en el área de la ingeniería civil, en corporaciones Bancarias, Financieras y recaudadoras, como también privadas con mayor preponderancia. A continuación, se detallan las empresas en el que ha evolucionado e instruido la experiencia. Se especifican fechas de las obras ejecutadas, cargo, roles, responsabilidades y funciones desempeñadas.

#### **AGOSTO 2017 - JULIO 2019 ELCOINGENIERO SAC**

CARGO: Supervisor Responsable de la remodelación de la oficina  
GRUPO SCOTIABANK, a nivel nacional.

FUNCIÓN: Supervisar, controlar, planificar los recursos.

#### **ABRIL 2015 - JULIO 2017 ELCOINGENIERO SAC**

CARGO: Asistente del ingeniero Supervisor en la construcción de muros  
anclados, empresa responsable C&E Gerencia y Construcción SAC

FUNCIÓN: Control del proceso constructivo.

#### **OCTUBRE 2014 - MARZO 2015 LUGUS CONTRATISTA SAC**

CARGO: Supervisor Responsable de la remodelación de la oficina DE  
LA DERRAMA MAGISTERIAL SEDE IQUITOS-PIURA-CAJAMARCA

FUNCIÓN: Supervisar, controlar, planificar los recursos.

**AGOSTO 2012- AGOSTO 2014 C&E Gerencia y Construcción SAC**

CARGO: Supervisor Responsable de equipamientos del sistema de Extracción de Monóxido, Presurización de escaleras, Sistema de Agua Contra Incendios en edificaciones de 9 Sótanos y 20 Pisos.

FUNCIÓN: Supervisar, controlar, planificar los recursos.

**ABRIL 2009- Julio 2012 LFJ Servicios Generales**

CARGO: Responsable de las Remodelación de Agencias Bancarias y Oficinas.

FUNCIÓN: Supervisar, controlar, planificar los recursos, y revisión del sistema de evacuación para la revisión de INDECI.

**OCTUBRE 2008- MARZO 2009 Elcoingeniero SAC**

CARGO: Responsable de Remodelaciones de Oficinas

FUNCIÓN: Supervisor de albañilería en seco, aire acondicionado, cableado estructurado en cat-6, eléctrico, y aparatos sanitarios. Planos de evacuación y planos de señales de seguridad. (Oficinas de SCI)

**ENERO 2003- SETIEMBRE 2008 Nafisini SAC**

CARGO: Responsable de la parte eléctrica y sanitaria de edificios en construcción de departamentos.

FUNCIÓN: Supervisar, controlar los recursos de la obra.

**MAYO 2002- DICIEMBRE 2002 Elco Perú SAC**

CARGO: Jefatura de remodelaciones de oficinas

FUNCIÓN: Supervisar, controlar, planificar los recursos de la distribución de muebles modulares, cableado estructurado, eléctrico, alarmas, y rutas de evacuación.

**ABRIL 1999-ABRIL 2002 Banco Wiese Sudameris**

CARGO: Asistente del Residente de remodelación muebles modulares (torre Wiese)

FUNCIÓN: Supervisar, controlar y planificar los recursos de la obra.  
TORRE WIESE del piso1-M-2-3-4-7-12-13-15 y piso17.

### **ENERO 1999-MARZO 1999 SICSA**

CARGO: Asistente de implementación del sistema eléctrico en la Nueva Sede del Banco de Lima.

FUNCIÓN: Supervisar, controlar, planificar los recursos.

## **1.2 Logros alcanzados**

El graduado ha logrado desempeñar importantes funciones en diversas obras de ingeniería civil en edificaciones y sobre todo en oficinas financieras, lo cual le ha permitido lograr mayores conocimientos sobre las especialidades de ingeniería civil, mejorando su técnica de conexión y decisión, adaptándola la forma de su estilo de comunicación según las características de las personas, obteniendo la confianza de estas. La experiencia de dirigir diversas obras de remodelación e implementación de oficinas financieras, han dado como resultado que el graduado tenga la capacidad de potenciar los conocimientos adquiridos en las aulas de la Facultad de Arquitectura e Ingeniería de la Universidad de San Martín de Porres. A través del tiempo se ha logrado la confianza necesaria para ejercer con sabiduría la profesión, cuando se firman las conformidades de obra de cada proyecto y se hace la entrega de importantes obras a satisfacción del cliente.

Podemos mencionar los logros siguientes:

- Capacidad de dirigir, planificar, controlar las partidas de la edificación de muros anclados en edificios de oficinas con sótanos.
- Lograr la realización de diferentes proyectos en beneficio, progreso y desarrollo de usuarios y clientes.
- Especialización en obras en seco (tabiquería en *drywall*).

- Especialización en instalación de falsos cielos en planchas de *drywall* y baldosas de fibra mineral.
- Especialización en losas flotantes de concreto armado para equipos de aire acondicionado (condensadores).
- Especialización en construcción de bóvedas de seguridad, doble enmallado y concreto de F”c280kg/cm2.
- Especialista en diseñar la estrategia adecuada para la distribución de circuitos eléctricos y red de cableado estructurado, Sistema de seguridad CCTV, Sistema de climatización y muebles modulares en melanina.
- Especialización en coordinar con personal de equipamiento y personal a cargo para programar las estrategias de ejecución de obra en los diferentes frentes de trabajo
- Coordinación adecuada y anticipada para la adquisición de los materiales adecuados, personal adecuado y todo lo necesario para la puesta en marcha. Y Gestión de calidad en todo el proceso de la ejecución de las obras.

### **1.3 Aprendizaje empírico y formal**

Durante todos estos años, la experiencia adquirida por el graduado, le ha permitido aportar en dar soluciones a problemas muy complejos cuando se ejecutan obras de gran complejidad con diferentes niveles de pisos, sótanos, con muros anclados, procesos de acabados de pisos terminados con porcelanato, cerámica, falsos cielos suspendidos en planchas de *drywall* y baldosas de fibra mineral y elaboración de losa flotante para condensadores.

Ello considerando como principales herramientas el planeamiento estratégico y programación de la obra, adquisición de la mano de obra

calificada y adquisición oportuna de los materiales adecuados, con una gestión previa al inicio de las obras a ejecutar.

A continuación, se indican los conocimientos adquiridos por el graduado en el desempeño de las funciones realizadas:

- Conocimiento de diferentes procesos constructivos para las oficinas de entidades financieras.
- Diseñar el plan estratégico del proceso constructivo de muros anclados en edificios de oficina con excavaciones profundas para ejecutarlas en el menor tiempo.
- Dirección y programación de obra
- Conocimiento de manejar concretos de alta Resistencia de concreto en cimentaciones y losa de bóvedas de seguridad.
- Manejo del acabado de pisos súper planos en porcelanato
- Elección del correcto anclaje de soportes para la instalación de falso cielos.
- Procedimientos de seguridad y calidad en obra
- Control del flujo de caja de cada proyecto en ejecución
- Elaboración del *dossier* de calidad para cada obra ejecutada

#### **1.4 Experiencia más significativa**

La experiencia más significativa del graduado se desarrolló en el proceso edificatorio de muros anclados en edificios de oficinas con excavaciones profundas; asimismo, en desarrollar obras de la Remodelación e Implementación de oficinas en entidades Financieras en los departamentos de Tumbes, Piura, Cajamarca e Iquitos, cuyos propietarios fueron el Grupo Scotiabank Perú y La Derrama Magisterial.

## **CAPÍTULO II**

### **CONTEXTO EN EL QUE SE DESARROLLÓ LA EXPERIENCIA**

#### **2.1 Descripción Ejecutiva de la Empresa**

La Empresa Elcoingeniero SAC se creó el 01 de Julio del año 2008, está ubicada en la Av. Las Casuarinas MZ-B, L-4243 - Piura, provincia y departamento de Piura. Es una empresa dedicada a proyectos de obras civiles, industriales e implementación y remodelación de oficinas financieras, que ofrece sus servicios a todas las empresas del país, apoyada de profesionales de alto nivel y experimentados.

Actualmente, es una de las empresas especializadas en obras civiles y remodelación e implementación de obras en seco *drywall*, falso cielos rasos, cableado estructurado, instalaciones eléctricas, Circuito Cerrado de Televisión (CCTV), aire acondicionado y muebles en melamina. La empresa cuenta con un portafolio de productos y servicios desarrollados a la medida de las necesidades.

El servicio involucra asesoría técnico – comercial en todas y cada una de las etapas que conciernen al diseño y puesta en marcha de un proyecto industrial, ya sea bajo la modalidad de habilitación de suministro de materiales, ejecución de obra, mantenimiento o servicio técnico de nuestros equipos.

## 2.2 Organización de la Empresa

La empresa se conforma por tres divisiones importantes:

- 1) Remodelación de oficinas.** - Las remodelaciones de oficinas se basan en la necesidad de incrementar más puestos de trabajo sin perder la viabilidad de seguridad y evacuación que constan en división de construcción en seco por ser rápidas en su instalación y accesibilidad para las diferentes instalaciones en los tabiques. Se basa en la instalación de tabiquería de perfiles y placas de *drywall*, falsos cielos de planchas de *drywall* y baldosas de fibra mineral. Se instalan tomando las previsiones de ductería para las instalaciones eléctricas, instalaciones sanitarias, así como las instalaciones de equipos de aire acondicionado, cableado estructurado, alarmas y sistema de CCTV.

Para el desarrollo de los proyectos la empresa trabaja muy coordinadamente con el cliente para definir los detalles de arquitectura, y así lograr tabiques funcionales de acuerdo a las necesidades del proceso y logística, con lo cual se logra definir las condiciones que permitan tener diseños muy eficientes tanto en la parte civil como acústica. Además, se involucran los proyectos correspondientes a las otras divisiones especializadas como Instalaciones eléctricas, sanitarias, cableado estructurado, alarmas, aire acondicionado sistema de CCTV.

La alta demanda de espacios y el poco tiempo que se requiere para implementar nuevos puestos de trabajo hace que hoy en día se acuda a la utilización de la construcción en seco, lo hace muy fácil, ágil y versátil; los sistemas se diseñan basados en el análisis profundo de las necesidades del usuario respetando el Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE) y el Código Nacional de Electricidad (CNE).

**2) Área de arquitectura.** - Se realiza ingeniería básica y de detalle incluyendo especificaciones técnicas, memorias descriptivas, planos de distribución y planos de evacuación y señaléticas.

Todo el trabajo del área de Ingeniería se basa en la premisa de superar las expectativas del cliente.

**3) División de Ingeniería.** - Se realizan los seguimientos de los procesos constructivos de muros anclados, y utilización de materiales y equipos coordinando las oficinas de Grupo Scotiabank de Perú, las cuales se mencionan a continuación:

a) Crediscotia SAC. - Oficina Financiera en Piura, Oficina Financiera Talara-Piura, Oficina financiera Paita-Piura, Oficina Financiera Sullana-Piura, Oficina Financiera en Chiclayo-Lambayeque.

b) Derrama Magisterial. - Oficinas en Chiclayo, oficina en Tumbes, oficina en Piura, Oficina en Chulucanas-Piura, Oficina en Cajamarca, Oficina en Iquitos.

c) Servicio cobranzas e Inversiones SAC.- Oficinas en Tumbes, Oficina en Talara-Piura, Oficina en Paita-Piura, Oficina en Piura-Piura, Oficina en Chiclayo, Oficina en Cajamarca, Oficina en Trujillo-Trujillo, Oficina en Chimbote-Ancash, Oficina en San Juan de Lurigancho - Lima, Oficina en San Juan de Miraflores -Lima, Oficina en Los Olivos-Lima, Oficina en San Miguel-Callao-Lima, Oficina en Chincha-Ica, Oficina en Ica, Oficina en Tacna, Oficina en Arequipa, Oficina en Juliaca-Puno, Oficina en Puno-Puno, Oficina en Cusco, Oficina en Pucallpa, Oficina en Jaén-Cajamarca, Oficina en Moyobamba- San Martín, Oficina en Tarapoto-San Martín, Oficina en Iquitos, Oficina en Lima.

d) Scotiabank. - Oficina en Piura, Oficina en Talara, Oficina en Paita, Oficina Sullana, Oficina en Chiclayo-Lambayeque, Oficina en Comas -Lima, Oficina en San Isidro –Lima; ya se a bajo la modalidad de

habilitación de suministro de materiales, ejecución de obra, mantenimiento o servicio técnico de nuestros equipos.

### **2.3 Puestos desempeñados**

Durante la permanencia en la Empresa Elcoingeniero SAC, al graduado se le asignó el cargo de Asistente del Ing. Residente y Jefe de Proyecto en las siguientes obras:

- Proceso Constructivo de muros anclados en el edificio de oficinas de 11 pisos y tres sótanos del distrito de Santiago de Surco-Lima.
- Remodelación e Implementación de las oficinas de Servicio Cobranzas e Inversiones SAC, Talara, Sullana, Paita, Piura, Piura, Chiclayo-Lambayeque, Trujillo-La Libertad, Ica-Ica, Tacna-Tacna, Arequipa-Arequipa, Puno-Puno, Cusco-Cusco, Tarapoto -San Martín, Jaén-Cajamarca, Cajamarca-Cajamarca, Iquitos-Iquitos, San Juan de Lurigancho-Lima, San Juan de Miraflores-Lima, Los Olivos-Lima, Lima-Lima, y San Miguel-Callao.
- Remodelación e Implementación de las oficinas de Crediscotia SAC, Paita, Piura - Piura, Chiclayo-Lambayeque.
- Remodelación e Implementación de las oficinas de Scotiabank SAA - Piura, Chiclayo-Lambayeque, Comas-Lima.
- Remodelación e Implementación de las oficinas de La Derrama Magisterial, Tumbes - Tumbes, Chulucanas-Piura, Piura-Piura, Chiclayo-Chiclayo, Cajamarca-Cajamarca, Iquitos-Iquitos.

### **2.4 Reseña del Proyecto en estudio**

El proyecto consiste en un edificio de oficinas de 3 sótanos, 11 pisos y azotea, actualmente en ejecución. Tiene 72 oficinas y 206 estacionamientos y cuenta con Licencia de Edificación Nueva aprobada por

la Municipalidad de Santiago de Surco originalmente con el diseño de calzaduras, pero finalmente ejecutada con el sistema de Muros Anclados realizados con la empresa *Pilotes Terratest del Perú S A*

## **CAPÍTULO III**

### **ACTIVIDADES DESARROLLADAS**

#### **3.1 Presentación**

El proyecto, materia de estudio, comprende la construcción de un edificio de 3 sótanos, 11 pisos y azotea, para el uso de Oficinas, ubicado en la Calle Monte Rosa, manzana C, lotes 8 y 9, urbanización Chacarilla del Estanque, en el Centro Financiero del distrito de Santiago de Surco. A su vez cuenta con zonificación comercial CZ (Comercio Zonal). Fue aprobado por la Comisión Técnica Calificadora de Proyectos en todas las especialidades, y en particular, en Estructuras fue aprobada la cimentación con el diseño de calzaduras, pero se tomó la decisión de hacerla con el sistema de Muros Anclados con la empresa *Pilotes Terratest del Perú S.A.*, por las consideraciones que se explican en este estudio. El área del terreno es de 1201.20 m<sup>2</sup>, 30.80 m. por el frente y 39.00 por los lados derecho e izquierdo y 30.90 por el fondo.

#### **3.2 Descripción General del Proyecto**

##### **3.2.1 Ubicación geográfica**

El proyecto de Construcción del Edificio de Oficinas Monte Rosa está ubicado en la Calle Monte Rosa, manzana C, lotes 8 y 9, urbanización Chacarilla del Estanque, en el Centro Financiero del distrito de Santiago de Surco, Lima – Perú, el cual se indica en la figura 1.

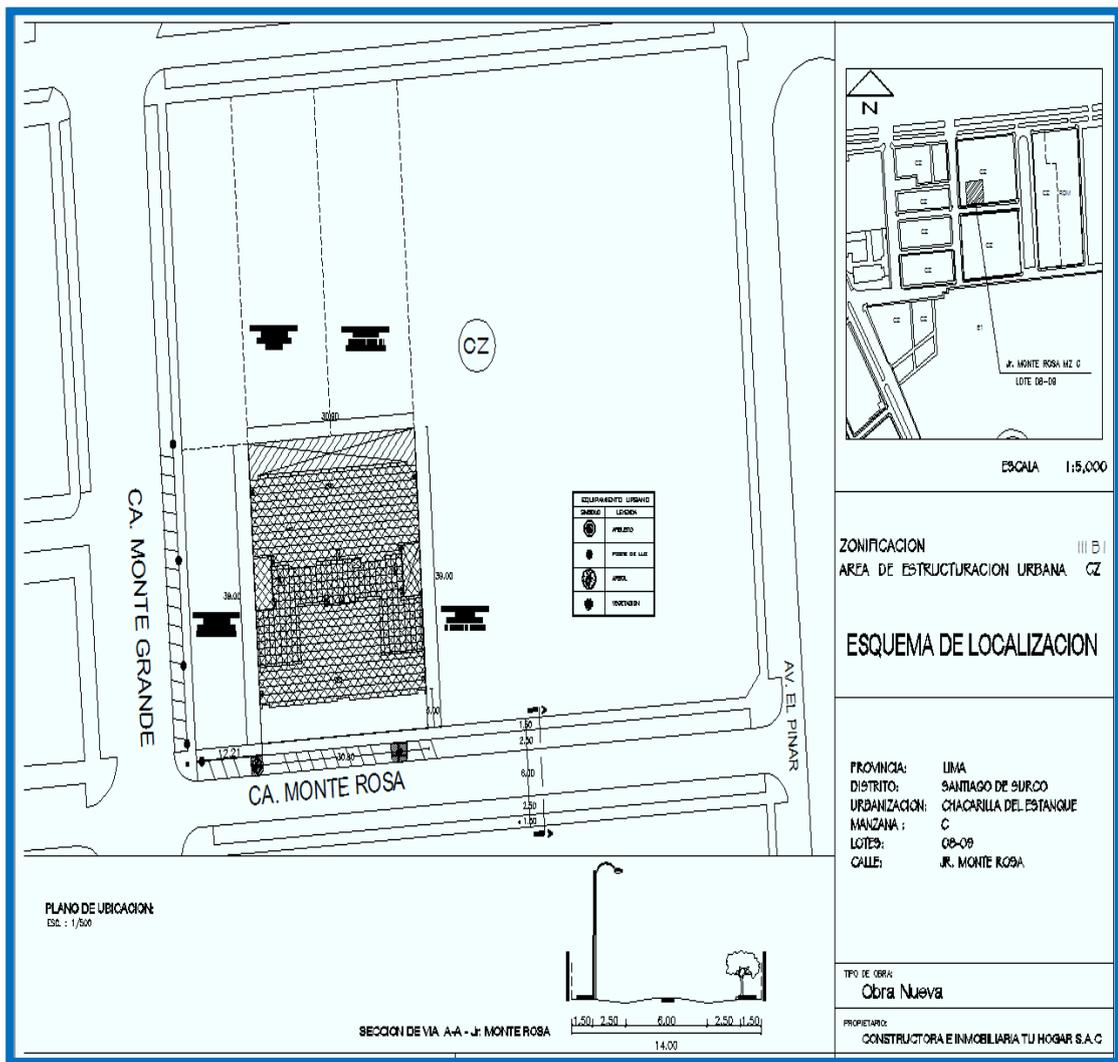


Figura 1: Plano de Ubicación y Localización  
 Fuente: Municipalidad de Santiago de Surco

### 3.2.2 Características del terreno

El terreno es un conglomerado de grava con resistencia  $\sigma = 4.50 \text{ Kg/cm}^2$ . El suelo presente en la profundidad activa de cimentación está conformado por una arena mal graduada, en estado semidenso. Este material granular es de partículas subredondeadas y no presenta fracción gruesa como se indica en la figura 2.



Figura 2: Perfil del terreno natural: típico conglomerado  
Fuente: Fotografía tomada en obra de Santiago de Surco

Según el estudio de suelos, las condiciones de cimentación plantean la alternativa de cimentación con zapatas aisladas de concreto armado, zapatas corridas, zapatas conectadas a una profundidad de desplante de 1.40m., compactadas mediante el uso de equipo manual, antes del vaciado del concreto. A este tipo de suelo le corresponde: 4.50 kg/cm<sup>2</sup>.

### 3.2.3 Datos relativos a la obra

#### a) Arquitectura

El área del terreno es de 1,201.20 m<sup>2</sup>. y el área total construida en los 3 sótanos, 11 pisos y azotea es de 13,849.78 m<sup>2</sup>. Se plantean 206 estacionamientos para 72 oficinas con áreas que van de 80.00 a 150.00 m<sup>2</sup>. Los estacionamientos están distribuidos en 5 pisos, 3 de los cuales son sótanos más el primero y el segundo piso. Por debajo del tercer sótano, en el nivel -13.20 se ubica la cisterna que mide 20.00 m. de largo, 5.00 m. de ancho y 3.00 m. de profundidad.

En la tabla 1 del siguiente cuadro se muestran las áreas por piso, el uso y los parámetros urbanísticos y edificatorios del proyecto del Edificio de Oficinas Monte Rosa, así como se indica la Elevación principal en la figura 3,4 y 5, en la figura 6 se indica los planos de arquitectura-Plano típico de oficinas y en la figura 7 se indica el Plano de arquitectura-Plano típico de sótanos.

Tabla 1: Parámetros Urbanísticos y Áreas por Piso

CUADRO NORMATIVO			CUADRO DE AREAS ESC. : 1/200	
PARAMETROS	PARAMETROS SEGUN NUEVO PLAN URBANO	PROYECTO	AREAS	TOTALES
			TERCER SOTANO	1191.30 m <sup>2</sup>
USOS PERMISIBLES Y COMPATIBLES	COMERCIO - PDM	OFICINAS	SEGUNDO SOTANO	1191.30 m <sup>2</sup>
FRENTE MINIMO	-----	30.80 ml	PRIMER SOTANO	1191.30 m <sup>2</sup>
LOTENORMATIVO	LOTEBIBLENTE	1,201.20 m <sup>2</sup>	PRIMER PISO	1040.98 m <sup>2</sup>
ALTURA MAXIMA	31.60 ML + 2.00 ML = 33.60 ML	33.60 ml	SEGUNDO PISO	975.27 m <sup>2</sup>
RETIRO FRONTAL JR. MONTEROSA	6.00 ml	6.00 ml	TERCER PISO	866.19 m <sup>2</sup>
RETIRO LATERAL	-----	-----	CUARTO PISO	866.19 m <sup>2</sup>
ALINAMIENTO DE FACHADA	12.00 ml	12.00 ml	QUINTO PISO	866.19 m <sup>2</sup>
ESTACIONAMIENTOS	<small>PARA EL USO DE OFICINAS SE CONSIDERA 1 ESP/POR CADA 40 M<sup>2</sup> DE AREA TECNICA DE OFICINAS</small> 308 ESTACIONAMIENTOS PARA ESTACIONAR	38 ESTACIONAMIENTOS DOBLES	SEXTO PISO	866.19 m <sup>2</sup>
		127 ESTACIONAMIENTOS SIMPLES	SEPTIMO PISO	866.19 m <sup>2</sup>
		TOTAL:308 ESTAJOS DE ESTACIONAMIENTOS	OCTAVO PISO	866.19 m <sup>2</sup>
			NOVENO PISO	866.19 m <sup>2</sup>
			DECIMO PISO	866.19 m <sup>2</sup>
			DECIMO PRIMER PISO	866.19 m <sup>2</sup>
			AZOTEA	216.22 m <sup>2</sup>
			OTRAS INSTALACIONES	120.70 m <sup>2</sup>
			AREA CONSTRUIDA TOTAL	13,649.76 m <sup>2</sup>
			AREA DE TERRENO	1,201.20 m <sup>2</sup>

Fuente: Municipalidad de Santiago de Surco



Figura 3: Plano de Elevación principal Calle Monte Rosa

Fuente: Municipalidad de Santiago de Surco

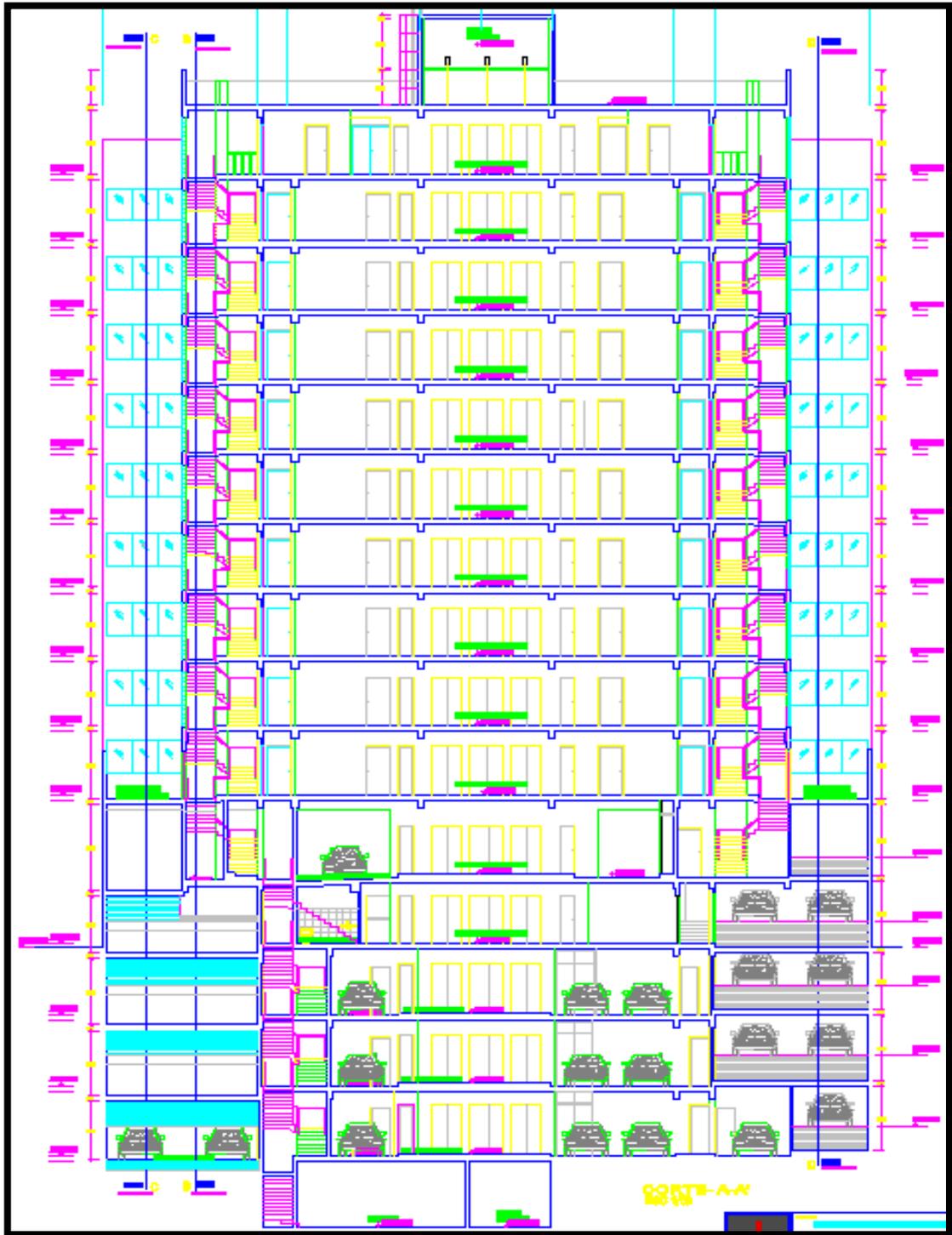


Figura 4: Plano de Corte A-A'- Transversal a Edificio Monte Rosa  
Fuente: Municipalidad de Santiago de Surco

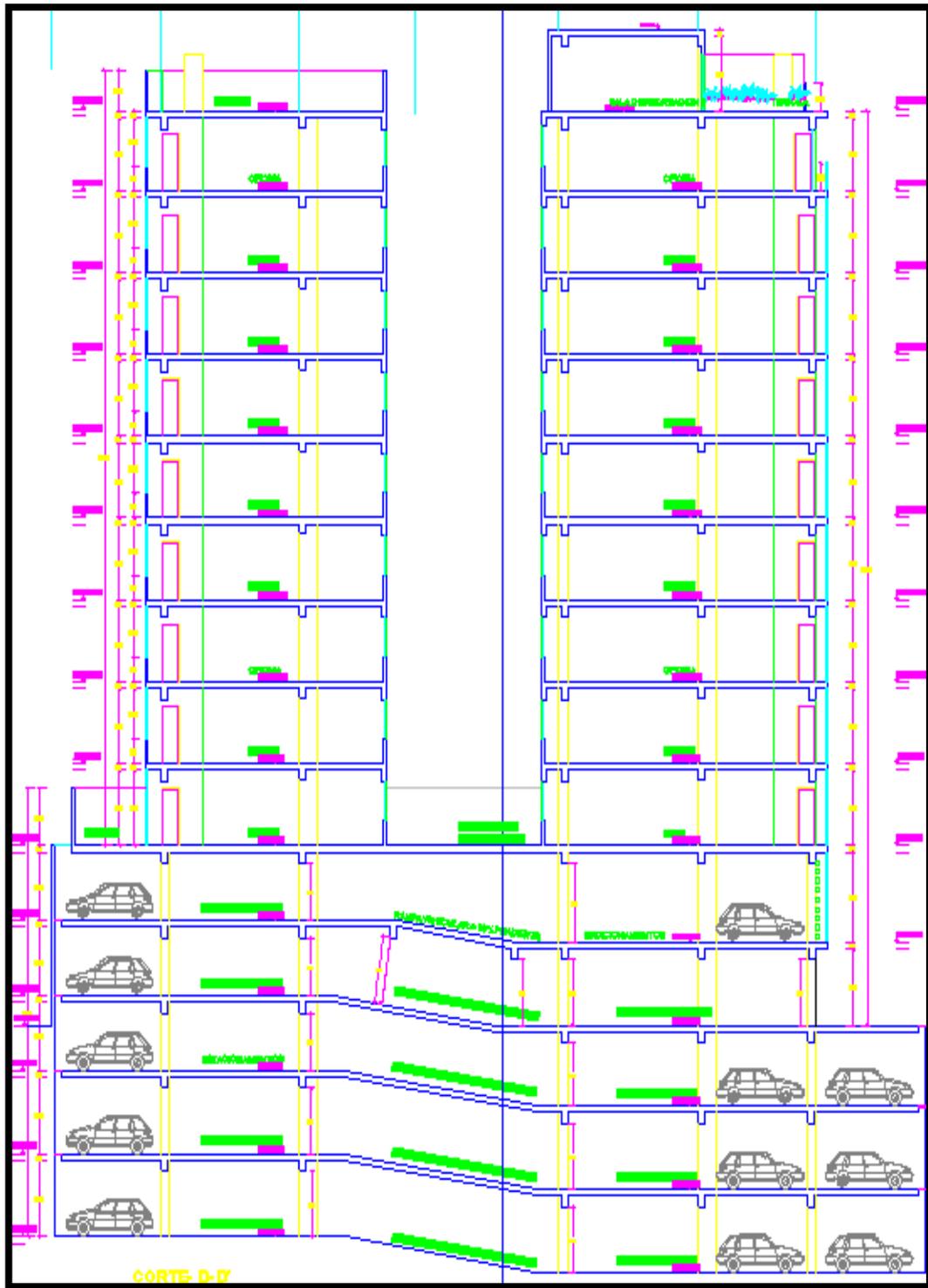


Figura 5: Plano de Corte D-D'- Longitudinal Edificio Monte Rosa  
Fuente: Municipalidad de Santiago de Surco

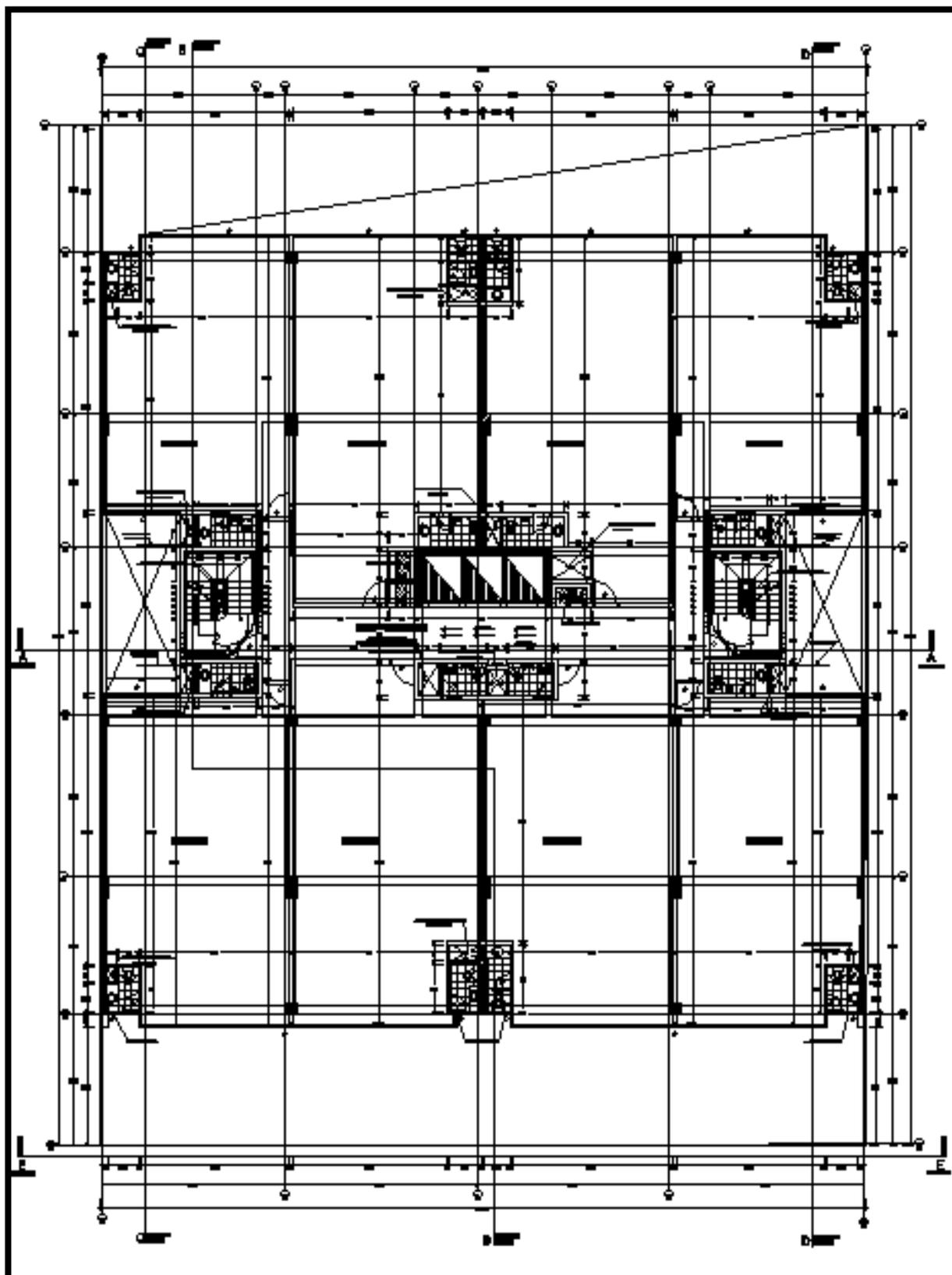


Figura 6: Plano de arquitectura-planta típica oficinas

Fuente: Municipalidad de Santiago de Surco

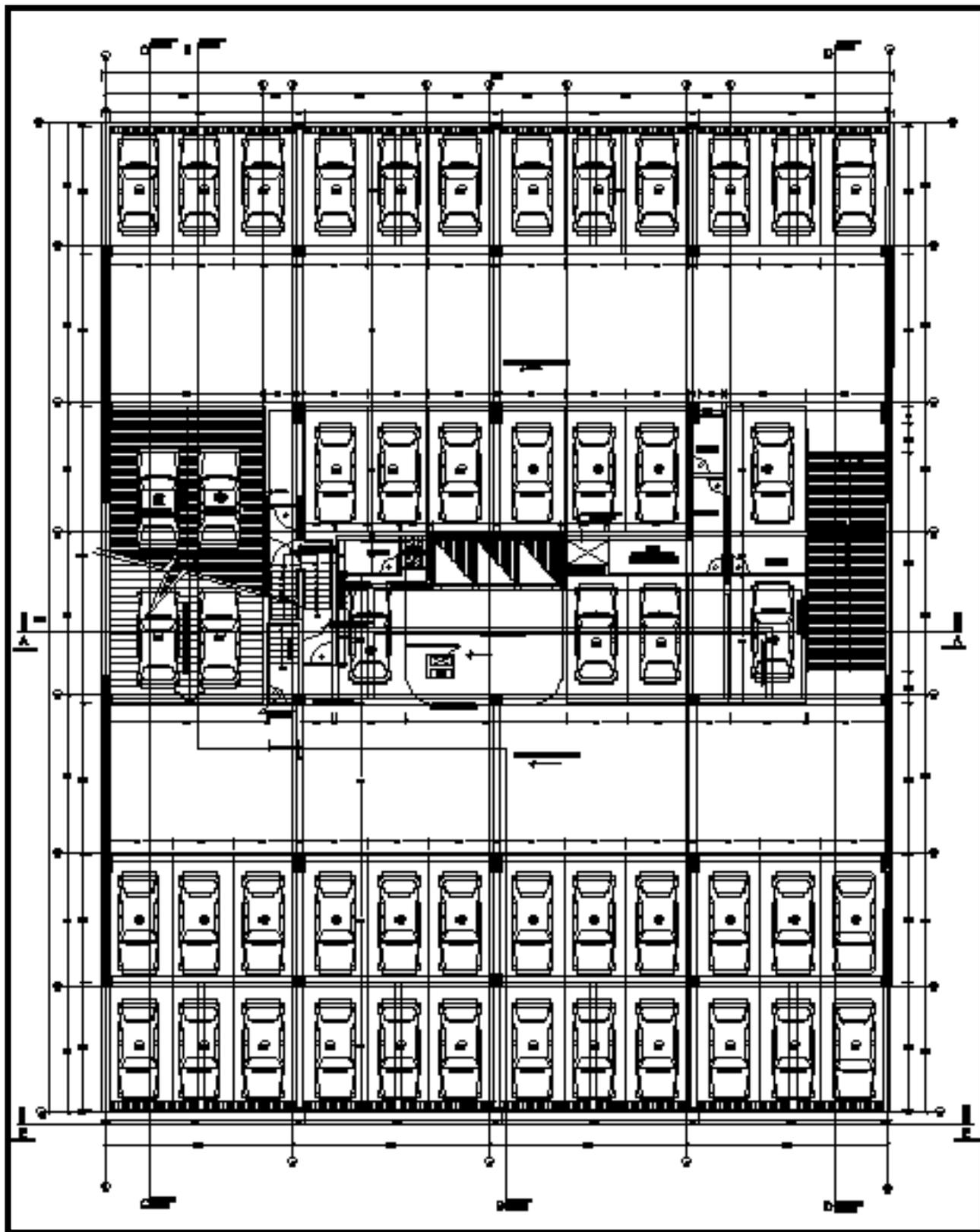


Figura 7: Plano de arquitectura-planta típica sótanos

Fuente: Municipalidad de Santiago de Surco

## b) Estructuras

El tercer sótano tiene el nivel de falso piso -9.10m. La cimentación planteada por el proyectista es un sistema de zapatas aisladas, zapatas conectadas y vigas de cimentación, cuya distribución se muestra en la figura 8. Asimismo, se indica en la figura 9 el plano de todos los anclajes considerados por la empresa Pilotes Terratest (empresa proyectista de los muros anclados) y en la figura 10 se ve el plano de elevación de panelado de correlación de los muros pantalla, alternativa presentada por PTP.

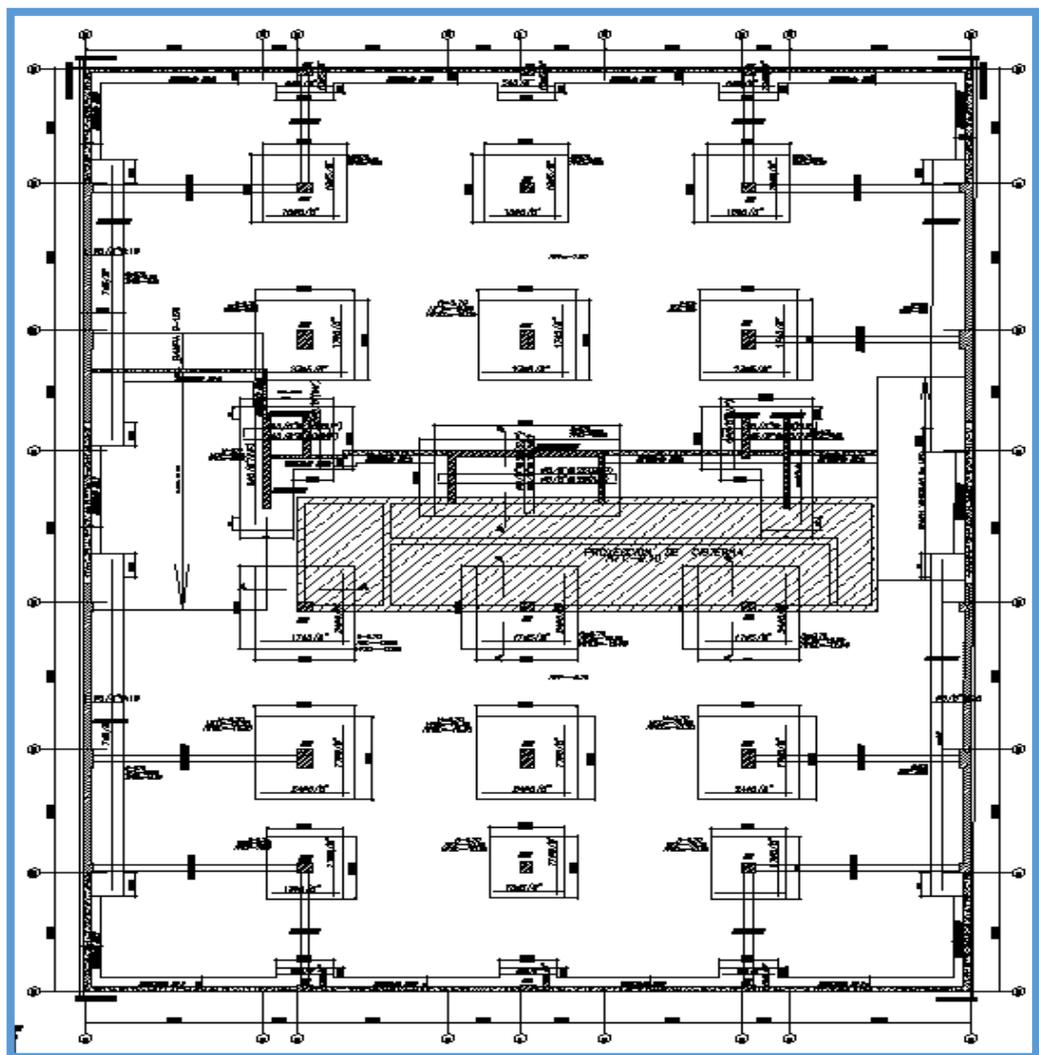


Figura 8: Plano de cimentación

Fuente: Municipalidad de Santiago de Surco



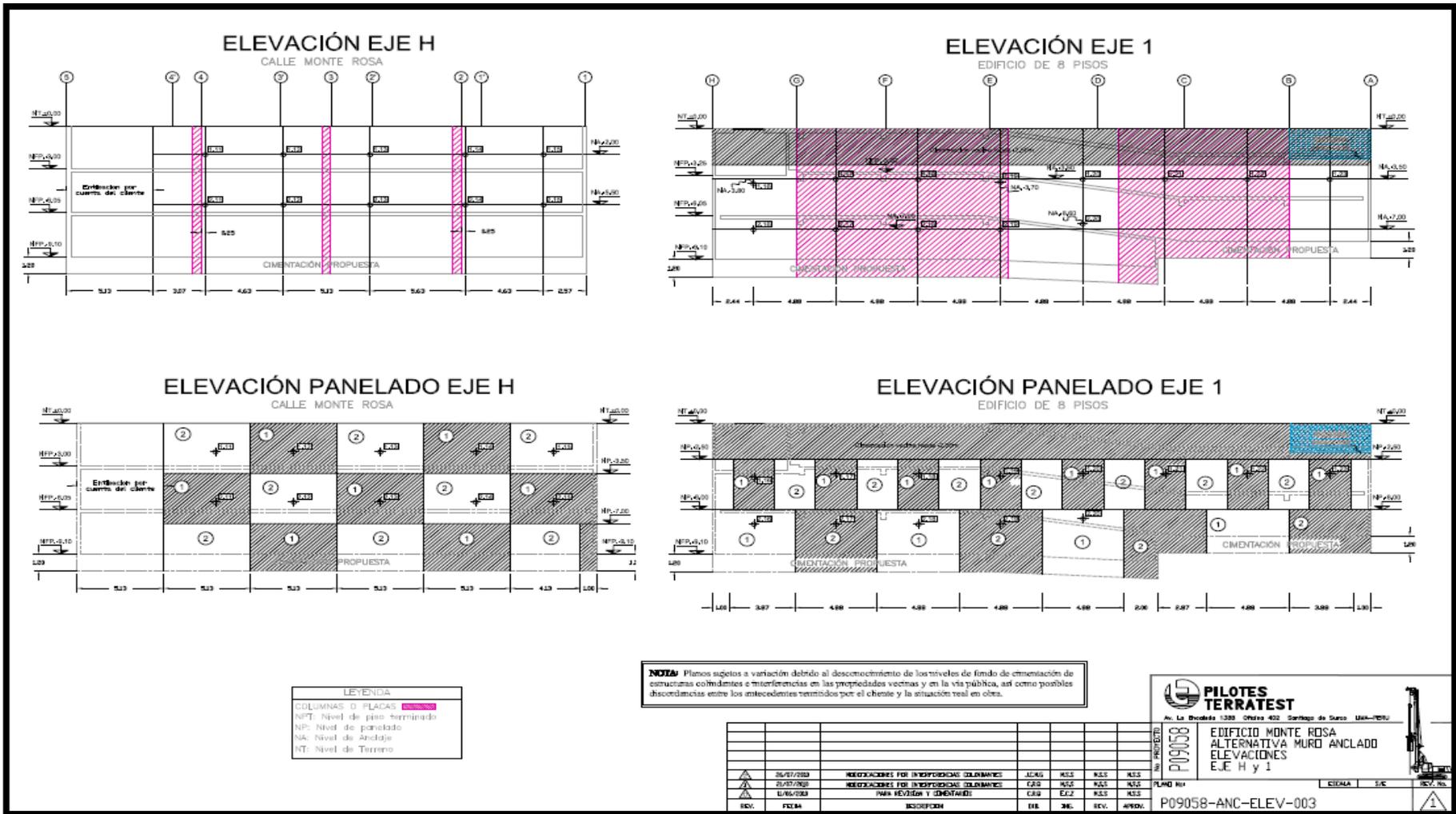


Figura 10: Plano de elevación de panelado-Muro anclado

Fuente: Pilotes Terratest

El terreno está ubicado entre medianeras de la siguiente manera: Por la izquierda entrando con un edificio de ocho (08) pisos, como se indica en la figura 11 de aproximadamente 25 años de antigüedad en buen estado de conservación que no cuenta con sótanos. En la excavación masiva se descubrió la altura de su cimentación de 0.70 m., poco profunda de concreto ciclópeo. Se verificó, además, atrás, colindante con el terreno, la cimentación y estructura de una cisterna más profunda que el fondo de su cimentación, en la figura 12 se indica el fondo de cimentación por la cisterna existente.



Fuente: Fotografía tomada en obra de Santiago de Surco  
Figura 11: Edificio de 8 niveles límite de propiedad



Figura 12: Perfil de cimentación del edificio de 8 pisos  
Elaboración: el autor



Figura 13: Cerco del edificio colindante de 2 pisos sin columnas  
Elaboración: el autor

**Por el lindero derecho,** entrando, con un edificio de 10 pisos con 2 sótanos como se indica en la figura 14 de 02 años de antigüedad en muy buen estado de conservación. En la construcción de sus sótanos ha ejecutado dentro de nuestro terreno, calzaduras con una profundidad de 7.00 m. y un espesor de hasta 1.50 m. Su sistema constructivo es de pórticos y muros de corte.



Figura 14: Edificio de 10 niveles con dos sótanos

Elaboración: el autor

**Por el lindero del fondo:** Con edificaciones de dos pisos en no muy buen estado donde se observa en la figura 15-16, el nivel del fondo de cimentación, el cual nos indica que no hay columnas, área en la cual se ubicó la primera hilada de Muros Anclados.



Figura 15: Edificaciones de 2 pisos colindante por el fondo  
Elaboración: el autor



Figura 16: Vista desde adentro del lote del lindero frontal  
Elaboración: el autor

### **3.3 Proceso constructivo del edificio de oficinas Monte Rosa**

A continuación, se expondrá el proceso constructivo de la ejecución de la cimentación con Muros Anclados de los sótanos de un edificio de oficinas ubicado en la Calle Monte Rosa, Manzana C, lotes 8 y 9, urbanización Chacarilla, Santiago de Surco.

En la ejecución de los trabajos de cimentación profunda con muros anclados, con fines de reducir los tiempos muertos, se hace imprescindible realizar la coordinación de la programación con los contratistas quienes tienen bajo su responsabilidad el movimiento de tierras, con los ejecutores de los muros de concreto armado y con la empresa encargada de realizar las perforaciones, inyecciones y tensado de los anclajes (Pilotes Terratest del Perú SA en este caso).

Se debe destacar la importancia que en esta etapa tienen las maquinarias de movimiento de tierras porque son ellas las que abren los frentes de trabajo para los contratistas de la ejecución de los anclajes y para los ejecutores del acero, encofrado y concreto de los paños a ser tensados.

#### **3.3.1 Excavaciones masivas**

En el edificio Monte Rosa, la excavación masiva se hizo con una retroexcavadora que posteriormente arrastra y acumula el material excavado para que el cargador frontal los cargue al volquete, quien se encarga de la eliminación del suelo, como se ve en la figura 17 y 19. La excavación se programó por etapas determinadas por cada hilada de anclajes. En la primera hilada se hizo hasta la profundidad requerida para realizar los anclajes.

En el proceso se descubrió el nivel de la cimentación de las edificaciones vecinas colindantes más críticas o vulnerables que fueron por el lindero izquierdo, el edificio de 8 pisos con una cimentación superficial de aproximadamente 0.70 m. y por el lindero del fondo con edificaciones de 2 pisos, también con cimentación superficial de 0.60 m. y el cerco sin columnas que encierra un patio.

Las excavaciones se desarrollaron de acuerdo con los niveles determinados en los planos de diseño para cada nivel de muros.



Figura 17: Excavación masiva y eliminación de material excedente  
Elaboración: el autor

Las maquinarias empleadas en la excavación masiva fueron cargadores frontales: adecuado para la excavación y eliminación de material excedente en la primera hilada, donde aún no se había profundizado la excavación.

**Pequeño cargador frontal con retroexcavadora:** también adecuado para excavaciones menores. En la parte de la retroexcavadora se le puede cambiar el accesorio por el de martillo, como se indica en la figura 18. Esto fue muy útil para la demolición de calzaduras de 7.00 m. de profundidad que invadieron el terreno cuando se construyó el edificio vecino de 10 pisos colindante por el lado derecho (eje 5).

Volquetes de 16 m<sup>3</sup> a 20 m<sup>3</sup>: En los momentos de mayor eliminación de material excedente se usaron hasta 8 volquetes que llegaron a hacer en una jornada hasta 36 viajes.

**Retroexcavadora de Orugas:** fue de mucha utilidad en el trabajo de Excavación masiva y eliminación de material excedente en el desarrollo de la segunda hilada de anclajes, porque su cuchara alcanza mayor altura y profundidad y fue muy versátil para moverse dentro del terreno excavado. Fue la máquina más usada en casi todo tipo de trabajos incluyendo la excavación y perfilado de banquetas para realizar los anclajes.

**Retroexcavadora de Llantas:** fue de mucha utilidad en el trabajo de eliminación de material excedente de la segunda hilada de anclajes porque su cuchara alcanza mayor altura y profundidad, ver figura 18.



Figura 18: Retroexcavadora mixta-Cuchara  
Fuente: Fotografía tomada en obra de Santiago de Surco



Figura 19: Cargador y Pequeño Cargador Frontal  
Fuente: Fotografía tomada en obra de Santiago de Surco



Figura 20: Trabajo combinado  
Fuente: Fotografía tomada en obra de Santiago de Surco



Figura 21: Volquete de 16 m<sup>3</sup> transportando residuos  
Fuente: Fotografía tomada en obra de Santiago de Surco



Figura 22: Volquetes de 20 m<sup>3</sup> transportando residuos  
Fuente: Fotografía tomada en obra de Santiago de Surco

### 3.3.2 Excavación, Preparación y Perfilado de la Banqueta

En esta etapa se excavaron los paños de la primera fila de una manera que se caracteriza por ser intercalada en el perímetro de la excavación. Se dejó una berma de 1.0 m en la corona y 1,5 en la base por el ancho del módulo correspondiente como se indica en la figura 23.

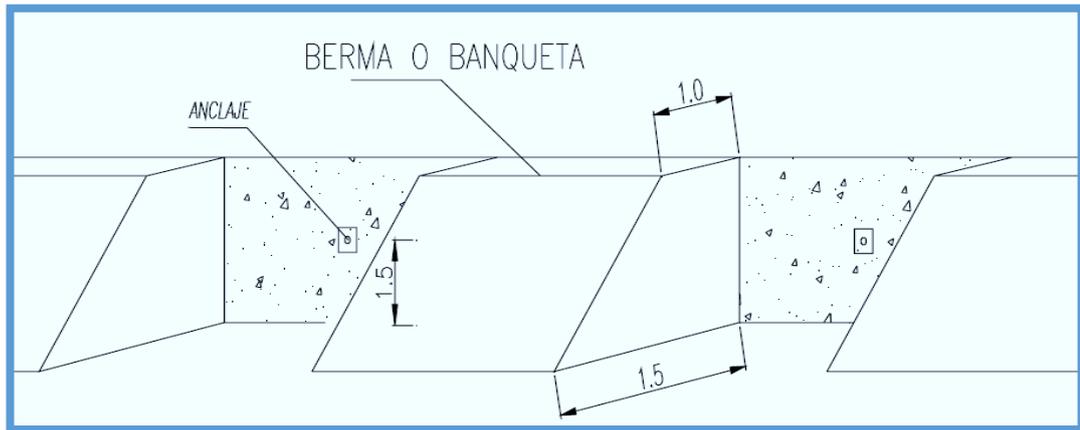


Figura 23: Procedimiento de construcción de módulos o paños

Fuente: PilotesTerratest



Figura 24: Paños vaciados del 1er anillo

Fuente: Municipalidad de Santiago de Surco

### 3.3.3 Shotcrete o lechada de cemento

La lechada produce un empuje hidrostático que es aplicado en las paredes y que además contribuye a evitar que estas colapsen. Para dicho proceso se usó una mini planta concretera y una compresora como se indica en la figura 26.

El empuje se caracteriza por depender de la resistencia al corte de los suelos excavados.

### 3.3.4 Perforación de los anclajes

La perforación de los anclajes puede hacerse siguiendo dos alternativas:

- Perforación continúa sobre la banqueta perimetral de la excavación
- Perforación intercalada sobre los muros a construir



Figura 25: Máquina perforadora e inyectora de concreto  
Fuente: Fotografías tomadas en obra de Santiago de Surco



Figura 26: Bomba Concretera para la lechada y Compresora

Fuente: Fotografías tomadas en obra de Santiago de Surco

		OBRA: Edificio Monte Rosa	
ANCLAJE N°:		2.13	
PROYECTO/PLANO N°:		P09058	
Tipo Anclaje:		terra 6.5	
Diámetro cables (pulgadas):		0.6	
D A T O S	Largo Total (LT)	m	9.50
	Longitud Perforación (LO)	m	8.50
	Longitud Libre (Lf)	m	4.50
	Longitud Bulbo (Lv)	m	4.00
Angulo Horizontal $\alpha H$		o	—
Angulo Vertical $\alpha V$		o	10

<b>PERFORACION</b>	MAQUINA:	Mustang. Comprensora e Inyectora	
	METODO DE PERFORACION:	Tubex - 90	
	OPERADOR PERFORACION:	Julio cheng.	

PROFUNDIDAD	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
Roca																									
Bolones																									
Grava																									
Arena																									
Limo																									
Arcilla																									
Pomacita																									
Obstáculos																									
Agua de Napa ?																									

OBSERVACIONES SOBRE PERFORACION: bangueta sobre talud. 2 MT.      FECHA PERFORACION: 07-09-2010  
 FECHA INYECCION: 07-09-2010

DATOS INYECCION		DESCRIPCION	VARIOS			
Marca Cemento		Sol	Descripción Compresor	PCM 7.50 LBS		
Tipo		I	Presión Máxima Utilizada	14 bares		
Relación a/c: (Lts./Kg).		0.45	Uso de Espuma	Si		
Litros de Agua / Bolsa		19	Tipo de Espuma Perforación	Quick - Foam		
Peso por Bolsa (Kg)		212.5	Dosificación Espuma	300 cc / 200 L H2O		
(1*) Volumen Teórico	Litros	100.81	Encamisado Hasta	10.50		
(2*) Volumen Mezclado	Litros	195.6	OBSERVACION SOBRE INYECCION Y OTROS			
Volumen Inyectado	Litros	195.6			Sacos	6
Presión Inyección Final (bares)		15				
Aditivo para Lechada Usado						
Dosis de Aditivo por Saco			INGENIERO O ENCARGADO EN OBRA RESPONSABLE POR EL MANDANTE			
Distancia Libre para Tubo Trompeta						
DATOS REINYECCION		DESCRIPCION				
Fecha - Hora Iny. Primaria			FIRMA INGENIERO O ENCARGADO EN OBRA DE PILOTES S.A. Victor Nalves de			
Fecha - Hora Reinyección						
Volumen Reinyección (Sacos)						
Presión Rotura Bulbo Inicial						
Presión Final Máxima						

Figura 27: Formato de control de características del Anclaje

Fuente: Pilotes Terratest

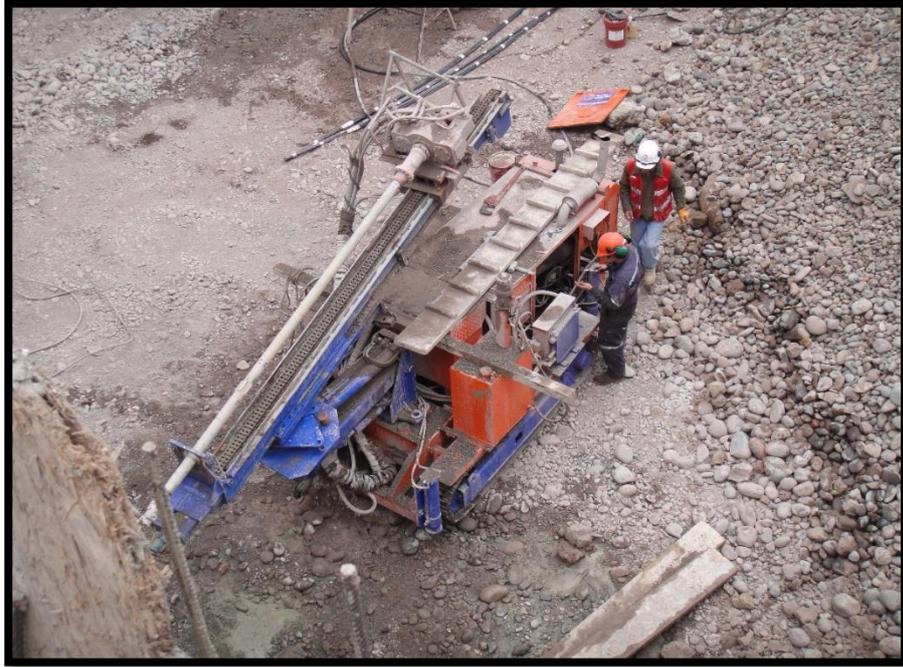


Figura 28: Perforación e Inyección de Anclajes  
Fuente: Fotografía tomada en obra de Santiago de Surco



Figura 29: Perforación e Inyección de Anclajes sobre la banqueta  
Fuente: Fotografía tomada en obra de Santiago de Surco



Figura 30: Tubos para perforar Anclajes

Fuente: Fotografía tomada en obra de Santiago de Surco

### 3.3.5 Instalación del anclaje de cables

Al dar por terminada la perforación se colocaron los cables de acuerdo al diseño. Los cables usados se indican en figura 31 y se realizó en seguida el llenado con lechada. Por ejemplo, en los anclajes a lo largo del eje 1 que era el más crítico, porque colindaba con un edificio de 8 pisos con cimentación superficial, se colocaron 5 cables. En el eje A, en el lindero posterior que colinda edificaciones de 2 pisos y el cerco de un patio, se colocaron 3 cables; en el eje h, en el lindero que colinda con la calle Monte Rosa, solo se colocaron dos cables. La cantidad de cables se calcula en función del peso y vulnerabilidad de las edificaciones vecinas.



Figura 31: Cables de acero para los anclajes  
Fuente: Fotografía tomada en obra de Santiago de Surco

### **3.3.6 Inyección de cemento**

Es importante mencionar que se llenaron los elementos (anclajes) apenas se terminó cada perforación. Para detallar la secuencia de las actividades relacionadas al anclaje se muestra la figura 32.

Al terminar el llenado se tuvo que esperar entre 4 a 7 días para que el bulbo madure y puede soportar la carga de diseño.

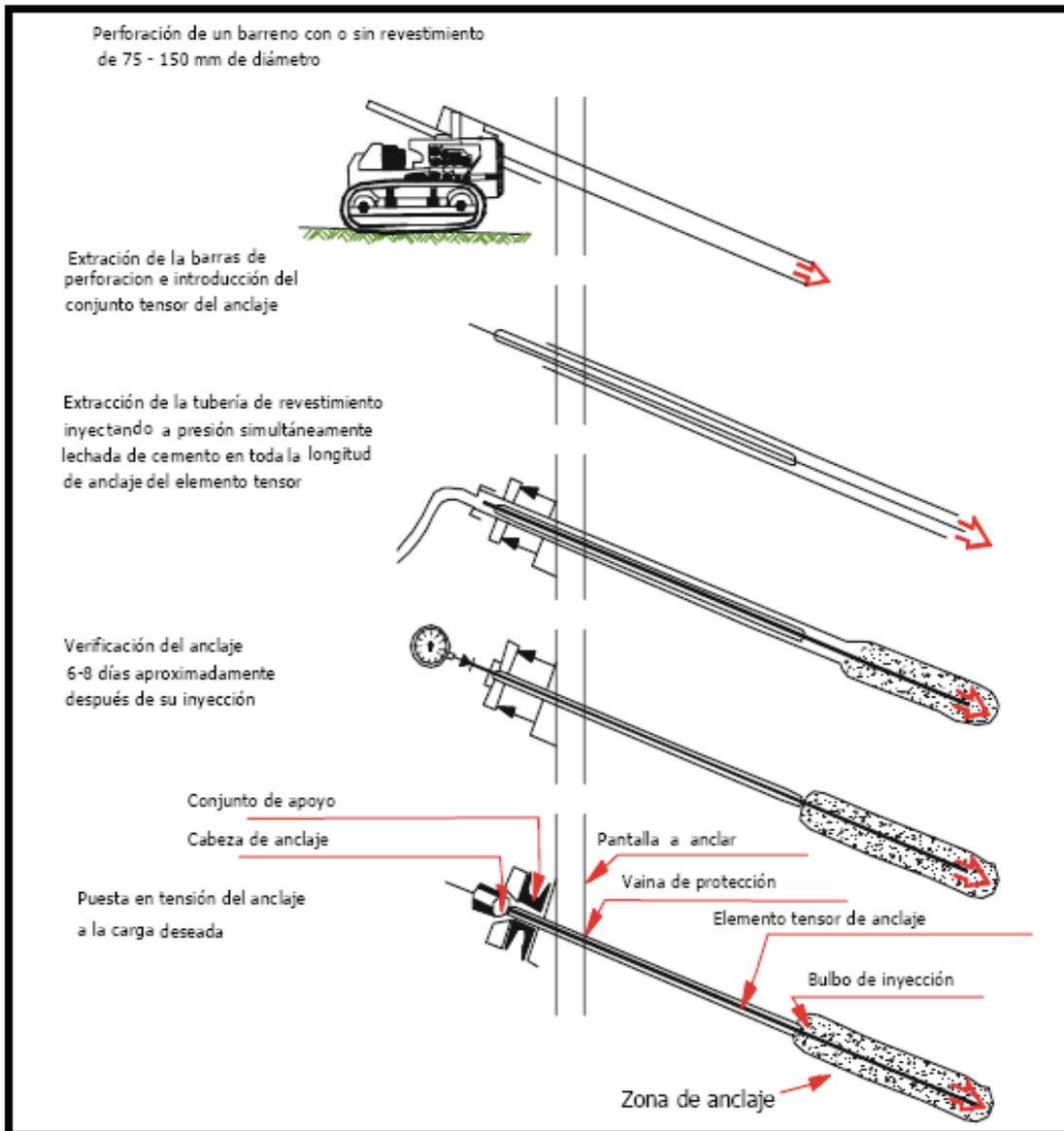


Figura 32: Secuencia de anclajes

Fuente: Pilotes Terratest

### 3.3.7 Excavación por paños alternados del talud

Se debe realizar este paso del procedimiento que es muy importante, porque se debe tener especial cuidado en no eliminar en forma continua las banquetas sino alternadamente, para no dejar desprotegido al terreno y la edificación vecina. En esta parte se perfila y prepara el terreno para recibir el muro de concreto armado.

### 3.3.8 Colocación de la armadura

A continuación, en las imágenes siguientes, se detalla la colocación de la armadura:



Figura 33: Colocación de la armadura del paño de muro anclado.

Fuente: Fotografía tomada en obra de Santiago de Surco



Figura 34: Refuerzo del elemento estructural

Fuente: Fotografía tomada en obra de Santiago de Surco

### 3.3.9 Encofrado del paño del muro

Armado el de refuerzo del muro, se encofra y funde el primer nivel superior del muro. Es importante mencionar que se debe evitar que se integre a las varillas, para lo se recomienda que se deje un espacio alrededor de la varilla sin fundir, como se ve en la figura 35 y en la figura 36 se observa anclaje tensado, requisito necesario para trabajar los paños adyacentes.



Figura 35: Encofrado y vaciado de concreto

Fuente: Fotografía tomada en obra de Santiago de Surco



Figura 36: Se observe anclaje tensado

Fuente: Fotografía tomada en obra de Santiago de Surco



Figura 37: Encofrado y vaciado alternado de muros  
Fuente: Fotografía tomada en obra de Santiago de Surco

### 3.3.10 Concreto del paño

En los paños con anclajes se usó concreto premezclado de  $f'c = 280 \text{ Kg/cm}^2$ . Para el resto de elementos de concreto armado se usó  $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ .

### 3.3.11 Tensado del anclaje

Para llevar a cabo el tensado de los anclajes, el bulbo debe estar maduro y que el muro que ha sido vaciado cumpla con una resistencia de  $210 \text{ kg/cm}^2$ .

En la obra del edificio Monte Rosa se trabajó con concreto de  $f'c = 280 \text{ Kg/cm}^2$ . Y se solicitaba a la empresa contratista realizarlos al tercer día de haber vaciado y curado.



Figura 38: Tensado del anclaje con gata hidráulica

Fuente: Fotografía tomada en obra de Santiago de Surco



Figura 39: Armado de acero con refuerzo adicional

Fuente: Fotografía tomada en obra de Santiago de Surco

### 3.3.12 Segunda hilada

Se repite el procedimiento descrito para la primera hilada cuidando de integrarlas. Incluyendo la excavación masiva y eliminación de material excedente como se ve en la figura 40.



Figura 40: Excedente en Segunda Hilada

Fuente: Fotografía tomada en obra de Santiago de Surco



Figura 41: Concluidos todos los paños de la primera hilada

Fuente: Fotografía tomada en obra de Santiago de Surco



Figura 42: Perforación e inyección de anclajes en la segunda hilada  
Fuente: Fotografía tomada en obra de Santiago de Surco



Figura 43: Encofrado de un paño en la segunda hilada  
Fuente: tomada en obra de Santiago de Surco

Se están concluyendo los vaciados de los paños de la segunda hilada. Nótese las ventanas en la parte alta del encofrado por donde se vaciará el concreto del paño colocando una tabla en forma diagonal donde se forma una rebaba de concreto denominada cachimba, como se indica en la figura 44.



Figura 44: Fin de vaciado de concreto de la segunda hilada

Fuente: Fotografía tomada en obra de Santiago de Surco

### 3.3.13 Tercer nivel y cimentación

No requirieron muros anclados, se excavó por partes alternadas a manera de calzaduras como se indica en la figura 44.



Figura 44: Muros anclados concluidos  
Fuente: Fotografía tomada en obra de Santiago de Surco

## CAPÍTULO IV

### ANÁLISIS CRÍTICO DE LA EXPERIENCIA

#### 4.1 Aporte en el área de desarrollo

El aporte importante fue el control y construcción de muros anclados, la realización de mediciones en proyectos de grandes profundidades.

- a) Control para evitar deformaciones debidas al proceso constructivo.
- b) Controlar y recomendar realizar modelaciones en elementos finitos.

Al observar que la estructura estuvo sobredimensionada se pudo optimizar recursos. Se supervisó el monitoreo de deformaciones.

#### 4.2 Juicio sobre la realidad

Fue llevado a cabo, el control de las deformaciones, mediante la colocación de 01 Inclinómetro el cual se caracterizó por ser de *Modelo Digital Mems Inclinometer System*. La empresa que fabricó dicho instrumento fue *RST Instrument*.

Es importante mencionar que las partidas relacionadas a la excavación y la colocación de los muros anclados fueron llevadas a cabo correctamente y esto se puede constatar debido a que no se llegó a registrar ninguna deformación de tipo considerable a lo largo de la construcción. Ello

permitió alcanzar un trabajo ingenieril eficiente, que brinda un enorme aporte, ya que en nuestro país se tiene escasa experiencia en obras que se caracterizan por ser muy profundas.

### **4.3 Aportes y responsabilidades**

Resulta imprescindible mencionar que la construcción del muro anclado se lleva a cabo en forma conjunta con el avance de la excavación; en otras palabras, se caracteriza por ser realizado de arriba hacia abajo. Se emplea la técnica de bataches. Al comenzar se excavará para poder dejar una plataforma para la ejecución de los anclajes de la primera línea, la cual se caracterizará por ser la etapa inicial de la excavación.

### **4.4 Prácticas realizadas**

El proyecto en ejecución tiene 72 oficinas y 206 estacionamientos, en dicha ejecución se controló los procesos de ejecución y se coordinó con el contratista la planificación de la ejecución de los trabajos de cimentación profunda con muros anclados. Se monitoreó permanentemente la programación con los contratistas responsables del movimiento de tierras, con los ejecutores de los muros de concreto armado y con la empresa encargada de realizar las perforaciones, inyecciones y tensado de los anclajes (Pilotes Terratest del Perú S.A.).

Se controló los frentes de trabajo de las maquinarias de movimiento de tierras, ya que ellas abren los frentes de trabajo para los contratistas de la ejecución de los anclajes y para los ejecutores del acero, encofrado y concreto de los paños a ser tensados. Se verificó y controló la construcción de los muros conforme progresaba la excavación.

Se controló la excavación masiva respetando las etapas determinadas por cada hilada de anclaje. En la primera hilada se hizo hasta la profundidad requerida para realizar los anclajes.

#### **4.5 Desarrollo profesional**

Los conocimientos adquiridos fueron en la especialidad de construcciones de obras civiles en muros anclados para el edificio de oficinas ubicado en la Calle Monte Rosa, Manzana C, lotes 8 y 9, urbanización Chacarilla, Santiago de Surco. Conocer y aplicar los métodos de control de calidad y seguridad en obras es parte del desarrollo profesional de la ingeniería civil, y se alcanzó en este proyecto, así como también se desarrolló un elevado sentido de responsabilidad, identificación con la empresa, ética profesional y puntualidad, a fin de que las obras se ejecuten de conformidad con las buenas prácticas de construcción e ingeniería, sin disminuir la calidad y seguridad de las mismas, garantizando el buen resultado de las obras y superando de esta manera el cumplimiento de las expectativas de los clientes y de la empresa constructora.

Con muchos años de experiencia en diferentes obras civiles, se llegó a tener el conocimiento sobre planificación y dominio de las normas vigentes para la construcción; en base a ello, se puede también afirmar que, con esta experiencia se ejecutan las obras en el menor plazo posible. Se logra tener el liderazgo y trabajo en equipo en las diferentes especialidades de la construcción, aplicando los protocolos de calidad y seguridad se llega también a cumplir satisfactoriamente las metas trazadas.

#### **4.6 Necesidades del Proyecto**

Se ha visto necesario usar la ejecución de la cimentación con Muros Anclados como elementos de contención permitiendo las excavaciones de los sótanos, convirtiéndose en elementos estructurales definitivos del edificio de oficinas ubicado en la Calle Monte Rosa, Manzana C, lotes 8 y 9, urbanización Chacarilla, Santiago de Surco.

Se usó este tipo de estructuras en la ejecución de los trabajos de cimentación profunda con muros anclados, para un adecuado desempeño en obra y minimizar los tiempos muertos. Se hace muy necesario coordinar la programación con los contratistas responsables del movimiento de tierras, con

los ejecutores de los muros de concreto armado y con la empresa encargada de realizar las perforaciones, inyecciones y tensado de los anclajes (*Pilotes Terratest del Perú S.A.* en este caso). Se debe destacar la importancia que en esta etapa tienen las maquinarias de movimiento de tierras, porque son ellas las que abren los frentes de trabajo para los contratistas de la ejecución de los anclajes y para los ejecutores del acero, encofrado y concreto de los paños a ser tensados.

#### **4.7 Posicionamiento social alcanzado**

Es imprescindible mencionar en este ítem que el empleo de los muros anclados para obras muy profundas como la que se expuso en el presente trabajo es de uso especial para el conglomerado que caracteriza a la ciudad de Lima. Por ello, es importante recalcar que las recomendaciones que se mencionaron en el presente trabajo en relación a la edificación de obras profundas solo deben ser empleadas en obras a realizarse en el Lima o en lugares donde exista la presencia de suelos con similares características de tipo geotécnicas.

## CONCLUSIONES

1. Las excavaciones que se caractericen por ser muy profundas y que se realicen con fines de construir cimentaciones constituyen un área temática de la ingeniería geotécnica y de la mecánica de suelos.
2. Los muros anclados pueden servir de ejemplo para mostrar un sistema mixto que se caracteriza por ser parte integral de la construcción a realizarse, mientras que dentro de aquellas que trabajan como sistemas de tipo provisional podemos mencionar a las calzaduras.
3. En lo concerniente a las etapas constructivas de los muros anclados podemos exponer que el progreso de estos se realiza por secciones alternadas. El procedimiento explicado en este estudio deberá seguirse escrupulosamente a fin de evitar fallas o accidentes.
4. La protección del personal se debe controlar en todo momento con fines de evitar la ocurrencia de accidentes.
5. El control de deformaciones es de gran importancia.
6. Como ventajas de los muros anclados frente a las calzaduras podemos mencionar que los muros anclados se caracterizan por no invadir la propiedad vecina y optimizan la construcción de la edificación.

## **RECOMENDACIONES**

1. Realizar una correcta programación antes del comienzo de las partidas, para reducir los tiempos muertos, así como para poder incrementar la eficiencia.
2. Evaluar todas las variables técnicas, económicas, de seguridad y eficiencia, antes de tomar una decisión sobre el sistema de cimentación a seguir.
3. Tener en consideración los documentos que se caracterizan por ser necesarios para llevar a cabo un diseño eficiente de los muros anclados; entre ellos podemos mencionar al estudio de mecánica de suelos y los planos de estructuras relacionados a la cimentación.
4. No usar calzaduras para profundidades mayores a dos sótanos y cuando, se use hasta los niveles recomendados, será necesario especificar sus características, previo al estudio de suelo.

## FUENTES DE INFORMACIÓN

### Bibliográficas

Arias, F. (2012). *El Proyecto de Investigación*. Caracas, Venezuela: Episteme – Sexta Edición.

Castro, P. (2014). *Diseño de anclajes de hormigón para deflexiones horizontales y verticales en tuberías a presión* (Tesis de Pregrado), Universidad de Cuenca, Cuenca, Ecuador.

Rosero, C. (2015). *Análisis y diseño de muros anclados de hormigón armado y su aplicación en la estabilización de excavaciones profundas de subsuelos* (Tesis de Pregrado), Universidad Técnica de Ambato, Ambato, Ecuador.

Silva, P. (2018). *Análisis comparativo de estabilidad de talud y propuesta de solución con muros anclados en la Carretera Las Pirias - Cajamarca, 2018* (Tesis de Pregrado), Universidad César Vallejo, Lima, Perú.

Toro, J. (2014). *Evaluación de la inestabilidad de taludes en la carretera las Pirias- Cruce Lambayeque, San Ignacio* (Tesis de Pregrado), Universidad Nacional de Cajamarca, Cajamarca, Perú.

## **Electrónicas**

Docplayer.es. (2019). *CAPITULO I LOS ANCLAJES COMO ELEMENTO ESTABILIZADOR EN LAS OBRAS CIVILES Y MINERAS - PDF*. [online] Recuperado de: <https://docplayer.es/59434849-Capitulo-i-los-anclajes-como-elemento-estabilizador-en-las-obras-civiles-y-mineras.html>

Jorgealvahurtado.com (2019) [online] Recuperado: <http://www.jorgealvahurtado.com/files/Diseno%20Cimentaciones-ConceptosTe%C3%B3ricosyAplicacionesPr%C3%A1cticas.pdf>

## ANEXOS

	Página
Anexo N° 01 Planos de Arquitectura	56
Anexo N° 02 Lista de Anclajes	60
Anexo N° 03 Planos de Encofrados	62

**Anexo I**  
**Planos de arquitectura**

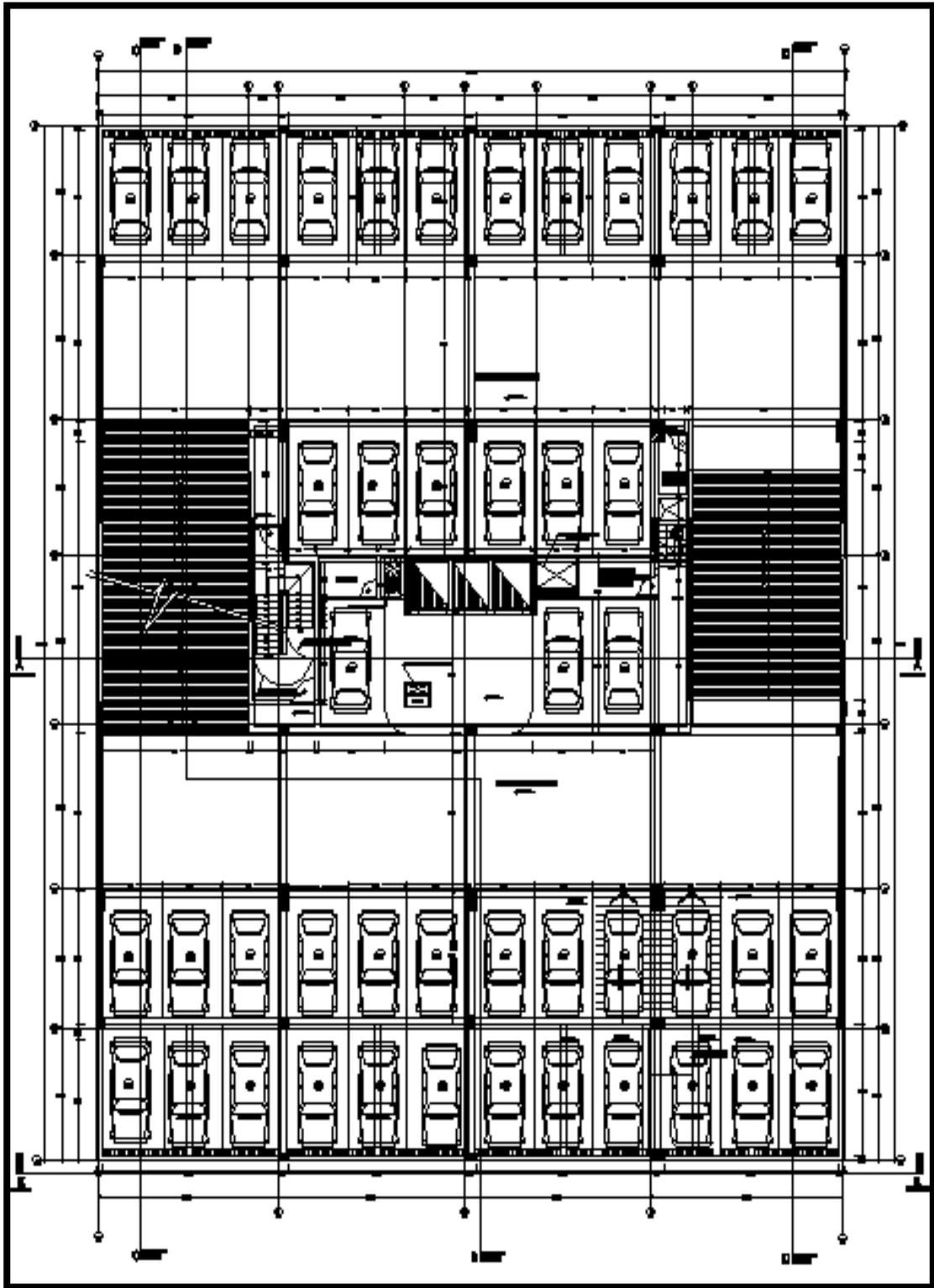


Figura 45: Plano de Arquitectura estacionamientos – primer sótano

Fuente: Municipalidad de Santiago de Surco

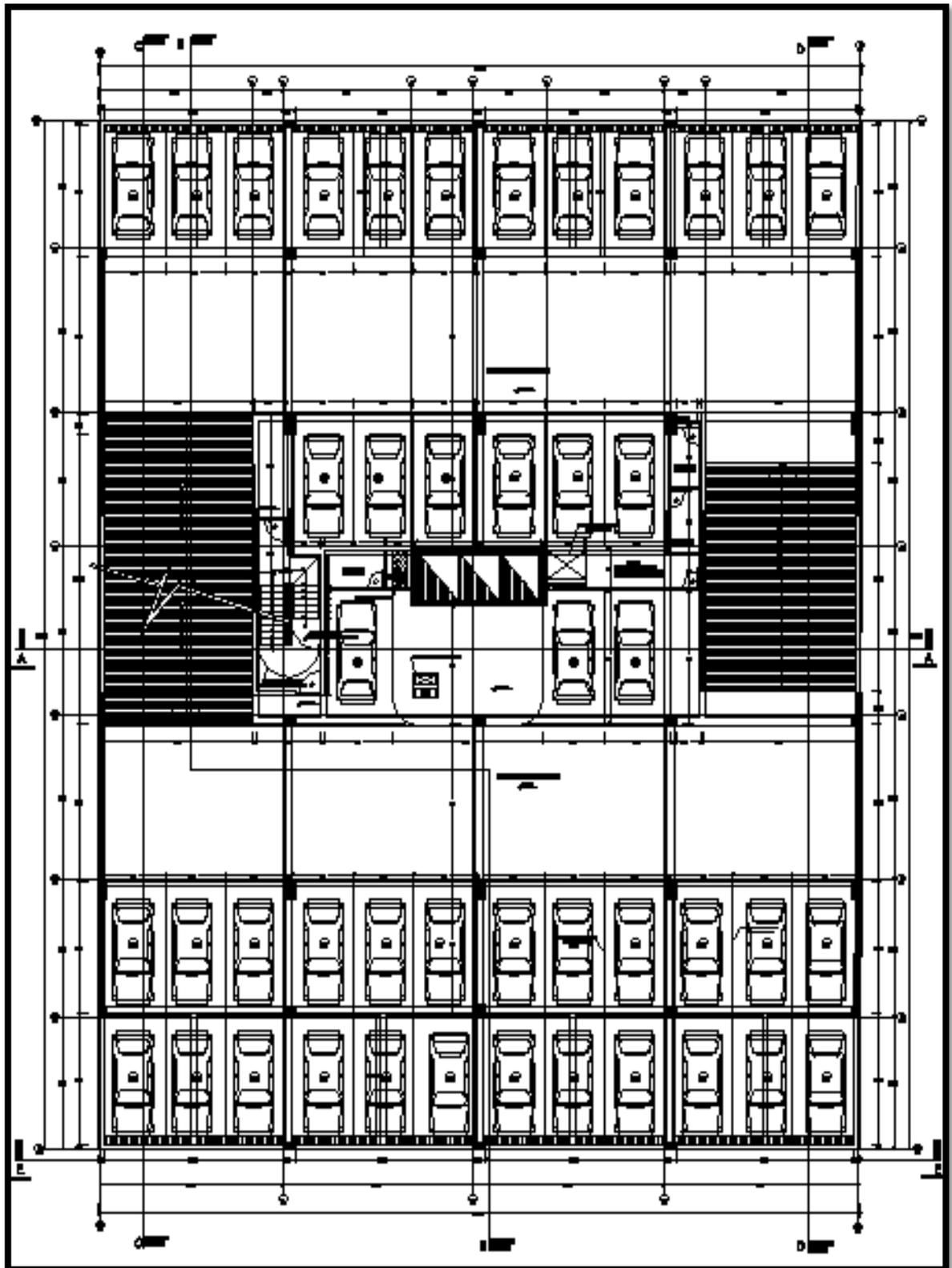


Figura 46: Plano de Arquitectura estacionamientos-segundo sótano

Fuente: Municipalidad de Santiago de Surco

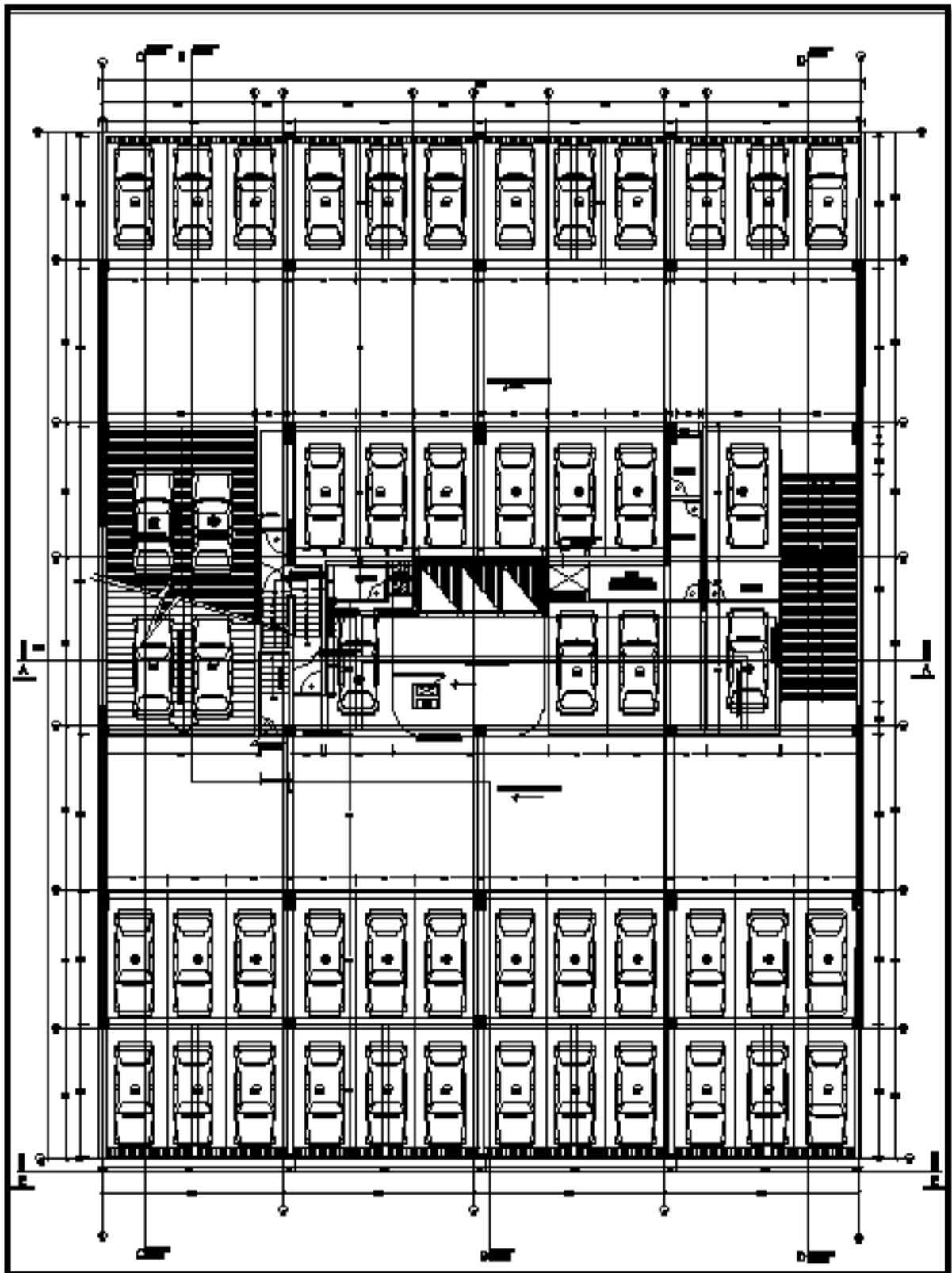


Figura 47: Plano de Arquitectura estacionamientos-tercer sótano  
Fuente: Municipalidad de Santiago de Surco

**Anexo II**  
**Lista de anclajes**

Tabla 2: Lista de anclajes.

 <b>PROYECTO ANCLAJES POSTENSADOS</b> <b>OBRA: P09058 - Edificio Monte Rosa</b> <b>PROYECTO PILOTES TERRATEST</b>															
PLANILLA STANDARD															
LISTA DE ANCLAJES - Revisión 2 al 26 de Julio del 2010															
Sector	Numeración	Línea	Cant. anc.	Tipo Anclaje	Anclaje Tipo	ah m	NA m	Lv m	Lf m	Lo m	av °	Fw' kN	Fw' Ton	L anc. m	Lo tot m
<b>Zona 1</b>	1.01 @ 1.03	1	3	T-IGU	TERRA 6 - 2	5.00	-1.40	4.00	4.50	8.50	10	310	31	9.50	25.50
Casa de 2 pisos	2.01 @ 2.03		3	T-IGU	TERRA 6 - 2	5.00	-4.50	4.00	4.50	8.50	10	310	31	9.50	25.50
NT: 0.00 NPT: de -7.80 m															
<b>Zona 2</b>	1.04 @ 1.06	1	3	T-IGU	TERRA 6 - 2	5.00	-1.40	4.00	4.50	8.50	10	300	30	9.50	25.50
Patio	2.04 @ 2.06	2	3	T-IGU	TERRA 6 - 2	5.00	-4.50	4.00	4.50	8.50	10	300	30	9.50	25.50
NT: 0.00 NPT: de -7.80 m															
<b>Zona 3</b>	1.21 @ 1.23	1	3	T-IGU	TERRA 6 - 5	5.00	-3.50	4.00	4.50	8.50	10	650	65	9.50	25.50
Edificio 8 pisos															
NT: 0.00 NPT: de -7.80 m															
<b>Zona 5</b>	1.11 @ 1.15	1	5	T-IGU	TERRA 6 - 2	5.00	-2.00	4.00	4.50	8.50	10	300	30	9.50	42.50
Calle Monte Rosa	2.11 @ 2.15	2	5	T-IGU	TERRA 6 - 2	5.00	-5.50	4.00	4.50	8.50	10	300	30	9.50	42.50
NT: 0.00 NPT: de -9.10 m															
<b>Zona 6</b>	1.16 @ 1.20	1	5	T-IGU	TERRA 6 - 4	5.00	-2.00	4.00	4.50	8.50	10	560	56	9.50	42.50
Edificio de 8 pisos	2.16 @ 2.20	2	5	T-IGU	TERRA 6 - 5	5.00	-5.50	4.00	4.50	8.50	10	650	65	9.50	42.50
NT: 0.00 NPT: de -9.10 m															
<b>TOTAL ANCLAJES</b>			<b>35</b>												<b>297.50</b>

**NOTA:**  
 El peso de acero calculado incluye un metro adicional para el tensado (medido desde la placa)  
 ah= separación entre anclajes (en horizontal) o distancia de influencia de anclajes  
 NA = cota de intersección del eje del anclaje con el eje del muro  
 L1 = longitud del anclaje desde el eje del muro o pila hasta el centro del bulbo  
 Lo = longitud del anclaje desde la placa hasta el fin del bulbo  
 Lf = longitud libre (placa hasta inicio bulbo)  
 Lv = longitud del bulbo  
 Lad= longitud entre el eje del muro o pila y la placa  
 L anc = longitud del anclaje incluyendo 1,00 m de suplemento para el tensado  
 av = angulo del eje del anclaje respecto de la horizontal  
 ah = angulo del plano vertical que contiene el anclaje con el plano vert. perpendicular al muro (VER PLANO DE PLANTA)  
 F.S = 1.50  
 Fw = carga de servicio del anclaje por unidad de longitud del muro  
 Fw' = carga de servicio del anclaje

Fuente: Pilotest Terratest

**Anexo III**  
**Planos de encofrados**

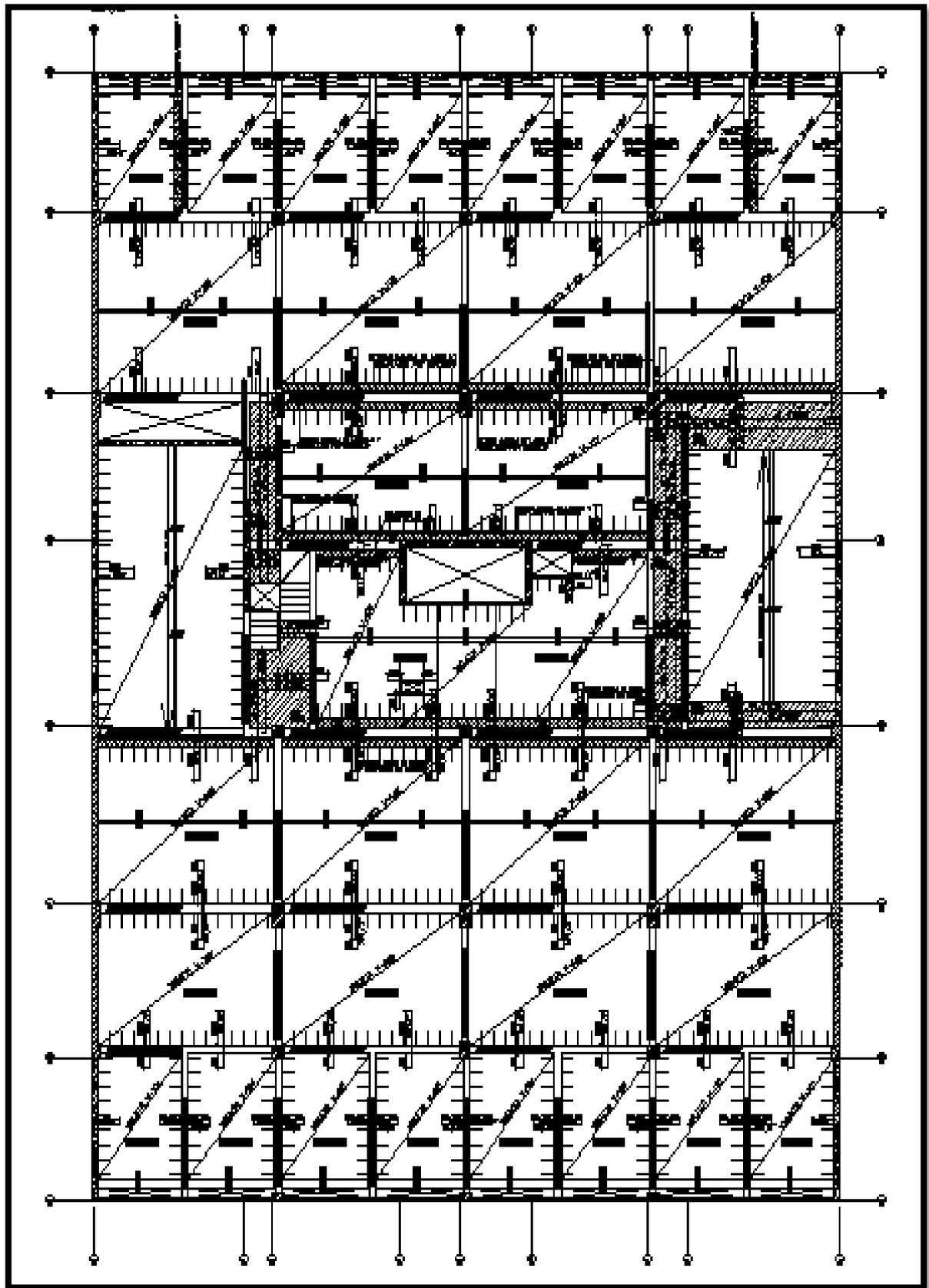


Figura 48: Plano encofrado sótano 1

Fuente: Municipalidad de Santiago de Surco

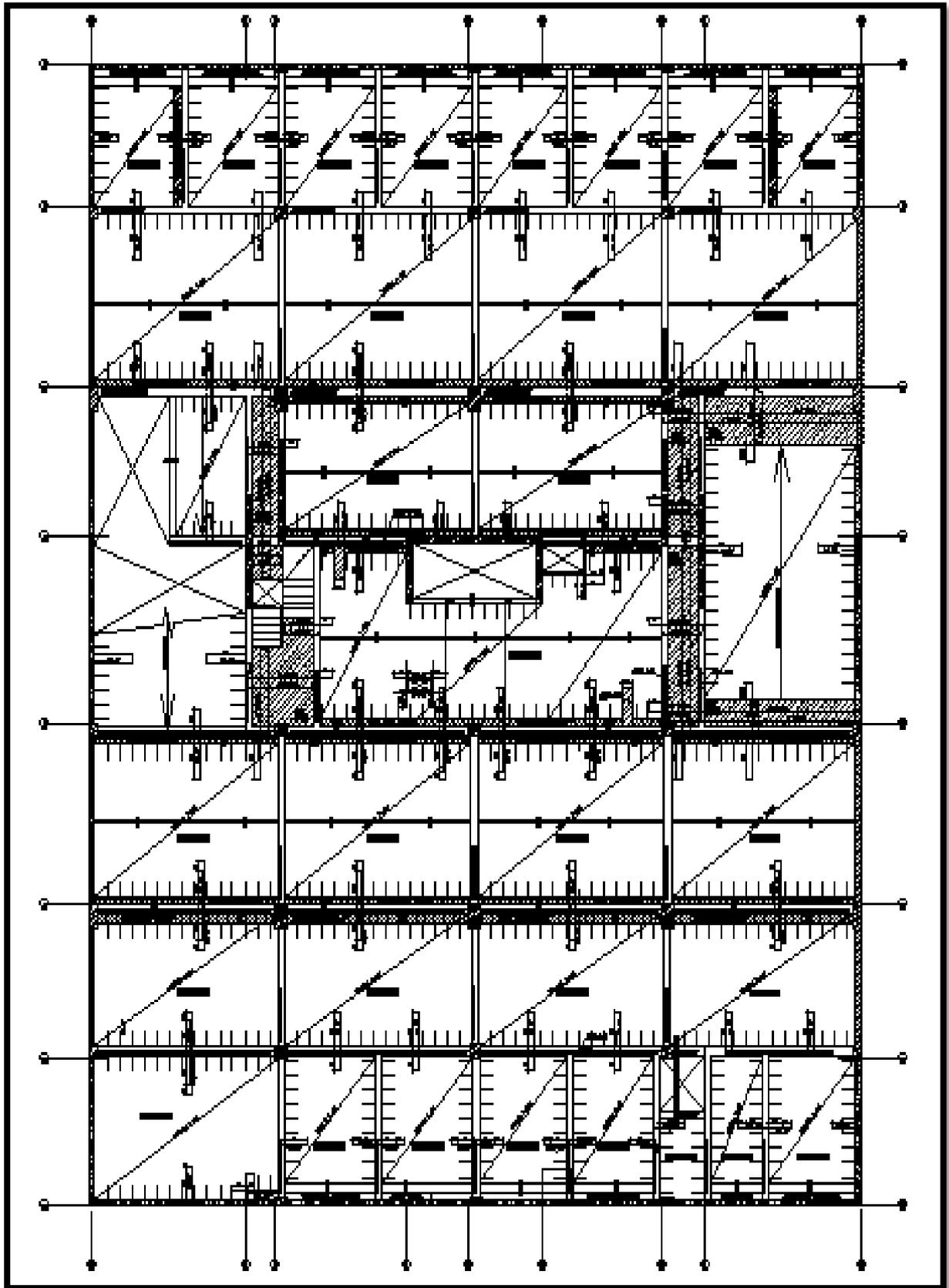


Figura 49: Plano encofrado sótano 2

Fuente: Municipalidad de Santiago de Surco